

В. С. Гавриленко, І. В. Куцина, Д. І. Хвалін

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, вул. Лисогірська, 12, Київ, 03028, Україна

Результати діяльності Інституту проблем безпеки атомних електростанцій НАН України у 2020 році

Ключові слова:

Інститут проблем безпеки атомних електростанцій, наукова діяльність, міжнародне співробітництво, впровадження результатів досліджень.

Наведено основні результати наукової та науково-організаційної діяльності Інституту проблем безпеки атомних електростанцій Національної академії наук України у 2020 р. Показано, що незважаючи на складну економічну ситуацію у зв'язку з епідемією світового масштабу співробітниками Інституту були отримані важливі результати як у дослідженнях стану ядерної та радіаційної безпеки об'єкта «Укриття», так і в роботах, спрямованих на підвищення надійності та безпеки експлуатації діючих українських і закордонних атомних електростанцій.

Вступ

Рік 2020 став справжнім викликом практично для всіх сфер життя в усьому світі. За цих умов українська наука, яка вже не перший рік перебуває у кризовому стані, була змушена долати додаткові труднощі. Втім, завдяки зусиллям учених наукова діяльність не лише не зупинилася, а й набула розвитку в нових напрямках і форматах. Інститут проблем безпеки атомних електростанцій Національної академії наук України (ІПБ АЕС НАН України) у 2020 р. був однією з наукових установ, яка за нових умов докладала всіх зусиль для виконання запланованих науково-дослідницьких робіт та здійснення досліджень відповідно до своїх напрямів діяльності: перетворення об'єкта «Укриття» (ОУ) на екологічно безпечну систему; безпека експлуатації ядерних установок; зняття з експлуатації ядерних установок; поводження з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП) і радіоактивними відходами (РАВ) [1].

ІПБ АЕС був створений Постановою Президії НАН України від 16.02.2004 р. № 44 шляхом реорганізації Міжгалузевого науково-технічного центру «Укриття» з метою подальшого розвитку фун-

даментальних і прикладних досліджень у галузі безпеки АЕС та перетворення ОУ на екологічно безпечну систему, їхньої належної організації та координації.

Відповідно до спільного рішення Президії НАН України та Державної агенції України з управління зоною відчуження ІПБ АЕС виконує функції наукового керівника робіт зі зняття з експлуатації енергоблоків Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) та перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.

За результатами засідання експертної комісії Міністерства освіти і науки (МОН) України з проведення державної атестації наукових установ від 29 травня 2020 р. ІПБ АЕС НАН України віднесено до I найвищої класифікаційної групи, до якої входять наукові установи-лідери, що мають високий рівень отриманих результатів діяльності, визнання в Україні і світі, демонструють високий науковий потенціал та ефективно його використовують для подальшого розвитку, а також інтегровані у світовий науковий простір та Європейський дослідницький простір з урахуванням національних інтересів. Відповідне рішення було ухвалено Наказом МОН України від 17.06.2020 р. № 817 [2].

© В. С. Гавриленко, І. В. Куцина, Д. І. Хвалін, 2021

З урахуванням результатів державної атестації Наказом МОН України від 04.09.2020 р. № 1107 ІПБ АЕС НАН України внесений до Державного реєстру наукових установ, яким надається підтримка держави [3].

У 2020 р. згідно з Тематичним планом науковими співробітниками Інституту виконувались 6 робіт за бюджетними темами відомчої тематики, 3 — програмно-цільової та конкурсної тематики, а також 5 — госпдоговірної тематики. У цій статті наведено результати, які отримані під час виконання робіт з кожного напрямку діяльності Інституту.

Перетворення ОУ на екологічно безпечну систему

Важливим досягненням з діяльності перетворення ОУ на екологічно безпечну систему є введення у 2020 р. в дослідно-промислову експлуатацію Нового безпечного конфайнмента (НБК), який надійно захищає людство та довкілля від впливу зруйнованого 4-го енергоблока ЧАЕС (рис. 1). Відповідно до договору «Про науковий супровід діяльності на етапі введення НБК-ОУ в експлуатацію» ІПБ АЕС здійснював науково-технічний супровід цього відповідального етапу, впродовж якого проводиться ретельне випробування всіх основних систем конфайнмента [1]. Співробітниками Інституту виконано дослідження впливу зміни вологісного режиму на утворення радіоактивних аерозолів і закономірностей їхнього перенесення у просторі під НБК, що дозволило науково обґрунтувати безпеку експлуатації комплексу НБК-ОУ. На основі досліджень стану полімерних покриттів на скупченнях паливовмісних матеріалів (ПВМ) ОУ надано наукові рекомендації з експлуатації системи подачі пилепригнічуючих розчинів у період 2021–2022 рр. Результати роботи впроваджені на

ЧАЕС, що сприяє підвищенню достовірності визначення поведінки ПВМ ОУ в умовах НБК і впливає на рівень ядерної та радіаційної безпеки.

Крім цього, у 2020 р. під час виконання науково-дослідницьких робіт отримано результати, які дозволяють планувати та виконувати майбутні роботи щодо перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.

За допомогою спеціалізованого обладнання досліджено фазовий склад і мікроструктуру ПВМ ОУ з метою ідентифікації й вивчення фізико-хімічних процесів, що визначають деградацію цих матеріалів. Це дозволило оновити модель еволюції мікроструктури лавоподібних ПВМ 4-го блока ЧАЕС, що надає можливість визначати поведінку матеріалів не одним або декількома фізичними та хімічними процесами, а їхнім взаємозв'язком і взаємовпливом. Зроблено прогноз еволюції мікроструктури лавоподібних ПВМ до 2070 р. Оновлена модель еволюції структури лавоподібних ПВМ і прогноз їхньої поведінки впроваджено у державному спеціалізованому підприємстві (ДСП) «ЧАЕС», що дозволяє коректно визначати рівень ядерної та радіаційної безпеки комплексу НБК-ОУ.

З метою забезпечення умов довготривалого зберігання та/або майбутнього захоронення лавоподібних ПВМ розроблено методичні та технологічні підходи щодо створення методів кондиціонування, які впроваджено у роботу державної установи (ДУ) «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» для прогнозування розвитку радіоекологічної ситуації на території Українського Полісся, а також у навчальному процесі 4-го освітнього рівня під час підготовки аспірантів спеціальності 103 «Науки про Землю» (спеціалізація «Екологічна безпека»).

Виготовлено лабораторний пристрій дозованої подачі розчинників та реагентів для селективного вилуговування речовин з мінеральних об'єктів і дослідження процесів у лавоподібних ПВМ електрокінетичними методами. Підготовлено відповідні зразки для проведення експериментів щодо вилуговування цих матеріалів розчинами азотної кислоти й електрокінетичної активації фізико-хімічних процесів, а також визначено закономірності процесів у розчинах азотної кислоти різної концентрації порового простору ПВМ біля включень оксидів урану з метою їхнього селективного вилуговування та наступного переведення в хімічно стабільні кристалічні сполуки. Переведення оксиду урану з включень лавоподібних ПВМ у стабільні кристалічні сполуки значно зменшує утворення аерозолів за умов виходу урану, продуктів поділу й активації з цих матеріалів,



Рис 1. Об'єкт «Укриття» під Новим безпечним конфайнментом

що дозволяє зменшити ризики для персоналу під час демонтажу старих конструкцій на ОУ та прийняття рішень щодо поводження з лавоподібними ПВМ і, таким чином, сприяє підвищенню ядерної, екологічної та радіаційної безпеки комплексу НБК-ОУ під час ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС. Наукові та науково-практичні результати плануються до впровадження у ДСП «ЧАЕС».

Запропоновано алгоритм ідентифікації небезпечної зміни рівня підкритичності скупчення ядерно небезпечних матеріалів, в основі якого визначення градієнтів параметрів з динаміки щільності потоку нейтронів, що реєструється, й отримання інших нейтронно-фізичних характеристик за допомогою розрахунково-експериментальних кривих. За результатами варіативного розрахунку потужності енерговиділення при зміні реактивності та часу утримання її цілісності оцінено діапазон потенційних радіаційних наслідків у разі виникнення самопідтримуючої ланцюгової реакції поділу нейтронів у зоні скупчення ядерно небезпечних матеріалів. Отримані дані впроваджено у ДСП «ЧАЕС» під час розробки програми безпечного виконання робіт з перетворення ОУ на екологічно безпечну систему, що дозволяє підвищити достовірність визначення поведінки ПВМ ОУ в умовах НБК і сприяє покращенню контролю ядерної та радіаційної безпеки комплексу НБК-ОУ.

Безпека експлуатації ядерних установок

Розроблено програми обробки експериментальних даних нейтронних шумів на основі методів Фейнмана, Могільнера — Золотухіна та Россі-альфа, які були застосовані для обробки даних вимірювання шумів на дослідницькому реакторі типу ВВР-М, а також методику розрахунку нейтронних шумів у різноманітних підкритичних системах з різними нейтронними джерелами. Побудовано комплекс математичних моделей елементів активної зони дослідницького реактора типу ВВР-М, що дозволяє визначити ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів у реакторі й інші важливі нейтронно-фізичні характеристики, за допомогою якого проведено чисельні експерименти щодо визначення найбільш оптимального місця розташування дослідницьких каналів в активній зоні реактора типу ВВР-М для проведення фізичних експериментів з опромінення досліджуваних зразків, детекторів, конструкційних матеріалів тощо. Результати роботи впроваджено у товаристві з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Імпульс-Київ»

і ДСП «ЧАЕС», що сприяє покращенню сучасних інформаційних систем контролю важливих параметрів для безпечної експлуатації енергоблоків на українських АЕС.

Побудовано тривимірну математичну модель активної зони водо-водяного енергетичного реактора типу ВВЕР-1000 для дослідження фізичних процесів під час першого завантаження палива, а також рівня біологічного захисту. Шляхом математичного моделювання досліджено закономірності впливу радіаційного випромінювання на структурні зміни, які у свою чергу призводять до зміни термодинамічних параметрів системи. Отримані результати плануються до впровадження у державному підприємстві (ДП) «Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом"» (НАЕК «Енергоатом») і можуть бути корисними як для можливості продовження терміну експлуатації ядерних реакторів типу ВВЕР-440 й ВВЕР-1000, так і для проектування та будівництва нових перспективних ядерних реакторів.

У рамках спільного українсько-китайського проекту програми «Один пояс — один шлях» у співробітництві з МОН України, Міністерством освіти Китаю і ТОВ «Шицзячжуанський перший арматурний завод» виконано науково-дослідницьку роботу «Дослідження основних технологій підвищення безпеки та продовження термінів експлуатації АЕС з реакторами з водою під тиском». Звіт щодо проведених досліджень надано МОН України та Міністерству освіти Китаю, а отримані результати разом з переданим досвідом вітчизняних дослідників дозволяють китайським спеціалістам розпочати діяльність з продовження термінів експлуатації АЕС у понадпроектні строки.

Відповідно до угоди про співробітництво з компанією Qingdao Xianchu Energy Development Group Ltd. групою співробітників ІПБ АЕС спільно з китайськими інженерами виконана розробка пристрою для вилучення детекторів ІТА (In-core Instrument Thimble Assemblies) із зони двоконтурних водо-водяних енергетичних реакторів типу AP-1000, що дозволило створити два нових варіанти, які відрізняються між собою за технологією вилучення гільз і не мають аналогів у світі (рис. 2). Після проведення низки досліджень визначено оптимальну технологію пристрою та виготовлено робочий зразок на виробничих потужностях компанії Qingdao Xianchu Energy Development Group Ltd. На сьогодні пристрій знаходиться у Китаї та перебуває на стадії випробувань. Планується впровадження технології на АЕС «Хайян».

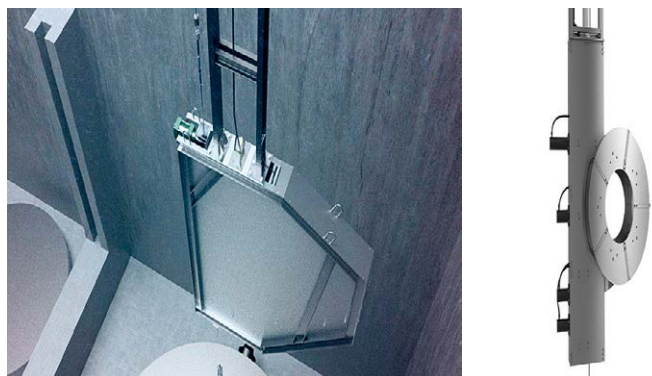


Рис. 2. Розроблені варіанти пристрою для вилучення гільз ПТА

Зняття з експлуатації ядерних установок

У 2020 р. співробітниками ІПБ АЕС було продовжено роботи, спрямовані на забезпечення науково-методичної підтримки процесів щодо зняття з експлуатації АЕС і забезпечення безпеки персоналу та населення під час їхнього виконання.

Виконано багатокритеріальний аналіз радіаційних наслідків важких аварій на енергоблоках АЕС та в оточуючому середовищі. Зокрема, проаналізовано перелік важких аварій та визначено основні стани пошкодженого енергоблока з урахуванням реалізації стратегій керування важкими аваріями. Для обраного переліку важких аварій на основі методик розрахунків радіаційних наслідків проведено оцінку цих наслідків, які є найсуттєвішими з точки зору утворення РАВ і забруднення довкілля. Показано, що в залежності від типу метеорологічних умов під час аварії забруднення поверхні на різних відстанях від аварійного енергоблока за межею санітарно-захисної зони може класифікуватися як середньо- та низькоактивні РАВ, ця відстань може досягати 14 км від аварійного енергоблока. Розраховані очікувані дози населення та рівні радіаційного забруднення території навколо аварійного енергоблока. Результати роботи з проведення всебічного аналізу радіаційного стану АЕС і прилеглої території після закінчення гострої фази аварії, а також запропоновані науково обґрунтовані підходи та методи використання технологій для приведення післяаварійних енергоблоків і навколишнього середовища в екологічно безпечний стан впроваджено у практичну діяльність ДСП «ЧАЕС». Все це використовується при розробці та обґрунтуванні вимог і технічних рішень під час планування заходів щодо зняття з експлуатації енергоблоків ЧАЕС і вилучення ядерних матеріалів з ОУ, а також аналізі ефективності методів

поводження з РАВ усіх видів, у тому числі їхнього збирання, транспортування та зберігання із забезпеченням радіаційної, ядерної й екологічної безпеки з урахуванням нормативної бази України.

Розроблено науково обґрунтовані загальні вимоги до спеціальних пристроїв з демонтажу елементів АЕС в залежності від їхнього радіаційного стану. Зокрема, проаналізовано позитивну практику технологій демонтажу радіаційно забрудненого обладнання АЕС. Показано, що під час вибору методу демонтажу в першу чергу необхідно враховувати радіаційну ситуацію та трудомісткість робіт. Водночас на вибір методів впливають інші фактори, у тому числі можливість фізичного доступу до місця виконання технологічної операції, можливість зниження потужності дози дезактивацією або застосуванням радіаційного захисту, кваліфікаційний рівень робіт, а також організаційні аспекти. Рекомендації щодо вибору технології дезактивації об'єктів аварійної АЕС на основі аналізу ефективності різноманітних методів дезактивації впроваджено у науково-технічну діяльність ДП «Державний науково-технічний центр систем контролю та аварійного реагування» (ДП «ДНЦ СКАР»), що дозволяє приймати науково обґрунтовані рішення щодо поведінки з РАВ на підприємствах атомної енергетики, а також проводити стратегічне планування в ядерно-енергетичному комплексі.

З використанням даних супутникових вимірювань потужності радіаційного випромінювання запропоновано метод оцінювання інтенсивності емісії радіонуклідів в атмосферу під час лісових пожеж на радіоактивно забруднених територіях, який дозволяє оперативно оцінити та спрогнозувати наслідки лісових пожеж, у тому числі розповсюдження радіоактивних аерозолів в атмосфері та дози опромінення

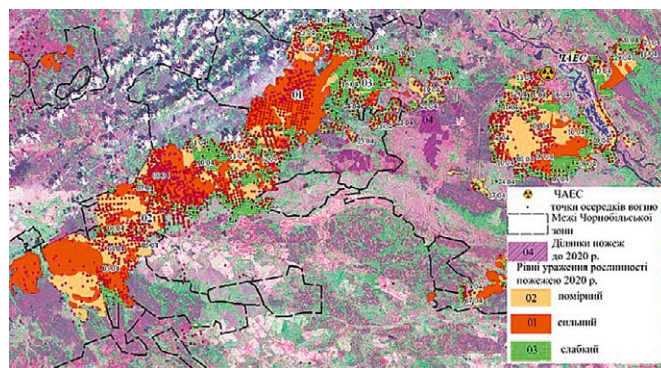


Рис. 3. Ушкодження рослинного покриву в зоні відчуження внаслідок лісових пожеж 2020 р. за даними супутникових спостережень

персоналу Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) і населення за її межами з використанням комп'ютерних онлайн-систем підтримки прийняття рішень щодо захисту людей від впливу радіоактивного забруднення навколишнього середовища (рис. 3). Науково обґрунтовані рекомендації з екологічної реабілітації радіоактивно забруднених територій ЧЗВ на основі результатів експериментальних і модельних досліджень плануються до впровадження у Державному агентстві України з управління зоною відчуження й Міністерстві розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України.

Поводження з ВЯП і РАВ

В ІПБ АЕС НАН України виконано розробку рецептури спеціального радіаційно-захисного бетону для виготовлення контейнерів HI-STORM Централізованого сховища ВЯП (ЦСВЯП) з використанням вітчизняних матеріалів. Випробування зразків бетону підтвердили відповідність запропонованого складу національним стандартам і вимогам виробника контейнерів компанії США Holtec International. Розроблено Регламент радіаційного контролю при експлуатації ЦСВЯП, технологічний регламент на виробництво бетону та заповнення обичайок контейнерів HI-STORM, а також програму приймальних випробувань бетону цих контейнерів. Результати робіт впроваджені у НАЕК «Енергоатом» під час розробки документів, необхідних для отримання окремого дозволу на введення в дослідно-промислову експлуатацію ЦСВЯП, що дозволить посилити енергетичну незалежність України за рахунок відмови від послуг Російської Федерації зі зберігання ВЯП (рис. 4).



Рис. 4. Майданчик ЦСВЯП



Рис. 5. Розміщення першого контейнеру з відпрацьованим ядерним паливом у сховище СВЯП-2

На основі проведеного дослідження технологій сухого зберігання ВЯП розроблено Звіт з оцінки впливу на навколишнє середовище будівництва та експлуатації сховища ВЯП Чорнобильської станції (СВЯП-2), а також науково обґрунтовано створення мережі спостережних свердловин радіогідроекологічного моніторингу на майданчику цього сховища. Це дозволило у 2020 р. провести «гарячі» випробування та розмістити у сховищі 186 збірок ВЯП для зберігання на наступні 100 років (рис. 5). Зберігання буде здійснюватися відповідно до всіх вимог Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), що гарантує екологічну безпеку для довкілля. Результати роботи впроваджено в ДСП «ЧАЕС», що сприяє підвищенню загальнобудівельної безпеки за рахунок контролю інженерно-геологічних та інженерно-гідрологічних умов експлуатації СВЯП-2 та дозволяє приймати науково обґрунтовані рішення щодо поведінки з ВЯП на підприємствах атомної енергетики.

В ІПБ АЕС НАН України побудовано комплекс фізико-хімічних математичних моделей для визначення сумарної активності РАВ, зміни стану ПВМ, закономірностей атмосферного перенесення радіонуклідів, а також впливу радіаційно небезпечних

об'єктів на навколишнє середовище. Розроблено методичні рекомендації для підтримки прийняття рішень, спрямованих на мінімізацію впливу радіаційно небезпечних об'єктів на довкілля. Результати математичного моделювання фізико-хімічних процесів характеристик РАВ, що локалізовані у модулі А-1 пункту захоронення РАВ (ПЗРВ) «Підлісний» з оцінкою кількості в них ядерних матеріалів, а також методологію спектрометричного гамма-каротажу з використанням спеціального математичного апарату впроваджено у ДСП «Центральне підприємство з поводження РАВ», що сприяє підвищенню радіаційної та екологічної безпеки ПЗРВ «Підлісний» і дозволяє розробити заходи щодо безпечного поводження з радіаційними відходами.

Інститут супроводжував проведення комплексних активних випробувань заводу з переробки твердих РАВ Чорнобильської атомної станції, метою яких є дослідження можливості виключення вимірювань нейтронних потоків для оцінки твердих РАВ і введення методу визначення активності радіонуклідів у відходах і золі, яка утворюється за умов спалювання «горючих твердих РАВ». Під час виконання роботи, зокрема, виконано супровід робіт щодо налагодження роботи спектрометричної системи паспортизації упаковок з цими відходами, а також з метою розрахунку радіоактивних векторів удосконалено тривимірну математичну модель і розроблено спеціалізоване програмне забезпечення.

Співпраця з національними та закордонними науковими організаціями

ІПБ АЕС продовжує плідну співпрацю більше ніж з 20 науковими установами України в рамках договорів про спільну науково-технічну діяльність.

Інститут має угоди про співробітництво з такими міжнародними організаціями та компаніями як: МАГАТЕ, Підрозділ з проблем безпеки НАТО (NATO Emerging Security Challenges Division, США), Відділ безпеки та радіації Дослідницького центру Юліха (Research Center Jülich, Department for Safety and Radiation), Міжнародна консультативна група Consortium of PLEJADES GmbH, товариство Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH (Німеччина), Японське агентство з атомної енергії (Japan Atomic Energy Agency, JAEA), Національна корпорація «Університет Фукусіми» (Японія), ТОВ «Китайсько-українські ядерно-енергетичні технології Сянчу», Університет Південної Кароліни,

Університет штату Східного Теннессі, Університет Клемсона (США), компанія Qingdao Xianchu Energy Development Group Ltd. (Китай), Аргонська національна лабораторія (США), Університет Брістоля (Велика Британія), Корейський науково-дослідний інститут атомної енергії (Південна Корея) та інші.

За грантом МАГАТЕ завершена робота «Методи аналізу гідрогеологічних параметрів водоносних горизонтів поблизу АЕС із застосуванням індикаторів» (Methods for Analyzing the Hydrogeological Characteristics of the Aquifers in the Vicinity of Nuclear Power Plants using Indicators; Research Contract No. 22546). Мета роботи полягала в розробці відносно простого, але дієвого методу оцінки гідрогеологічних параметрів за допомогою математичного моделювання розповсюдження індикаторів і радіоактивних ізотопів. Співробітниками ІПБ АЕС розроблено такий метод і за допомогою верифікації імітаційного математичного моделювання та фактичних експериментальних даних продемонстровано його застосування (рис. 6). Зазначений метод прийнятий замовником (МАГАТЕ).

Науковці ІПБ АЕС беруть участь у спільному українсько-японському проекті «Покращення радіаційного контролю навколишнього середовища

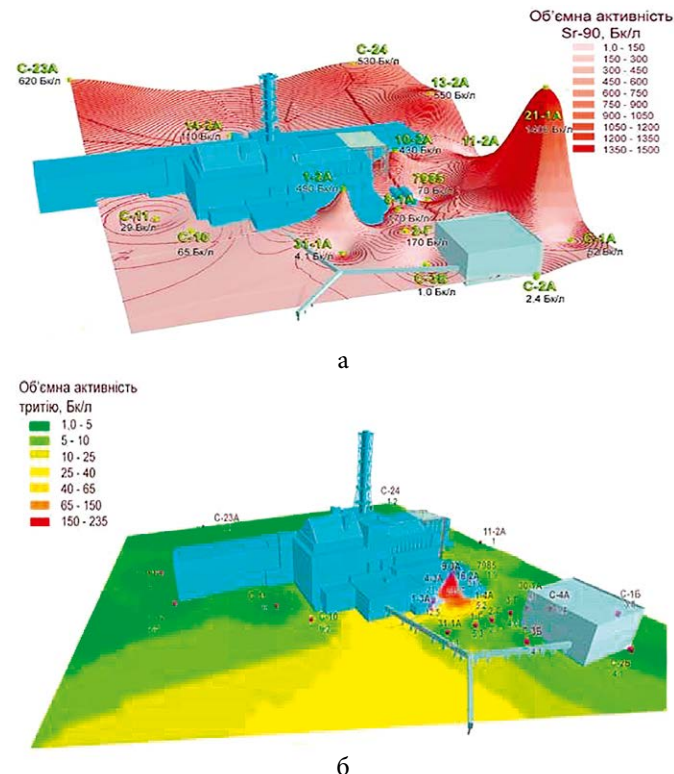


Рис. 6. Ореол розповсюдження радіостронцію (а) та тритію (б) у підземних водах біля комплексу НБК-ОУ

та законодавчої бази в Україні для екологічної реабілітації радіоактивно забруднених майданчиків» програми «Наукове технічне партнерство в інтересах сталого розвитку» (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development, SATREPS) за підтримки Японського агентства з науки і технологій (Japan Science and Technologies Agency, JST) і Японського агентства міжнародного співробітництва (Japan International Cooperation Agency, JICA). Метою роботи є посилення технічного рівня радіаційного контролю й законодавчої бази в Україні для екологічного відновлення радіоактивно забруднених територій, а також забезпечення моніторингу та моделювання для підтримки здійснення нового районування ЧЗВ. У 2020 р. встановлено аспіраційні установки Sibata в зоні відчуження (ставок-охолоджувач ЧАЕС) та у м. Київ (майданчик Інституту) для контролю рівня радіоактивного забруднення приземного повітря. Проведено перші відбори проб повітря та виконано спектрометричні вимірювання проб активності. Використовуючи математичні моделі ІПБ АЕС, європейської системи аварійного реагування RODOS та Фукусімського університету проведено спільну верифікацію модельних комплексів для оцінки та прогнозування впливу лісових пожеж ЧЗВ у квітні 2020 р. на радіаційний стан території України (у тому числі м. Київ).

Незважаючи на складну економічну ситуацію у зв'язку з епідемією світового масштабу, яка ускладнює міжнародну діяльність, у 2020 р., зокрема, було підписано рамкову угоду між Аргонською національною лабораторією США та ІПБ АЕС про науково-технічне співробітництво щодо програми управління старінням сховища ВЯП в Україні. Згідно з цією угодою спеціалісти ІПБ АЕС виконуватимуть роботи на замовлення лабораторії. Крім того, підписаний Меморандум між ІПБ АЕС і Брістольським університетом Королівської інженерної академії Великої Британії про обмін інформацією та напрацьованим досвідом, що забезпечить співробітництво сторін у таких сферах досліджень як робототехніка, визначення характеристик і поведінки з РАВ, розробка дистанційних методів дослідження радіаційних умов у приміщеннях ОУ та характеристика радіаційно небезпечних матеріалів, які мають бути вилучені під час реалізації робіт з перетворення ОУ на екологічно безпечну систему.

Інститут продовжує працювати з громадськістю, зокрема, шляхом висвітлення результатів своєї діяльності та наукових досягнень у засобах масової інфор-

мації. Досвід, отриманий у результаті виконуваних робіт, передається у вигляді звітів до Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації (УкрІНТЕІ), опублікованих статей, інформації на сайті Інституту, публікації монографій, доповідей на семінарах, конференціях, читанні лекцій у вищих навчальних закладах під час підготовки бакалаврів, магістрів та аспірантів.

Науково-організаційна діяльність

Відповідно до постанови Президії НАН України від 15.05.2019 р. № 149 «Про атестацію наукових працівників у наукових установах НАН України» та керуючись Положенням про атестацію наукових працівників ІПБ АЕС НАН України у 2020 р. було проведено атестацію наукових працівників Інституту. Загалом проведено 15 засідань атестаційної комісії у м. Чорнобиль та м. Київ. Атестовано 73 фахівця, з них: 71 — атестовані та визнані такими, що відповідають займаній посаді, 6 — атестовано та згідно з рекомендаціями переведено на вищі посади. Водночас 2 фахівця було визнано такими, що не відповідають займаній посаді. Комісія запропонувала їх атестувати терміном на 1 рік з рекомендацією перевести на іншу посаду.

На сьогодні п'ять фахівців ІПБ АЕС працюють над дисертаційними роботами на здобуття наукового ступеня доктора наук, шість — над роботами на здобуття наукового ступеня кандидата наук, шестеро працівників навчаються в аспірантурі.

У 2020 р. в ІПБ АЕС чотири студента НТУУ «КПІ імені І. Сікорського» проходили практику, два студенти зазначеного університету — дипломну практику. Прийняті на роботу два випускники вищого навчального закладу.

На стажування в установи за кордоном відправлено четверо наукових працівників. Забезпечено стажування одного молодого вченого за міжнародною програмою «Поетапна навчально-тренувальна програма» (Sandwich Training Educational Program, STEP) в Інституті Йозефа Стефана, м. Любляна (Словенія). Троє молодих вчених взяли участь у роботі міжнародної конференції «Nuclear Energy for New Europe» (м. Порторож, Словенія).

У звітному році Інститутом організовано:

V Міжнародну конференцію INUDECO'20 «Проблеми зняття з експлуатації об'єктів ядерної енергетики та відновлення навколишнього середовища» (27–29 квітня, м. Славутич), спільно з ДСП «ЧАЕС»,

Виконавчим комітетом міської ради м. Славутич, Державним агентством України з управління зоною відчуження й Інститутом проблем математичних машин і систем НАН України;

Науково-технічний семінар молодих учених відділення ядерної та радіаційної безпеки (8 липня, м. Чорнобиль);

Науковий семінар щодо стану ПВМ ОУ (22 жовтня, м. Чорнобиль), спільно з ДСП «ЧАЕС»;

робочі зустрічі з представниками Брістольського університету Королівської інженерної академії Великої Британії (20 жовтня та 11 листопада, м. Чорнобиль).

Водночас співробітники ІПБ АЕС брали участь у 13 міжнародних заходах в Україні, Франції, Австрії, Словенії, Росії, Японії, Великобританії та в 7 національних заходах у Києві, Харкові, Дніпрі, Житомирі, Чернігові, Чорнобилі, Славутичі.

Співробітники ІПБ АЕС брали участь у:

виступі як наукового експерта у програмі новин «Факти» на каналі ICTV щодо наслідків пожеж у ЧЗВ (15 квітня 2020 р.);

виступі на Радіо Промінь щодо впливу іонізуючого опромінення на живі організми та значення хронічного опромінення для населення (26 квітня 2020 р.).

У 2020 р. було надруковано чотири книжкові видання, авторами яких стали співробітники ІПБ АЕС (рис. 7):

1. Носовський А. В. Дозиметрія та захист від іонізуючого випромінювання: підручник / А. В. Носовський, Б. М. Бондар. — Київ : Фенікс, 2020. — 408 с. — (Серія «Безпека атомних станцій»).

2. Garger E. Secondary radioactive contamination of the atmosphere in intermediate and late phases of a

nuclear emergency / E. Garger, A. Nosovskyi, M. Talerko. — Kyiv : Akadempriodyka, 2020. — 274 p. <https://doi.org/10.15407/akadempriodyka.410.274>.

3. Talerko M. Atmospheric Transport of Radionuclides Initially Released as a Result of the Chernobyl Accident / M. Talerko, E. Garger, T. Lev, A. Nosovskyi // Behavior of Radionuclides in the Environment II / A. Konoplev, K. Kato, S. Kalmykov (eds). — Singapore : Springer, 2020. — P. 3–74.

4. Вишневський Д. О. Чорнобильський радіаційно-екологічний біосферний заповідник. Літопис природи за 2019 рік / Д. О. Вишневський, С. М. Обрізан, С. А. Паскевич. — Київ : Державне агентство України з управління зоною відчуження, 2020. — 214 с.

З 2018 р. ІПБ АЕС став співзасновником журналу «Ядерна енергетика та довкілля» (ISSN 2311-8253, періодичність — до 4 разів на рік) спільно з ДП «ДНІЦ СКАР» та громадською організацією «Українське ядерне товариство». Відповідно до Наказу МОН України від 28.12.2019 р. № 1643 журнал входить до Переліку наукових фахових видань України. У 2020 р. видано чотири випуски журналу [4].

Результати досліджень співробітників Інституту у 2020 р. опубліковані у наукових виданнях, що індексуються провідними наукометричними базами даних (Scopus, Web of Science). Загальна кількість цих статей утрічі перевищує аналогічний показник у порівнянні з середнім значенням 2015–2017 рр. і знаходиться на тому ж рівні, як 2019 р. Водночас публікаційна активність закордоном підвищилась у чотири рази порівняно з середнім значенням аналогічного показника 2015–2017 рр. і в півтора рази порівняно з попереднім роком. Кількість статей у рецензованих фахових ви-

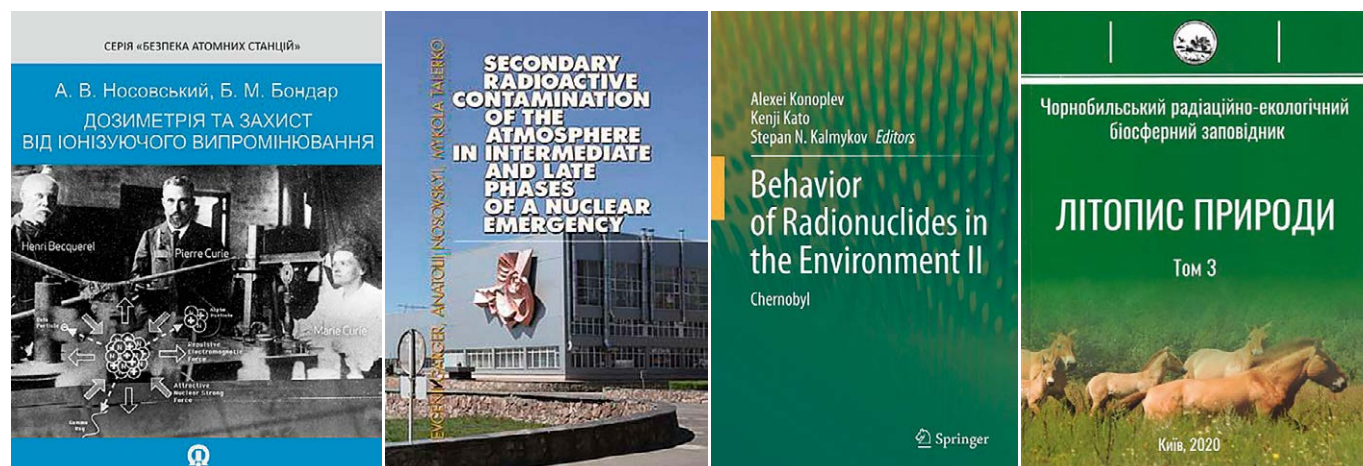


Рис. 7. Книжкові видання співробітників ІПБ АЕС, надруковані у 2020 р.

дань України у порівнянні з 2019 р. підвищилась у 1,3 рази. На додаток, у 2020 р. було отримано 13 актів впровадження результатів науково-дослідницьких робіт, що вдвічі перевищує їхню кількість у попередньому році.

Наразі з метою нерозповсюдження коронавірусної інфекції більшість зустрічей і заходів відбувається в онлайн-режимі, як правило інформація передається за допомогою телекомунікаційних засобів, тому ІПБ АЕС постійно підтримує свій інтернет-сайт [5], а також сайт науково-технічного журналу «Ядерна енергетика та довкілля» в належному стані. Так, у 2020 р. сайт Інституту відвідали користувачі більше ніж з 210 іноземних країн.

Висновки

ІПБ АЕС є єдиною науковою установою в Україні, яка починаючи з 1992 р. забезпечувала та продовжує забезпечувати науково-технічну підтримку робіт зі зняття з експлуатації енергоблоків ЧАЕС та перетворення ОУ на екологічно безпечну систему. Соціальне значення робіт, що виконуються, полягає в захисті людини та навколишнього природного середовища від потенційних ризиків, пов'язаних з існуванням радіаційно небезпечного зруйнованого енергоблока, небезпека якого з часом зростає за рахунок руйнування конструкцій, що постраждали внаслідок аварії. Вирішення проблеми перетворення ОУ на екологічно безпечну систему є актуальним завданням сьогодення не тільки для України, але й для всього міжнародного співтовариства.

Список використаної літератури

1. Звіт про діяльність Інституту проблем безпеки атомних електростанцій Національної академії наук України у 2020 році / ІПБ АЕС НАН України. — Київ, 2020. — 146 с. — Режим доступу: www.ispnpp.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/10/zvit-2020.pdf
2. Про результати державної атестації наукових установ: Наказ Міністерства освіти і науки України від 17.06.2020 р. № 817. — Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-rezultati-derzhavnoyi-atestaciyi-naukovih-ustanov-5?fbclid=IwAR3c5hHKHbg3ldV349bsM8eiRK0YmUzjZ28wd1H0rbuOINzag2cLPluAyIM>.
3. Наказ Міністерства освіти і науки України від 04.09.2020 № 1107 «Про включення до Державного реєстру наукових установ, яким надається підтримка держави». — Режим доступу: http://rni.rit.org.ua/public/img/rni/files/Nakaz_1107_04_09_2020.pdf.

4. Науково-технічний журнал «Ядерна енергетика та довкілля»: офіційний веб-сайт. — Режим доступу: <http://npe.org.ua/uk/>

5. Інститут проблем безпеки атомних електростанцій Національної академії наук України: офіційний веб-сайт. — Режим доступу: www.ispnpp.kiev.ua.

V. S. Havrylenko, I. V. Kutsyna, D. I. Khvalin

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants,
NAS of Ukraine, 12, Lysogirska st., Kyiv, 03028, Ukraine*

The Work Results of the Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of the NAS of Ukraine in 2020

The year 2020 has become a real challenge for almost all aspects of life all over the world. Under these conditions, Ukrainian science, which has been in a state of crisis for more than a year, has been forced to overcome additional difficulties. However, due to the efforts of scientists, scientific work not only did not stop, but also received a large development effort in new directions and formats. In 2020, the Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants was one of the scientific institutions that under the new conditions made every effort to carry out the planned scientific researches and perform works in accordance with its activities. The main results of scientific and scientific-organizational activities of the Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants in 2020 are presented in the article. Despite the difficult economic situation due to the epidemic, the staff of the Institute obtained important results in studies of nuclear and radiation safety of the Shelter object, and in works aimed at improving the reliability and safety of existing Ukrainian and foreign nuclear power plants. The results of works in the field of the Shelter object transformation into an ecologically safe system, safe operation of nuclear facilities, decommissioning of nuclear facilities, spent nuclear fuel and radioactive waste management are presented in the article. The results of the work performed under the International Atomic Energy Agency (IAEA) grant and the Ukrainian-Japanese Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development

(SATREPS) project are described. The implementation of the results of these studies in practice is indicated. Scientific and expert activities in the interests and at the request of public authorities, cooperation with national and foreign scientific organizations as well as scientific and organizational activities in 2020 are described. Information on internal certification of employees, participation in international and national events, publishing and etc. is presented.

Keywords: Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, scientific activity, international cooperation, scientific results implementation.

References

1. *Report on the activities of the Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of the National Academy of Sciences of Ukraine in 2020*. Kyiv: ISP NPP, NAS of Ukraine, 2020, 146 p. Available at: www.ispnpp.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/10/zvit-2020.pdf (in Ukr.)
2. Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine “*On the results of the state certification of scientific institutions*” dated 17.06.2020, no. 817. Available at: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-rezultati-derzhavnoyi-atestaciyi-naukovih-ustanov-5?fbclid=IwAR3c5hHKHbg3ldV349bsM8eiRK0YmUzjZ28wd1H0rbuOINzag2cLPluAyIM>.
3. Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine “*On inclusion in the State Register of scientific institutions supported by the state*” dated 04.09.2020, no. 1107. Available at: http://rni.rit.org.ua/public/img/rni/files/Nakaz_1107_04_09_2020.pdf.
4. *Scientific Journal “Nuclear Power and the Environment”*: official website. Available at: <http://www.npe.org.ua/uk>
5. *Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine*: official website. Available at: www.ispnpp.kiev.ua.

Надійшла 08.02.2021

Received 08.02.2021