http://www.atomforum.org.ua

Атомпром України

#7-8, 2019

Ядерна енергетика та її вплив на економіку України: результати дослідження стор. 4

Атомно–промисловий комплекс України: стан і потенціал стор. 8

Малі модульні реактори: моделюючи майбутнє галузі стор. 21

Тема числа:

ПОЄДНАНІ ЗАРАДИ МАЙБУТНЬОГО

Шановні пані та панове!

Цей номер журналу, тема якого — «Поєднані заради розвитку», присвячений 10-річчю створення Асоціації «Український ядерний форум».

Регулярне спілкування з нашими європейськими партнерами під час впровадження спільних проектів в Україні та під час офіційних зустрічей – ще до підписання Угоди про Асоціацію України з ЄС – подарувало ідею приєднатися до Європейського Форатому на правах асоційованого члена. Для реалізації цієї ідеї необхідно було об'єднати великі підприємства ядерної галузі України в національну Асоціацію «Український ядерний форум», що й відбулося 10 років тому.

За цей період Асоціація УЯФ стала вагомим інструментом комунікацій з державними структурами, відповідальними за ухвалення рішень в енергетичній сфері, аби донести позиції та інтереси підприємств-учасників; вона стала помітною в інформаційному просторі та користується авторитетом серед експертів у галузі енергетики та профільних журналістів.

Головними напрямами нашої активності є підтримка конкуренції, зміцнення енергетичної безпеки нашої держави, допомога у створенні ефективної програми розвитку ядерно-енергетичного комплексу, включаючи ядерно-паливний цикл, на виконання Енергетичної стратегії України до 2035 року, підтримка та популяризація низьковуглецевого розвитку України тощо.

Завдання нашої галузі – стабільно забезпечувати потреби вітчизняної економіки електроенергією, яку виробляють безпечно, розвивати та зміцнювати існуючу інфраструктуру, яка б сприяла будівництву нових сучасних АЕС та інших об'єктів ядерної енергетики, реалізації масштабних проектів з локалізації виробництва обладнання.

Сьогодні перед ядерно-енергетичною галуззю постали нові серйозні виклики, попереду багато роботи для реалізації Енергетичної стратегії України-2035, тому консолідація зусиль підприємств-учасників на майданчику Асоціації УЯФ вкрай необхідна.

Ми впевнено дивимося у майбутнє.

Юрій Недашковський,
Президент Асоціації
«Український ядерний форум»

ЗМІСТ

ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ: РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Микола Виноградов 4

АТОМНО–ПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ: СТАН І ПОТЕНЦІАЛ

Євгеній Диков 8

МАЛІ МОДУЛЬНІ РЕАКТОРИ — МОДЕЛЮЮЧИ МАЙБУТНЄ ГАЛУЗІ

Петро Черних 21

ФОРМУЛА УКРАЇНСЬКОГО ЦИРКОНІЮ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЙОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

Костянтин Ліндт 27

ЗА ЛІЦЕНЗІЄЮ США

Євгеній Бахмач 36

«ІМПУЛЬС» ДЛЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ АЕС

Володимир Єлісєєв 38

НАДІЙНІСТЬ, БЕЗПЕКА – І ЕКОНОМІЯ

Олександр Казимиров 55

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ

Ігор Шевченко 59

ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕКОНОМІКУ УКРАЇНИ: РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Микола Виноградов
керівник проектів та програм Асоціації «Український ядерний форум»

Вітчизняна атомна енергетика та атомно-промисловий комплекс є найвагомішими складовими економічної, енергетичної та екологічної безпеки нашої держави. Важливо пам'ятати: саме завдяки надійному функціонуванню ядерної галузі суспільство і вітчизняна промисловість не відчули на собі наслідків втрати об'єктів паливно-енергетичного комплексу Криму та на Сході країни. Інший аспект, про який не варто забувати, – екологічний.

Окрім того, галузь, яка сьогодні аж ніяк не розбалувана увагою держави, створює 45 тис. робочих місць, сплачує 11,5 млрд гривень податків та реалізувала інвестиційних проектів на суму 12,8 млрд гривень лише за один рік.

Наразі без альтернативи

Як відомо, ядерна енергетика характеризується низьким рівнем викидів забруднюючих речовин, парникових газів, викидів у водні природні об'єкти у порівнянні з тепловою енергетикою, особливо вугільними ТЕС.

Пошуки альтернатив вуглецевим джерелам енергії з метою пом'якшення впливу виробництва енергії на довкілля свідчать про те, що з атомною енергією на сьогодні поки що не може конкурувати жоден з видів генерації як за потужністю виробництва, так і за мінімальним рівнем впливу на довкілля та клімат.

Енергетична стратегія України на період до 2035 року розглядає ядерну енергетику як одне з найефективніших низьковуглецевих джерел

енергії. При цьому подальший розвиток ядерного енергетичного сектору на період до 2035 року передбачає, що частка атомної генерації в загальному енергобалансі зростатиме, а позиція України щодо доцільності використання ядерної енергії залишатиметься незмінною.

Попри всі переваги ядерної енергетики, для вітчизняних АЕС встановлено дискримінаційний низький тариф, який ледь покриває необхідні виробничі витрати оператора АЕС – компанії НАЕК «Енергоатом». А також створює дефіцит коштів для реалізації інвестиційних проектів. Зокрема, спрямованих на підвищення безпеки та заміну застарілого обладнання, що знижує ефективність експлуатації АЕС. Варто зауважити, що саме від фінансової стабільності оператора всіх АЕС залежить функціонування та розвиток підприємств-постачальників товарів та послуг для ядерної енергетики, збереження та збільшення кількості робочих місць на них.

Станом на сьогоднішній день напрочуд актуальною стала потреба адекватної оцінки ролі ядерної енергетики та впливу галузі на економіку країни, соціальні аспекти та довкілля.

Асоціація «Український ядерний форум» разом з «Українським ядерним товариством» провели таке дослідження, в рамках якого здійснили комплексну оцінку впливу ядерно-енергетичного комплексу на економіку України. Результатом цього дослідження став аналітичний звіт «Вплив ядерно-енергетичного комплексу на розвиток України». Звіт було видано в червні цього року й розповсюджено учасникам міжнародної конференції «Український ядерний форум-2019: Ядерна енергетика – стан та тенденції розвитку» (3-4 липня 2019 року, Київ).

Для оцінки загального економічного внеску ядерно-енергетичного комплексу була використана сучасна «Методологія оцінки зайнятості в секторі ядерної енергетики» (2018), що розроблена спільно Агентством з ядерної енергії Організації економічного співробітництва та розвитку (OECD/NEA) та Міжнародним агентством з атомної енергії, а також елементи методології «Загальна створена вартість» (Total Value).

Методологія дослідження

Важливим етапом роботи став вибір методології дослідження. Оцінка впливу галузі на загальну економіку є класичним завданням в теорії міжгалузевого балансу (при цьому застосовуються моделі «input-output», «витрати-випуск», запропоновані В.В. Леонтьєвим). Оцінка впливу починається з визначення та опису прямих та непрямих економічних показників, включаючи обсяги виробленої електроенергії, кількість робочих місць, обсяг товарної продукції, сплачені податки, ВВП, обсяги інвестицій тощо.

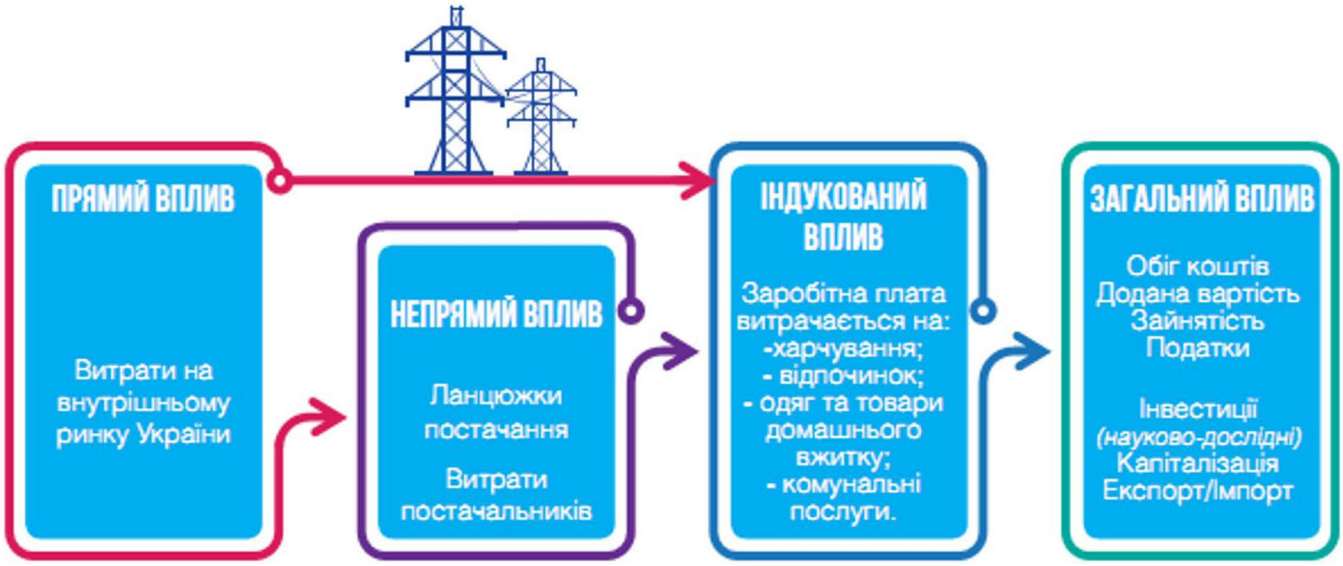


Рис.1. Концептуальне представлення прямого, непрямого, індукованого та загального економічного впливу

Визначальною є оцінка кількості робочих місць, які можуть створити в конкретній енергетичній галузі. Оцінка зайнятості в енергетичній галузі достатньо опрацьована, включно із загальними підходами та методами. Сама оцінка є дещо складнішою, ніж опитування, скільки людей було зайнято на будівництві та експлуатації даної АЕС.

Робочі місця, пов'язані з енергетикою, поділяють на три великі категорії: прямі робочі місця, непрямі робочі місця та індуковані робочі місця. Непрямі та індуковані зайнятості обчислюють рідше, ніж пряму зайнятість через відсутність відповідної інформації та труднощі в оцінюванні отриманих результатів.

Прямі робочі місця (ПРМ) – в комерційному атомному енергетичному секторі – це робочі місця тих працівників, які працюють на об'єктах виробництва електроенергії, у тому числі постійних субпідрядників: персонал фізичного захисту та служб безпеки і штатний персонал, зайнятий при виконанні аварійних та ремонтних робіт.

Непрямі робочі місця (НРМ) – це робочі місця, пов'язані з персоналом, зайнятим повний час в ланцюжку поставок. А також в галузях, які постачають продукти та послуги для цієї схеми поставок.

Індуковані робочі місця (ІРМ) – це ті робочі місця, які створюють, коли виплати прямим і непрямим працівникам, витрачають в ширшій економіці при закупівлі товарів і послуг.

Оцінка непрямих та індукованих робочих місць називається макроекономічним ефектом мультиплікатора попиту, що зростає. Саме ці мультиплікатори дають можливість оцінити макроекономічний вплив, який зміна попиту має на конкретну економіку.

Існують два типи мультиплікаторів. Мультиплікатори типу I допомагають враховувати індустріальні зв'язки й обчислюються шляхом ділення суми прямої та непрямої зайнятості на прямі робочі місця.

Мультиплікатори типу I = (ПРМ + НРМ)/ПРМ

Мультиплікатори типу II допомагають враховувати зв'язки між економікою в цілому та галуззю, що представляє інтерес, й обчислюються шляхом ділення суми всіх трьох категорій зайнятості на пряму зайнятість.

Мультиплікатори типу II = (ПРМ + НРМ + ІРМ)/ПРМ

Загальна зайнятість, яку підтримує сектор економіки у певний момент часу – це зазвичай показник, який вказує на важливість даної галузі для національної або регіональної економіки. Це валові оцінки роботи, які пропонують поточну вартість, а не майбутній вплив. Відповідні мультиплікатори доходу та доданої вартості визначають подібно до співвідношення загального доходу або доданої вартості до прямих продажів.

Провідні консалтингові компанії здійснюють комплексний аналіз діяльності окремих галузей економіки або великих виробничих компаній з урахуванням показників в економічній, соціальній та екологічній сферах. В нашому випадку була використана методологія, яка має назву «Загальна створена вартість» (Total Value).

Цей підхід дозволяє провести оцінку доходів та витрат у кожній сфері діяльності та визначити загальну створену вартість, яка і є реальним внеском в економіку країни. Такий аналіз є підґрунтям для ухвалення стратегічних рішень щодо розвитку компанії або всієї галузі в економічній, соціальній та екологічній сферах.

Економічний вплив ядерно-енергетичної галузі на розвиток України

Основними етапами аналізу економічного впливу галузі на економіку є:

1. Визначення безпосереднього впливу: обсяги капітальних та операційних витрат галузі;
2. Обчислення мультиплікаторів: галузеві моделі та таблиці «витрати-випуск»;
3. Непрямий та індукований вплив: застосування мультиплікаторів до визначених витрат для оцінки впливу;
4. Визначення загального впливу: результати моделювання для операційних, капітальних, дослідницьких та інших витрат;
5. Обговорення результатів із зацікавленими сторонами: підготовка аналітичного звіту.

У ході дослідження було проаналізовано інформацію від п'яти повідних підприємств атомно-промислового комплексу України, серед яких:

- ✓ Державне підприємство «НАЕК «Енергоатом» (оператор АЕС України);
- ✓ Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» (експертна організація науково-технічної підтримки державного регулятора з ядерної та радіаційної безпеки);
- ✓ Державне спеціалізоване підприємство «Чорнобильська атомна електрична станція» (підприємство зі зняття з експлуатації енергоблоків ЧАЕС та перетворення об'єкту «Укриття» в екологічно безпечну систему);
- ✓ Державна корпорація «Українське державне об'єднання «Радон» (головна організація України, що виконує збирання, транспортування, кондиціювання, тимчасове зберігання радіоактивних відходів);
- ✓ ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (єдине в Україні підприємство, що забезпечує видобуток природного урану і виробництво його оксидного концентрату).

У підсумку, ядерна енергетика та атомно-промисловий комплекс забезпечують в середньому 141 тис. робочих місць, а на всьому циклі виробництва – від будівництва АЕС до зняття з експлуатації енергоблоків, разом з переробкою радіоактивних відходів впродовж всього періоду експлуатації, створюють близько півмільйона робочих місць. Вагомою є роль атомної енергетики у наповненні бюджету та створенні робочих місць. За останні 3 роки безпосередня зайнятість на досліджуваних підприємствах ядерної галузі склала в середньому 45 тис. осіб, а обсяги сплачених податків – 11,5 млрд грн, що дорівнює приблизно 1,5 % від сукупних доходів державного бюджету України.

Не менш важливим є вплив ядерної енергетики на інвестиційний розвиток, адже тільки пряме фінансування інвестиційних проектів ядерної галузі за останні 3 роки склало приблизно 12,8 млрд грн на рік, що в середньому дорівнює 1,5 % від всіх видатків державного бюджету України. Реалізація нових інвестиційних проектів в атомній енергетиці сприяє не лише розвитку галузі та створенню нових робочих місць, але і дозволяє Україні зберігати місце у світовому клубі технологічно розвинених країн, здатних створювати новітні технології та виступати їх експортером.

В той же час, вплив ядерної енергетики є потенційно значно більшим, адже зазвичай показники підприємств галузі прямо не враховують економічний внесок постачальників та підрядників, виробників обладнання для ядерної галузі та надавачів сервісних й інших послуг. Для зміцнення економічної, енергетичної та екологічної безпеки держави, вагомий внесок в забезпечення якої вносить вітчизняний ядерно-енергетичний комплекс, необхідна державна політика, яка би створювала умови для безумовного виконання вже існуючих державних стратегій в енергетиці та охороні довкілля, планів і програм, реалізації інноваційних проектів. Також – розширення міжнародного співробітництва, залучення інвестицій в будівництво нових об'єктів та науково-технічний супровід нових реакторних технологій. Ядерно-енергетичний комплекс України має всі підстави розвиватися та зміцнюватися на користь української держави!

АТОМНО–ПРОМИСЛОВИЙ КОМПЛЕКС УКРАЇНИ: СТАН І ПОТЕНЦІАЛ

Євгеній Диков
керівник проектів та програм
Дирекції Асоціації УЯФ

Одним із найголовніших стратегічних завдань атомно-промислового комплексу України (АПК), як відомо, є забезпечення максимальної участі українських підприємств у створенні обладнання для АЕС або його елементів. Станом на сьогодні промисловість України має достатній потенціал із виготовлення та постачання обладнання для будівництва та експлуатації АЕС, окрім хіба що елементів реакторної установки. В Україні виготовляють турбоустановки, насосне та теплообмінне обладнання, арматуру, електротехнічне обладнання: генератори і трансформатори, автоматичні системи керування технологічними процесами (АСУ ТП) тощо. Участь українських виробників обладнання мала би бути визначальною серед інших обов'язкових умов тендерів щодо створення нових енергоблоків. До того ж одним з критично важливих елементів успішної реалізації національної програми будівництва АЕС і вибору тендерної політики є здатність управлінського персоналу ефективно спланувати весь комплекс робіт.

Для обґрунтування обсягу участі національних підприємств і організацій у проектах створення нових АЕС мусить бути виконана оцінка можливостей національного енергетичного машинобудування, інжинірингових компаній і будівельних організацій. Така оцінка дозволить отримати дані, необхідні для ухвалення рішення про вибір типу контрактної політики, структури контракту і схеми фінансування. Перелік обладнання, що його можуть виготовити підприємства України, а також оптимальний обсяг національної участі у створенні нових енергоблоків – питання, яке можна вирішити на основі аналізу співвідношення «витрата-вигода» у межах національної програми локалізації чи окремого техніко-економічного обгрунтування (ТЕО). Розробка вимог до нарощування національного технологічного потенціалу у сфері атомного машинобудування і передачі технологій мусить бути взаємопов'язаною з розробкою техніко-економічної доповіді (ТЕД) щодо вибору перспективного типу енергоблоків.

При цьому під час співставлення витрат і вигоди слід мати на увазі можливі ризики зниження якості і надійності обладнання. Зрозуміло, що у жодному випадку інтереси національних виробників не можуть домінувати над вимогами безпеки.

Оцінка обсягу національної участі полягає у системному аналізі національних інжинірингових, будівельних і машинобудівних компаній, організацій з урахуванням конструктивних особливостей проектів перспективних енергоблоків, визначених у ТЕД. Такий аналіз має бути детальним, із дослідженням галузевих можливостей постачання обладнання та послуг. При аналізі необхідно враховувати такі аспекти:

- ✓ обладнання та послуги, що їх має виробляти національна промисловість, треба використовувати всередині країни, оскільки їх імпорт економічно невигідний;
- ✓ обладнання та послуги, що становлять особливий інтерес для національного виробника з урахуванням гарантії забезпечення довгострокових поставок або отримання важливих супутніх вигод для національного промислового розвитку: передача сучасних технологій шляхом продажу ліцензій, переозброєння існуючих машинобудівних і трубних заводів тощо.

При цьому передача технологій, що відповідають останнім трендам науки і техніки, міжнародним стандартам якості та культури виробництва дозволила би національному енергомашинобудуванню здійснити якісний ривок у розвитку і, задовольнивши потреби національної енергетики, інтегруватися у перспективі в європейські та світові ринки збуту, – з урахуванням світового ренесансу ядерної енергетики.

Різноманіття промислової продукції для АЕС можна розділити на такі категорії:

- ✓ Ядерний острів (Nuclear Island)
- ✓ Турбінний острів (Turbine Island)
- ✓ Допоміжне тепломеханічне обладнання
- ✓ Електротехнічне обладнання
- ✓ Транспортне обладнання
- ✓ Контейнери для радіоактивних відходів (РАВ) та відпрацьованого ядерного палива (ВЯП)
- ✓ Спеціальне будівельно-монтажне обладнання та оснащення
- ✓ АСУ ТП, інформаційно-аналітичні системи, системи технологічного контролю, системи діагностики, моніторингу тощо
- ✓ Виробництво хімреактивів, фільтруючих матеріалів і смол.

Основною метою діяльності в цьому напрямку є якнайповніше забезпечення потреб АПК України засобами національної інфраструктури з урахуванням участі в міжнародній кооперації та одночасного підвищення експортного потенціалу вітчизняних підприємств у сфері наукової, проектної та виробничої діяльності. Тож основними завданнями при реалізації «Енергетичної стратегії на період до 2035» року мають бути такі:

- ✓ підвищення рівня наукового, проектно-конструкторського і інжинірингового супроводу об'єктів АПК на всіх етапах життєвого циклу через консолідацію потенціалу вітчизняних організацій, вдосконалення їх матеріально-технічної бази і активного входження в проекти міжнародної кооперації;
- ✓ подальший розвиток вітчизняних виробників систем, приладів і обладнання для потреб АПК з метою якнайповнішого їх залучення для постачання споруджуваних в Україні об'єктів, а також просування їх продукції на міжнародні ринки з активною державною та корпоративною підтримкою;
- ✓ збереження і нарощування вітчизняного будівельно-монтажного і пуско-налагоджувального потенціалу шляхом створення пільгових умов для участі у спорудженні нових та обслуговуванні існуючих об'єктів АПК України на корпоративних чи інших засадах;
- ✓ розробка та впровадження єдиної комплексної кадрової політики, яка охоплює всі стадії професійної орієнтації, підготовку, відбір, підвищення кваліфікації і закріплення кадрів, що працюють на об'єктах АПК і в штаті інших суб'єктів діяльності у сфері використання ядерної енергії, включаючи працівників керівної ланки;
- ✓ головними завданнями наукового забезпечення розвитку АПК України в найближчий період є ефективне залучення вітчизняних інститутів (Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут»

Національної академії наук України (ННЦ ХФТІ НАНУ), Інститут ядерних досліджень НАНУ (ІЯІ НАНУ), Інститут електрозварювання ім. Є.О.Патона НАНУ (ІЕЗ НАНУ), Державний науково-інженерний центр систем контролю та аварійного реагування (ДНІЦ СКАР), Інститут проблем безпеки АЕС НАНУ (ІПБ НАНУ), Державна установа «Інститут геохімії навколишнього середовища НАНУ (ІГНС НАНУ) тощо до розв'язання сучасних і перспективних проблем ядерної енергетики, а також оновлення та поповнення парку їх дослідних стендів і ядерних установок, зокрема, спорудження нового дослідницького ядерного реактора.

Локалізація поставок обладнання та послуг для енергоблоків ВВЕР-1000

Українські постачальники можуть забезпечувати діючі ядерні енергоблоки з реакторами ВВЕР своїм технологічним обладнанням:

1. Головний циркуляційний насос ГЦН-195М з допоміжним обладнанням;
2. Насосне обладнання системи аварійного та планового розхолоджування 1 контуру;
3. Теплообмінник САОЗ (аварійного розхолоджування);
4. Аварійний живильний насос;
5. Насос технічної води відповідальних споживачів;
6. Теплообмінник промконтура;
7. Насос промконтура;
8. Парова турбіна потужністю 1000 МВт;
9. Конденсаційний пристрій парової турбіни потужністю 1000 МВт;
10. Конденсатний насос I ступеня;
11. Конденсатний насос II ступеня;
12. Підігрівачі низького тиску змішувального типу;
13. Підігрівачі низького тиску поверхневого типу;
14. Попередньо включений насос живильного турбонасосного агрегату ПТА-3800-200;
15. Живильні і насосний турбоагрегат;
16. Допоміжний живильний електронасос;
17. Насоси циркуляційної води;
18. Дизель-електрогенератор;
19. Насоси технічної води невідповідальних споживачів;
20. Баки технологічних систем;
21. Насосне обладнання допоміжних технологічних систем;
22. Теплообмінне обладнання допоміжних технологічних систем;
23. Трубопроводи низького тиску;
24. Технологічна арматура.

Основні підприємства українського АПК, задіяні в ланцюжку поставок продукції для енергоблоків з реакторами ВВЕР-1000 і ВВЕР-440

Український ВАТ «Турбоатом» (Харків), утворений в 1934 р, сьогодні на 75,2% належить уряду України і є одним з найбільших у світі турбобудівних підприємств, яке здійснює повний цикл виробництва: проектування, виготовлення, постачання, налагодження, фірмове обслуговування турбінного устаткування для всіх типів електростанцій.

Основні напрямки його діяльності – випуск парових турбін для теплових і атомних електростанцій, гідравлічних турбін для гідроелектростанцій і гідроакумулюючих електростанцій, газових турбін для ТЕС і парогазових установок, іншого енергетичного обладнання. За рік завод може виготовити турбіни сумарною потужністю до 8000 МВт і одиночні турбіни потужністю до 1100 МВт.

Продукцію підприємства успішно експлуатують на електростанціях 35-ти країн, зокрема, на АЕС Фінляндії («Ловііса»), Угорщині (АЕС «Пакш»), Болгарії (АЕС «Козлодуй»). «Турбоатом» активно співпрацює з турбобудівними компаніями, як, скажімо, АТ «Ленінградський металевий завод» (Росія), Siemens (Німеччина), міжнародним концерном Alstom Power тощо.

На енергоблоках № 3 і № 4 Ростовської АЕС використовують тихохідні турбогенератори, вироблені ВАТ «Турбоатом». На українських електростанціях працюють 47 турбін виробництва «Турбоатом» і 43 – російського виробництва, для яких «Турбоатом» поставляє запасні частини. З 2014 року він пропонує тихохідну турбіну 1 250 МВт для реакторів ВВЕР-ТОІ. У 2015 році компанія Holtec підписала контракт на поставку заводу 190 вентильованих контейнерів типу HI-STORM, виготовлених у Харкові.

Таблиця 1 - Українські підприємства, що випускають продукцію для реакторів ВВЕР

Підприємство, його адреса	Номенклатура продукції
ВАТ «Турбоатом», м. Харків	турбіна, що включає конденсатори
ПрАТ «КЦКБА», м. Київ	арматура;
ВАТ «Запоріжтрансформатор», м. Запоріжжя	електричні трансформатори
ПрАТ «Імпульс», м. Сєвєродонецьк	- розробка, виробництво і впровадження програмно-технічних засобів для АСУ ТП в різних галузях промисловості: тепловій і атомній енергетиці, металургійній, газовій тощо - виробництво систем управління приводами органів регулювання реактора АЕС
ПАТ «Радій», м. Кропивницький	розробка і установка інформаційно-керуючих систем на базі FPGA для АЕС і дослідницьких реакторів; ПТК СКУ ТЕС
ЗАТ «АББ-Моноліт», м. Харків	розробка (проектування), виготовлення, постачання, введення в експлуатацію, гарантійне і післягарантійне обслуговування систем управління технологічними процесами в енергетиці України та зарубіжжя. Офіційний партнер відділення автоматизації концерну АББ в Україні
ВАТ «Сумський завод «Насосенергомаш», м. Суми	спеціалізується на виробництві високотехнологічного насосного обладнання для АЕС: живильні, конденсатні, бустерні, мережеві, насоси аварійного розхолоджування
ДП ХПЗ, ім. Шевченко	АСУ ТП атомних, теплових, гідро-, вітроелектростанцій, АЗС та програмне забезпечення
ТОВ Вестрон, г. Харьков,	спеціалізується на виконанні всього комплексу робіт з автоматизованих систем керування технологічними процесами (АСУ ТП) промислових підприємств, включаючи проектування, виготовлення, випробування, постачання, впровадження і супровід в експлуатації систем АСУ ТП атомних і теплових електростанцій
ВАТ «Сумське машинобудівне НВО ім. Фрунзе»	- Обладнання для АЕС / Насоси загальнопромислові / Поршневі компресори / Арматура трубопровідна / Центрифуги / Устаткування для виробництва алюмінію / Литво / Поковки / Будівництво об'єктів «під ключ» / комплектні об'єкти
ПрАТ «Мелітопольський компресор», м. Мелітополь	- розробляє і виробляє компресорне, насосне обладнання з широким спектром технічних характеристик, широким спектром застосування, у тому числі для АЕС і ТЕЦ

До числа успішних підприємств в атомній галузі належить також спільне підприємство «Вестрон» (Харків), створене в 1994 року ВАТ «Хартрон» і американською компанією Westinghouse Electric Company LLC (статутний фонд СП – 4,19 млн грн, розподіл часток – у пропорції 40% і 60% відповідно). Основним видом діяльності СП «Вестрон» є проектування, розробка і виробництво систем управління технологічними процесами на АЕС і ТЕС. Сьогодні майже на всіх енергоблоках вітчизняних АЕС встановлені інформаційно-обчислювальні системи верхнього рівня (системи представлення параметрів безпеки) виробництва «Вестрон». У разі використання проекту ВВЕР при добудові енергоблоків ХАЕС-3,4 передбачається забезпечити максимальну участь в його реалізації українських виробників, перерахованих в таблиці 1.

Виробничий потенціал важкого машинобудування України

Українське підприємство «Енергомашспецсталь», завод з виготовлення великогабаритних сталевих виливків і кованих заготовок, знаходиться в місті Краматорськ (Донецька область) і є найбільшим українським виробником спеціальних литих і кованих виробів індивідуального і дрібносерійного виробництва для металургії, суднобудування, енергетики (вітро-, паро, гідро-, атомної), а також загального машинобудування.

З 2010 року завод входить в машинобудівний дивізіон «Росатому» (РФ): завод підконтрольний російському «Атоменергомашу» (51% акцій).

Велика модернізація заводу, здійснена в 2012 році, дозволила виготовляти на заводі компоненти поковок великих корпусів реакторів під тиском, для установки на енергоблоках ВВЕР-ТОІ.

В 2013 році завод виготовив першу 420-тонну поковку для реактора ВВЕР-ТОІ. На заводі виготовляють напівфабрикати для подальшої їх передачі на заводи «Петрозаводськмаш» (Карелія) і «Атоммаш» (Волгодонськ) в Росії.

Крім енергетичного машинобудування, він має металургійні, механічні та суднобудівні відділення і раніше, в 1989 році, поставляв парогенератори і корпуси реакторів під тиском на завод «Атоммаш» у Волгодонську (Росія).

Також він мав постачати поковки елементів реактора для відділення «Атоммашу» – «АЕМ-Технологія» для АЕС «Балтійська-1».

У ході реалізації проекту турецької АЕС Akkuyu на «Енергомашспецсталь» провели відвантаження великогабаритної обичайки активної зони корпусу реактора ВВЕР-1200 для першого енергоблоку.

Таблиця 2. Перелік українських заводів важкого машинобудування

Підприємство, його адреса	Номенклатура продукції, що випускається
“Енергомашспецсталь» (ЕМСС), м. Краматорськ	поковки для корпусу і внутрішньокорпусних пристроїв реактора, парогенератора, валу генератора
«Новокраматорський машинобудівний завод» (НКМЗ), м. Краматорськ	великогабаритне обладнання для гірничодобувної промисловості, продукція суднобудування для криголамів і підводних човнів
ВАТ «Дніпроспецсталь», м. Запоріжжя	металопрокат
ЗАТ «Нікопольський завод нержавіючих труб», м. Нікополь	труби для парогенератора
ЗАТ «Запорізький абразивний комбінат», м. Запоріжжя	карбід бору

Українське підприємство «Новокраматорський машинобудівний завод» (НКМЗ), розташоване в місті Краматорськ (Донецька обл.), є виробником великогабаритного устаткування, – переважно для гірничодобувної промисловості. Але випускає також продукцію суднобудування для криголамів і підводних човнів.

Можливе залучення цих підприємств для постачання заготовок і обладнання не тільки для енергоблоків №3 та №4 Хмельницької АЕС, а й для нових енергоблоків, які споруджуватимуть за іноземними проектами і технологіями.

Потенціал будівельно-монтажних робіт

Поставку основних обсягів будівельних матеріалів, виконання будівельно-монтажних і пусконалагоджувальних робіт також можуть виконувати українські підприємства, перелік яких наведений в таблиці 3.

Таблиця 3. Перелік будівельно-монтажних організацій України, здатних виконувати роботи з будівництва, монтажу та наладки обладнання АЕС з реакторами PWR

Найменування постачальника	Номенклатура продукції і послуг
ЮТЕМ	Монтаж технологічного обладнання та трубопроводів ЯУ. Ремонт і реконструкція трубопроводів і технологічного обладнання ЯУ. Монтаж, реконструкція, демонтаж і ремонт металевих, бетонних і з/б несучих і огороджувальних конструкцій, а також трубопроводів, обладнання та облицювальних матеріалів систем локалізації аварій. Пуско-налагоджувальні роботи на системах і елементах, які вводяться в експлуатацію або реконструюються. Організація виготовлення нестандартизованого устаткування. Поставки матеріалів, конструкцій, обладнання та комплектуючих елементів АЕС і сховищ відпрацьованого ядерного палива. Організація проектування ЯУ і сховищ відпрацьованого ядерного палива. Технологічне проектування організації і технології будівництва ЯУ і сховищ відпрацьованого ядерного палива
ЮТЕМ-Інжиніринг	Будівельні і монтажні роботи загального призначення та будівництво інженерної інфраструктури за переліком видів робіт відповідно до ліцензії, виданої Держархбудінспекцією України. Виконання робіт протипожежного призначення відповідно до ліцензії, виданої Державною службою України з надзвичайних ситуацій. Інжинірингова діяльність: генеральний підрядник в будівництві, генеральний розробник у проектуванні, проект виконання будівельних робіт, проект організації будівництва. Технічне обслуговування, обстеження і оцінка технічного стану будівельних конструкцій, будівель, споруд та інженерних мереж. Оцінка технічного стану трубопроводів, ємностей, насосів та інших елементів енергоблоків АЕС, продовження терміну їх експлуатації. Продовження ресурсу ТМО АЕС. Виготовлення елементів і деталей трубопроводів
ЮЕМ	Монтаж і капремонт СПЗО. Монтаж збірних з/б і металевих конструкцій, монтаж козлових кранів г/п 100 тонн із застосуванням зварювання

Найменування постачальника	Номенклатура продукції і послуг
ЛьвівОРГРЕС	Повний комплекс пускових, налагоджувальних і експериментально-дослідницьких робіт на енергоблоках, основному і допоміжному обладнанні АЕС. Розробка алгоритмічного та програмного забезпечення, проектування, комплектація і поставка засобів автоматизації і електротехнічного обладнання. Діагностування, обстеження і оцінка технічного стану технологічного електрообладнання та електроустановок 2 контуру. Модернізація і реконструкція обладнання АЕС. Проведення гарантійних та інших видів випробувань основного та допоміжного обладнання АЕС
Львівенергоремонт (ЛЕР)	Виконання ремонту, монтаж, модернізація та реконструкція паротурбінних установок і допоміжного обладнання, електромеханічного, дизельного і компресорного устаткування АЕС, засобів вимірювання і автоматики. Зварювальні роботи і контроль металу. Розробка і виготовлення нестандартного устаткування, технологічної оснастки і спеціального інструменту для ремонту енергетичного обладнання
Укратом-Енергобуд	Ґенпідрядник при проведенні будівельно-монтажних і ремонтно-будівельних робіт на об'єктах ДП «НАЕК «Енергоатом». Ґенпідрядник робіт із ремонту технологічного устаткування і електротехнічного обладнання, включаючи: поставку обладнання, комплектуючих, запчастин і матеріалів для ремонту; залучення спеціалізованих організацій. Ґенпідрядник при виконанні робіт з обстеження та оцінки технічного стану будівель і споруд АЕС з метою продовження терміну їх експлуатації

Оцінка ступеня локалізації поставок обладнання та послуг при будівництві енергоблоків PWR

При будівництві енергоблоків з реакторами PWR підприємства українського АПК також можуть бути інтегровані в загальний ланцюжок поставок.

При будівництві нових енергоблоків, взамін тих, що будуть знімати з експлуатації, кількість енергоблоків у складі цього сценарію визначатимуть при розробці довгострокової Програми розвитку атомної енергетики України. Згідно з обраними варіантами маємо визначати оптимальний шлях розвитку атомної енергетики України у розрізі типів реакторних технологій.

Проблеми розвитку промислової інфраструктури для спорудження та експлуатації енергоблоків іноземних проектів в Україні не опрацьовані.

Тому цільова частка національної участі може бути визначена після ухвалення політико-економічних і технічних рішень, пов’язаних з вибором перспективного типу енергоблоку і розробкою ТЕО щодо визначення обсягу участі національного АПК в реалізації проектів будівництва нових енергоблоків.

При будівництві PWR підприємства українського АПК можуть інтегруватися в загальний ланцюжок поставок

Не менш важливими, ніж поставки обладнання, є інші види робіт, які супроводжують будівництво і експлуатацію АЕС.

Проектно-конструкторські роботи

Основними видами проектно-конструкторських робіт, необхідних для створення нових енергоблоків, є розробка технічної документації щодо вибору перспективного типу енергоблоку і, відповідно, постачальників реакторних технологій для українських АЕС.

Логічно розробляти такий документ в складі Довгострокової програми розвитку атомної енергетики України.

У документації мають бути відображені такі напрямки:

- ✓ Визначившись з вибором типів енергоблоків і їх кількістю, можна буде виконувати техніко-економічне обґрунтування будівництва енергоблоків, орієнтуючись на детально вивчені характеристики енергоблоків конкретної моделі
- ✓ Технічні специфікації, які розробляють з урахуванням рішень, ухвалених в затвердженому ТЕО
- ✓ Розробка проекту
- ✓ На стадії тендеру проводять, включно із попередніми, звіт з аналізу безпеки і звіт щодо впливу на навколишнє середовище
- ✓ До складу робіт, що їх виконують силами або за участю національних проектних організацій, мають бути включені роботи, пов'язані з розробкою та/або доопрацюванням, – для приведення їх у відповідність до вимог національного законодавства

Україна володіє значним досвідом і потенціалом у сфері науково-технічного супроводу та надання інжинірингових послуг щодо проектування та експлуатації АЕС силами і засобами організацій національного АПК, в тому числі:

- ✓ ПрАТ «Київський Енергопроект» - багатопланові роботи з комплексного проектування АЕС;
- ✓ ПрАТ «Харківський Енергопроект» - роботи з проектування АЕС;
- ✓ ДНІЦ СКАР - аналіз експлуатаційної безпеки АЕС, поводження з РАВ, стратегічне планування в АПК;
- ✓ ВП НТЦ - здійснення науково-технічної та інженерної підтримки діяльності ДП «НАЕК «Енергоатом», – на всіх етапах їх життєвого циклу;
- ✓ ДНТЦ ЯРБ - здійснення науково-технічної підтримки національного регулюючого органу: науковий, аналітичний та експертний супровід процесів регулювання діяльності, пов'язаної з використанням ядерної енергії, науково-технічне обґрунтування принципів, критеріїв і вимог у сфері ядерної та радіаційної безпеки, розробка проектів норм, правил і стандартів в галузі ядерної та радіаційної безпеки;
- ✓ УкрНДПІпромтехнології - виконання комплексу робіт з проектування та розробки родовищ уранових руд підземним способом;
- ✓ ННЦ ХФТІ - проведення наукових досліджень і розробок у сфері ядерно-паливного циклу (ЯПЦ) , проектування ядерного палива і активних зон реакторів, здійснення постійного наукового і технічного супроводу роботи АЕС, експертиза рівня безпеки і надійності АЕС.

Втім, у сфері проектування і будівництва АЕС і ТЕС, в Україні збереглися лише два проектно-конструкторських інститути, які здійснюють проектування в сфері атомної та традиційної енергетики:

1. ПрАТ «Київський науково-дослідний і проектно-конструкторський інститут «Енергопроект» (КІЕП);
2. ПрАТ «Харківський інститут «Енергопроект» (ХІЕП).

Фахівців у сфері проектування АЕС для цих інститутів готують кафедри АЕС кількох ВНЗ:

- НТУУ «Київський політехнічний інститут» ім. І. Сікорського;
- НТУ «Харківський політехнічний інститут» (НТУ «ХПІ»);
- Одеський національний політехнічний університет (ОНПУ).

Нормативно-правове забезпечення

Для розробки техніко-економічного обгрунтування (ТЕО) спорудження енергоблоків органи державної влади мають ухвалити рішення щодо складу та змісту типового ТЕО для нових енергоблоків на прилеглих/нових майданчиках.

Це рішення необхідне для того, щоби на нормативному рівні, з урахуванням специфіки проектів сучасних АЕС, сучасних вимог техніки, економіки та екології встановити склад і обсяг інформації, яку необхідно представити і проаналізувати в ТЕО для обґрунтування необхідності та доцільності спорудження АЕС.

Скоротити час вибору майданчиків для нових енергоблоків може розробка нового нормативного документа щодо вибору майданчиків для АЕС – кадастру майданчиків.

Скорочення часу досягають завдяки завчасному виконанню робіт:

- ✓ виявлення районів, в яких розміщення АЕС з різних причин неприпустимо або недоцільно. Ці райони виключаються з подальшого розгляду;
- ✓ виявлення районів, в яких спорудження АЕС можливе;
- ✓ в районах, де розміщення АЕС можливе, визначаються такі, де несприятливі фактори можуть бути компенсовані на підставі ухвалених критеріїв відбору;
- ✓ на обраних територіях вивчають варіанти розміщення майданчиків будівництва АЕС і об'єктів інфраструктури.

Система підготовки і підвищення кваліфікації персоналу

Система підготовки і підвищення кваліфікації являє собою сукупність організацій, підприємств, органів державного управління і регулювання, які взаємодіють між собою.

Ця система складається з 3 рівнів:

1-й рівень - рівень управління та регулювання системою;

2-й рівень - рівень організації підготовки персоналу;

3-й рівень - рівень реалізації (виконання) підготовки.

Перший рівень – Центральні органи виконавчої влади (Міністерство палива та енергетики, Міністерство екології та природних ресурсів, Міністерство праці та соціальної політики, Міністерство освіти і науки, Міністерство охорони здоров'я, Міністерство з надзвичайних ситуацій тощо) та органи державного регулювання та нагляду України (ДІЯРУ, Держнаглядохоронпраці, Держпожбезпеки тощо).

Другий рівень - експлуатуюча організація ДП «НАЕК «Енергоатом».

Третій рівень - навчально-тренувальні центри АЕС і автоматизовані робочі станції, навчальні заклади (НТУУ «КПІ», Одеський державний політехнічний університет (ОДПУ), і ін.), Інститут підтримки експлуатації АЕС тощо:

- НТЦ ВП «Южно-Української АЕС»;
- НТЦ ВП «Запорізької АЕС», включаючи Центр підготовки ремонтного персоналу;
- НТЦ ВП «Хмельницької АЕС»;
- НТЦ ВП «Рівненської АЕС»;
- НТЦ ВП «Чорнобильської АЕС»;
- НТУУ «КПІ», Київ;
- Одеський державний політехнічний університет;
- Вищі та спеціальні навчальні заклади Міністерства освіти і науки та Міністерства палива та енергетики;
- Підрозділи підвищення кваліфікації керівників та фахівців ДП «НАЕК «Енергоатом» (факультети підвищення кваліфікації НТУУ «КПІ», ОГПУ тощо).

У процесі навчання широко застосовують повномасштабні тренажери, які є ефективним засобом для підготовки оперативного персоналу.

Всього в НТЦ АЕС використовують 7 повномасштабних тренажерів (ПМТ) для блоків ВВЕР-1000 і один ПМТ блоку ВВЕР-440. Крім ПМТ, активно застосовують багатофункціональні і локальні тренажери, а також комп'ютерні навчальні системи з різних систем і обладнання АЕС.

До безпосереднього управління реакторними установками допускають тільки тих фахівців, які пройшли відповідне навчання, перевірку знань та отримали ліцензію ДІЯР України на здійснення цього виду діяльності. В даний час ліцензіями на право безпосереднього управління реакторною установкою володіють 400 фахівців АЕС.

Фінансування будівництва нових енергоблоків

Однією з головних проблем, пов'язаних з розвитком атомної енергетики, є фінансування, яке залишається бар'єром через капіталомісткість фондів і тривалих термінів економічного існування атомних активів. Відіграють свою роль і різноманітний набір властивих їй ризиків, знижується конкурентоспроможність атомної енергетики через її високу капіталомісткість, ризик затримки будівництва та ризик не реалізувати електроенергію на нерегульованих ринках.

Існує також жорстка конкуренція з боку інвестиційних пропозицій в альтернативну атомній енергетику: газову, гідро-, вітрову та сонячну енергетику. Тож у світовій практиці будівництва АЕС ведеться безперервний пошук дієвих джерел і схем фінансування проектів.

Докладний огляд можливих схем фінансування будівництва нових енергоблоків АЕС і огляд міжнародного досвіду в цій сфері – це тема для окремого обговорення. Тут наведемо два основні варіанти схем фінансування, в рамках яких можливі різні підваріанти (рис. 1).

Пропозиції щодо локалізації виробництва і надання послуг в АПК України

Питання локалізації при будівництві нових енергоблоків не може бути розв'язаним незалежно від успішного вирішення комплексу важливих питань, які хронологічно йому передують.

І, на перший погляд, не мають прямого стосунку до локалізації і передачі технологій, – як, наприклад, вибір типу енергоблоку, довгострокової програми розвитку атомної енергетики, вибір типу контрактної політики, схеми фінансування, а також ліцензування.

Як показує міжнародний досвід, програма локалізації та стандартизації є однією із системних «цеглинок», що укладаються в «будинок» державної політики у сфері атомної енергетики.

Виконаний в Асоціації «Український ядерний форум» аналіз поточного стану атомної енергетики і АПК України в цілому, а також вивчення успішного досвіду реалізації програм локалізації в ряді країн-постачальників реакторних технологій дозволив виявити системні проблеми і

Рис. 1. Варіанти схем фінансування проектів будівництва АЕС

виробити пропозиції та рекомендації. І при цьому визначити необхідні першочергові дії.

Для полегшення сприйняття комплексу взаємопов'язаних дій, спрямованих на реалізацію програми локалізації виробництва устаткування і надання інжинірингових послуг у сфері будівництва нових АЕС, на рис. 2 приведена «Дорожня карта» локалізації поставок.

Отже, що потрібно зробити для забезпечення максимальної участі українських підприємств у створенні обладнання для АЕС, і надання послуг в сфері національного АПК:

1. Якомога раніше розробити техніко-економічну доповідь щодо вибору перспективного типу енергоблоку, на застосуванні якого ґрунтуватиметься програма розвитку атомної енергетики України. Треба розуміти, що вибір реакторної технології визначить стратегічний вектор розвитку атомної енергетики України на найближче майбутнє. Тож глибокому аналізу мають бути піддані всі варіанти, – як вдалі, так і невдалі. Об'єктивний вибір ускладнюватиметься тиском великих міжнародних гравців як на рівні осіб, що ухвалюють стратегічні рішення в Україні, так і на рівні експертів.
2. В розумні терміни розробити і затвердити на урядовому рівні довгострокову програму розвитку атомної енергетики на період до 2035 року, де визначити кількість замісних і нових енергоблоків, термінів їх будівництва і введення в експлуатацію. Програма мусить враховувати прогноз розвитку атомної енергетики до 2050 року і далі, – який, у свою чергу, має базуватися на прогнозі економічного розвитку України.

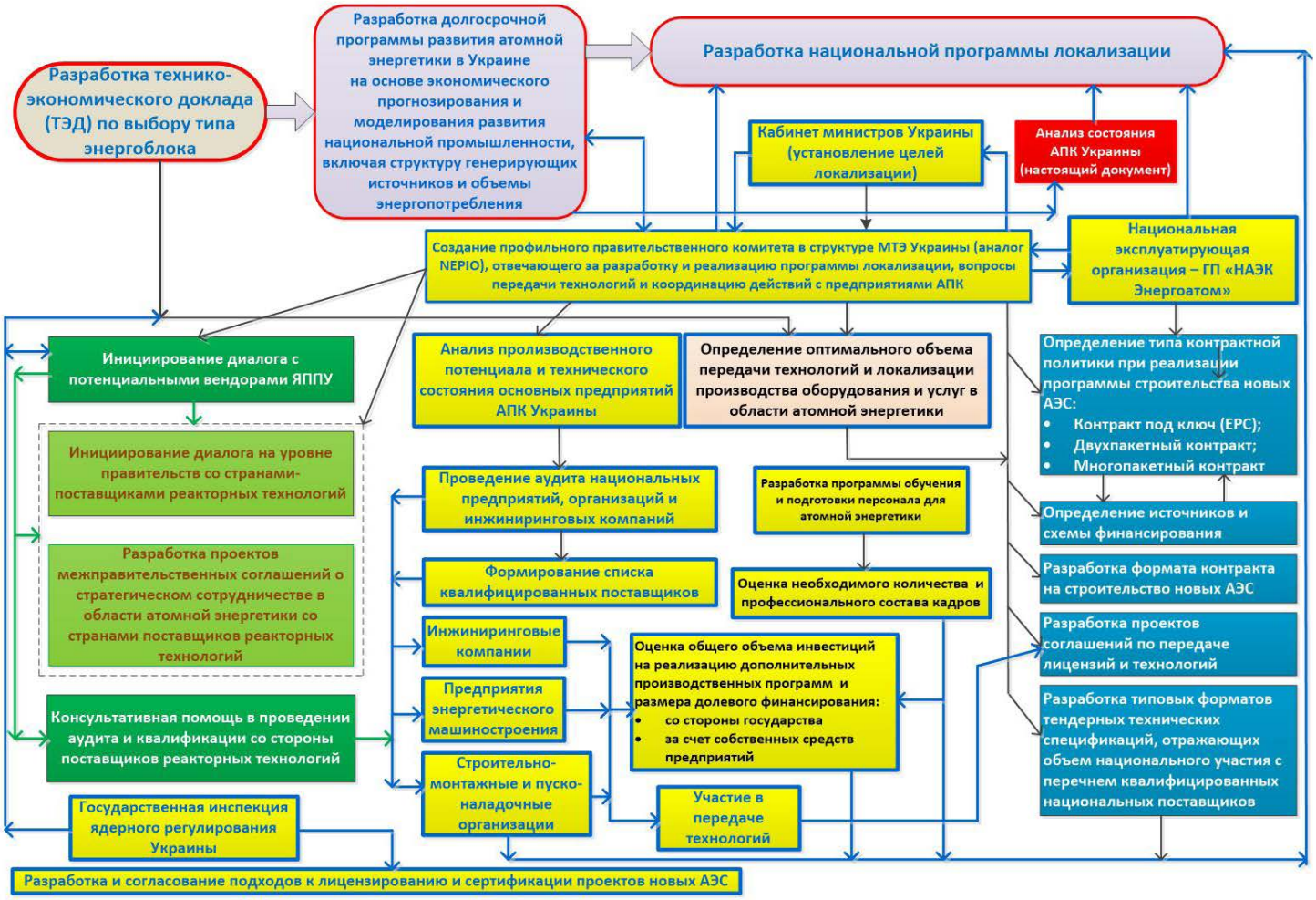


Рис. 2. «Дорожня карта» локалізації поставок

3. Ухвалення урядом і, можливо, парламентом, обов'язкового до виконання рішення щодо програми будівництва нових АЕС. Це допомогло б усунути кон'юнктурні політичні спекуляції у процесі ліцензування на старті програми, а також дозволило б регулюючому органу зосередитися на питаннях оцінки безпеки проекту. Українським виробникам це додало б впевненості у зацікавленості і підтримки з боку уряду.
4. Створення у структурі управління енергетичною галуззю (Міненергоекології України) профільного комітету або агенції для здійснення державної політики в галузі атомної енергетики в цілому, а також для розробки, реалізації та координації програми локалізації зокрема. Доцільно підтримати пропозицію експертного співтовариства про створення посади віце–прем'єр– міністра з питань енергетичної реформи, при якому міг би функціонувати такий комітет.
5. Визначити цілі і обгрунтувати «підйомний» для національних постачальників обсяг локалізації, який зростатиме під час реалізації програми будівництва АЕС і накопичення досвіду національних виробників. В Україні є достатній науковий потенціал для проведення цієї роботи і розробки методики розрахунку частки національної участі (локалізації).
6. Виконати аналіз виробничого потенціалу і технічного оснащення основних підприємств АПК України, для чого провести попередній аудит підприємств енергетичного машинобудування, будівельно-монтажних організацій і інжинірингових компаній.
7. Оцінити обсяг необхідних первинних інвестицій в національні підприємства з урахуванням початкового ступеня локалізації. Визначитися з розміром пайової участі у фінансуванні (державне фінансування плюс власні кошти підприємств).
8. Оцінити необхідну кількість і професійний склад кадрів для реалізації довгострокової програми розвитку атомної енергетики.
9. Спільно з підприємствами українського АПК визначити можливості освоєння ними іноземних галузевих стандартів (ASME, RCC-M / RCC-E), систем забезпечення та контролю якості продукції, що діють на підприємствах іноземних постачальників, обсяг передачі іноземних технологій, необхідність закупівлі обладнання та ліцензій.
10. Відразу після розробки ТЕД і вибору перспективних типів енергоблоків - ініціювати:
    - ✓ діалог з вендорами реакторних технологій, інформування їх про кількість реакторів відповідних типів, спорудження яких планується на заздалегідь обраних (в рамках кадастру майданчиків) і схвалених урядом будівельних майданчиках;
    - ✓ розробку проектів міжурядових угод з країнами-постачальниками обраних реакторних технологій;
    - ✓ переговори про надання консультативної допомоги у проведенні аудиту та кваліфікації національних постачальників.
11. ДП «НАЕК« Енергоатом» як національному оператору всіх АЕС України спільно з профільним комітетом, згаданому в п.4, необхідно визначитися з типом контрактної політики, яка використовуватиметься при реалізації проектів будівництва нових АЕС.
12. ДП «НАЕК «Енергоатом» за сприяння профільного комітету, (п.4), визначити реальні джерела і життєздатні схеми фінансування будівництва нових АЕС. Ймовірним варіантом може бути часткове фінансування з боку постачальника, який одночасно є акціонером і підрядником. Це питання є найскладнішим для України, а в деяких аспектах навіть визначальним, і підлягає детальному аналізу, можливо із залученням іноземних фінансових консультантів.
13. Державній інспекції ядерного регулювання України (ДІЯРУ) виробити підходи, які планується застосовувати при ліцензуванні проектів нових АЕС, та інформувати про це потенційних постачальників реакторних технологій. Міжнародна кооперація, гармонізація вимог з безпеки і стандартизація проектів реакторних установок можуть значно спростити процес ліцензування. Особливо це стосується ліцензування проектів тип first-in-a-country (перший в країні), для яких використання стандартизованого проекту і результатів ліцензування, отриманих в інших країнах, значно полегшило б роботу органу регулювання у порівнянні з початком «з нуля».

14. ДП «НАЕК «Енергоатом» почати розробку:
   - ✓ типового формату контракту на будівництво АЕС;
   - ✓ проектів угод про передачу ліцензій і реакторних технологій;
   - ✓ типових форматів технічних специфікацій (базуючись на вимогах EUR) з урахуванням заздалегідь визначеного обсягу локалізації.
15. ДП «НАЕК «Енергоатом» спільно з ДІЯРУ узгодити формат і склад документів, що входять в заявку на проведення ліцензування проекту АЕС з іноземним реактором.
16. ДП «НАЕК «Енергоатом» розробити уніфікований формат опитувальних листів для розсилки на підприємства національного АПК. За допомогою профільного комітету (див.п.4) організувати проведення ознайомлювальних форумів для національних постачальників, які виявили інтерес до участі в ланцюжку поставок продукції і послуг для атомної енергетики. Інформувати представників національних підприємств про:
   - ✓ проходження ступінчастої процедури кваліфікації для включення їх до списку кваліфікованих постачальників;
   - ✓ необхідність проведення аудиту підприємств та організацій постачальників;
   - ✓ наявність на підприємствах системи забезпечення і контролю якості;
   - ✓ необхідність їх ознайомлення з основними зарубіжними стандартами (ASME, RCC-M / RCC-E.

Зрозуміло, цей план не претендує бути істиною в останній інстанції. Його варто розглядати як референтний список дій, що їх рекомендується здійснити для системної реалізації національної програми локалізації виробництва продукції. План складено на основі рекомендацій МАГАТЕ, які передбачають поетапний підхід до розвитку національної інфраструктури у сфері атомної енергетики, і відредагований з урахуванням досконалішого стану української ядерно-енергетичної системи, – у порівнянні із країнами, в яких АЕС запускають в дію вперше.

МАЛІ МОДУЛЬНІ РЕАКТОРИ — МОДЕЛЮЮЧИ МАЙБУТНЄ ГАЛУЗІ

Петро Черних
дирекція з комунікацій
НАЕК «Енергоатом»

Очевидно, що майбутнє вітчизняних підприємств, задіяних в ядерно-енергетичному комплексі, залежить від збереження в Україні потужної атомної генерації. Українські атомники вже не перший рік працюють над створенням «образу» цього майбутнього, адже вони щиро вірять у те, що наша атомна енергетика як потужне безвуглецеве джерело доступної електроенергії, не закінчиться разом із виведенням з експлуатації останнього з діючих на сьогодні енергоблоків АЕС України.

Одним з найбільш вірогідних сценаріїв розвитку галузі за горизонтом наступного десятиріччя сьогодні видається впровадження в Україні новітніх реакторних технологій. Серед таких технологій ключове місце займають малі модульні реактори проекту SMR-160, які наразі розробляє давній та надійний партнер НАЕК «Енергоатом» – американська компанія Holtec International. Всім, хто цікавиться атомною енергетикою, добре відомо про ті кроки, які вже зроблені за проектом SMR-160 в США, Україні та Канаді, але попереду ще величезний обсяг роботи. І дуже важливо, щоб українські підприємства та наукові установи, задіяні у виробництві обладнання та розробці технологій для ядерно-енергетичної галузі, долучились до цього проекту, визначивши напрями для застосування у ньому свого досвіду і знань.

Вибороти місце у безвуглецевій енергетиці майбутнього

Найвпливовіші міжнародні енергетичні експерти єдині у думці – у наступному десятиріччі головним завданням вчених та інженерів, зайнятих у сфері електроенергетики, є розробка та впровадження електростанцій з достатньою потужністю та гнучкістю для задоволення зростаючого попиту на електричну енергію, який спостерігається по усьому світу.

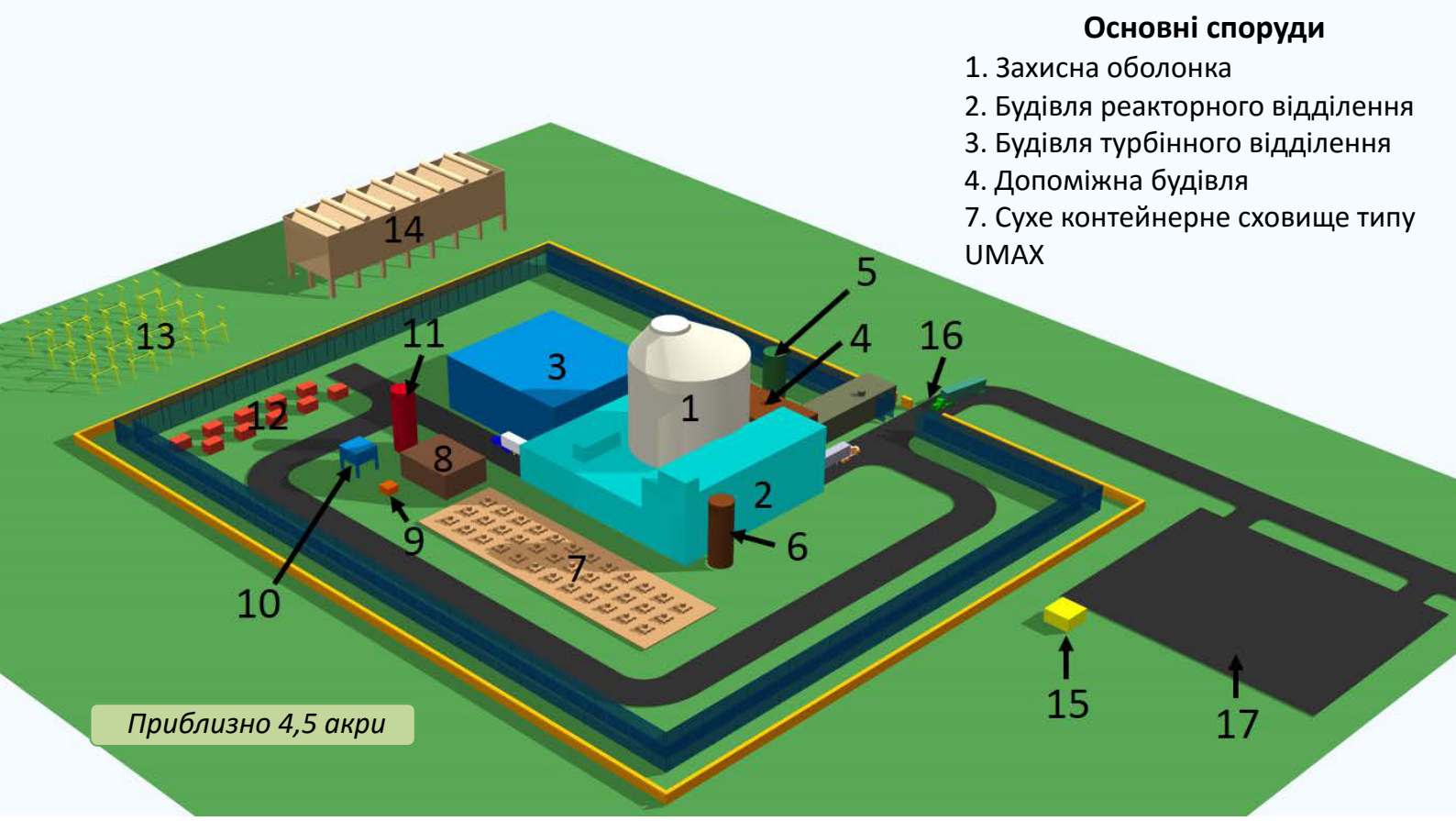


Рис. 1 Майданчик SMR-160

Але однією з найжорсткіших вимог до нових електростанцій є відсутність викидів парникових газів. І це безумовний позитив для атомної генерації, адже всім відомо, що в умовах нормальної експлуатації енергоблоки АЕС не викидають в оточуюче середовище нічого, окрім підігрітої водяної пари. Міжнародна спільнота атомників вже не перший рік наполягає на беззастрежному визнанні атомної генерації безвуглецевим джерелом електроенергії нарівні з відновлювальні джерелами електроенергії. На жаль, доводиться констатувати неготовність громадської думки у більшості розвинених країн світу до такого визнання. Через потужний вплив фактору Чорнобиля та Фукусіми громадськість, а відтак і політичне керівництво демократичних країн потребує таких гарантій безпеки експлуатації ядерних енергетичних установок, які б усунули навіть гіпотетичну можливість важкої аварії.

На цьому тлі постійно зростають вимоги до безпеки експлуатації, іноді далеко виходячи за рамки обґрунтованих потреб безпосередньо безпеки експлуатації АЕС, адже від атомників вимагають враховувати навіть ті загрозі, сценарій реалізації яких у конкретних регіонах розташування атомних енергоблоків взагалі неможливий. Відповідно невпинно дорожчає будівництво нових традиційних енергоблоків АЕС великої потужності. Разом із вартістю нового будівництва зростають і терміни зведення нових енергоблоків, у підсумку це веде до небажання великих фінансових інституцій інвестувати у традиційну атомну енергетику, адже ризики появи все жорсткіших вимог вже давно превалюють над очікуваною вигодою.

Спостерігаючи за поглибленням кризи, з «ядерного» бізнесу виходять його колишні флагмани – закрито ядерний підрозділ колись одного з найпотужніших виробників обладнання для АЕС німецького концерну Siemens, опинившись на межі банкрутства, проводить реструктуризацію лідер ядерно-енергетичної галузі Франції – компанія Areva, з 2018 року вона називається Orano SA. Тобто мова йде про загальносвітові тенденції, винятком з яких можуть бути лише такі авторитарні країни, як Китай або РФ, які у змозі на державному рівні забезпечити потужні фінансові вливання у будівництво нових атомних енергоблоків великої потужності.

Рис. 2 Енергоатом, ДНТЦ ЯРБ та Holtec International підписали угоду про партнерство

Для України, з її потужною атомною енергетикою, яка забезпечує понад 50% виробництва електроенергії в країні, ситуація виглядає майже патовою – перспективи інвестицій в нове ядерне будівництво примарні, а діючі енергоблоки рано чи пізно доведеться виводити з експлуатації. Тут не можна не згадати нещодавні розмови на високому рівні про перегляд української Енергостратегії до 2035 року та нарощування частки ВДЕ в загальному енергобалансі України до 100% до 2050 року. Але ж варто поцікавитись ситуацією у таких «просунутих» з точки зору впровадження ВДЕ країнах, як Німеччина, і стане зрозуміло, що разом зі зростанням частки «зеленої» генерації збільшуються й компенсуючі «незелені» потужності, які мають заміщати ВДЕ, наприклад, у безвітряні ночі.

Натомість Франція як країна з найбільшою у світі часткою атомної генерації (71%), наразі не веде розмов про 100% «зеленої» генерації, а ставить перед собою мету зробити до 2050 року власну енергетику вуглецево нейтральною. Тобто досягти повної відсутності викидів CO_2, використовуючи для цього усі наявні засоби включно з атомною енергетикою. Який з цих двох сценаріїв більш прийнятний для України з екологічної та суто економічної точок зору – риторичне питання. У нас, на відміну від Німеччини, немає потужної промисловості, яка виробляє обладнання для сонячних та вітряних електростанцій, водночас ми належимо до десятки країн світу з найбільшими підтвердженими запасами урану, маємо потужне енергетичне машинобудування та розвинену науково-технічну і виробничу базу для розробки і виготовлення обладнання для атомної енергетики.

Проте у нинішніх умовах опиратись згортанню атомної енергетики, спираючись лише на її потужний внесок у запобігання кліматичним змінам та економічну ефективність, хоча й цілком логічно, але вочевидь недостатньо ефективно. Потрапивши у затяжний період турбулентності, українська, як зрештою і світова ядерно-промислова галузь, просто зобов'язані діяти проактивно, відкриваючись для інноваційних технологій та нових ідей, долаючи стереотипне мислення.

Повернутись до витоків, щоби рухатись уперед

Варто визнати, що в людей, причетних до видатних досягнень атомної енергетики у розробці та експлуатації реакторів великої потужності, сформовано глибоке відчуття вірності обраного шляху та безальтернативності «мільйонників» та ще більш потужних енергоблоків як майбутнього атомної генерації. Але саме у цьому і полягає найбільший виклик – зберегти здобутки, та спираючись на них, встати на новий шлях розвитку. Врешті-решт зародження атомної енергетики у 1950-х роках починалось саме з реакторів потужністю у кілька десятків мегават, і наразі Міжнародне агентство з атомної енергії відносить до "малих" реактори з потужністю меншою за 300 МВт.

Таким чином, виникнення в усьому світі в останнє десятиріччя численних проектів з розробки нових типів малих модульних реакторів (ММР) можна у певному сенсі вважати поверненням до витоків мирного атома. Якщо ж від «лірики» перейти до фактів, то вони такі: розробкою малих модульних реакторів сьогодні займаються Франція, Канада, Індія, Китай, Японія, Південна Африка, Великобританія, РФ, США, Данія, Південна Корея та інші держави світу.

Тобто у першу чергу мова йде про країни, які вже успішно експлуатують енергоблоки АЕС потужністю 1000 МВт і більше. Встановлена потужність ММР, які знаходяться у розробці, коливається від 50 до 300 МВт. Але тут ми не будемо торкатись «екзотичних» конструктивних рішень окремих перспективних ММР, адже проект SMR-160, за яким вже кілька років співпрацюють НАЕК «Енергоатом» та американська компанія Holtec International, базується на існуючій водо-водяній реакторній технології.

10 червня 2019 року у штаб-квартирі Holtec International, яка розташована у місті Камден (штат Нью-Джерсі, США) було підписано Угоду про партнерство між НАЕК «Енергоатом», Державним науково-технічним центром з ядерної та радіаційної безпеки (ДНТЦ ЯРБ) та Holtec International. Документ підписали керівники компаній – Юрій Недашковський, Ігор Шевченко та Кріс Сінгх. Підписана тристороння угода передбачає створення міжнародного консорціуму, метою якого є сприяння діяльності щодо впровадження в Україні технології малих модульних реакторів SMR-160. Усім, хто має стосунок до атомної енергетики, зрозуміло: мета насправді дуже амбітна і потребує виконання низки складних завдань. Зокрема мова йде про аналіз нормативної документації, що використовується при розробці концептуального проекту енергоблоку з реактором SMR-160; аналіз концептуального проекту АЕС з енергоблоками SMR-160; підготовку вихідних даних, необхідних для розробки ТЕО; оцінку проекту SMR-160 на відповідність загальним і технічним критеріям відповідно до методології МАГАТЕ з оцінки технологій ядерних реакторів NP-T-1.10 та підготовка документів для ухвалення рішення на національному рівні стосовно впровадження реакторної технології SMR-160 в Україні.

І ось що цікаво, і дуже показово у контексті загальносвітових тенденцій в ядерній енергетиці. Енергоатом, Holtec International та ДНТЦ ЯРБ із підписанням угоди про створення консорціуму лише на кілька місяців випередили підписання у вересні поточного року ядерними регуляторами Канади і США Меморандуму про співпрацю у сфері аналізу та регуляторної діяльності стосовно технологій малих модульних реакторів.

В офіційному повідомленні американської Nuclear Regulatory Commission (NRC) та канадської Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) щодо підписання меморандуму зокрема зазначається, що NRC та CNSC вже працюють над розглядом технології SMR-160 Holtec для її подальшого ліцензування. Це вичерпна відповідь усім скептикам, які висловлюють сумніви у перспективах SMR-160 саме через величезний обсяг робіт з його ліцензування. Той факт, що світові лідери у сфері регуляторної діяльності в галузі атомної енергетики вже взяли у роботу проект SMR-160, є надзвичайно позитивним сигналом для України. Ну і звичайно все це свідчить про далекоглядність керівництва Енергоатома, яке вболіває за майбутнє галузі, як то кажуть, не словом, а ділом.

Малі реактори з великими можливостями для України

Генеральний директор компанії Holtec Ukraine Сергій Тараканов наголошує, що створення міжнародного консорціуму, метою якого є впровадження в Україні технології малих модульних реакторів SMR-160, може зробити Україну повноцінним гравцем на світовому ринку реакторних технологій. Однією з найвагоміших конкурентних переваг SMR-160 є те, що основна частина елементів реактора виготовляється в заводських умовах, що значно спрощує та прискорює будівництво АЕС з цими реакторами.

Прогнозна тривалість будівництва одного енергоблока з SMR-160 до введення в експлуатацію становить близько двох з половиною років. Таким чином відкривається можливість додавання енергоблоків для поступового підвищення потужності відповідно до попиту.

Реактор має глибокоешелонований захист та різнопринципні системи безпеки, включно з надійними активними системами. Для проекту SMR-160 відсутні ймовірні сценарії значного викиду радіоактивності, а завдяки високому рівню безпеки він ідеально підходить як для щільно заселених, так і для віддалених регіонів. Від традиційних енергоблоків великої потужності SMR-160 відрізняє низька вартість експлуатації, гнучкість розміщення та підвищена здатність до масштабування. Реактор спроектований пасивно-безпечним. Простота конструкції та підвищена надійність систем дозволяють значно зменшити кількість персоналу АЕС з реакторами SMR-160. Розміщення реакторів можливе у вододефіцитних районах, а його експлуатація не потребує приєднання до надійної енергомережі. Додамо до цього стійкість до будь-яких екстремальних поодиноких умов та землетрусів, адаптивність до маневрування потужністю та гібридних умов експлуатації, технологічних процесів та опалення, і отримаємо практично ідеальне джерело електроенергії. Як повідомив очільник Holtec Ukraine Сергій Тараканов, програма комплексних та окремих випробувань для уточнення та підтвердження характеристик пасивних систем безпеки енергоблока SMR-160 виконуватиметься в рамках гранту Департаменту енергетики США.

«У 2020 році у Канаді продовжуватиметься другий етап експертизи проекту. В Україні мають відбутися пріоритетні підготовчі заходи для вивчення можливості широкої реалізації проекту по усій країні, починаючи з будівництва шести енергоблоків SMR-160 на Рівненській АЕС. Це передбачає опрацювання питань передачі реакторних технологій до українського консорціуму та будівництва заводу з виробництва основних компонентів реакторної установки», – зазначив Сергій Тараканов.

Томас Марсилл: Україна володіє величезним і унікальним ресурсом — людьми, що мають досвід роботи на реакторах з водою під тиском

У своєму недавньому інтерв'ю журналу «Енергоатом України» віце-президент SMR LLC з реакторних технологій Holtec International Томас Марсилл висловив переконання, що Україна володіє величезним і унікальним ресурсом – людьми, що мають досвід роботи на реакторах з водою під тиском. «Це створює прекрасні умови для локалізації виробництва SMR-160 у вашій країні. Прекрасні умови для розвитку експортного та економічного потенціалу й експлуатації реакторів SMR-160 в Україні», – наголошує Томас Марсилл.

На його думку, маючи широкі можливості для закупівлі товарів і послуг для ядерної енергетики всередині країни та певні зобов'язання на державному рівні з виробництва «чистої» атомної енергії, Україна є не просто ідеальним партнером для Holtec International, вона має весь необхідний потенціал та ресурси для розвитку. «Holtec разом з нашими українськими партнерами прагне допомогти Україні не тільки здобути енергетичну незалежність, але й стати передовим хабом реакторобудування з експортним потенціалом і центром генерації для потреб промисловості», – наголосив представник Holtec International.

Атомний конструктор

Партнерами Holtec за проектом SMR-160 вже стали такі відомі у світі компанії, як Mitsubishi Electric, канадська SNC Lavalin, американська Exelon Generation. Ведуться переговори про співпрацю з харківським ПАТ «Турбоатом», який може долучитись до проекту як виробник турбінного обладнання. І це лише початок, адже якщо розкласти проект SMR-160 на складові частини, то стає зрозумілим, що майже за усіма ними Україна може запропонувати власного виробника.

По-перше, ядерне паливо, постачання основного компоненту якого – урану може забезпечити Східний гірничо-збагачувальний комбінат. Участь у проекті у перспективі може стати для СхідГЗК справжнім поштовхом для розвитку.

По-друге, використання на SMR-160 технології цифрових щитів управління, розробленої компанією Mitsubishi Electric Company (MELCO), жодним чином не обмежує потенційні можливості для таких вітчизняних розробників та виробників автоматизованих систем керування для атомних електростанцій, як ПАТ «НВП «Радій», ПрАТ «СНВО «Імпульс» та ПАТ «Хартрон». Саме ці підприємства мають необхідні виробничі потужності, а головне величезний досвід міжнародної співпраці у виробництві обладнання та розробці програмного забезпечення для АЕС, для того щоб у рамках локалізації виготовлення реакторів в Україні отримати свою ділянку роботи.

До проектування АЕС з малими модульними реакторами в Україні та за її межами зможе долучитись ТОВ «Київенергопроект» та АТ Харківський науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Енергопроект».

Надскладні монтажні роботи на українських АЕС вже не перше десятиріччя виконує АТ «ПТЕМ», відтак саме це підприємство має усі підстави претендувати на роль провідного постачальника будівельно-монтажних робіт для українсько-канадського консорціуму з виробництва SMR-160. У виготовлені різноманітного обладнання для нових енергоблоків вочевидь знайдуть свої ніші ПАТ «Сумське машинобудівне НВО», ТОВ «НВП «Атомкомплексприлад» та Корпорація «Укратомприлад», адже усі вони мають величезний досвід виконання замовлень для українських та закордонних атомних електростанцій.

Не треба пояснювати, що лише об'єднавши весь свій науково-технічний потенціал, підприємства ядерно-енергетичної галузі України можуть розраховувати переписати песимістичний сценарій майбутнього галузі. Так, до реалізації проекту SMR-160 доведеться подолати довгий та складний шлях, але це шлях у майбутнє, альтернатив якому у середньостроковій перспективі не проглядається.

Скептичне ставлення до нових ідей – невід'ємне право кожного фахівця, але коли йдеться про те, що вже через якихось 10 років ядерно-енергетична галузь України може перейти у стан тихого згасання, то треба використовувати будь– які можливості, щоби запобігти цьому. Тим більше, коли можливості цілком реальні. Не хотілося б згущувати фарби, але амбітний проект з впровадження в Україні технології малих модульних реакторів SMR-160 насправді може виявитися останнім шансом на порятунок як самої атомної генерації України, так і усіх підприємств, які із нею пов'язані.

І наостанок. Життя часом позбавляє нас залишків оптимізму, але уявімо собі, що Україна насправді стала одним з потужних світових центрів новітніх технологій у сфері енергетики. Сотні мільйонів людей отримали доступ до безпечної енергії завдяки доступному та надійному масовому виробництву теплової та електричної енергії реакторами SMR-160. Сьогодні у це важко повірити, але спробувати варто. Світ навколо нас змінюється все швидше, дуже часто під впливом зовсім неочікуваних обставин, і те, що атомна енергетика сьогодні комусь видається технологією минулого, вже завтра може сприйматися як повна нісенітниця.

ФОРМУЛА УКРАЇНСЬКОГО ЦИРКОНІЮ: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЙОГО ВИРОБНИЦТВА В УКРАЇНІ

Костянтин Ліндт
заступник директора з виробництва хімічного заводу ДП «СхідГЗК», в минулому – генеральний директор ДНВП «Цирконій»

Атомні електростанції України виробляють понад 50% електроенергії всіх генерацій. При цьому забезпечення їх свіжим паливом відбувається лише за рахунок його імпорту.

Хоча Україна має багаті природні ресурси, науковий і промисловий потенціал для організації у себе – у тому числі і за кооперацію із зарубіжними компаніями – виробництва ядерного палива для повного забезпечення потреб вітчизняної атомної енергетики.

Потенціал, досвід, історія

Останнім часом досить багато уваги приділяється комплексу питань щодо розвитку потужностей з виробництва в Україні уранового концентрату: закису-окису урану природного збагачення. При цьому на другий план відійшла інформація та проблематика про другу обов'язкову складову ядерного палива – виробництв ядерно-чистого цирконію і виробів з нього.

Україна входить у першу п'ятірку держав за природними запасами і в десятку за обсягами видобутку сировини, циркону, для виробництва металевого цирконію та його хімічних сполук. Географічне розташування виробників цирконієвої сировини у світі представлено на рисунку 1, світові запаси цирконієвої сировини – на рисунку 2.

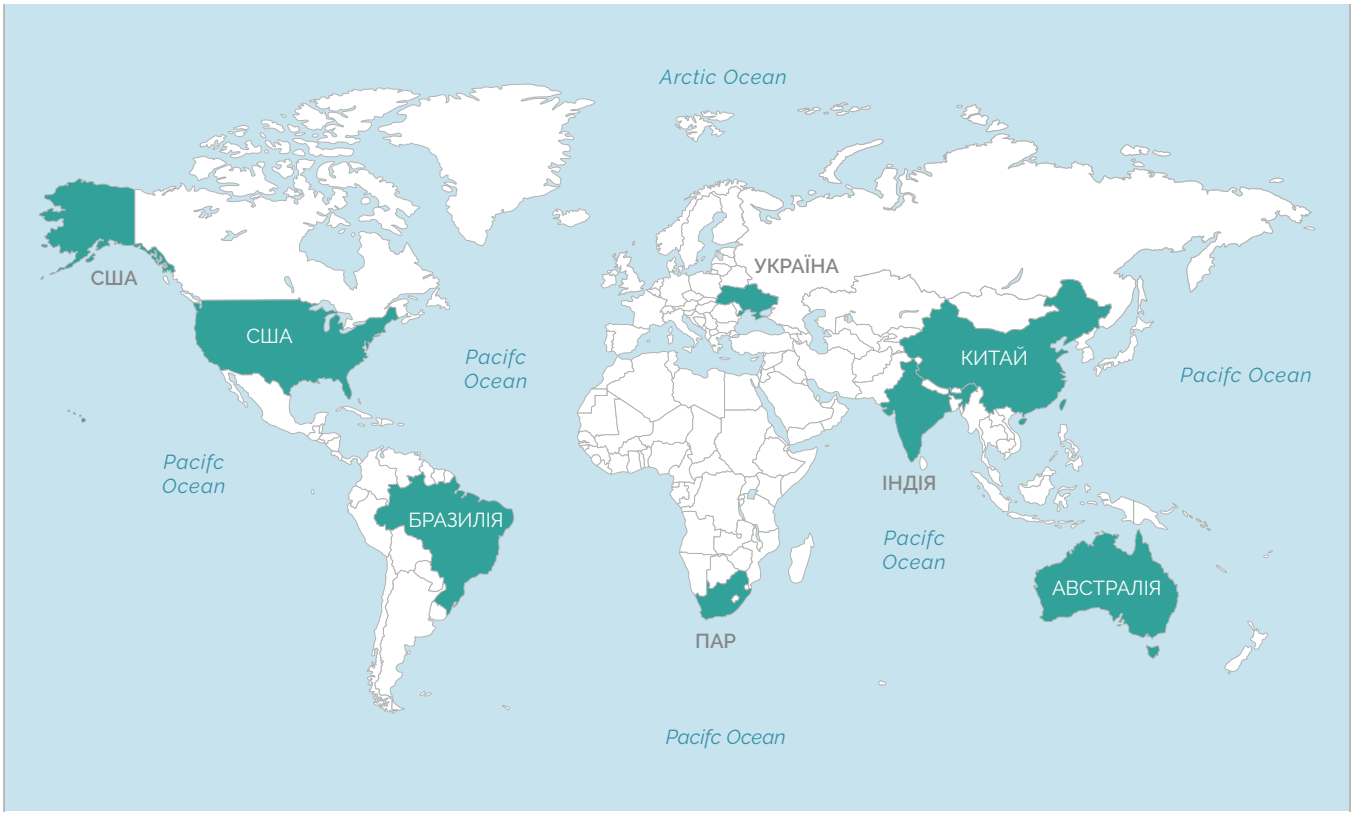


Рис.1 Географічне розташування виробників цирконієвої сировини у світі

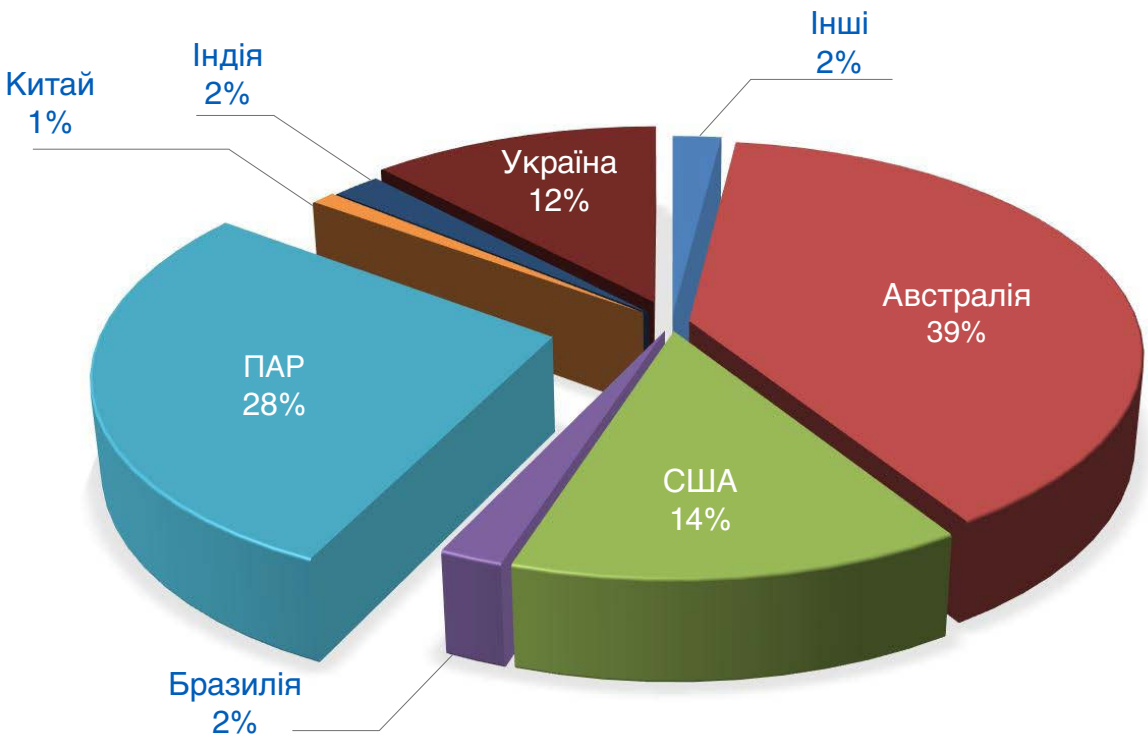


Рис.2 Світові запаси циркону і баделеїта (у різних країнах), %

Табл.1 Світова структура використання цирконового концентрату

Області використання	%
Кераміка	47
Вогнетриви	17
Лиття	12
Цирконієві хімікати в т.ч. діоксид цирконію	16 9
Цирконій металевий	5
Інші види продукції	3

Рис.3 Світова структура використання цирконового концентрату

Для виробництва цирконію ядерного призначення у світі використовується всього лише 5% видобутої природної сировини, а загальний обсяг виробництва металевого цирконію для атомної енергетики становить близько 5800 тонн в рік.

Світова структура використання цирконового концентрату представлена на рисунку 3, обсяги річного виробництва цирконію металевого для атомної енергетики – на рисунку 4.

Табл. 2 Виробництво цирконію металевого для атомної енергетики

Виробник	Обсяг виробництва металу (губка, порошок)	
	т/рік	%
ORANO SA (Франція)	2200	37,9
Teledyne Wah Chang (США)	1000	17,2
Westinghouse (США)	800	13,8
АТ "ТВЕЛ" (Росія)	W900	15,5
SNZ (Китай)	500	8,6
NFC (Індія)	400	6,9
Всього:	5800	100

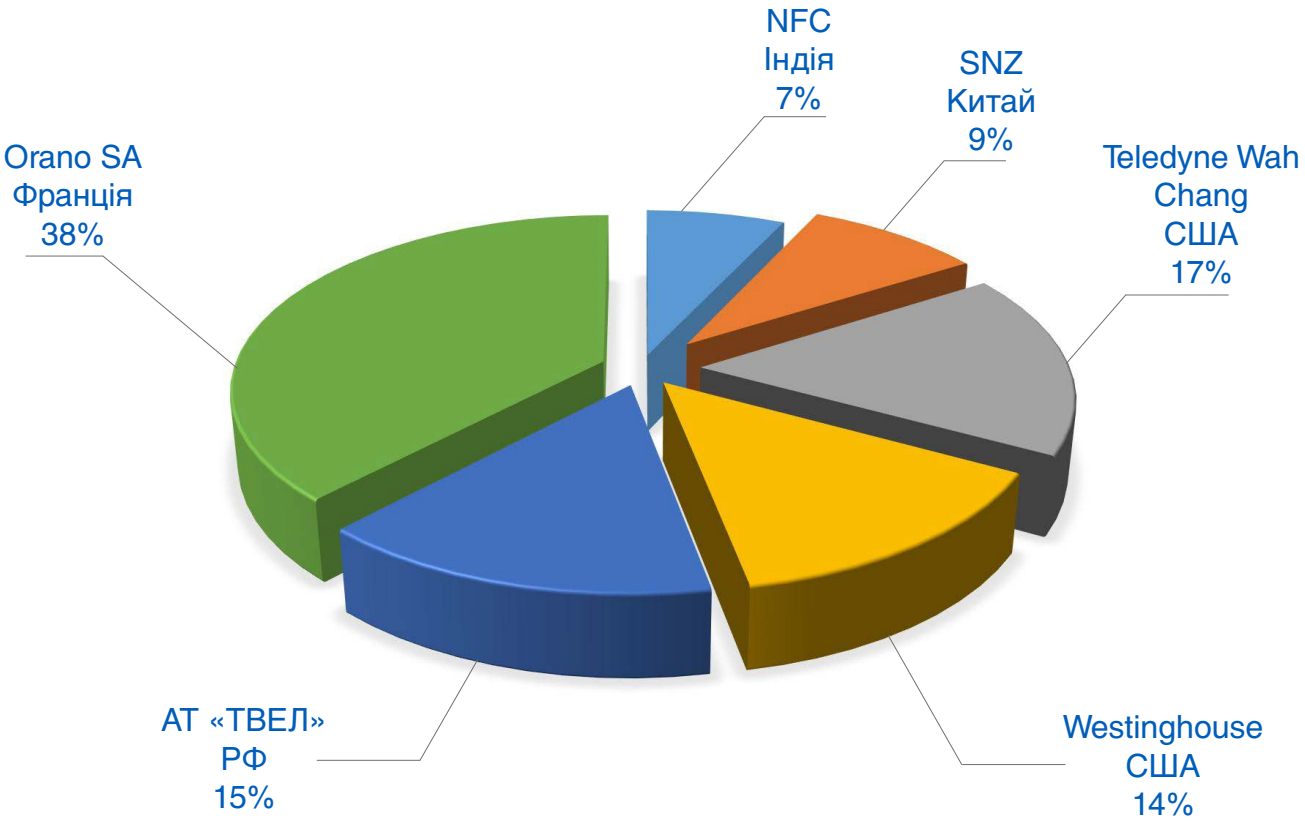


Рис.4 Виробництво цирконію металевого для атомної енергетики

Рис. 5 Загальна схема виробництва ядерного цирконію

З металевого цирконію виготовляються оболонкові труби (Ø 9,15 мм × 0,7 мм, L = 4000 мм), в які поміщаються таблетки збагаченого урану, дистанціонуючі решітки, напрямні канали, заглушки тощо, які є елементами тепловиділяючої збірки (ТВЗ).

До цирконію, з якого виготовляються деталі ТВЗ, пред'являється цілий ряд вимог: низький переріз захвату теплових нейтронів, висока корозійна стійкість, низький ступінь насичення воднем, підвищений опір зміні форми і т.д. При цьому час роботи ТВЗ в умовах реактора становить близько 5–6 років.

Ці спеціальні вимоги до цирконію ядерної чистоти забезпечуються цілим рядом технологічних прийомів при його виробництві. На хімічному переділі відбувається глибоке очищення цирконію від гафнію і металевих домішок, при отриманні металевого цирконію (губки) відбувається особливий контроль газових домішок: кисень, азот. Структура металу у виробах і їх сувора відповідність геометричним параметрам формується на деформаційних переділах.

Принципово організація виробництва ядерного цирконію представлена на рисунку 5.

Виробництво ядерно-чистого цирконію в Україні було введено в експлуатацію в 1983 році на колишньому ВО «Придніпровський хімічний завод». Готовою продукцією цього виробництва були злитки металевого цирконію. Виготовлення готових виробів з нього здійснювалося на заводі в Росії.

Виробництво цирконію в Україні відбувалося на основі содово-екстракційної кальцієтермічної технології: одержаний метал відповідав міжнародним вимогам на конструкційний матеріал для ТВЗ і, насамперед, за вмістом гафнію.

Вироби з українського цирконію успішно пройшли весь комплекс дореакторних досліджень і випробувань, а в 1991 році завершилася п'ятирічна кампанія зборок в умовах реактора ВВЕР-1000. Жодних відхилень у порівнянні зі зборками, виготовленими із штатного цирконію, не виявлено.

Види виробів з цирконію

Рис. 6 Вироби з цирконію та гафнію

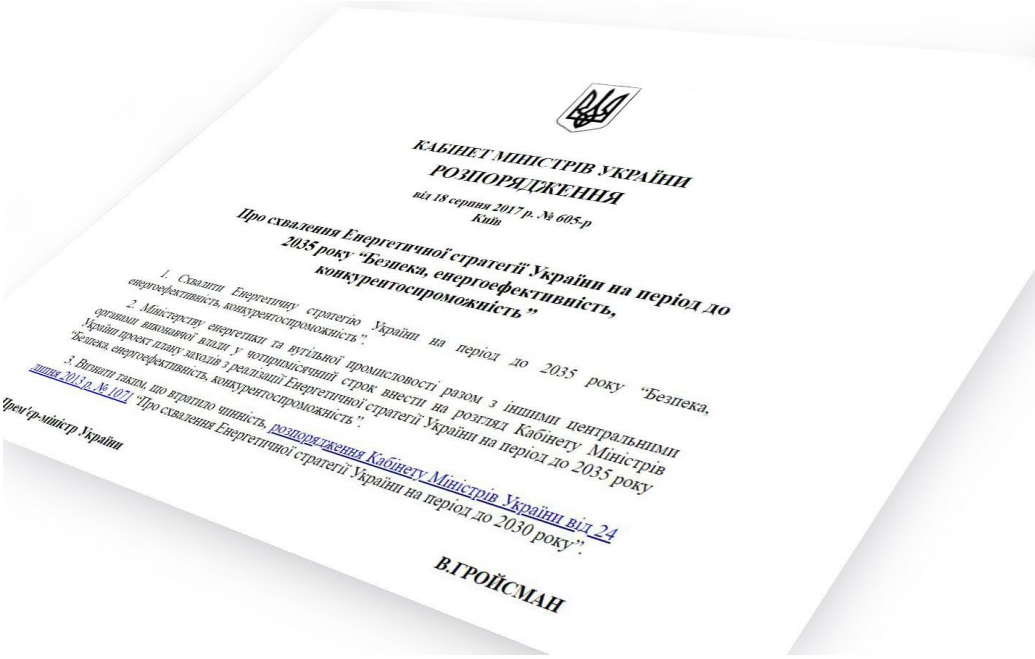
Рис. 9 Установка електронно-променевого переплаву цирконію ЕДП-0,7-500

Рис. 7 Злиток лігатури гафній – нікель

Рис. 10 Злитки цирконію металевого

Рис. 8 Злитки гафнію металевого

Рис. 11 Екстракційна дільниця цирконієвого виробництва



КАБІНЕТ МІНІСТРІВ УКРАЇНИ
РОЗПОРЯДЖЕННЯ
від 18 серпня 2017 р. № 605-р
Київ

Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність"

1. Схвалити Енергетичну стратегію України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність".

2. Міністерству енергетики та вугільної промисловості разом з іншими центральними органами виконавчої влади у чотирьохмісячний строк внести на розгляд Кабінету Міністрів України проект плану заходів з реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2035 року "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність".

3. Визнати такими, що втратили чинність, розпорядження Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 1071 "Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2030 року".

Прем'єр-міністр України

В.ГРОЙСМАН

Документи, – і спроби зрушити проблему з місця

Все назване і стало передумовою включення завдань із розвитку в Україні виробництва ядерно-чистого цирконію та виробів з нього як складової частини у Програму із створення ядерно-паливного циклу в Україні.

За останні роки було ухвалено цілий ряд документів, спрямованих на розвиток цирконієвого виробництва в Україні. Головний з них – комплексна програма створення ядерно-паливного циклу в Україні, затверджена Постановою Кабінету Міністрів України від 12.04.1995 № 267. В 2001 році Постановою КМУ від 06.06.2001 №634-6 ця програма була відредагована. Наступний документ – «Першочергові заходи щодо виконання комплексної програми створення ядерно-паливного циклу в Україні», затверджені наказом Міністра палива та енергетики України від 06.08.2003 №4142СК.

Згадки про цирконієве виробництво є в «Енергетичній стратегії України на період до 2030 р», затвердженій Указом Президента України від 27.12.2005 №1863/2005 (розділ IV, стор. 47-50, 110-112, 120, 131). В 2006 році на засіданні ядерної секції НТС Міністерства палива та енергетики України було ухвалено рішення про перехід на загальноприйняту у світовій практиці в цирконієвому виробництві хлоридно-магнієву технологію з отриманням губки цирконію. Ці зміни в технології цирконію були відображені в «Плані заходів на 2006-2010 роки щодо реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2030 року», затверджених розпорядженням КМУ від 27.07.2006 № 436-р (пункти №№31-36).

Ще один документ, дотичний до розвитку цирконієвого виробництва, –державна цільова економічна програма «Ядерне паливо України», затверджена Постановою КМУ від 23.09.2009 №1004. Зміни в Програму внесені відповідно до Постанов КМУ від 30.06.2010 №535; від 14.09.2011 №964; від 12.12.2011 №1287; від 08.08.2012 №895; від 24.10.2012 №970.

Документом, який окреслює стратегічні орієнтири розвитку паливно-енергетичного комплексу України на період до 2035 року, є «Енергетична стратегія України на період до 2035 року: «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 № 605-р. Енергетичну стратегію України розроблено в контексті Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020», затвердженої Указом Президента України від 12 січня 2015 року № 5. Зрештою, в 2009 році державне підприємство «Український науково-дослідний

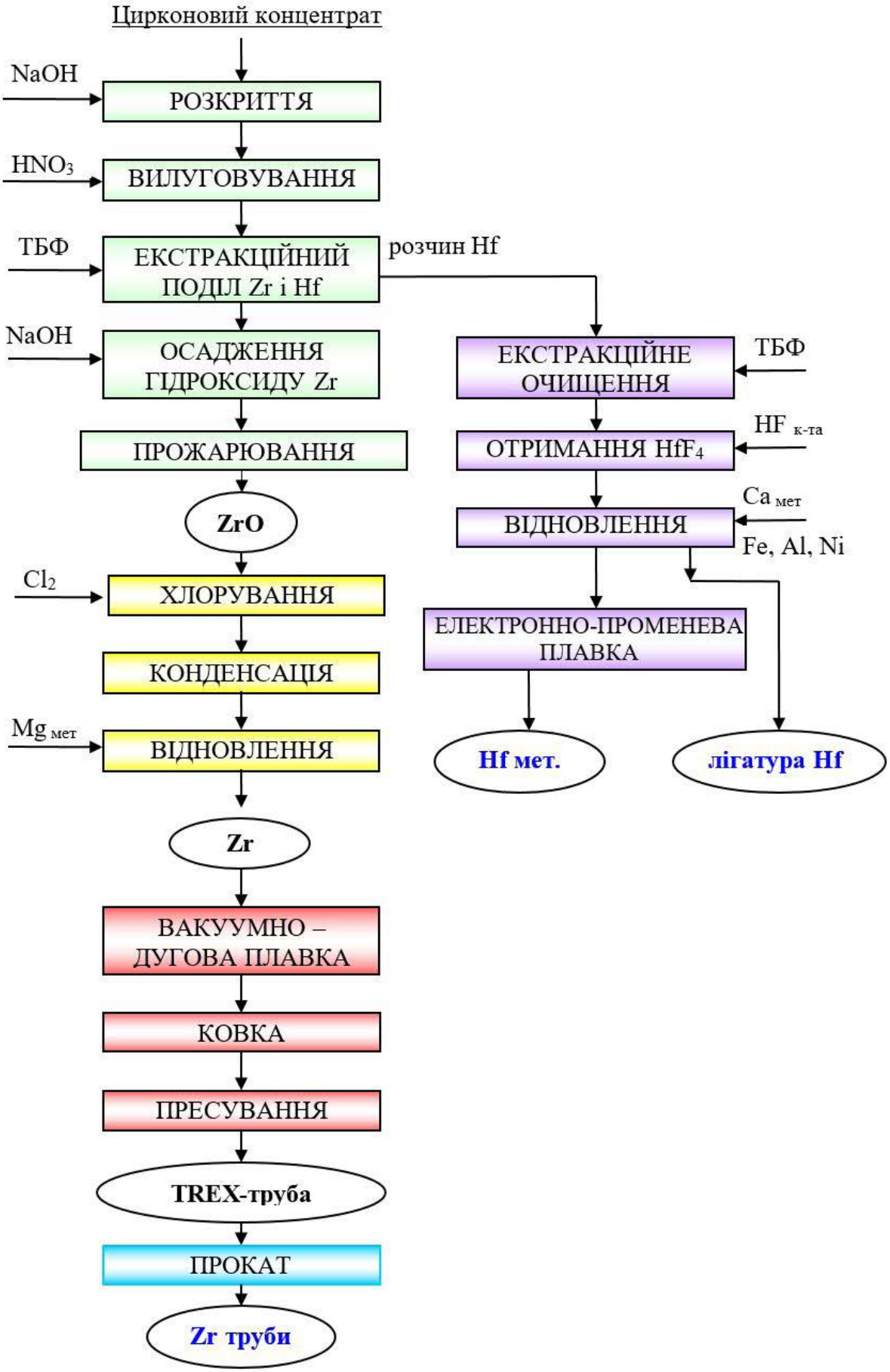


Рис. 12 Магнієтермічна технологія отримання цирконієвих виробів в Україні

Рис. 13 СхідГЗК

і проектно-розвідувальний інститут промислової технології» розробило техніко-економічне обґрунтування реконструкції та розширення ДНВП «Цирконій» щодо виробництва діоксиду цирконію, губчатого цирконію, сплаву цирконію з ніобієм і TREX-сурми.

Роком раніше наказом Мінтопенерго від 09.09.2008 № 455 був затверджений зведений кошторисний розрахунок вартості будівництва по проекту "Технічне переоснащення ДНВП "Цирконій" для випуску діоксиду цирконію 1 черга" у сумі 99 170,484 тис. грн. Реалізація цього проекту передбачала можливість випуску діоксиду цирконію в кількості 250 тонн у рік.

Зупинка в 2010–му…

Принципово технологія виробництва цирконію і виробів з нього, яка реалізується в Україні, представлена на рисунку 12.

На жаль, з 2010 року через відсутність фінансування всі роботи з реалізації проекту «Технічне переоснащення цирконієвого виробництва» були зупинені, а виробництво діоксиду цирконію припинено. Через п'ять років, у січні 2015–го, наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 26.11.2014 №844 основні фонди цирконієвого і гафнієвого виробництв і частина інфраструктури ДНВП «Цирконій» були передані до складу ДП «СхідГЗК» зі створенням ВП «Дніпродзержинський хімічний завод» («ДХЗ»).

Після проведення комплексу підготовчих робіт і отримання дозвільних документів на ВП «ДХЗ» було включено гафнієве виробництво і відновлений випуск лігатури гафній-нікель.

Цирконієве виробництво продовжує перебувати в режимі виведення основних фондів з експлуатації. І це дуже сумна обставина, оскільки з часом основні фонди неминуче фізично і морально застарівають. Але головне питання, яке з кожним роком стає все гострішим, – це кадри. Цирконієве виробництво технологічно і технічно дуже різнопланове і вимагає широкого спектру фахівців як у частині виробництва, так і в частині контролю якості продукції.

Тож поряд з розв'язанням завдань щодо розвитку уранового виробництва настав час ухвалити рішення і щодо цирконієвого виробництва.

В іншому випадку виробництво палива для АЕС в Україні залишатиметься лише складальним, із постачанням комплектуючих з-за кордону.

ЗА ЛІЦЕНЗІЄЮ США

Євгеній Бахмач
Голова Наглядової ради
ПАТ «НВП «Радій»

Публічне акціонерне товариство «Науково-виробниче підприємство «Радій» (м. Кропивницький) вже давно відоме на міжнародному ринку устаткування для безпеки атомних станцій. Нещодавно компанія отримала своєрідну перепустку до замовників в Америці – ліцензію регуляторного органу США. Такий документ вдається отримати далеко не кожному. Тепер для українського виробника відкрито міжнародний ринок.

Останнім часом «Радій» успішно розвиває зовнішньо-економічний напрямок діяльності.

Підприємство – світовий лідер у проектуванні та виробництві систем безпеки, захисту реакторів та керування технологічними процесами АЕС, активно працює, зокрема, на ринку Південної та Північної Америки.

У серпні нинішнього року Комісія з ядерного регулювання США (US Nuclear Regulatory Commission) успішно завершила процедуру ліцензування цифрової управляючої платформи RadICS. Цей факт зафіксовано у «Тематичному звіті RadICS» (посилання).

Експерти Комісії з ядерного регулювання США дійшли висновку, що «Тематичний звіт RadICS» повністю відповідає вимогам отримання ліцензії для АЕС. Результатом фінальної оцінки безпеки є сертифікація цифрової інформаційно-управляючої платформи RadICS.

Дуже важливо, що розроблена платформа може бути базою не тільки для обладнання об'єктів з підвищеною небезпекою.

Така висока оцінка відкрила перед компанією простір і нові можливості для роботи на глобальному ядерному світовому ринку. «Радій» – сьома компанія у світі і перша – єдина(!) – в Україні, яка отримала такий сертифікат.

На сьогодні системи управління виробництва «Радій» успішно експлуатують на всіх енергоблоках АЕС України, у Болгарії, в Канаді, Франції. У портфоліо компанії – успішно реалізовані проекти в Аргентині (на АЕС «Ембальсе») та робота в Бразилії, яка сьогодні триває. Компанія «Радій» має найбагатший багаторічний досвід у напрямку впровадження систем управління АЕС на базі FPGA.

«Радій», як відомо, виробляє сучасні системи управління для критичних виробництв з надзвичайно високими вимогами до надійності не тільки атомних, але і для теплових електростанцій. Співробітники ПАТ систематично координують свою діяльність із профільними комітетами Міжнародної агенції з ядерної енергії (МАГАТЕ) та Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК). За ініціативи МАГАТЕ та ПАТ «НВП «Радій» були започатковані та щороку проходять міжнародні технічні зустрічі, присвячені різним аспектам безпеки FPGA-технології.

Досягнення та здобутки компанії насамперед є заслугою колективу. НВП «Радій» укомплектовано висококваліфікованим персоналом, який налічує понад 1100 працівників. «Радій» – це 7 конструкторських бюро, в яких працює понад 300 інженерів-розробників, в тому числі два доктори технічних наук та 11 кандидатів.

Середній вік інженерного складу компанії становить 38 років, а наймолодшому дизайнеру – всього 23 роки.

На підприємстві впроваджена та успішно функціонує система менеджменту якості, сертифікована міжнародним органом з сертифікації Quality Austria на відповідність вимогам стандарту ISO 9001:2015.

Виробництво НВП «Радій» оснащене сучасним високопродуктивним технологічним та випробувальним обладнанням, яке дозволяє забезпечувати повний цикл виготовлення, налаштування та проведення випробувань виробів із дотриманням вимог контролю якості на всіх етапах виробництва. Діяльність компанії «Радій» базується на принципах професіоналізму, відповідальності і постійного удосконалення заради розбудови української енергогалузі.

«ІМПУЛЬС» ДЛЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ АЕС

Володимир Єлісєєв
Голова Наглядової ради
СНПО "Імпульс"

За останні два роки Сєвєродонецьке науково-виробниче об'єднання «Імпульс» – розробник, виробник і постачальник високонадійних систем контролю та управління, лідер ринку СКУ для атомної енергетики – зафіксував цілий ряд власних технологічних досягнень у розробці техніки для АЕС.

Підприємство добре знають за кордоном, куди воно постачає свої вироби, а також бере участь у розробці стратегії розвитку ядерної енергетики цих держав.

«Імпульс» має реноме активного лобіста інтересів українського виробника, а також підприємства, що може суттєво розширити свою присутність на міжнародному ринку.

Системи «Імпульсу»: результати років роботи

Особливістю СКУ виробництва СНВО «Імпульс» є можливість побудови систем з різною канальністю згідно з вимогами проектів; реалізація на диверсних платформах МСКУ-3 і МСКУ-4; стійкість до одиничних і кратних несправностей, у тому числі прихованих.

Також мінімум кабельних зв'язків завдяки застосуванню виносних цифрових контролерів для дистанційного управління, індикації та сигналізації на пунктах управління, цифрової оптичної передачі даних. Ще одною особливістю техніки «Імпульса» є захищеність від кіберзагроз, – програмне забезпечення повністю власної розробки, відсутні приховані закладки, процедури авторизації реалізовані із застосуванням пароля і фізичних ключів тощо.

Важливим аспектом у роботі СКУ є можливість зміни проектних настроювань персоналом АЕС відповідно до регламенту, збереження значень в енергонезалежному ПЗП, контролем змін, а також наочність представлення інформації для операторів БЩУ та оперативного персоналу, – і повне діагностування та архівування даних про роботу устаткування.

Упродовж 2017–2019 років «Імпульс» уклав цілий ряд контрактів з НАЕК «Енергоатом» та отримав ряд перемог в міжнародних торгах, проведених за правилами ЄБРР/Євратом, а також переміг в торгах в системі Prozorro. Ці успіхи дозволили виготовити, випробувати та ввести в експлуатацію ряд систем. Зокрема інформаційно-обчислювальну систему (ІОС); систему внутрішньореакторного контролю (СВРК-М); апаратуру контролю нейтронного потоку (АКНП-ИФ); управляючу систему безпеки (УСБ); управляючу систему нормальної експлуатації реакторного відділення (СНЕ РО); управляючу систему нормальної експлуатації турбінного відділення (СНЕ ТО); комплексну систему діагностики устаткування реакторної установки (КСД); систему «Чорна скринька»; систему аварійного та післяаварійного моніторингу (ПАМС); бороміри для контролю концентрації ізотопів бор-10 (борна кислота), а також систему електроживлення для програмно-технічного комплексу системи групового та індивідуального управління (СЕП).

Інформаційно-обчислювальна система

ІОС, вироблена на «Імпульсі», запроваджена в експлуатацію на енергоблоках № 3, 4, 5 ЗАЕС, також устаткування ІОС монтують на енергоблоці № 3 ЮУАЕС.

ІОС є основним засобом контролю технологічних процесів енергоблоку, що забезпечує централізований контроль та управління з блокового щита управління (БЩУ). За допомогою ІОС здійснюється пуск реактора, виведення його на потужність, пуск турбіни, синхронізація генератора, управління енергоблоком у нормальному та аварійному режимах, планова та аварійна зупинки реактора і турбіни, розхолоджування реакторної установки.

Основні характеристики ІОС – це, насамперед, можливість поетапної модернізації діючих ІОС зі збереженням проектних функцій, вбудовані функції підсистеми подання параметрів безпеки, застосування уніфікованих протоколів інформаційного обміну із суміжними системами, а також широкий перелік додаткових функцій, адаптація ергономіки управління під переваги експлуатаційного персоналу. Новими рішеннями в ІОС є реалізація підсистеми раннього попередження порушень роботи енергоблоку, виконання функцій дистанційного управління командам з моніторів робочих місць операторів, технічні рішення для модернізації БЩУ: екран колективного користування, мозаїчні панелі тощо.

Система внутрішньореакторного контролю

Устаткування нижнього рівня модернізованої системи внутрішньо-реакторного контролю СВРК-М було введене в експлуатацію на енергоблоці № 3 ЗАЕС. Воно забезпечує контроль нейтронно-фізичних та теплогідравлічних параметрів першого контуру РУ, а також інформаційну підтримку оператора для оптимізації протікання технологічних процесів РУ.

СВРК-М контролює нейтронно-фізичні параметри активної зони (АкЗ) РУ в діапазоні потужності від 10 до 120% від номінальної та теплогідравлічної характеристики АкЗ і першого контуру РУ в діапазоні потужності від 0 до 120% від номінальної, – за винятком функції визначення параметрів реактивності на мінімально-контрольованому рівні потужності.

Також система контролює теплогідравлічні характеристики АкЗ і першого контуру РУ під час роботи головних циркуляційних насосів у діапазоні потужності від 0 до 120% від номінальної.

Основними характеристиками СВРК-М є можливість контролю нейтронно-фізичних і теплогідравлічних параметрів АкЗ в стаціонарних і перехідних режимах, у тому числі в режимах роботи енергоблоку на підвищеній потужності. Також можливість контролю АкЗ з паливом TBC-WR виробництва компанії Westinghouse, включаючи активні зони зі «змішаними» завантаженцями, – і можливість впровадження нових паливних циклів.

До числа нових рішень у СВРК-М можна віднести інформаційну підтримку оператора для експлуатації енергоблоків у маневрових режимах; двоваріантну модифікацію СВРК-М для контролю АкЗ при змішаних і стаціонарних завантаженнях з паливом Westinghouse: з інтегрованою підсистемою «Beacon» та з власною ліцензованою методикою розрахунку констант. А також розробку національного коду ImCore та його апробацію у складі нової СВРК-М2.

Апаратура контролю нейтронного потоку АКНП-ИФ

АКНП-ИФ була введена в експлуатацію на енергоблоках № 4, 5 ЗАЕС. На енергоблоці №2 Вірменської АЕС було налаштовано АКНП-ИФ для забезпечення видачі необхідних параметрів в систему внутрішньореакторного технологічного контролю. АКНП-ИФ входить до складу системи управління і захистів (СУЗ) енергоблоків АЕС.

АКНП-ИФ забезпечує: контроль, безперервну реєстрацію та архівування поточних значень відносної фізичної потужності реактора, швидкості (періоду) її зміни та реактивності. Також формування дискретних сигналів перевищення уставок аварійного та попереджувального захистів, уставок управління та регулювання по відносній фізичній потужності та періоду для СУЗ і підсистем АСУ ТП енергоблоку. Гарантується також подання в оптичному та акустичному

вигляді аналогових і дискретних сигналів операторам блокових, резервних щитів управління та перевантажувальної машини, обслуговуючому персоналу. Враховано автоматичне коригування вимірів нейтронної потужності з урахуванням теплофізичних та інших параметрів, що характеризують стан реакторної установки. Гарантується також контроль фіксації внутрішньокорпусних пристроїв за результатами аналізу флуктуацій сигналів нейтронних детекторів і контроль підкритичності реакторної установки.

Основні характеристики АКНП-ИФ – це автоматизація калібрування каналів контролю щільності нейтронного потоку в процесі експлуатації АКНП ИФ за допомогою метрологічно атестованого імітатора кінетики реактора, розробленого СНВО «Імпульс». При цьому імітація сигналів здійснюється у всьому діапазоні контролю нейтронного потоку без необхідності доступу до датчиків у зоні обмеженого доступу. Головна особливість системи – висока точність завдяки застосуванню високочутливих борних і гелієвих датчиків нейтронів. Важливі аспекти – інтеграція системи контролю перевантаження палива до складу АКНП-ИФ та відсутність впливу залишкових показань пристроїв детектування після роботи на потужності завдяки використанню флуктуаційного режиму іонізаційної камери. Варто додати також про можливість оперативного тарування показань потужності на БЩУ з автоматичним перерахуванням коефіцієнтів тарування і високу відмовостійкість системи завдяки застосуванню резервованих технічних засобів і диверсного програмного забезпечення.

До числа нових рішень в АКНП-ИФ можна віднести впровадження нового пристрою детектування системи контролю перевантаження палива на базі борного лічильника з високою чутливістю для забезпечення контролю підкритичності реактора та автоматичне коригування показань нейтронної потужності з урахуванням теплофізичних та інших параметрів.

Управляюча система безпеки

УСБ-1 була введена в експлуатацію на енергоблоках № 3, 4, 5 Запорізької АЕС. УСБ енергоблоку АЕС призначена для контролю технологічних параметрів та ідентифікації вихідних подій, формування команд на запуск систем безпеки і захисних дій, передбачених для виявленої вихідної події, формування команд, технологічних захистів і блокувань.

Основні характеристики УСБ – висока відмовостійкість завдяки застосуванню резервованих технічних засобів, ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс, високий рівень захищеності системи від кіберзагроз, а також зручність експлуатації та технічного обслуговування завдяки застосуванню модульної структури компонентів системи з можливістю швидкої заміни несправних модулів.

Новими рішеннями в УСБ є реалізація диверсного комплекту для запуску систем безпеки, реалізація управління і контролю механізмами з використанням цифрового РТЗО-И (Switchgear) і підсистеми діагностування електроприводів, а також можливість побудови апаратури ПТК із різними схемами резервування («2 з 4», «2 з 3», «1 з 2» та ін.).

Управляючі системи нормальної експлуатації реакторного і турбінного відділень (СНЕ РО і ТО)

СНЕ РО була введена в експлуатацію на енергоблоках № 3, 4 ЗАЕС. СНЕ ТО була введена в експлуатацію на енергоблоках № 3, 4, 5 ЗАЕС. Обидві вони призначені для реалізації функцій управління нормальною експлуатацією технологічних систем енергоблоків АЕС.

Основні характеристики СНЕ – висока відмовостійкість завдяки застосуванню резервованих технічних засобів; ергономічний та інтуїтивно зрозумілий операторський інтерфейс; високий рівень захищеності системи від кіберзагроз; зручність експлуатації та технічного обслуговування завдяки застосуванню модульної структури компонентів системи з можливістю швидкої заміни несправних модулів.

Новими рішеннями в СНЕ РО і ТО є реалізація диверсного комплекту із запуску систем безпеки, реалізація управління та контролю механізмами з використанням цифрового РТЗО-И (Switchgear) і підсистеми діагностування електроприводів, а також можливість побудови апаратури ПТК із різними схемами резервування («2 з 3», «2 з 4», «1 з 2» та ін.).

Комплексна система діагностики устаткування реакторної установки

КСД була введена в експлуатацію на енергоблоках № 1 ХАЕС, № 3 ЮУАЕС, № 3 РАЕС, № 4 ЗАЕС. Обладнання КСД монтують на енергоблоках № 3, 5 ЗАЕС. КСД призначена для комплексного контролю та діагностування основного устаткування і трубопроводів реакторної установки (РУ) ВВЕР-1000 у режимі нормальної експлуатації з використанням інформації від систем контролю та управління енергоблоком, локальних систем діагностики, автоматизованої системи радіаційного контролю. Реалізована за участю фірм AREVA та VUJE. КСД включає шість

локальних систем: віброшумової діагностики устаткування РУ; контролю протікань теплоносія першого контуру РУ; віброконтролю та діагностики головних циркуляційних насосів; виявлення вільних і слабозакріплених предметів; діагностування залишкового ресурсу устаткування РУ; контролю переміщення трубопроводів. Комплексний аналіз інформації, що надходить від локальних систем, здійснюється в серверах верхнього рівня КСД.

Основні характеристики КСД. Це насамперед централізація широкого спектру функцій діагностики устаткування першого контуру РУ в єдиній системі при збереженні автономності локальних систем діагностики. Також комплексне і достовірне визначення ушкодженого або зношеного устаткування РУ завдяки наявності локальних систем діагностики, у яких застосовані різні методи оцінки контрольованих параметрів. Ще один аспект – апробовані діагностичні алгоритми КСД, які дозволяють оцінювати інтенсивність впливу ушкоджуючих факторів і обґрунтовано рекомендувати проведення робіт з поглибленої оцінки технічного стану елементів енергоблоку та виконання ремонтних процедур по поточному технічному стану устаткування РУ.

Важливий момент – зручність експлуатації завдяки ергономічному операторському інтерфейсу і наявності розвиненої системи надання поточної та ретроспективної інформації експлуатаційному персоналу, а також застосування уніфікованих технічних засобів.

Перспективним напрямком є створення галузевого діагностичного центру для АЕС України з метою контролю, діагностування і прогнозування стану устаткування АЕС.

Система збереження інформації в умовах проектних і запроектних аварій «Чорна скринька»

Система «Чорна скринька» введена в експлуатацію на енергоблоках № 3, 4 ЗАЕС. Обладнання «Чорна скринька» монтується на енергоблоці № 5 ЗАЕС.

Система «Чорна скринька» призначена для зберігання та подання персоналу інформації про параметри енергоблоків АЕС в аварійних та післяаварійних умовах проектних і запроектних аварій.

Основними характеристиками системи «Чорна скринька» є резервування обміну даними по радіоканалу з технологією WiMAX, реалізація обміну даними між компонентами по резервованих оптично-волоконних лініях зв'язку та висока відмовостійкість системи завдяки застосуванню резервованих технічних засобів.

Система аварійного та післяаварійного моніторингу ПАМС

ПАМС була введена в експлуатацію на енергоблоках №1, 2, 3, 4 РАЕС, №1, 2 ХАЕС. Система призначена для контролю параметрів безпеки та стану систем реакторної установки РУ під час проектних і запроектних аварій на АЕС. ПАМС забезпечує функції аварійного та післяаварійного моніторингу при будь-яких вихідних подіях, що їх враховує проект, а також при запроектних аваріях (у тому числі пов'язаних з важким ушкодженням палива).

Основні характеристики ПАМС – це висока відмовостійкість завдяки застосуванню розподіленої дворівневої структури з використанням двох незалежних каналів вимірювання, обробки та подання даних; застосування технічних засобів, кваліфікованих для умов проектних і запроектних аварій, у тому числі аварій із втратою теплоносія (LOCA); застосування аварійних контрольно-вимірювальних приладів з розширеним діапазоном вимірів контрольованих технологічних параметрів РУ;забезпечення працездатності ПАМС в умовах максимального розрахункового землетрусу та повного знеструмлення енергоблоку (blackout).

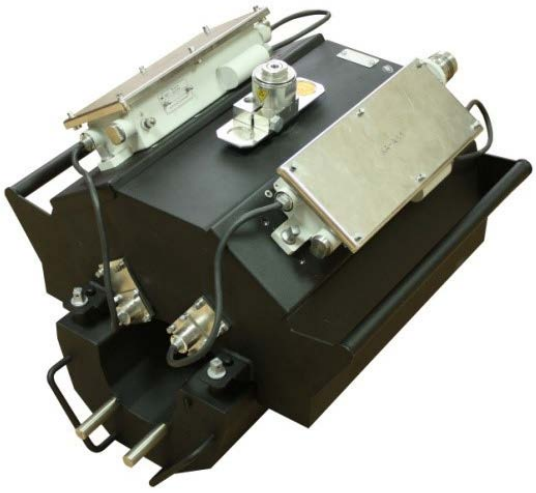
Бороміри для контролю концентрації ізотопів бор-10 НАР-И

Ці пристрої були введені в експлуатацію на енергоблоках № 3, 4 ЗАЕС, № 3 РАЕС, № 1 ХАЕС. На енергоблоці №3 АЕС «Моховці», у відповідності з міжнародним контрактом, виконані роботи з юстирування, перевірки (калібруванню), монтажу та автономні випробування боромірів. Основна функція боромірів на базі нейтронних аналізаторів розчинів НАР-И – автоматичне безперервне вимірювання концентрації бору 10 (борної кислоти) у теплоносії на енергоблоках АЕС із реакторами типу ВВЭР.

Основні характеристики НАР-И – це відсутність додаткових погрішностей для навісних, занурних, проточних боромірів; менше абсолютне значення погрішності в порівнянні з боромірами інших виробників, що використовують наведену погрішність, за рахунок нормування метрологічних характеристик із застосуванням відносної погрішності. Також вимірювання концентрації ізотопу бор-10 (борної кислоти) з високими динамічними характеристиками; резервування каналів датчиків з автоматичним переходом на обчислення концентрації ізотопу бор-10 (борної кислоти) тільки по справному каналу при несправності одного з двох каналів датчика.

Апаратура виконує резервування архівування даних всіх боромірів одного енергоблоку. Це важлива відмінність від продукції конкурентів, у яких несправність хоча би в одному з боромірів може призводити до втрати архівних даних у всіх боромірах.

Ще кілька важливих нюансів – можливість комплектування боромірів америцій-берилієвими джерелами Am1.N26, Am1.N27, що мають термін служби 20 років, або плутоній-берилієвими джерелами нейтронів ІБН-7, ІБН-9; відповідність вимогам класу безпеки 2Н, у тому числі вимогам щодо стійкості до жорстких електромагнітних впливів. Також відповідність занурних, проточних, контрольних та навісних екранованих боромірів вимогам основних правил забезпечення радіаційної безпеки до потужності поглиненої дози випромінювання від джерел нейтронів на зовнішній поверхні датчиків, що



дозволяє мінімізувати радіаційний вплив на обслуговуючий персонал і виключити можливий вплив елементів навколишнього середовища на метрологічні параметри боромірів. І зрештою – забезпечення можливості експлуатації НАР-І в аварійних умовах при високих температурах зовнішнього середовища та розчину.

Система електроживлення для програмно-технічного комплексу системи групового та індивідуального управління (СЕП)

Обладнання СЕП поставлене на енергоблок № 2 Хмельницької АЕС. СЕП призначена для забезпечення силового електроживлення ПТК СГИУ-М; відключення силового електроживлення ПТК СГИУ-М при одержанні сигналів аварійних захистів від ПТК аварійних і попереджувальних захистів; забезпечення електроживлення управляючого устаткування ПТК СГИУ-М; контролю параметрів електроживлення та працездатності власного устаткування; підтримки функції проведення фізеексперименту.

Низьковольтні комплектні пристрої НКУ РТЗО-И

РТЗО-И успішно пройшла дослідну експлуатацію на Запорізькій АЕС.

Низьковольтні комплектні пристрої - розподільники трифазного змінного струму закритого виконання, однобічного обслуговування НКУ РТЗО И призначені для розподілу електроенергії споживачам невеликої потужності.

Основні характеристики НКУ РТЗО-И: значне зменшення устаткування у порівнянні із РТЗО 69 і РТЗО 88 завдяки збільшенню числа приєднань в одній шафі (до 12 приєднань залежно від виконання); зменшення до 8 разів кабельних зв'язків у порівнянні з існуючими РТЗО 69 і РТЗО 88 завдяки цифровому оптичного інтерфейсу з верхнім рівнем управління.

Також швидка зміна конфігурації шафи для забезпечення взаємодії з різними типами ВМ, обумовленими замовником;можливість швидкого відновлення працездатності без знеструмлення шафи або зборки РТЗО; зручність експлуатації та технічного обслуговування завдяки застосуванню уніфікованих змінних модулів.

Варто відзначити наявність вбудованої функції діагностування арматури, що дозволяє оперативно оцінювати поточний стан арматури та її окремих вузлів, а також реалізований режим перевірки у блоках управління , що забезпечує імітацію виконання команди управління без її фізичної видачі.

Сертифіковано, – відповідність підтверджено

ПрАТ «СНВО «Імпульс» успішно пройшло процедури аудитів та одержало сертифікати на відповідність своєї продукції головним стандартам відповідності.

Це ISO 9001:2015 – системи управління якістю продукції; ДСТУ ISO 14001:2015 – системи екологічного менеджменту; ДСТУ OHSAS 18001:2010 – системи управління гігієною та безпекою праці; BS EN ISO 27001:2013 – системи управління інформаційною безпекою.

СЕРТИФИКАТ

импульс

ISO 9001:2015

DEKRA Certification Sp. z o.o. удостоверяет, что на предприятии

Частное акционерное общество «Северодонецкое научно-производственное объединение «Импульс»

Область сертификации:

Разработка, производство, поставка и гарантийное обслуживание аппаратуры и программного обеспечения систем управления технологическими процессами, включая системы железнодорожной автоматики и телемеханики.

Адрес:

пл.Победы, 2, г.Северодонецк, Луганской области, 93405, Украина

внедрена и используется система управления качеством в соответствии с требованиями вышеназванного стандарта. Сертификат выдан на основании протокола аудиторской проверки под номером. W-A 651317/GC/9001.

Настоящий сертификат действителен с 19.12.2017 по 15.11.2020

Регистрационный № сертификата: 551111011/2

DEKRA Certification Sp. z o.o., Wrocław, 19.12.2017

DEKRA Certification GmbH * Handwerkstraße 15 * D-70565 Stuttgart * www.dekra-certification.de

Стр. 1 из 1

QuayAudit

REGISTRATION CERTIFICATE

This certificate confirms that the management systems of

PJSC "SRPA "Impulse"

93405, Ukraine, Lugansk region, Severodonetsk, Pl. Pobedy 2

have been audited and approved by Quay Audit UK Ltd to the following management standard

BS EN ISO 27001:2013

The approved management systems apply to the following scope

Development, production, supply and warranty services of hardware and software of automated technological process control systems including railway automatics and telemechanics systems, power supply sources, transformers, electrical distributing and control equipment.

This certificate is restricted to those scopes of business activity described in the internationally recognised NACE Codes listed below

2611, 2620, 2630, 6201

Original Approval	20 December 2017
Current Certificate	20 December 2017
Certificate Expiry	20 December 2020
Registration Number	4156296

On behalf of Quay Audit UK Limited

Орган сертифікації систем менеджменту ТОВ "ГЛОБАЛ СЕРТИФІК"

СЕРТИФІКАТ

Орган сертифікації систем менеджменту ТОВ "Глобал Сертифік"

підтверджує, що компанія

импульс

ПрАТ «Сєвєродонецьке науково-виробниче об'єднання «Імпульс»

пл. Перемоги, 2, м. Сєвєродонецьк Луганської області, 93405, Україна

в наступній сфері діяльності:

Розробка, виробництво, постачання і гарантійне обслуговування обладнання та програмного забезпечення для автоматизованих систем управління технологічними процесами, у тому числі для систем залізничної автоматики і телемеханіки, джерел живлення, трансформаторів, апаратури електричної розподільчої і управляючої; виробництво, постачання і гарантійне обслуговування цифрових систем комутації; послуг з розробки програмного забезпечення

впровадила та використовує систему менеджменту у відповідності до вимог стандарту

ISO 9001:2015
ДСТУ ISO 9001:2015

Даний сертифікат видано на підставі результатів проведеного аудиту та оцінки системи менеджменту, звіт № 00052/1 від 03.11.2017

Реєстраційний номер сертифіката UA-GC/1/063:2017
Даний сертифікат дійсний з 03.11.2017 до 08.11.2019

Орган сертифікації систем менеджменту ТОВ "ГЛОБАЛ СЕРТИФІК"

СЕРТИФІКАТ

Орган сертифікації систем менеджменту ТОВ "Глобал Сертифік"

підтверджує, що компанія

импульс

ПрАТ «Сєвєродонецьке науково-виробниче об'єднання «Імпульс»

пл. Перемоги, 2, м. Сєвєродонецьк Луганської області, 93405, Україна

в наступній сфері діяльності:

Розробка, виробництво, постачання і гарантійне обслуговування обладнання та програмного забезпечення для автоматизованих систем управління технологічними процесами, у тому числі для систем залізничної автоматики і телемеханіки, джерел живлення, трансформаторів, апаратури електричної розподільчої і управляючої; виробництво, постачання і гарантійне обслуговування цифрових систем комутації; послуг з розробки програмного забезпечення

впровадила та використовує систему менеджменту у відповідності до вимог стандарту

ISO 14001:2015
ДСТУ ISO 14001:2015

Даний сертифікат видано на підставі результатів проведеного аудиту та оцінки системи менеджменту, звіт № 00263 від 12.01.2018

Реєстраційний номер сертифіката UA-GC/2/262:2018
Даний сертифікат дійсний з 12.01.2018 до 11.01.2021

вул. Боплановда, 20, м. Київ, 01001, Україна / тел. (044) 229 6617

Орган сертифікації систем менеджменту ТОВ "ГЛОБАЛ СЕРТИФІК"

СЕРТИФІКАТ

Орган сертифікації систем менеджменту ТОВ "Глобал Сертифік"

підтверджує, що компанія

импульс

ПрАТ «Сєвєродонецьке науково-виробниче об'єднання «Імпульс»

пл. Перемоги, 2, м. Сєвєродонецьк Луганської області, 93405, Україна

в наступній сфері діяльності:

Розробка, виробництво, постачання і гарантійне обслуговування обладнання та програмного забезпечення для автоматизованих систем управління технологічними процесами, у тому числі для систем залізничної автоматики і телемеханіки, джерел живлення, трансформаторів, апаратури електричної розподільчої і управляючої; виробництво, постачання і гарантійне обслуговування цифрових систем комутації; послуг з розробки програмного забезпечення

впровадила та використовує систему менеджменту у відповідності до вимог стандарту

BS OHSAS 18001:2007
ДСТУ OHSAS 18001:2010

Даний сертифікат видано на підставі результатів проведеного аудиту та оцінки системи менеджменту, звіт № 00263 від 12.01.2018

Реєстраційний номер сертифіката UA-GC/3/262:2018
Даний сертифікат дійсний з 12.01.2018 до 11.01.2021

вул. Боплановда, 20, м. Київ, 01001, Україна / тел. (044) 229 6617

ПОДІЇ

Спільна нарада ради головних інженерів НАЕК «Енергоатом» і фахівців ПрАТ «СНВО «Імпульс»

На майданчику ПрАТ «СНВО «Імпульс» було проведене чергове засідання Ради головних інженерів НАЕК «Енергоатом», під час якого була організована спільна нарада членів Ради та фахівців підприємства.

Керівники та фахівці ПрАТ «СНВО «Імпульс» на чолі з головою наглядової ради Володимиром Єлісєєвим інформували присутніх про підприємство і його досвід як розробника, виробника та постачальника високонадійних систем контролю та управління для атомної енергетики та залізничного транспорту, про поточні і перспективні розробки, роботи із супроводу експлуатації СКУ.

Члени Ради на чолі з першим віце-президентом – технічним директором ДП НАЕК «Енергоатом» Олександром Шавлаковим проінформували учасників наради про завдання НАЕК «Енергоатом» із забезпечення енерговиробництва на АЕС України, про необхідність проведення реконструкцій і модернізацій устаткування АЕС і про тісне співробітництво керівництва НАЕК «Енергоатом», фахівців ВП АЕС і ПрАТ «СНВО «Імпульс» для вирішення цих завдань.

Присутні відвідали виробничі площі і розглянули нові розробки в системах автоматизації в атомній енергетиці. Результатом обговорення став сформований протокол, у якому зафіксували рішення, що сприяють інтенсифікації спільної роботи підрозділів НАЕК «Енергоатом» і ПрАТ «СНВО «Імпульс».

Засідання координаційно-експертної ради із АСУ ТП АЕС

В СНВО «Імпульс» було проведене засідання координаційно-експертної ради фахівців з питань АСУ ТП при ДП «НАЕК «Енергоатом». У ньому взяли участь представники ДП «НАЕК «Енергоатом», ВП «ЗАЕС», ВП «ЮУАЕС», ВП «ХАЕС», ВП «РАЕС», ВП «Науково-технічний центр», ВП «Атомремонтсервис», ВП «КБ «Атомприбор», Харківської філії ГНТЦ ЯРБ, ВАТ ХІ «Енергопроект», ПАТ «КІЕП», ТОВ «Вестрон», ПАТ «НВП «Радій», ПрАТ «Манометр-Харків», ТОВ «НВП Моноліт Енерго», ТОВ «АМІКО Комплект», ТОВ «СЕРТЦЕНТР АСУ» і СНВО «Імпульс».

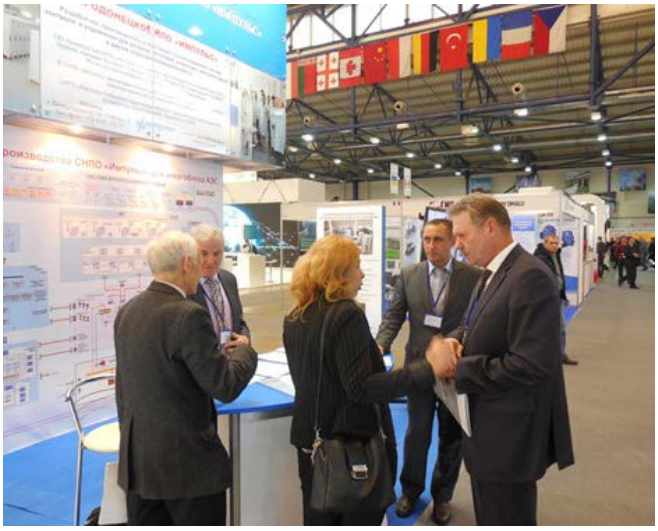
Під час розмови обговорили стан і проблеми реконструкції АСУ ТП АЕС, роботи з модернізації АСУ ТП і підходи до продовження строку експлуатації енергоблоків. Особливо відзначали проблемні питання за тематикою авторського супроводження поставлених раніше систем контролю та управління. Члени КЕР і запрошені учасники ознайомилися з усіма етапами повного циклу виробництва СКУ в СНВО «Імпульс»: відвідали виробничі цехи і ділянки, експериментально-дослідну базу, випробувальний центр і музей підприємства. Учасники КЕР відзначили високий професіоналізм працівників і розвинені технології виробництва.

Участь у міжнародній конференції «Болгарська атомна енергетика – національна, регіональна і світова енергетична безпека»

Фахівці СНВО «Імпульс» щороку беруть участь у міжнародній конференції, що її проводить організація «Болгарський Атомний Форум». На конференції представляють технічні доповіді та проводяться панельні дискусії, сфокусовані на проблемах і особливостях болгарської атомної енергетики – експлуатації, модернізації та продовженні терміну служби діючих енергоблоків АЕС «Козлодуй». Лунають дискусії про перспективне будівництво нових енергоблоків на території Болгарії.

Участь в Міжнародному форумі «ТЕК України: сьогодення і майбутнє»

Також щорічно представники СНВО «Імпульс» традиційно беруть участь в Міжнародному форумі «ТЕК України: сьогодення та майбутнє».



СНВО «Імпульс» завжди представлене експозицією про діяльність підприємства і продукцію, що виробляється. Для студентів київських технічних вузів неодноразово були прочитані короткі лекції про особливості систем контролю та управління енергоблоками АЕС. Фахівці СНВО «Імпульс» також брали участь у конференціях «День атомної енергетики» з доповідями.

Аудит ЄБРР

Для ефективного контролю виконання контрактів щодо реалізації заходів Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій (КсПБ), фінансованих за рахунок кредитів ЄБРР/ЄВРАТОМ, у липні 2018 на ПрАТ «СНВО «Імпульс» працювала делегація експертів у складі провідного менеджера департаменту ядерної безпеки ЄБРР, керівника групи міжнародної аудиторсько-консалтингової компанії «Ernst & Young LLC» (консультант-інспектор кредитора) та представника групи управління проектами КсПБ.

З боку ПрАТ СНВО «Імпульс» у діалозі взяли участь директор, заступники директора та керівники конкретних проектів, що відповідають за заходи КсПБ.

Члени делегації ознайомилися з усіма етапами повного циклу виробництва систем контролю та управління енергоблоками АЕС: заслухали доповіді заступників директора, провели інтерв'ю з керівниками проектів та іншими фахівцями, відвідали підрозділи НДДКР, експериментально-дослідний полігон, виробничі ділянки та цехи, незалежну випробувальну лабораторію.

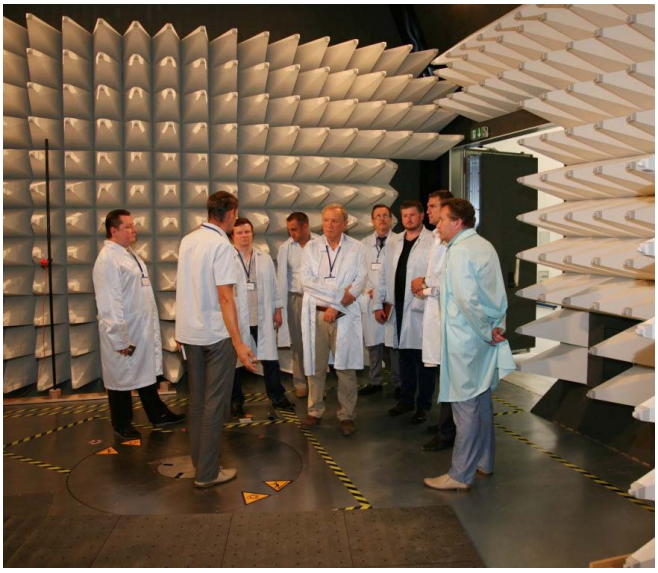
На полігоні були представлені аналоги систем, що функціонують на об'єктах, за допомогою яких при необхідності можна моделювати в реальному часі різні ситуації на атомних об'єктах , у тому числі і позаштатні. Були продемонстровані перспективні розробки.

Особливу увагу експерти приділили системі контролю якості, що діє на підприємстві. Обговорювали проблемні питання поставок та введення в експлуатацію устаткування.

Не залишилася без уваги делегації і незалежна випробувальна лабораторія LLC «Testing laboratory «EUTEST»», у якій використовується сучасне випробувальне устаткування виробництва Німеччини, Швейцарії, Італії тощо.

Члени делегації взяли участь у випробуваннях програмно-технічного комплексу контрольно-вимірювальних приладів системи нормальної експлуатації турбінного відділення (ПТК КИП СНЭ ТО) для енергоблоку № 3 Запорізької АЕС.

На підсумковій нараді експерти подякували фахівцям підприємства за конструктивну роботу, вичерпні відповіді на всі питання, що їх цікавили, і відзначили, що завдання аудиту виконані у повному обсязі.



Участь у міжнародних виставках

У квітні 2019 року представники СНВО «Імпульс» взяли участь у міжнародних виставках «ElcomUkraine 2019: електротехніка, енергоефективність» та «EIA: електроніка та промислова автоматизація 2019», що проходили на території виставочного центру «КиївЕкспоПлаза».

Виставки ElcomUkraine та EIA проходять щорічно у Києві і є масштабними галузевими подіями в сфері енергетики, електротехніки, радіоелектронних компонентів, інжинірингу та промислової автоматизації.

Участь СНВО «Імпульс» у виставці була представлена експозицією з устаткуванням (фрагмент низьковольтного комплектного пристрою НКУ РТЗО И, мікропроцесорний пристрій релейного захисту та автоматики ImPR1, реєстратор щитовий РЩ, пристрій плавного пуску ИА-4, перетворювач сигналів ПрС та ін., усього більше 10 виробів) і інформаційними планшетами про діяльність підприємства та вироблену продукцію.

Експозицію СНВО «Імпульс» відвідало понад 150 представників різних компаній, підприємств і організацій

Візит голови партії «Слуга народу»

У липні 2019 року СНВО «Імпульс» у рамках робочого візиту в Луганську область відвідав майбутній Голова Верховної Ради України Дмитро Разумков.

Влада на всіх рівнях мусить створювати умови, при яких бізнес може розвиватися, виходити на світові ринки, «тягти» за собою весь ланцюжок малого бізнесу

Під час екскурсії, яку провів голова наглядової ради СНВО «Імпульс» Володимир Єлісєєв, Дмитро Разумков детально ознайомився з передовими технологіями створення сучасних систем контролю та управління критичними інфраструктурними об'єктами. Маршрут екскурсії пролягав основними підрозділами і ділянками

підприємства: лабораторія НДДКР, виробничі ділянки, налагоджувальний полігон, незалежна випробувальна лабораторія EUTEST тощо. Були продемонстровані готові зразки систем контролю та управління для АЕС і залізниць.

У ході дискусії між гостем та представниками трудового колективу дійшли до загальної думки, що важливим напрямком вирішення економічних і соціальних проблем регіону та країни є підтримка вітчизняних виробників.

Співробітництво з навчальними закладами

СНВО «Імпульс» регулярно відвідують студенти та викладачі факультету інформаційних технологій і електроніки Східноукраїнського національного університету та відділення комп'ютерної техніки Сєвєродонецького технікуму, учні, майстри і викладачі професійно-технічних навчальних закладів. Вони знайомляться з лабораторним і технологічним устаткуванням, процесами виробництва, з налагоджувальним полігоном, випробувальним центром, а також з музеєм підприємства. Найкращі студенти пройшли науково-виробничу практику, захистили дипломні проекти по тематиці підприємства і були прийняті на роботу в СНВО «Імпульс». Викладачі навчальних закладів проходили стажування в підрозділах НДДКР.

…В 2020 – 2021 роках на «Імпульсі» будуть виконані роботи із виготовлення, постачання та введенню в експлуатацію ряду систем.

Жорстка конкуренція, досвід участі у міжнародних тендерних процедурах і проектах Єврокомісії, ЄБРР, Євратома, у спільних проектах із провідними світовими виробниками мотивує фахівців СНВО «Імпульс» до постійного росту, розвитку та пошуку нових рішень. Іде активна робота із просування продукції на світові ринки. Розробляється апаратно-програмна платформа для нового покоління систем контролю та управління, освоюються нові види продукції, обновляються лабораторна та виробнича бази підприємства. Колектив СНВО «Імпульс» із упевненістю дивиться в майбутнє.

НАДІЙНІСТЬ, БЕЗПЕКА – І ЕКОНОМІЯ

Олександр Казимиров
Генеральний директор
«Атомкомплексприлад»

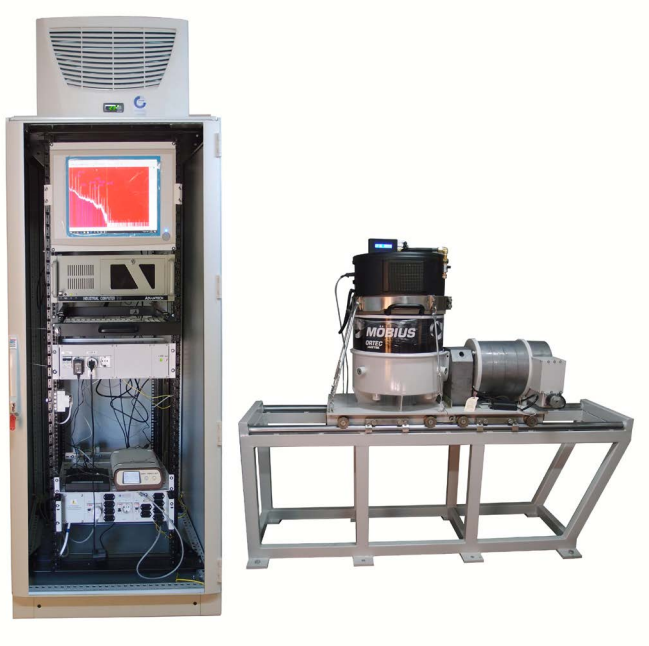
НВП «Атомкомплексприлад» – ровесник української незалежності. Створене в 1991 році, це підприємство активно проводить розробки та впровадження приладів, систем та технологій забезпечення радіаційної безпеки в технологічних процесах на АЕС та довкіллі.

За останні роки для потреб АЕС України була виготовлена та впроваджена ціла низка високотехнологічної продукції. Серед них – спектрометричний комплекс контролю теплоносія першого контуру реактора СТПК-01 декількох модифікацій; програмно-технічний комплекс контролю протікання парогенератора за активністю 16N в гострій парі «АЗОТ-16-ПГ»; модернізований сцинтиляційний гамма-спектрометр для паспортизації не сортованих твердих радіоактивних відходів СЕГ-001м «АКП-С»-ТРО.

Комплекси СТПК-01 експлуатують на блоках РАЕС, ХАЕС, ЗАЕС, також планується поставка їх на ЮУАЕС, а «АЗОТ-16-ПГ» – на ХАЕС. Установку СЕГ-001м «АКП-С»-ТРО успішно використовують на всіх чотирьох АЕС України. Підприємство забезпечує повне гарантійне та постгарантійне обслуговування свого обладнання, проведення робіт з його модернізації та ремонту. Інженери сервісної служби виконують роботи із введення в експлуатацію обладнання на території замовника, проведуть навчання операторів.

Також за останній час на підприємстві розробили та виготовили:

- гамма-спектрометр СЕГ-001 «АКП-С» «КЕРН» для експрес-аналізу повнорозмірних зразків керна у пробах гірських порід, вимірювання бурильних труб і довгих предметів;
- модифікації спектрометру бета-випромінювання СЕБ-01-150 для радіаційного контролю мишей та інших дрібних тварин;
- декілька модифікацій гамма-спектрометрів із серії СЕГ-001 за індивідуальними вимогами замовників;
- акселерометр трикомпонентний ТИСА М-1 для оперативної оцінки наслідків землетрусів у інтервалі від 1 бала й більше та контролю сейсмоударних навантажень при проведенні вибухових робіт, в системах оповіщення про небезпечні значення прискорень в будівлях і спорудах, в тому числі у складі розподілених систем сейсмічного моніторингу;
- пакувальні комплекти транспортних типу IP-2 для перевезення радіоактивних матеріалів групи SCO-II в різних об‘ємах: середньогабаритні контейнери ПКТ 1,2,3,5 та великогабаритні ПКТ 6,7 - для транспортування вантажів масою від 0,2 тон до 7,1 тон відповідно. Пакувальні комплекти успішно пройшли випробування та сертифікацію Державної інспекції з ядерного регулювання;
- заправно–переливний пристрій для перекачування рідкого азоту та інших кріогенних рідин з транспортних судин Дьюара в іншу ємність, який можна використовувати для заправки рідким азотом судин Дьюара в складі гамма-спектрометричних та інших установок.



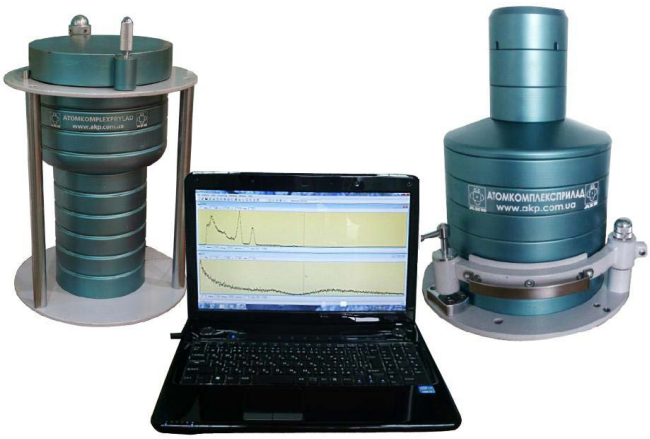
На підприємстві постійно проводиться щорічна модернізація програмного забезпечення «AKWin» та спектрометричного комплексу СТПК-01, на які отримані свідоцтва про авторські права. Це дозволяє задовольняти потреби спеціалістів у процесі експлуатації спектрометричних приладів та комплексів.

На замовлення ЧАЕС разом із ІПБ АЕС НАНУ «Атомкомплексприлад» проводить дослідно-конструкторську роботу із створення установки для оперативного неруйнівного контролю вигоряння ядерного палива тепловиділяючих збірок енергетичних реакторів атомної станції.

Прилади розроблені та серійно виготовляються у відповідності з вимогами ДСТУ ISO 9001-2015 та ISO 19443:2018, мають сертифікати відповідності типу згідно з чинним законодавством України. НВП «АКП» внесено у перелік корпоративних постачальників ДП НАЕК «Енергоатом».

Прилади забезпечені методиками вимірювань і пробопідготовки, що затверджені та узгоджені у встановленому порядку:

- ✓ СТП 0.03.051-2004 (ДП НАЕК «Енергоатом») «Тверді радіоактивні відходи. Визначення активності та ізотопного складу». «Типова методика виконання вимірювань з використанням сцинтиляційних спектрометрів НВП «АКП» та програмного забезпечення AkWin/АК1-П»;
- ✓ Визначення сумарної об`ємної активності аерозолів та газоподібних сполучень йоду у повітрі;
- ✓ Визначення забруднення поверхонь альфа, бета-випромінюючими радіонуклідами;
- ✓ Визначення активності природних радіонуклідів в об'єктах оточуючого середовища;
- ✓ Активність радіонуклідів 90Sr та 90Y в лічильних зразках, отриманих методом селекції радіонуклідів;
- ✓ Активність, питома активність та об'ємна активність бета-випромінюючих радіонуклідів в лічильних зразках об'єктів технологічних та природних середовищ;
- ✓ Активність, питома активність та об'ємна активність гамма-випромінюючих радіонуклідів в лічильних зразках об'єктів технологічних та природних середовищ;
- ✓ Активність бета-випромінюючих радіонуклідів у лічильних зразках водних об`єктів. Методика виконання вимірювань з використанням бета-спектрометрів і програмного забезпечення «AkWin».



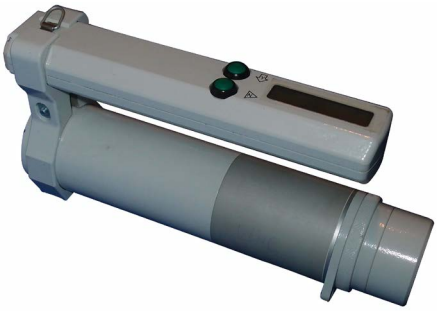
Діяльність НВП «Атомкомплексприлад» дозволяє заощаджувати державні кошти під час забезпечення радіаційного контролю в Україні.

Для ілюстрації – експертна оцінка, яка була виконана при присудженні Державної премії України в галузі науки і техніки за 2006 рік за цикл розробок, проведених НВП «АКП» спільно з інститутами НАН України щодо впровадження даної апаратури.

За її результатами було зазначено: завдяки розробці нових приладів та технологій радіаційного контролю «Атомкомплексприладу» народногосподарський економічний ефект склав 153,9 млн грн.

На підприємстві також приділяють велику увагу підвищенню кваліфікації як співробітників, так і фахівців, що працюють на приладах виробництва НВП «АКП». Періодично тут проводять безкоштовний науково-практичний семінар: «Прилади і системи для радіаційного контролю», розрахований на спеціалістів, що працюють в різних галузях в Україні.

Функціонує також літня школа «Методи проведення радіаційного післяаварійного моніторингу», в якій беруть участь спеціалісти з різних країн світу. Провідні фахівці підприємства регулярно виступають із доповідями у наукових міжнародних конференціях з питань радіаційної безпеки у розвитку атомної енергетики.



ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ЯДЕРНОЇ БЕЗПЕКИ

Ігор Шевченко
Директор ДНТЦ ЯРБ

Ядерна енергетика – високотехнологічна, але при цьому потенційно небезпечна та наукоємна галузь. Втім, без неї існування сучасної цивілізації є неможливим: адже значну частину усієї електрогенерації світу досі продукують атомні станції. А щоб атом залишався мирним і безпечним, світова спільнота суворо дотримується особливого режиму ядерної та радіаційної безпеки, головною ланкою якого є державні органи ядерного регулювання. На території України таким регулюючим органом є Державна інспекція ядерного регулювання України.

Державне регулювання безпеки використання ядерної енергії безпосередньо пов'язане з необхідністю вирішувати багато складних завдань науково-технічного характеру, які зазвичай покладають на організації технічної підтримки при регулюючому органі. Саме ці організації здатні виконувати компетентні та незалежні технічні оцінки, а також проводити власні дослідження й готувати розробки, що допомагають розв'язувати проблеми регулювання безпеки на АЕС. На теренах України такою структурою є Державне підприємство «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки».

Команда, експерти, оцінки і поради

Діяльність ДНТЦ ЯРБ ось вже понад чверть століття спрямована не лише на підвищення безпечної роботи ядерних установок, поводження з відпрацьованим ядерним паливом, радіоактивними відходами, а й поліпшення ставлення громадськості до ядерних технологій. Кожен з нас хоче відчувати себе у безпеці і бути впевненим у такому ж майбутньому для наступних поколінь.

Нині підприємство за своїм статусом, тематичним спрямуванням, програмно-технічним оснащенням, кваліфікацією та чисельністю персоналу є провідною спеціалізованою організацією в Україні, що виконує функції наукового, аналітичного, технічного, інформаційного, методичного, інженерного, консультативного й експертного супроводу діяльності Державної інспекції з ядерного регулювання України.

Установа займається не лише експертною діяльністю, але й виконує значний обсяг прикладних науково-технічних досліджень. Зокрема, фахівці центру проводять оцінку безпеки енергоблоків АЕС, впроваджують сучасні розрахункові коди та методики в експертну діяльність щодо оцінки матеріалів, які обґрунтовують безпеку енергоблоків АЕС України. А також допомагають вдосконалювати нормативно-правову базу з ядерної та радіаційної безпеки, проводити спільні дослідження за міжнародними проєктами.

Результати ж діяльності ДНТЦ ЯРБ мають вагоме практичне значення не лише для Держатомрегулювання, але й для організацій, які займаються проєктуванням, будівництвом, експлуатацією, ремонтом і зняттям з експлуатації об'єктів із ядерними технологіями, – причому, як в Україні так і за її межами.

Їх практично використовують на АЕС, дослідницьких реакторах, підприємствах ядерного паливного циклу, об'єктах з поводження з відпрацьованим ядерним паливом і радіоактивними відходами. А також на підприємствах, зокрема, медичної галузі, які використовують джерела іонізуючого випромінювання.

Науково-технічну та ресурсну базу ДНТЦ ЯРБ створювали протягом чверть століття, – спільними зусиллями Держатомрегулювання та колективу підприємства, із залученням допомоги з боку Міжнародного агентства з атомної енергії та інших міжнародних організацій.

Технічна база, наукові, методичні та інші ресурси, а також набутий досвід є унікальними, що дозволяє підприємству на високому рівні та без фінансування з державного або місцевого бюджетів виконувати завдання Держатомрегулювання, брати участь у виконанні доручень Кабінету Міністрів України, рішень Ради нацбезпеки та оборони України, інших органів виконавчої влади.

Для колегіального вирішення питань за напрямами основної діяльності в ДНТЦ ЯРБ на постійній основі працюють Експертна та Науково-технічна ради, метою яких є підвищення ефективності діяльності підприємства, розвиток перспективних напрямів досліджень, координація роботи наукових підрозділів, підвищення якості науково-технічної продукції.

Фаховість і професійний діалог

Фахівці ДНТЦ ЯРБ є членами дорадчо-консультативних органів Держатомрегулювання, Технічних комітетів стандартизації ТК-45 «Ядерне приладобудування» і ТК-79 «Атомна енергія», Міжвідомчих робочих груп з координації діяльності регулюючих органів під час видачі ліцензій на виконання робіт на об'єкті «Укриття» та зі зняття з експлуатації ЧАЕС, робочих груп ДП НАЕК «Енергоатом», секції «Ядерно-енергетичний комплекс» Науково-технічної ради Міненерговугілля України тощо.

Реалізовано низку нетрадиційних, проте ефективних, з точки зору охоплення аудиторії, заходів інформування громадськості про проблеми ядерної та радіаційної безпеки – конкурс малої прози «Український постапокаліпсис», результатом якого став випуск однойменної збірки оповідань, та тур «Радіаційна розвідка містами України», під час якого фахівці ДНТЦ ЯРБ проводили роз'яснювальну роботу серед населення, робили аналіз продуктів харчування.

Українсько-шведський проєкт Uatom.org передбачає проведення опитувань серед населення щодо актуальних проблем радіаційного захисту та ядерної захищеності. Відеоматеріали розміщують на офіційній сторінці проєкту на youtube-каналі та на офіційній сторінці у мережі Facebook.

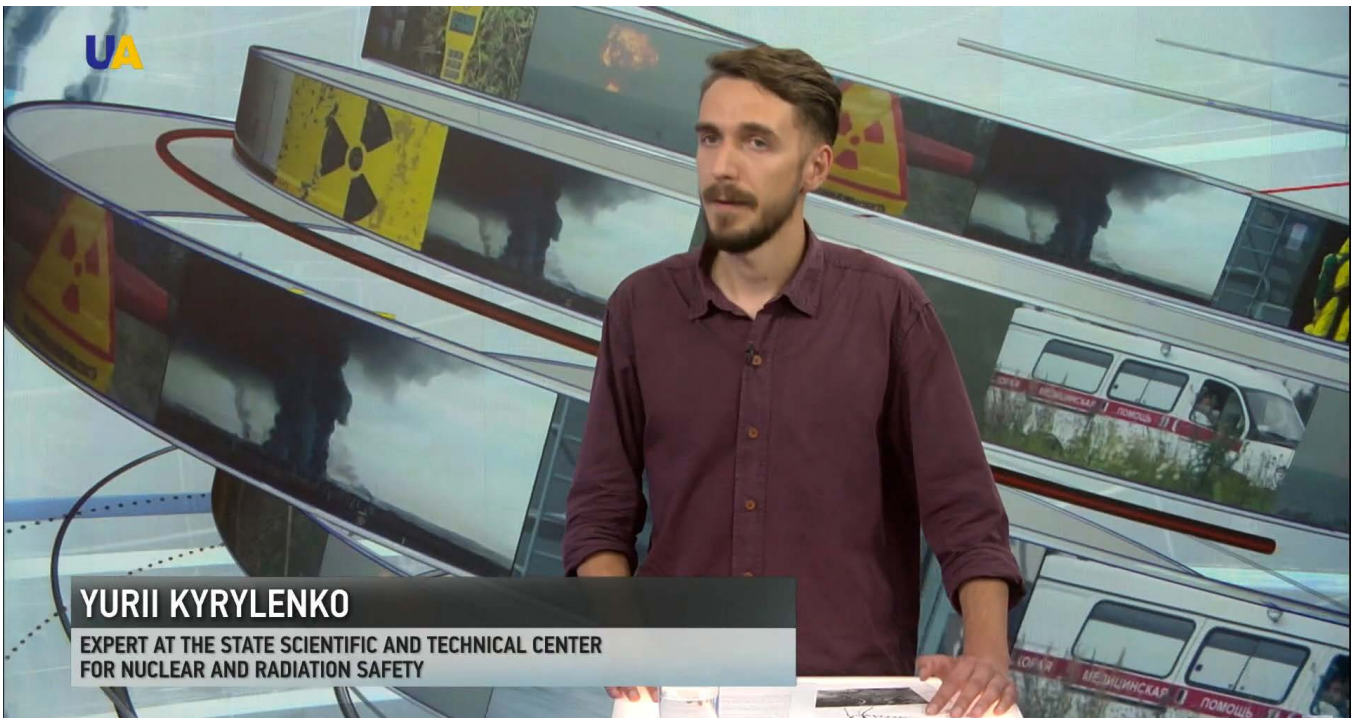
Експерти центру постійно надають фахові коментарі провідним українським та закордонним телеканалам, електронним та друкованим ЗМІ.

На регулярній основі виходить спеціалізований журнал «Ядерна та радіаційна безпека», який засновано в 1998 році і у якому друкують наукові статті фахівців із ЯРБ; співзасновники видання – ДНТЦ ЯРБ і Одеський національний політехнічний університет.

Важливим етапом у житті ДНТЦ ЯРБ стало створення нового іміджу підприємства шляхом проведення комплексної зміни айдентики – створено новий логотип, обрано нові фірмові кольори, кардинальних змін зазнали стилістика сторінок у соцмережах, сайт та журнал.

SSTC NRS | ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР З ЯДЕРНОЇ ТА РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ

У 2018 році ДНТЦ ЯРБ стало першим та єдиним українським державним підприємством, яке успішно пройшло сертифікаційний аудит на відповідність вимогам міжнародного стандарту ISO 37001:2016 «Антикорупційні системи менеджменту – Вимоги із настановою щодо застосування».



У 2019 році ДНТЦ ЯРБ підписав Меморандум про партнерство із Всеукраїнською Мережею Доброчесності та Комплаєнсу (UNIC).

Цьогоріч ДНТЦ ЯРБ отримав статус базової організації з науково-технічної діяльності у будівництві, – таким чином діяльність Центру розширилась у бік розвитку нормативної бази, яка визначає технічний рівень будівельної галузі, котру застосовують в атомній енергетиці.

Ще один важливий напрямок роботи Центру — навчання та наставництво: установа організувала низку навчальних курсів з питань ЯРБ для спеціалістів ДП «Бар'єр», ТОВ «Укратоменергопроект», ТОВ «ПТКІ «Укркраненерго», ДП НАЕК «Енергоатом» та його відокремлених підрозділів, Центру з ЯРБ Міністерства з надзвичайних ситуацій Республіки Білорусь, Аварійного центру реагування та управління ядерними аварійними ситуаціями китайської провінції Шаньдун.

У 2017 році ДНТЦ ЯРБ долучився до освітнього проєкту ДП НАЕК «Енергоатом» Весняна школа, під час якого фахівці підприємства діляться досвідом щодо науково-технічної підтримки регулювання ЯРБ, застосування інженерного досвіду у передових наукових дослідженнях та розробках у сфері ЯРБ. Цьогоріч ДНТЦ ЯРБ та ENSTTI підписали Меморандум про взаєморозуміння щодо створення на базі ДНТЦ ЯРБ «Школи ВВЕР».

Спільно з IRSN у ДНТЦ ЯРБ проведено міжнародний навчальний курс «Регулюючі документи МАГАТЕ щодо кваліфікації та затвердження упаковок для транспортування радіоактивних матеріалів». Також у ДНТЦ ЯРБ відбулося стажування спеціалістів Госатомнадзора Білорусі. Спільно з Інститутом радіоелементів IRE та його дочірньою компанією IRE-ELiT під час реалізації програми допомоги бельгійського уряду країнам Східної, Центральної Європи та країнам СНД щодо безпеки ядерних установок проведено тематичні семінари з обміну досвідом з питань радіаційного захисту медичних джерел іонізуючого випромінювання, аварійної готовності та реагування, характеризації радіоактивних відходів та радіоактивних матеріалів природнього походження.

© SSTC NRS

Проведено навчальні курси та перевірки знань з питань радіаційної безпеки у співробітників Департаменту забезпечення діяльності, пов'язаної з небезпечними матеріалами, Національної поліції України та заступника головного лікаря з медичного забезпечення Київського міського пологового будинку №2.

Спільно з Одеським національним політехнічним університетом та ДП НАЕК «Енергоатом» другий рік поспіль успішно проведено Міжнародну українсько-турецьку літню ядерну школу для представників України та університетів Туреччини, – для ознайомлення із основами ядерної фізики, аспектами ЯРБ та сучасними підходами до застосування теплогідравлічних і нейтронно-кінетичних комп'ютерних кодів для обґрунтування безпеки АЕС.

ДНТЦ ЯРБ враховує передовий міжнародний досвід у сфері регулювання ядерної та радіаційної безпеки. Для розвитку експертного та науково-технічного потенціалу фахівці Центру беруть участь у міжнародних заходах з навчання персоналу – семінарах, тренінгах, робочих зустрічах з обміну досвідом.

За роки діяльності значно збагатився експертний потенціал, необхідний для надання ефективної підтримки регулюючому органу України щодо оцінки безпеки за всіма видами діяльності у сфері використання ядерної енергії. Успішний багаторічний досвід щодо оцінки безпеки реакторів за технологією ВВЕР є одним із найбільш значних серед організацій технічної підтримки країн східної Європи.

На міжнародних паралелях

Наразі триває співпраця ДНТЦ ЯРБ з регулюючими органами Сполучених Штатів Америки, Німеччини, Франції, Швеції, Норвегії та низки інших держав. Успішно реалізовується низка міжнародних проєктів у програмах міжнародної науково-технічної допомоги з Європейською Комісією, за грантовими угодами, що їх фінансує ЄБРР. Підписано Меморандум щодо ініціювання взаємовигідної співпраці з Інститутом ядерної енергетики Китаю та Угоду між ДНТЦ ЯРБ, Інститутом проблем безпеки атомних електростанцій НАН України та китайською корпорацією «Ціндао Сянчу Енерджі Девелопмент Груп» про створення спільного китайсько-українського підприємства.

© SSTC NRS

2019 році між Комісією ядерного регулювання США та Державною інспекцією ядерного регулювання України, а також між ДНТЦ ЯРБ та Брукхейвенською національною лабораторією було підписано Основну рамкову угоду. Цього ж року підписано Основну рамкову угоду про співробітництво із Аргонською Національною Лабораторією (США).

ДНТЦ ЯРБ бере активну участь у підготовці проєктних пропозицій для отримання грантів за Програмою Євратому з досліджень та навчальної діяльності (2014-2020) «Горизонт-2020». Цьогоріч Центр став учасником 3 міжнародних проєктів, які одержали гранти Євратому за програмою наукових досліджень та навчання «Горизонт 2020» за результатами конкурсу проєктних пропозицій.

Важливим напрямом міжнародного співробітництва була участь ДНТЦ ЯРБ у проєктах міжнародної технічної допомоги ЄС за програмою «Інструмент співробітництва у галузі ядерної безпеки» (INSC). Центр також продовжуває розвивати двосторонні зв'язки з партнерами з окремих країн ЄС. Серед них Інститут радіоелементів та його дочірна компанія (IRE-EliT). Діалог відбувається за сприяння уряду Бельгії країнам Східної, Центральної Європи та країнам СНД, яке стосується безпеки ядерних установок.

Триває співпраця з товариством з безпеки реакторів (GRS) з Німеччини, – на виконання Меморандуму про науково-технічне співробітництво між Міністерством навколишнього середовища та ядерної безпеки цієї країни (BMU)/GRS та Держатомрегулювання/ДНТЦ ЯРБ.

Підписано контракт з GRS на розробку ДНТЦ ЯРБ методичних рекомендацій щодо моніторингу стану паливомістких матеріалів при експлуатації нового безпечного конфайнмента. Також триває співпраця ДНТЦ ЯРБ з Норвезьким агентством радіаційного захисту (NRPA) за угодою між Держатомрегулювання та NRPA про співробітництво у сфері ядерної та радіаційної безпеки. Розвивається науково-технічна кооперація з установами Китайської Народної Республіки.

У липні 2018 року ДНТЦ ЯРБ та Інститут ядерної енергетики КНР підписали меморандум про довгострокову співпрацю у сфері ЯРБ. Практичним кроком у співробітництві стало погодження першого технічного завдання для ДНТЦ ЯРБ на «Розробку керівництв з аналізу безпеки АЕС з ВВЕР». У жовтні 2018 року було підписано угоду між адміністративним комітетом Вільної зони економічного та технологічного розвитку міста Циндао та СП «Китайсько-українські ядерно-енергетичні технології Сянчу», – за участю

NRS

ДНТЦ ЯРБ. Сторони домовилися про інвестиції в проєкт зі створення науково-дослідного інституту альтернативної енергетики Сянчу та будівництва його головного офісу на території цієї Вільної зони. Цьогоріч разом з ТОВ «Технео Глобал», Інститутом ядерної енергії КНР (NPIC) та Chengdu Hezong Nuclear Power Engineering Corporation (NPEC) Центр відкрив Китайсько-Українську науково-дослідницьку платформу з питань безпеки та управління старінням АЕС. .

Торік ДНТЦ ЯРБ брав участь у кількох проєктах МАГАТЕ: науковому проєкті «Моделювання палива у аварійних режимах» (FUMAC): продовжувались роботи з моделювання експериментальних даних з використанням розрахункового коду TRANSURANUS. Ще один координаційний науково-дослідницький проєкт «Бенчмарк імовірнісного аналізу безпеки для майданчиків з багатоблоковими/багатореакторними АЕС» (MUPSA): експерти ДНТЦ ЯРБ розпочали дослідження аспектів багатоблокової атомної електростанції для Рівненської АЕС. І нарешті ДНТЦ ЯРБ приєднався до виконавців проєкту «Підвищення спроможностей країн-учасниць в диверсифікації поставок палива для АЕС».

Роль молодих і науково–дослідна робота

Молоді експерти ДНТЦ ЯРБ брали участь у низці міжнародних навчальних заходів, організованих міжнародними організаціями, закордонними науковими установами, організаціями технічної безпеки та регулюючими органами інших країн. Серед них – зустріч користувачів європейської системи підтримки ухвалення рішень з реагування на радіаційні аварії JRODOS (м. Мюнхен, Німеччина). Ще один захід – семінар з ядерної захищеності, який було організовано Агентством з атомної енергії Японії у співробітництві з Міністерством освіти, культури, спорту, науки і технології Японії, Департаментом енергетики США, Національною адміністрацією з ядерної безпеки США та Сандійськими національними лабораторіями США (м. Токай, префектура Ібаракі, Японія).

При цьому дослідницька програма і розвиток стратегії державного регулювання ЯРБ має на меті вивчення та імплементацію передових методологій у практику регулювання, визначення й обґрунтування принципів, критеріїв і цілей безпеки, необхідних для запровадження політики

© SSTC NRS

і технічних вимог регулюючого органу. Вона зосереджена на виконанні аналізу проєктно-конструкторських, експлуатаційних процедур та практики; міцності та надійності основного обладнання, корпусу реактора та конфайнмента, функціональної достатності й надійності систем, важливих для безпеки, в тому числі інформаційних і керуючих систем; відмов та порушень в роботі АЕС, а також причин і наслідків відмов та пошкоджень обладнання, систем й елементів; аварійних подій та їх наслідків. Науково-дослідні та аналітичні роботи є основою формування науково-технічного потенціалу ДНТЦ ЯРБ, вдосконалення розрахунково-аналітичних можливостей та дослідження актуальних питань безпеки використання ядерної енергії.

Загалом науково-дослідна робота ДНТЦ ЯРБ проходить за сімома головними напрямами. Перший з них – це вдосконалення нормативної бази з ядерної та радіаційної безпеки. Другий – розрахункові дослідження перебігу аварійних процесів в реакторній установці та герметичній оболонці АЕС. Третій – впровадження сучасних розрахункових кодів в експертну діяльність щодо оцінки матеріалів, що обґрунтовують безпеку енергоблоків АЕС України.

Четвертий напрям – поглиблений аналіз та обробка даних щодо досвіду експлуатації АЕС з метою аналізу безпеки діяльності у сфері використання ядерної енергії та проведення досліджень для наукового обґрунтування регулюючих рішень Держатомрегулювання. П'ятий – дослідження актуальних питань безпеки використання ядерної енергії. Шостий – проведення спільних досліджень за міжнародними проектами. І нарешті останній, сьомий напрямок – це використання можливостей мобільної лабораторії радіаційної розвідки RanidSONNY.

Ця лабораторія дозволила на запит Держатомрегулювання провести радіаційне обстеження на території Національного інституту раку, а також дозиметричні вимірювання в приміщеннях лінійного прискорювача Electa Synergy S та комп'ютерного томографу Aquilion LB TSX-201A у лікувально-діагностичному корпусі Національної дитячої спеціалізованої лікарні «Охматдит». Здійснювався радіаційний моніторинг під час проведення фінальних матчів Ліги Чемпіонів УЄФА-2018 у Києві.

Фахівці Центру виконали вимірювання радіаційного гама-фону та концентрації радіонуклідів техногенного походження в приземному шарі повітря у Києві та на прилеглій території у зв'язку з виникненням пожежі у Зоні відчуження Чорнобильської АЕС.

Мобільна лабораторія радіаційної розвідки «RanidSONNI» також взяла участь у вуличній акції «Атом для миру», що відбувалась у місті Буча. Під час цієї акції фахівці ДНТЦ ЯРБ перевіряли на вміст радіонуклідів продукти харчування, предмети господарського та побутового вжитку.

Науково-дослідні та аналітичні роботи є основою науково-технічного потенціалу ДНТЦ ЯРБ

Екіпаж мобільної лабораторії радіаційної розвідки «RanidSONNI» взяв участь у другому спільному з Федеральним відомством радіаційного захисту Німеччини (BfS) тренувальному навчанні з аварійного реагування із застосуванням мобільних дослідницьких лабораторій, що проходило на території Чорнобильської зони відчуження. Обидві структури змогли обмінятися досвідом щодо методів обстеження територій, інтеркалібрування обладнання та підвищення кваліфікації персоналу.

Було також проведено дозиметричні вимірювання нейтронного випромінювання в приміщеннях лінійного прискорювача Varian Medical Systems, Inc.: Clinac 2100C, у медичному закладі ТОВ «Медична клініка Інновація».

Нормотворча діяльність Центру

Фахівці ДНТЦ ЯРБ, співпрацюючи з КЯР США, RISKAUDIT, IRSN, NRPA, МАГАТЕ, ETSON, беруть участь у розробленні та перегляді НД за кількома напрямами. А саме:

- ✓ безпека ЯУ;
- ✓ безпека поводження з РАВ;

- ✓ забезпечення фізичного захисту, обліку та контролю;
- ✓ безпека ДІВ;
- ✓ регулювання безпеки транспортування радіоактивних матеріалів.

Серед останніх, зокрема Правила улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки: положення цього НПА деталізують та конкретизують регулюючі вимоги щодо улаштування та безпечної експлуатації локалізуючих систем безпеки енергоблоків АЕС, викладених в «Загальних положеннях безпеки атомних станцій».

Загальні положення безпеки при захороненні радіоактивних відходів встановлюють основні вимоги для забезпечення ЯРБ під час захоронення РАВ, спрямовані на захист персоналу, населення і навколишнього природного середовища від шкідливого впливу РАВ під час експлуатації та закриття сховищ для захоронення РАВ і на довгостроковий період після їх закриття. Зміни до НПА «Вимоги до сейсмостійкого проєктування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій» стосуються загальних положень вимог до сейсмостійкого проєктування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій; сейсмічного проєктування енергоблоків атомних станцій; переоцінки сейсмічної безпеки енергоблоків атомних станцій, що знаходяться в експлуатації. Також за останні роки фахівці ДНТЦ ЯРБ розробили проєкти остаточних редакцій НПА: Вимоги безпеки під час поводження з ядерним паливом атомних станцій, які встановлюють загальні вимоги, критерії та принципи забезпечення безпеки під час поводження з ядерним паливом атомних станцій, дослідницьких реакторів, критичних та підкритичних збірок.

Загальні вимоги до будови та безпечної експлуатації обладнання і трубопроводів атомних станцій – вимоги до влаштування та безпеки під час експлуатації обладнання й трубопроводів атомних станцій; проєктування, виготовлення та монтажу (зварювання) обладнання і трубопроводів атомних станцій, а також контролю якості основного металу, зварних з’єднань та наплавлень обладнання й трубопроводів атомних станцій.

Основні положення безпеки сховищ відпрацьованого ядерного палива сухого типу поширюються на діяльність щодо розміщення, проєктування, будівництва, введення в експлуатацію, експлуатації та зняття з експлуатації сховищ ВЯП сухого типу, а також з конструювання, виготовлення і постачання систем і елементів для них.

Постійно триває робота над формуванням технічних завдань на створення нових нормативно-правових актів. Фахівці ДНТЦ ЯРБ беруть участь у експертній робочій групі ДП НАЕК «Енергоатом» з обговорення підходів до подальшої діяльності в умовах скасування чинності нормативних документів колишнього СРСР. Опрацьовано низку документів та надано експертний висновок щодо вчинення або невчинення негативного впливу на рівень ядерної та радіаційної безпеки експлуатації АЕС скасування без заміни ГОСТ.

За дорученням Держатомрегулювання ДНТЦ ЯРБ для вдосконалення та систематизації підходів до виконання прогнозних оцінок радіаційних наслідків аварій розробив «Методику підготовки вихідних даних та проведення оцінок і прогнозування радіаційних наслідків аварій за допомогою системи підтримки ухвалення рішень РОДОС».

Співпрацюючи з Комісією ядерного регулювання США, ДНТЦ ЯРБ спільно з BNL виконував роботи з розроблення методичних документів: Методика оцінки матеріалів експлуатуючої організації щодо кваліфікації обладнання енергоблоків АЕС на «жорсткі» умови навколишнього середовища, що можуть виникнути при важких аваріях; Методика оцінки безпеки цифрових інформаційних та керуючих систем АЕС при ліцензуванні; Рекомендації та підходи до оцінки безпеки систем зберігання та транспортування свіжого і відпрацьованого ядерного палива з використанням досвіду США з метою зниження консерватизму в оцінках критичності.

Також, спільно з RISKAUDIT і NRPA, ДНТЦ ЯРБ продовжував співпрацю щодо створення керівних документів, зокрема Керівництво з визначення характеристик, обліку та контролю радіоактивних відходів та великої кількості інших документів.

За дорученням Держатомрегулювання Центр долучався до організації та проведення засідання робочої групи з гармонізації безпеки реакторів (RHWG), проведено аналіз звітів щодо імплементації референтних рівнів WENRA для діючих реакторів у національну регулюючу базу країн-членів. Фахівці ДНТЦ ЯРБ актуалізували інформацію, наведену в цих звітах щодо стану та планів імплементації референтних рівнів WENRA для діючих реакторів в національну нормативну базу.

Впроваджуючи ризик-інформовані підходи під час експлуатації АЕС, виконано аналіз національних вимог у порівнянні із документами США, визначено обсяг коригувань нормативної бази для забезпечення можливості оптимізації ТОіР на основі ризик-інформованого управління конфігурацією АЕС.

Постійно триває робота над ТЗ для створення нових нормативно-правових актів

Задля розвитку та впровадження інтегральної системи нагляду за безпекою АЕС, яка дозволяє підвищити ефективність наглядової діяльності, вдосконалити процес прийняття регуляторних рішень на основі інтегрованих оцінок безпеки та зменшити вплив суб'єктивних оцінок і рішень в процесі регулювання безпеки, фахівці ДНТЦ ЯРБ проводили дослідження щодо розрахунків показників безпеки, пов'язаних з порушеннями в роботі АЕС України.

Виконання науково-дослідних або аналітичних робіт власним коштом

Аби узагальнити сучасні досягнення Центру та систематизувати методичну базу Держатомрегулювання та ДНТЦ ЯРБ щодо виконання державної експертизи ЯРБ та наглядової діяльності в рамках виконання НДР, фахівці підприємства розробили методичні та керівні документи.

Серед них — НДР, спрямовані на впровадження сучасних розрахункових кодів в експертну діяльність. Так була розроблена низка розрахункових моделей, зокрема: теплогідравлічна модель багатоцільового контейнера БЦК-31 (виробництва концерну Holtec) для коду ANSYS CFX; модель гермооб'єму енергоблока типу ВВЕР-1000/ В-320 для комп'ютерного коду COCOSYS V2.4; імовірнісна модель енергоблоку ВВЕР 1000/В-320 для

внутрішніх вихідних подій при роботі енергоблока на номінальному рівні потужності для коду SAPHIRE 8.

Також модель енергоблока ВВЕР-100/В-320 для коду MELCOR 2.1.; модель компенсатора тиску енергоблока № 3 РАЕС (ВВЕР-1000/В-320) для коду ANSYS; модель активної зони ВВЕР-1000 для коду PARCS; модель для аналізу критичності паливовмістких мас під час важкої аварії в реакторі та басейні витримки ВВЕР-1000 для коду SCALE; модель трубопроводів обв'язки баків TQ13-33B01 до арматур TQ13-33S27, зокрема енергоблоку №4 РАЕС, для коду ANSYS; модель енергоблока ВВЕР-1000/В-320 для коду ATHLET-CD тощо.

Впровадження розробленої моделі ЯПВУ ВВЕР 1000/В-320 розширює технічні та аналітичні можливості ДНТЦ ЯРБ

Аби проаналізувати безпеки діяльності у сфері використання ядерної енергії та проведення досліджень для наукового обґрунтування регулюючих рішень Держатомрегулювання, виконана низка НДР з поглибленого аналізу та обробки даних щодо досвіду експлуатації АЕС.

Для розширення технічних та аналітичних можливостей ДНТЦ ЯРБ у використанні сучасних кодів проводилося розрахунково-аналітичне моделювання з використанням розрахункового коду TRACE як елемент участі у програмі CAMP. Отримано результати порівняльних розрахунків сценаріїв проєктних аварій, які проведено із застосуванням теплогідравлічних моделей ЯПВУ ВВЕР-1000/В-320 та ВВЕР-440В-213, розроблених для коду TRACE версії patch4, з розрахунками, виконаними на аналогічних моделях для коду RELAP5 mod 3.2.

Результати порівняльних розрахунків для розроблених розрахункових моделей ЯПВУ ВВЕР-1000/В-320 та ВВЕР 440/В-213 у форматі коду TRACE показали хорошу збіжність з відповідними, раніше розробленими розрахунковими моделями для коду RELAP5.

Розроблені моделі ЯПВУ ВВЕР 1000/В-320 та ВВЕР 440/В-213 у форматі коду TRACE готові до впровадження в ДНТЦ ЯРБ задля підвищення ефективності виконання робіт з оцінювання матеріалів експлуатуючої організації з обґрунтування безпеки АЕС України.

Також виконано розрахунково-аналітичне моделювання з використанням розрахункового коду MELCOR під час реалізації програми CSARP. Задля цього було проведено розрахунково-аналітичні моделювання процесів розвитку важкої аварії на РУ ВВЕР 1000/В-320 з використанням програмного коду MELCOR версії 2.1. Результати виконаного аналізу дозволяють на якіснішому рівні дослідити характер перебігу таких феноменів важких аварій, як розігрів та плавлення активної зони, переміщення розплаву та пошкодження підтримуючих структур активної зони, пошкодження внаслідок впливу високотемпературних обломків активної зони днища корпусу реактора, взаємодія розплаву з бетоном.

Впровадження розробленої моделі ЯПВУ ВВЕР 1000/В-320 розширює технічні та аналітичні можливості ДНТЦ ЯРБ та Держатомрегулювання під час аналізу аварій та перехідних процесів на ЯПВУ.

Ще одне досягнення Центру — імовірнісна модель енергоблока ВВЕР 1000/В-320 для внутрішніх вихідних подій при роботі енергоблока на номінальному рівні потужності для коду SAPHIRE 8. Фахівці установи конвертували ймовірнісну модель типового енергоблока ВВЕР-1000/В-320, розроблену для коду SAPHIRE версії 6.74, у формат коду SAPHIRE версії 8.1.4.

Для аналізу коректності розробленої моделі порівняли результати розрахунків частоти пошкодження активної зони для вихідних подій аварій з використанням імовірнісної моделі типового енергоблока ВВЕР-1000/В-320, розробленої для коду SAPHIRE версії 6.74, та оновленої моделі для коду SAPHIRE версії 8.1.4. Результати показали хорошу збіжність.

Використання в експертній діяльності оновленої імовірнісної моделі дозволить підвищити якість виконання державних експертиз матеріалів з обґрунтування безпеки АЕС України.

Варто сказати про модель викиду та зовнішнього середовища ВП ЗАЕС для коду MACCS. Під час цієї роботи оглянули моделі переносу радіоактивних речовин в атмосфері, які застосовуються в розрахункових кодах MACCS, HotSpot та РОДОС, та розробили модель розповсюдження радіоактивних домішок в атмосфері для сценарію аварії на ЗАЕС «Повне знеструмлення енергоблока з нелокалізацією ГО».

Порівняльний аналіз результатів розрахунків доз опромінення населення в зоні спостереження ЗАЕС, отриманих за допомогою коду MACCS, з аналогічними результатами, отриманими за допомогою системи підтримки ухвалення рішення РОДОС та коду HotSpot при однакових вихідних даних показав невеликі відмінності в чисельних оцінках доз для різних кодів. Ці відмінності зумовлені відмінностями в значеннях таких параметрів, як швидкість осадження на поверхню (сухого та вологого) для різних форм йоду та відмінностями в коефіцієнтах переходу від концентрації до дози.

За результатами роботи було встановлено, що застосування коду MACCS як інструмента аварійного планування та оцінки радіаційних наслідків є можливим за умови його адаптації до нормативної бази України за рівнями втручання з одного боку та адаптації регіональних даних (демографія, виробництво с/г продукції тощо), специфічних для українських АЕС, до форматів, сумісних з кодом MACCS, — з іншого.

Також було виконано розрахунково-аналітичне моделювання процесів розвитку важких аварій з використанням коду ATHLET-CD. Результати аналізу з використанням розрахункової моделі ЯПВУ ВВЕР 1000/В-320 для коду ATHLET-CD дозволять альтернативним шляхом дослідити характер перебігу таких феноменів важких аварій,

ATHLET-CD

як розігрів та плавлення активної зони, переміщення розплаву та пошкодження активної зони, пошкодження внаслідок впливу високотемпературних обломків активної зони днища корпусу реактора, взаємодія розплаву з бетоном.

Сьогодні продовжується моделювання процесів горіння повітряно-водневої суміші у вертикальному каналі з використанням розрахункових кодів ANSYS CFX та MELCOR. Науковці Центру мають розробити модель установки із застосуванням розрахункових кодів ANSYS CFX та MELCOR для дослідження процесів горіння

повітряно-водневих сумішей, що можуть утворюватися під час важких аварій. Також будуть надані відомості про особливості моделювання з урахуванням специфічних можливостей кожного з розрахункових кодів.

Триває робота над моделлю першого контуру ВВЕР-1000 для коду ANSYS: модель корпусу реактора (без тріщини); розробляється скінчено-елементна модель корпусу реактора ВВЕР-1000 для програмного коду ANSYS. Для аналізу коректності розробленої моделі заплановано порівняти результати розрахунків за допомогою програмного коду ANSYS з результатами відповідних розрахунків корпусу реактора, виконаними ВП ЗАЕС.

Готова модель для програмного коду ANSYS буде впроваджена у практику ДНТЦ ЯРБ задля оцінювання матеріалів обґрунтування безпеки АЕС України, зокрема міцнісних розрахунків корпусу реактора.

Тим часом вже завершено розроблення моделей компенсатора тиску та трубопроводу обв'язки бака TQ33B01 енергоблоків № 3-4 ВП РАЕС для коду ANSYS: розроблено скінчено-елементні моделі компенсатора тиску реактора ВВЕР-1000 та трубопроводу обв'язки бака TQ33B01 для програмного коду ANSYS. Для аналізу коректності розроблених моделей проведено порівняння результатів розрахунків за допомогою програмного коду ANSYS з результатами аналітичних розрахунків, а також результатами відповідних розрахунків компенсатора тиску та трубопроводу обв'язки бака TQ33B01, виконаними РАЕС. Результати порівняльного аналізу показали хорошу збіжність результатів розрахунків для обох розроблених моделей. Отримані результати вже готові до впровадження в практику ДНТЦ ЯРБ у процесі оцінювання матеріалів обґрунтування безпеки АЕС України, зокрема міцнісних розрахунків компенсатора тиску та трубопроводу обв'язки бака TQ33B01.

Головний редактор
Ольга КОШАРНА

Випусковий редактор
Юрій ПАТИКІВСЬКИЙ

Дизайн
Микола КАРНАУХ
Максим ЛЯШЕНКО