



СЛІСЕНКО

Василь Іванович — академік НАН України, в.о. академіка-секретаря Відділення ядерної фізики та енергетики НАН України, директор Інституту ядерних досліджень НАН України, заступник голови наукової ради цільової програми наукових досліджень НАН України «Ядерні та радіаційні технології для енергетичного сектору і суспільних потреб»

ПРО ВИКОНАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ПРОГРАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ «ЯДЕРНІ ТА РАДІАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ І СУСПІЛЬНИХ ПОТРЕБ»

Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 20 березня 2024 року

У доповіді розглянуто найбільш вагомні науково-технічні та практичні результати, отримані під час виконання цільової програми наукових досліджень НАН України «Ядерні та радіаційні технології для енергетичного сектору і суспільних потреб», які сприяли реалізації пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, а також завдань Енергетичної стратегії України на період до 2035 року.

Шановний Анатолію Глібовичу!

Шановні члени Президії!

Постановою Президії НАН України від 16.01.2019 № 1 «Про виконання цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України «Наукове забезпечення розвитку ядерно-енергетичного комплексу та перспективних ядерних технологій» було започатковано нову цільову програму наукових досліджень НАН України «Ядерні та радіаційні технології для енергетичного сектору і суспільних потреб» на 2019–2023 рр.

Головною метою цієї програми було проведення прикладних досліджень, спрямованих на реалізацію в галузі ядерної енергетики Енергетичної стратегії України на період до 2035 року, здійснення наукового супроводу розвитку ядерної енергетики і використання ядерних технологій для потреб промисловості і суспільства. Основні завдання програми були такі: науково-технічне забезпечення підтримки безпечного і надійного функціонування та розвитку ядерної енергетики України та її ресурсної бази; розроблення й використання ядерних та радіаційних технологій і устаткування нового покоління для нагальних потреб суспільства.

Структурно програма складалася з чотирьох розділів:

1. Підвищення ефективності та безпеки експлуатації діючих ядерних установок України. Роботи, виконані за цим розділом, було спрямовано на:

- підвищення ефективності та безпеки використання ядерного палива;
- діагностику обладнання діючих енергоблоків АЕС;
- диверсифікацію та імпортозаміщення комплектуючого обладнання АЕС;
- подовження терміну експлуатації АЕС України (удосконалення програм розрахунків, дослідження зразків-свідків і моніторингу корпусу реакторів).

2. Новітні матеріали та інноваційні технології для модернізації діючих ядерно-енергетичних установок та енергетичних установок майбутнього. За цим розділом було проведено роботи, пов'язані з такими напрямками:

- створення новітніх радіаційно стійких конструкційних і функціональних матеріалів;
- розроблення експериментального устаткування для дослідження процесів і негативних факторів, що впливають на реакторні матеріали.

3. Ядерна, радіаційна, техногенна та екологічна безпека. Роботи за цим розділом стосувалися таких напрямів:

- поводження з ядерним паливом і радіоактивними матеріалами;
- створення методик і технологій переробки, довгострокового зберігання і захоронення радіоактивних відходів;
- проблеми Чорнобильської зони відчуження.

4. Розроблення та впровадження ядерних і радіаційних технологій для потреб суспільства. Проведені роботи було спрямовано на розвиток:

- ядерних і радіаційних технологій для хімічної, електронної, харчової, будівельної та інших галузей економіки;
- технологій ядерної медицини.

Роботи за програмою виконувалися в два етапи: з 2019 по 2021 р. та з 2022 по 2023 р. Фінансування деяких проектів було призупинено

но після початку широкомасштабної воєнної агресії проти України, оскільки руйнування інфраструктури, зокрема в харківських установах, унеможливило їх виконання.

Загалом за програмою було виконано 72 проекти із залученням 15 установ з п'яти відділень НАН України: Відділення ядерної фізики та енергетики, Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства, Відділення фізико-технічних проблем енергетики, Відділення механіки та Відділення фізики і астрономії.

Наведу лише окремі вагомні результати, отриманні під час виконання програми.

Особливу увагу було приділено питанням подовження ресурсу корпусів реакторів та основного обладнання енергоблоків АЕС, створенню методологічних основ обґрунтування подовження строків експлуатації енергоблоків АЕС України, вдосконаленню експериментальних та чисельних методик досліджень. Зокрема, із застосуванням сучасних підходів, випробувальних та програмних комплексів в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України, Інституті ядерних досліджень НАН України та Національному науковому центрі «Харківський фізико-технічний інститут» проведено експериментально-розрахункові дослідження деформування й руйнування металу та конструктивних елементів корпусу реактора ВВЕР та обладнання.

В Інституті проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України удосконалено методику визначення механічних характеристик кінетики та енергії зародження тріщин у матеріалах за допомогою малорозмірних зразків. Підготовлено рекомендації щодо застосування вдосконалених методик для оцінювання поточного стану металу та подовження строків експлуатації критичних елементів АЕС, особливо корпусів реакторів.

Фахівці Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України розробили методологію комплексної діагностики зварних металоконструкцій АЕС на основі просторово-часового методу ультразвукового контролю на

прикладі різнорідних зварних з'єднань патрубків парогенераторів реактора ВВЕР-440.

В ННЦ ХФТІ розроблено методики та обладнання для вирізування тримплетів металу з діючих трубопроводів реакторів ВВЕР-1000, досліджено їхні структурні та механічні характеристики. Виявлено немонотонну зміну механічних властивостей металу трубопроводів живильної води та «гострої» пари енергоблоків ВВЕР-1000 під час експлуатації впродовж 200 тис. год; встановлено, що критичним параметром є межа міцності, та прогнозовано мінімальний ресурс на рівні понад 400 тис. год роботи.

В Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України розроблено методику вимірювань геометричних розмірів вигородки активної зони ядерних реакторів. Запропоновані технічні рішення значно підвищують радіаційну стійкість вимірювального комплексу й утричі збільшують точність вимірювання геометричних розмірів вигородки.

На працездатність і надійність роботи матеріалів та елементів реакторних установок особливий вплив мають газоподібні елементи, в тому числі водень. На основі експериментальних результатів щодо впливу водню на властивості конструкційних матеріалів вчені Фізико-механічного інституту імені Г.В. Карпенка НАН України обґрунтували вибір сучасних водневостійких конструкційних сталей, мідних та нікелевих сплавів і визначили режими безпечної експлуатації елементів водневої інфраструктури, зокрема українського виробництва.

В Інституті прикладної фізики НАН України розвинено методи багаторівневого моделювання еволюції точкових дефектів у металевих сплавах під дією нейтронного опромінення для подальших досліджень радіаційної стійкості матеріалів реакторів ВВЕР в умовах понаднормової експлуатації.

Не залишилися поза увагою й фундаментальні дослідження, які стосуються енергетичних установок наступних поколінь. Так, у ННЦ ХФТІ вивчено вплив параметрів радіального відбивача нейтронів на режим ро-

боти охолоджуваного металевим розплавом реактора з хвилию ядерного горіння. Вперше доведено можливість ефективного керування потужністю реактора, розроблено методику примусової зупинки та безпечного поновлення сталого режиму хвилі ядерного горіння. В Інституті проблем безпеки атомних електростанцій НАН України досліджено вплив радіаційного випромінювання на термодинамічні та функціональні властивості води в надкритичному стані з орієнтацією на створення реакторних технологій 4-го покоління.

Створення радіаційно толерантних матеріалів є важливим науково-технічним завданням у контексті розвитку ядерної енергетики. В Інституті сцинтиляційних матеріалів НАН України розроблено нові композиційні сцинтилятори для проведення експериментів з фізики високих енергій, а також для потреб атомної галузі.

В ННЦ ХФТІ створено нові підходи, вдосконалено методи чисельного моделювання процесів довготривалого деформування моделей конструктивних елементів внутрішньокорпусних пристроїв ядерного реактора — вигородки, твелів при їх контакті з трубою дошкою, елементів кріплення.

Фахівці Інституту технічної теплофізики НАН України провели розрахунки економічної доцільності великомасштабного виробництва водню поблизу діючих блоків АЕС. Отримані результати свідчать, що впровадження виробництва водню біля типового енергоблока з реактором потужністю 1000 МВт дозволить збільшити обсяг продукції втричі, а чистий дохід — у 2,5 рази порівняно з виробництвом електричної енергії.

В ННЦ ХФТІ виконано роботи зі створення і верифікації нових композиційних сорбентів на основі вітчизняних поглинальних речовин для дезактивації радіоактивних відходів. Отримано патент України на корисну модель.

Фахівці Державної установи «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» розробили метод плазмохімічної обробки радіоактивних водних розчинів з використанням імпульсного електричного розряду та ка-

вітації, а також спосіб комплексного очищення техногенно забруднених вод.

Науковці Інституту ядерних досліджень НАН України провели радіоекологічні та радіобіологічні дослідження новоутворених екосистем на осушених територіях водойми-охолоджувача ЧАЕС. Отримані результати забезпечують базис для подальшого моніторингу та прогностичного оцінювання радіаційної ситуації в процесі трансформації водної екосистеми в наземну.

В Інституті проблем безпеки АЕС НАН України удосконалено загальнодержавну систему радіаційного та радіоекологічного моніторингу в Україні на основі оптимізації мережі спостережень за станом радіоактивного забруднення довкілля. Результати виконання цих робіт впроваджено при розробленні на замовлення ДСНС України керівництва «Організація системи радіаційного моніторингу навколишнього природного середовища».

В Інституті ядерних досліджень НАН України розроблено конструкцію контейнера для довгострокового зберігання високоактивних металотритієвих виробів та метод надкритичної флюїдної екстракції ізотопів важких металів, що дозволяє вилучати цінні елементи з низькозбагачених техногенних відходів.

З метою створення технології дистанційної діагностики й тестування обладнання, що експлуатується в умовах підвищеного радіаційного фону, зокрема на атомних станціях та майданчиках розміщення відпрацьованого ядерного палива, в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України отримано зразки радіаційно модифікованих надпровідних плівок $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ для детектора надвисокочастотних електромагнітних випромінювань.

Виконавці програми активно працювали над створенням та впровадженням новітніх радіаційних технологій для різних галузей економіки та суспільного життя. Так, фахівці ННЦ ХФТІ створили портативний зонд для

локалізації та реєстрації джерел гамма-випромінювання, зокрема для потреб ядерної медицини. Досліджено особливості радіаційно стимульованої дифузії в рідинних середовищах, що важливо для вирішення екологічних завдань та застосування у радіотерапії.

В Інституті ядерних досліджень НАН України проведено модернізацію установок для синтезу натрію йодиду (I-131) у формі розчину і капсул, оптимізовано процес виробництва ізотопу Mo-99 з використанням наночастинок молибдену та частинок носіїв кліноптилоліту.

Інститут сцинтиляційних матеріалів НАН України розробив методику діагностики ранніх стадій остеопорозу на основі двоенергетичної рентгенографії. Сформовано базу даних для модельних обчислень щодо діагностики остеопорозу запропонованим методом. За результатами цих модельних обчислень визначено діапазон енергій, у якому зі зменшенням дозового навантаження на пацієнта досягається максимальна чутливість діагностування зміни щільності кісткової тканини.

Загалом за результатами, отриманими під час виконання цільової програми наукових досліджень НАН України «Ядерні та радіаційні технології для енергетичного сектору і суспільних потреб», опубліковано 498 статей і зроблено 347 доповідей на конференціях і семінарах.

Результати робіт, проведених за програмою, розглянуто на засіданнях вчених рад установ, у яких вони виконувалися, і затверджено на засіданні Наукової ради цільової програми наукових досліджень НАН України «Ядерні та радіаційні технології для енергетичного сектору і суспільних потреб» на 2019–2023 рр., яке відбулося 26 грудня 2023 р., та на засіданні Науково-технічної ради Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України 7 березня 2024 р.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Vasyl I. Slisenko

Institute for Nuclear Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ON THE RESULTS OF THE IMPLEMENTATION OF THE TARGETED RESEARCH PROGRAM OF THE NASU “NUCLEAR AND RADIATION TECHNOLOGIES FOR THE ENERGY SECTOR AND PUBLIC NEEDS”

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of the NAS of Ukraine, March 20, 2024

The report presents the most significant scientific, technical and practical results achieved during the implementation of the targeted research program of the National Academy of Sciences of Ukraine “Nuclear and Radiation Technologies for the Energy Sector and Public Needs”, which contributed to the implementation of priority areas of science and technology development, as well as the tasks of the Energy Strategy of Ukraine until 2035.

Cite this article: Slisenko V.I. On the results of the implementation of the targeted research program of the NASU “Nuclear and radiation technologies for the energy sector and public needs”. *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2024. (6): 57–61. <https://doi.org/10.15407/visn2024.06.057>