

ЗВІТ

про діяльність

Інституту проблем безпеки атомних електростанцій

(ІПБ АЕС)

НАН України

у 2013 році

Директор ІПБ АЕС НАН України
академік НАН України

О. О. Ключников

Звіт затверджено на засіданні Вченої ради (протокол № 11 від 10 грудня 2013 р.)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
I. Найважливіші досягнення в галузі технічних наук	5
II. Дані про тематику та обсяги НДР, що виконуються установою	19
III. Дані про виконання досліджень і розробок за замовленнями сторонніх організацій за договорами та контрактами, в т.ч. зовнішньоекономічними.....	22
IV. Використання результатів досліджень у народному господарстві	23
VIII. Видавнича діяльність	25
IX. Міжнародне наукове та науково-технічне співробітництво	31
XIII. Кадри	32
XIV. Розвиток матеріально-технічної бази досліджень	33
XV. Стан інформаційного забезпечення установи.....	34
XVII. Заключна частина.....	35

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

ВСТУП

Інститут проблем безпеки атомних електростанцій (ІПБ АЕС) створено Постановою Президії НАН України від 16.02.04 № 44 шляхом реорганізації Міжгалузевого науково-технічного центру (МНТЦ) «Укриття» з метою подальшого розвитку фундаментальних та прикладних досліджень в галузі безпеки АЕС, їх належної організації та координації.

Напрями діяльності ІПБ АЕС визначаються Постановою Президії НАН України від 6.07.2013 р. № 225 і є такими:

- наукові основи безпеки та ефективності експлуатації АЕС;
- розробка наукових засад створення технологій утилізації радіоактивних відходів;
- дослідження, розробка і впровадження технологій зняття з експлуатації енергоблоків АЕС;
- вимірювання інформаційних величин в умовах АЕС та створення систем та приладів для АЕС;

Також Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, як правонаступник МНТЦ «Укриття», відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 4 лютого 1992 року №55 здійснює:

- проектно-конструкторські роботи по перетворенню об'єкта «Укриття», в довговічну екологічно безпечну систему;
- наукові та дослідно-конструкторські роботи по ядерній і радіаційній безпеці об'єкта «Укриття», створенню робототехніки й радіаційних технологій для відбирання зразків, вилучення з об'єкта і зберігання ядерного палива й радіоактивних речовин;
- контроль і прогнозування зміни властивостей речовин, що містять ядерне паливо, стану матеріалів і конструкцій об'єкта й екологічної безпеки у зоні його впливу;
- залучення сучасних вітчизняних і зарубіжних технологій для розв'язання поставлених перед центром завдань.

До складу ІПБ АЕС входять 7 наукових відділень за напрямками роботи:

- відділення ядерної та радіаційної безпеки;
- відділення вимірювально-діагностичних систем;
- відділення радіаційних технологій, матеріалознавства та екологічних досліджень об'єкта «Укриття»;
- відділення проектування об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями;
- відділення атомної енергетики;
- відділення зняття з експлуатації АЕС;

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

- відділення безпечної експлуатації АЕС

та дослідне виробництво.

ІПБ АЕС здійснює свою діяльність згідно з ліцензіями Державного комітету ядерного регулювання України, Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України та Спеціальним дозволом Державного департаменту – Адміністрації зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення МНС України.

Колектив Інституту за списковим складом нараховує 272 працівника, у тому числі 13 докторів та 29 кандидатів наук. За сумісництвом працює 21 особа, у тому числі 10 докторів та 3 кандидати.

У Інституті вперше серед наукових установ України введено Систему управління якістю, яка сертифікована в Національному органі по сертифікації УкрСЕРТ (на відповідність вимогам ДСТУ ISO 9001:2001 (ISO 9001-2000, IDT)) та міжнародному органі по сертифікації «Bureau Veritas Quality International» (на відповідність вимогам ISO 9001:2000). У 2009 році Систему якості приведено у відповідність вимогам стандарту ISO 9001:2008. В 2013 році черговий зовнішній аудит підтвердив відповідність Системи якості ІПБ АЕС вимогам міжнародних стандартів.

У 2013 році згідно з Тематичним та Робочим планом роботи виконувались за 10 перехідними бюджетними темами відомчої тематики. Всі заплановані роботи виконано. Результати роботи за рік розглянуто та затверджено на засіданнях Вченої ради Інституту.

Крім того, виконувались роботи за 9 госпдоговорами на суму 8000 тис. грн. Загальні обсяги фінансування робіт у поточному році за рахунок коштів загального фонду Державного бюджету складають 32423,7 тис. грн.

Спеціалісти ІПБ АЕС беруть участь в міжнародному проекті SIP реалізації першочергових заходів на об'єкті «Укриття» та підготовці до його перетворення в екологічно безпечну систему.

У 2013 році було отримано важливі результати як у дослідженнях стану ядерної та радіаційної безпеки об'єкта «Укриття», так і у роботах, спрямованих на підвищення надійності, ефективності та безпеки експлуатації діючих українських АЕС.

1. Найважливіші досягнення в галузі технічних наук

**РОЗРОБКА ЗАХОДІВ, ЯКІ ПІДВИЩУЮТЬ ЯДЕРНУ, РАДІАЦІЙНУ ТА
ЕКОЛОГІЧНУ БЕЗПЕКУ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» ТА НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО
КОНФАЙНМЕНТА**

Тема 2

За результатами дослідження нейтронно-фізичних і фізико-хімічних характеристик ядерно-небезпечних скупчень ПВМ розроблено концептуальну схему процесів утворення скупчень ПВМ з критичною масою палива, розроблено гіпотетичну модель процесу утворення зони з високим вмістом урану в приміщенні 305/2.

В ході реалізації локального контролю стану підкритичності ядерно небезпечних скупчень (ЯНС) ОУ розроблено графічну тривимірну модель приміщень 305/2, 304/3 від відмітки +08.000 до відм. +15.000. Визначено геометричні параметри і координати зони, в якій знаходиться скупчення ПВМ з високим вмістом урану.

Зроблено попередню оцінку впливу чинників, що призводять до зворотної критичності. а саме обезводнення, зміни температури, деградації структури розмножувального середовища.

Показано, що існує вірогідність виникнення СЛР (зворотної критичності) в заданих діапазонах вказаних чинників, яка зростає зі збільшенням масового вмісту урану від 52 %.

Проведено попередню оцінку ефективності контролю підкритичності ядерно небезпечних скупчень в підреакторній плиті південно-східного квадранта приміщення 305/2 за допомогою штатної системи СКЯБ ІАСК ОУ. Проведено аналіз геометрії розміщення точок контролю і очікуваних відгуків блоків детектування на нейтрони витоку з району розміщення ядерно-небезпечного скупчення.

Для розробки засобів, які підвищують радіаційну та екологічну безпеку НБК та ОУ, виконано комплекс досліджень з визначення ефективності очищення РРВ об'єкта «Укриття» від полімерних і інших органічних сполук шляхом використання водного розчину титаново-залізного коагулянту. Встановлено, що запропонований спосіб очищення має переваги в порівнянні з існуючими прототипами.

Проведено дослідження з визначення ефективності запропонованого коагуляційно-сорбційного способу очищення РРВ ОУ від органічних (полімерних) домішок і радіонуклідів.

З метою розробки довгострокового прогнозу поведінки радіоактивного пилу в ОУ в 2013 р. розпочато довготривалий лабораторний експеримент з визначення динаміки ерозії

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

ЛПВМ різного типу, для чого було відібрано 2 зразки: зразок так званої «пемзи» масою 51,88 мг з прим. 012/7 і зразок коричневих ЛПВМ масою 42,23 мг з прим. 210/7.

Проведено спостереження за концентраціями і дисперсним складом радіоактивних аерозолів, що поступають з центрального залу об'єкта «Укриття» в атмосферу через висотну вентиляційну трубу ВТ-2. Розраховано кількість короткоживучих дочірніх продуктів радону і сторону, визначено довгоіснуючі радіонукліди «чорнобильського» генезису.

В процесі дослідження властивостей біотичного чинника, що знаходиться у рідких радіоактивних відходах об'єкта «Укриття» відпрацьована методика контролю залишку пілопригнічуючої емульсії в зразках води, методика дослідження зміни форм іонів в зразках води, методика визначення відмінностей форм в досліджуваних зразках води з використанням електрофорезу в шарі акриламідного гелю, метод ізоелектричного фокусування на папері, методика оцінки зв'язаності форм іонів в зразках води методом конкуруючих реагентів з використанням кругової тонкошарової хроматографії на папері.

Виділено 12 культур мікроорганізмів, що мають амілолітичну активність, здатних руйнувати синтетичні кремнійвмісні латекси.

Вивчено вплив рН на розвиток культур і деструкцію пілопригнічуючої емульсії, вплив аніонів кислот для регулювання рН на розвиток культур-деструкторів пілопригнічуючої емульсії, вплив температури на зростання культур, вплив катіонів металів і аніонів кислот на руйнування пілопригнічуючої емульсії виділеними культурами у присутності мікробних співтовариств вод ОУ.

Проведено систематизацію і аналіз даних про властивості культур мікроорганізмів, що руйнують пілопригнічуючу емульсію в воді ОУ.

Розроблено інноваційний спосіб очищення вод ОУ від пілопригнічуючої емульсії з використанням біоти (мікроорганізмів).

В результаті дослідження фізико-хімічних властивостей рідких радіоактивних відходів (РРВ) і ЛПВМ ОУ отримано експериментальні дані по вилуговуванню стронцію і плутонію з ЛПВМ приміщення 012/7.

Проведено радіохімічний і елементний аналіз зразків коричневих, чорних і поліхромних ЛПВМ, відібраних в приміщеннях об'єкта «Укриття». Уточнено зміст ТУЕ, урану і цирконію в досліджених зразках ЛПВМ.

акад. НАН України О. О. Ключников, В. О. Краснов, Б. І. Огородников, О. С. Лагуненко, О. О. Одинцов.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ ДЕГРАДАЦІЮ
ЛПВМ ОБ'ЄКТА «УКРИТТЯ» НА ПЕРІОД ДО ЇХ КОНТРОЛЬОВАНОГО ЗБЕРІГАННЯ
ЧИ ПЕРЕРОБКИ**

Тема 3

У 2013 році дослідження з темі включали адаптацію методу визначення об'ємів порових каналів за видаленням робочої рідини з них при її випаровуванні для вимірювання характеристик паливовмісних матеріалів.

Досліджені зразки коричневої та чорної кераміки мали удавану густину $2,39 \text{ г/см}^3$ і $1,66 \text{ г/см}^3$, відкриту пористість – 13 % і 20 % відповідно. Зразки поліхромної кераміки відкритої пористості не мали. Коричнева кераміка містить пори з формою, близькою до сферичної, і з діаметрами 100–200 мкм, 40–50 мкм і ~10 мкм.

Поровий простір ЛПВМ є сумою декількох сукупностей порових каналів, дві з яких мають діаметри в нанорозмірному діапазоні. Нанорозмірні порові канали є результатом накопичення радіаційних дефектів в ЛПВМ при самоопроміненні, а мікронні - виділення газів з розплаву ЛПВМ при їх остиганні під час аварії 4-го блоку.

Для проведення досліджень були виготовлені зразки коричневої, чорної і поліхромної кераміки ЛПВМ у вигляді пластин з розмірами (30–40) x (25–35) x (2,5–4) мм.

Пікнометрична густина зразків коричневої кераміки ЛПВМ із збільшенням відстані (положення зразка від краю шматка матеріалу) зростає від $2,89 \text{ г/см}^3$ до $3,02 \text{ г/см}^3$, потім зменшується до $2,88 \text{ г/см}^3$ і знову зростає до $3,05 \text{ г/см}^3$. Залежність є періодичною з кроком 15 мм. Залежність для чорної кераміки має подібний вигляд. Відмічається дещо більший діапазон значень пікнометричної густини. Крок залежності становить 13–14 мм.

Відкрита пористість коричневої кераміки становить 5,3-11,9 % при середньому значенні 7,1 %. У чорної кераміки відкрита пористість має приблизно вдвічі більші середні значення 16,2 % за вдвічі більшого їх розкиду 9,8–23,3 %. Значення відкритої пористості як коричневої, так і чорної кераміки не залежать від положення зразка в шматку матеріалу. Розкид значень є статистичним.

Періодичність зміни пікнометричної густини ЛПВМ свідчить про неоднорідність структури ЛПВМ. Вона обумовлена нерівномірним розподілом в матеріалі елементів з великою атомною масою і сформувалася при взаємодії таблеток оксидного палива з розплавом силікатного матеріалу, який не досяг рівноважного стану через його охолодження під час запроектої аварії 4-го енергоблоку.

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Проведено вимірювання альфа-активності пилу (ААП), що накопичився на ділянці поверхні ЛПВМ приміщення 304/3 об'єкту «Укриття» ЧАЕС за відрізки часу загальною протяжністю 284 діб. Вона становила 170,8 Бк, або 2,15 кБк у перерахунку на м² за рік, приріст її за рік – більше ніж 3 %. Максимальна активність пилу відповідала періоду безпосередньо після висихання конденсаційної вологи на поверхні ЛПВМ. Імовірно джерело пилу – фрагментарно дисперговані ділянки лави з високою концентрацією палива. Розрахована товщина зруйнованого за рік шару лави біля 15 мкм. Швидкість відриву ААП від сухої поверхні ЛПВМ у 7,2 рази більша, ніж від обводненої, яка зменшувала надходження кисню до інкорпорованих у силікатну матрицю лави частинок аварійного ядерного палива.

Відносна концентрація частинок ААП із аеродинамічним діаметром < 0,8 мкм росла зі збільшенням часу накопичення пилу, що свідчить про продовження процесу подрібнення і у відірваних від лави частинках.

Пояснення процесів утворення і подальшого подрібнення ААП потребує залучення не менше ніж двох незалежних механізмів диспергування.

С. В. Габелков, О. Е. Меленевський, І. О. Ушаков

РОЗРОБКА МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ КОНТРОЛЮ КОЕФІЦІЄНТІВ РЕАКТИВНОСТІ
ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Тема 9.

Метою роботи є розробка нових методів визначення параметрів безпеки ядерного реактора – коефіцієнтів реактивності. Актуальність роботи визначається необхідністю реалізації на АЕС вимог правил ядерної безпеки реакторів з водою під тиском, які діють з 2008 року, та містять нові положення по здійсненню постійного контролю за коефіцієнтами реактивності. Впровадження результатів запропонованої наукової роботи на АЕС є важливою складовою комплексної програми з підвищення безпеки реакторних установок. Під час виконання роботи будуть визначені методи які дозволяють визначати коефіцієнти реактивності постійно не залежно від рівня потужності реактора. Розроблені програмно-технічні засоби по визначенню коефіцієнтів реактивності будуть використані у лабораторному макеті системи.

У 2008 році в Україні введено в дію «Правила ядерної безпеки реакторних установок атомних станцій з реакторами з водою під тиском. НП 306.2.145-2008». Відповідно до вимог

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

цього документа з водою під тиском повинні бути реалізовані ряд контрольних-вимірювальних завдань, зокрема:

- з контролю реактивності та швидкості її зміни;
- з визначення коефіцієнтів реактивності;
- з визначення підкритичності активної зони;
- з контролю нерівномірності енерговиділення в активній зоні.

За деякими вимогами ще немає апробованих науково-технічних рішень, наприклад, за визначенням коефіцієнтів реактивності (параметрів безпеки) ядерного реактора протягом всієї паливної кампанії.

Таким чином, для безпеки експлуатації ядерних реакторів як мінімум повинні виконуватися всі вимоги нормативних документів.

Додатковим аргументом на підтримку необхідності виконання такої роботи є постійне вдосконалення паливних циклів, спрямоване на зниження паливної складової у вартості виробленої на АЕС електроенергії, що веде до збільшення маси урану в активній зоні реактора та зміни водо-уранового співвідношення. Це, в свою чергу, веде до зміни коефіцієнтів реактивності, тому необхідний постійний контроль за коефіцієнтами реактивності реактору, з метою недопущення роботи реактора з «небезпечними» коефіцієнтами реактивності.

Рішення рівнянь кінетики реактора з урахуванням зворотних зв'язків за ефектами реактивності дозволяє знайти співвідношення для визначення температурного коефіцієнта реактивності по температурі теплоносія. Для цього необхідно визначити взаємоспектральну густину потужності сигналів датчиків температури теплоносія і нейтронного потоку, а також автоспектральну густину потужності сигналу нейтронного датчика. Відношення цих величин і є температурним коефіцієнтом реактивності. Проблема полягає в знаходженні в об'ємі реактора місць розташування детекторів, сигнали яких найбільшою мірою задовольняють прийнятої моделі кінетики реактора. Аналогічне рішення може бути знайдено і для визначення інших коефіцієнтів реактивності.

В рамках виконання роботи проведено аналіз та обрано метод рішення задачі неперервного визначення коефіцієнтів реактивності реактора. Розроблено вимоги до апаратури контролю спектральних складових сигналів детекторів контролю ядерного реактора.

В. І. Борисенко, М. М. Сидорук

**СТАТИСТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НЕЙТРОННИХ СИСТЕМ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ
ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯДЕРНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ АЕС**

Тема 10

Розроблено та виготовлено вдосконалений апаратурно-програмний комплекс (АПК) з двома нейтронними вимірювальними каналами.

Основною визначальною рисою нового вимірювача часу реєстрації подій, що входить в АПК, є фіксація часу реєстрації нейтрону з наносекундною точністю. Це дає можливість застосовувати вдосконалені методики нейтронних вимірювань та обробки даних, тобто перенести аналіз співпадінь і кореляцій на етапі комп'ютерної поствимірювальної обробки результатів, що суттєво спрощує та здешевлює апаратурно-технічну реалізацію експерименту. Методика проведення багатопараметричних нейтронних вимірювань забезпечує за один цикл вимірювань накопичення достатнього об'єму інформації, необхідного для подальшої автономної обробки за різними алгоритмами, що проводять відбір подій за необхідними часовими кореляціями або іншими ознаками.

Точність вимірювання значно збільшено за рахунок збільшення роздільної здатності (у 25 разів), максимального зниження впливу прорахунків та зниження впливу «мертвого» часу, обумовленого кінцевим часом формування імпульсів, а також застосуванням двоканальної реєстрації нейтронів. Це дозволяє фіксувати у цифровій формі вхідний імпульсний потік та визначати факт збігу подій та інші характеристики програмно під час обробки результатів вимірювань, не використовуючи громіздкі апаратурні методики.

Розроблено програму візуалізації накоплених результатів вимірювань часу реєстрації нейтронів з представленням інформації щодо середнього значення частоти реєстрації та дисперсії.

Проведено цикл експериментів з 2-канальним АПК в лабораторних умовах. У вимірювальній лабораторії змонтовано стенд та проведено імітацію спотворення потоку вимірювальних даних від Pu-Be джерела нестационарною завадою різною частотою та інтенсивністю.

Розроблено спосіб знаходження спотворених завадою даних (на прикладі вимірювань часу реєстрації нейтронів від Pu-Be джерела та метод виключення даних, які є недостовірні.

Проведено цикл експериментів у сховищі відпрацьованого ядерного палива ЧАЕС з вимірювання параметрів нейтронного потоку від відпрацьованих тепловиділяючих збірок (15 збірок) з метою визначення його характеристик.

На основі математичного моделювання методом Монте-Карло процесу розмноження нейтронів проаналізовано джерела похибок при визначенні параметрів підкритичності методом Фейнмана.

В. М. Павлович, О. А. Кучмагра, Д. А. Літвінов, Г. І. Одинокін.

РОЗРОБКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСАД ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПОВИХ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ВИЛУЧЕННЯ ПВМ ІЗ ОБ'ЄКТА "УКРИТТЯ" З
ВИКОРИСТАННЯМ МАЙБУТНЬОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТА ТА
СТВОРЕННЯ ВІДПОВІДНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО
ПОВОДЖЕННЯ З НИМИ

Тема 11

Аналіз факторів впливу паливовмісних матеріалів (ПВМ) на персонал та навколишнє середовище вказав на необхідність невідкладного (одразу після демонтажу нестабільних конструкцій) вилучення ПВМ із верхніх відміток з таких причин: ТСМ цієї зони в основному формують радіаційну обстановку в новому безпечному конфайнменті (НБК) і навкруги нього (великі дози персоналу при обслуговуванні НБК); радіоактивний пил в цій зоні є основним джерелом забруднення конструкцій та обладнання НБК; найнебезпечніші аварії, що призводять до викидів у навколишнє середовище, пов'язані з наявністю паливного пилу в цій зоні (з часом ймовірність таких аварій виростатиме, а наслідки будуть більш складними); вилучення ПВМ з цієї зони в принципі неможливо без використання систем НБК і має бути завершено протягом життєвого циклу НБК; без вилучення ПВМ із цієї зони неможливо демонтувати будівельні конструкції 4-го блоку, пошкоджені при аварії та неможливо буде зняти з експлуатації НБК.

Для вибору оптимального варіанту вилучення ПВМ з нижніх відміток запропоновано кілька альтернативних варіантів (використання маршрутів через шахту (приміщення 0б1/2), доступ через шахту реактора після видалення схеми Е, доступ з ЦЗ з розбиранням перекриттів, можливі комбіновані варіанти – доставка техніки за одним шляхом доступу, видалення ПВМ за іншими) і критерії, які необхідно враховувати при аналізі на основі багатокритеріального методу.

Аналіз даних на основі розроблених тривимірних моделей гамма-полів над центральним залом (ЦЗ) об'єкта «Укриття» (ОУ) та в шахті реактора 4-го блоку показав, що найбільший внесок у ПЕД дають ПВМ на верхніх майданчиках вузла підвіски свіжого палива, завали на барабан-сепараторах (насамперед, на південному), завали біля басейнів витримки, схема Е.

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Для мінімізації доз опромінення персоналу, задіяного при обслуговуванні НБК і вилученні ТСМ в першу чергу необхідно видаляти найбільш інтенсивні джерела. Запропоновано оптимальну послідовність проведення робіт на верхніх відмітках.

Видалення ПВМ і РАВ (крім завалів у ЦЗ та схеми Е) буде проводитися за допомогою двох кранів (на одному – мобільний інструментальний майданчик, на другому – контейнер, закріплений на консолі: мінімальна відстань між кранами – 11,8 м). Для зменшення доз персоналу в локальній зоні при передачі контейнера ТСМ з майданчика тимчасового складування в технологічне будівлю необхідно буде організувати локальний захист. Згідно з розрахунками ПЕД від відпрацьованої тепловиділяючої збірки на 2015 р. на відстані 20 м буде складати приблизно 230 мР/год.

Видалення ПВМ і РАВ із завалів у ЦЗ та схеми Е буде проводитися за допомогою ДКМ і одного крана, що здійснює доставку ДКМ і персоналу в захисному боксі для їх підключення до джерела енергопостачання, а також для видалення ПВМ та супутніх РАВ. При цьому можна застосовувати більш ефективні захисні контейнери.

Стабілізація схеми Е здійснюватиметься засипанням (щебінь тощо) або заливкою (у простому випадку – цементним розчином). Для надійної стабілізації необхідно здійснювати заливку пошарово – використовуючи старі та/або спеціально пробурені нові свердловини. Для зменшення протікання розчину приміщеннями необхідно розробити технічне рішення щодо зменшення нещільностей шахти реактора, що утворилися після просідання схеми ОР та розплаву її південно-східної частини при аварії.

В. М. Щербін, В. Г. Батій, О. В. Балан.

ОЦІНКА НАСЛІДКІВ ТРАНСГРАНИЧНОГО ПЕРЕНЕСЕННЯ РАДІОНУКЛІДІВ У
ВИПАДКУ АВАРІЙ НА АЕС УКРАЇНИ ПРИ СКЛАДНИХ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТА
НЕСПРИЯТЛИВИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Тема 12

В ході проведення чисельних експериментів для виявлення найбільш небезпечних метеоумов для різних просторових масштабів зони радіоактивного забруднення виконано опис синоптичних ситуацій та розрахунки прогнозів метеоелементів за моделлю чисельного прогнозу погоди WRF V3.1.

За допомогою мезомасштабної моделі атмосферного переносу радіонуклідів LEDI проведено розрахунки можливого радіоактивного забруднення повітря та ґрунту для 5-ти

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

сценаріїв проектних і запроектних аварій на Рівненській та Хмельницькій АЕС, що призводять до транскордонного переносу викиду на територію Білорусі та Польщі. Для кожного з сценаріїв виконано консервативні оцінки доз зовнішнього і внутрішнього (за інгаляційного надходження) опромінення населення залежно від відстані до АЕС.

Для розглянутих сценаріїв аварійних викидів і обраних метеорологічних умов отримано, що рівні радіоактивного забруднення приземного повітря на території Польщі та Білорусі в період проходження радіоактивного викиду для майже всіх радіологічно значимих радіонуклідів не перевищує допустимих значень, встановлених НРБУ-97, навіть за консервативного припущення про тривалість аварійного викиду 1 годину. Короткочасне (тривалістю 1 година) перевищення отримано для аварії з відривом кришки колектора парогенератора (ПГ): до 3,3 разів для I-131 і до 1,4 рази для I-133 при перенесенні на Білорусь, а також в 1,4 рази на території Польщі. Для максимальної проектної аварії допустимі рівні в повітрі короткочасно перевищуються в Білорусі по йоду-131 (в 1,3 рази) і ізотопам церію (до 8 разів), а також у Польщі по церію-144 (до 4 разів). Враховуючи, що реальна тривалість аварійного викиду може перевищувати кілька годин, на територіях суміжних країн об'ємна концентрація практично всіх нуклідів не перевищуватиме допустимих значень, встановлюваних НРБУ-97. Транскордонне перенесення на територію суміжних країн становить близько 50 % початкового викиду I-131, до 20 % короткоживучих ізотопів йоду і більше 80 % довгоіснуючих нуклідів в аерозольній формі.

На основі розроблених моделей атмосферного перенесення створено та впроваджено інформаційно-аналітичну систему, призначену для оцінок та прогнозування радіаційної ситуації в межах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) з метою забезпечення оперативної підтримки прийняття рішень про введення контрзаходів щодо захисту персоналу, що працює на території ЧЗВ. Система призначена для розрахунків об'ємної активності основних в даний час дозоутворюючих нуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am в повітрі та поверхневої активності на ґрунті в межах ЧЗВ, доз зовнішнього та внутрішнього (за рахунок інгаляційного надходження) опромінення персоналу ЧЗВ та населення за її межами. Система може використовуватися як при нормальних умовах, так і за підвищеної емісії радіонуклідів у повітрі (аварійні ситуації на радіаційно-небезпечних об'єктах в ЧЗВ, екстремальні погодні умови, включаючи періоди сильного вітру, смерчі, лісові пожежі). Система оцінює поточну радіаційну ситуацію та прогнозує її розвиток на період від 1 до 24 годин.

Є. К. Гаргер, М. М. Талерко, Б. С. Прістер

**НАУКОВІ ЗАСАДИ, ТЕХНОЛОГІЇ Й МАТЕРІАЛИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІЧНИМ
СТАНОМ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ, ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТА ЕКОЛОГІЧНОЇ
ЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРО- І ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ БЛОКІВ**

АЕС

Тема 13

З метою дослідження і аналізу тангенційних нерівномірностей електромагнітних втрат і нагрівів у кінцевих зонах статора створено алгоритм і тривимірну модель електромагнітних і теплових процесів в елементах конструкції турбогенераторів, що експлуатуються у складі енергоблоків АЕС. Проведено дослідження залежності електромагнітних навантажень окремих елементів кінцевої зони від режимів експлуатації обладнання. Встановлено, що в режимах із споживанням реактивної потужності тангенціальні нерівномірності електромагнітних навантажень у кінцевій зоні осердя статора сягають більше 75 %. Розроблено технічні пропозиції щодо виключення таких негативних явищ в експлуатації.

Розроблено та відпрацьовано на тестових задачах та натурних експериментальних даних програмне забезпечення комп'ютерного комплексу діагностики, моніторингу та прогнозу технічного стану основного електротехнічного обладнання енергоблоків АЕС. Створено наукові основи й обґрунтовано методи управління станом обладнання та забезпечення штатних режимів його експлуатації.

Спільно з ІЕД та ІНМ НАН України виготовлено зразки та проведено дослідження теплофізичних характеристик ізоляційних матеріалів, створених із використанням наномодифікуючих домішок. Параметри отриманих зразків у 2–3 рази перевищують аналогічні показники ізоляції, що сьогодні використовуються у вітчизняному електромашинобудуванні. Визначено основні технічні параметри технології формування модифікованої ізоляції.

На основі запропонованої багатомірної геометричної моделі ідентифікації створено алгоритм автоматичного розпізнавання випадкових спектрів діагностичних сигналів, що відповідають початку кипіння теплоносія у тепловиділяючих збірках реакторів типу ВВЕР, а також розроблено комплекс відповідних комп'ютерних програм, які забезпечують реалізацію основних обчислювальних етапів автоматичного виявлення цього аномального режиму, що може виникати в процесі експлуатації активної зони енергетичного реактору водо-водяного типу і передус аварійному режиму теплогіому, тобто кризі тепловіддачі на поверхні тепловиділяючих елементів.

Г. М. Федоренко, чл.-кор. НАН України Н. М. Фіалко, І. Г. Шараєвський, Л. Б. Зімін, О. Г. Кенсицький.

**УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ТА АВАРІЙНОГО
РЕАГУВАННЯ У РАЙОНАХ РОЗТАШУВАННЯ АЕС УКРАЇНИ З МЕТОЮ ПІДВИЩЕННЯ
РІВНЯ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Тема 14

Зроблено оцінку внеску головних елементів ландшафтів зон впливу АЕС у формування дози опромінення населення при різних радіаційних ситуаціях. Розроблено алгоритм оцінки внеску головних елементів ландшафтів зон впливу АЕС у формування дози опромінення населення при різних радіаційних ситуаціях.

Показано що за рахунок відмінностей у властивостях ґрунтів рівні забруднення молока корів та дози від його споживання відрізняються більш як у 10 разів.

Алгоритм оцінки критичності головних елементів ландшафтів для використання з метою чисельного моделювання радіаційної ситуації включає послідовну оцінку значення коефіцієнту переходу радіонукліду з *i*-го типу ґрунту в *j*-ий тип рослинності, щільності забруднення ґрунту та їх перемноження. Варіабельність значення критичності визначається в значній мірі такими ландшафтними показниками, як уклін схилів, їх експозиція, наближеність до аквальних ландшафтів, що визначаються і враховуються підчас районування території.

Проведено оцінку ролі головних елементів ландшафтів у формуванні дози опромінення населення при рівній щільності забруднення ґрунту $S=37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$, з використанням проведених на попередньому етапі районування території та прогнозування питомої активності ^{137}Cs в сільськогосподарських культурах.

Оцінка показала, що вклад в дозу опромінення населення при рівній щільності заплавних ландшафтів на критичних торфово-болотних, дернових і лучних типах ґрунту з луговою і пасовищною рослинністю становить біля 80 %. В той же час, схиліві елементи з частково зволженими і оглеєними типами мінеральних ґрунтів, на яких вирощуються овочеві культури, бульби і коренеплоди, дають вклад в дозу в межах 5–15 %, а водороздільні частини – до 5 %.

За допомогою лагранжево-ейлерової мезомасштабної моделі атмосферного перенесення радіоактивних викидів LEDI (ІПБ АЕС) здійснено розрахунки полів поверхневої активності радіонуклідів для одного з метеорологічних сценаріїв, сформованого за допомогою моделі прогнозу погоди WRF, у випадку східного перенесення аварійного викиду внаслідок гіпотетичної радіаційної аварії на Рівненській АЕС. Для такого сценарію забруднення території

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

проведено оцінку вмісту ^{137}Cs в сільськогосподарській продукції на момент випадіння за параметрами кінетичної моделі переходу радіонуклідів з ґрунту в рослини.

Оцінено критичність головних елементів ландшафтів з використанням як критерію критичності значення допустимих рівнів вмісту радіонукліду ^{137}Cs в продукції ДР-2006. Запропоновано три класи критичності об'єктів: без перевищення ДР, досягнення ДР в межах $\pm 20\%$, з перевищенням ДР понад 20% .

Встановлено, що щільність забруднення радіонуклідами поверхні – не єдиний параметр, що визначає радіаційну небезпеку і критичність головних елементів ландшафтів, в першу чергу їх визначають екологічні особливості. Так, пасовища на торфово-болотних ґрунтах з щільністю забруднення $10 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$ виявилися критичнішими в порівнянні з оранкою під зерновими культурами, бульбами картоплі і коренеплодами на дерново-підзолистих ґрунтах з $S > 37 \text{ кБк}\cdot\text{м}^{-2}$.

Б. С. Пристер, Є. К. Гаргер

НАУКОВО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБІТ НА ЕТАПАХ ЗНЯТТЯ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ЕНЕРГОБЛОКІВ АТОМНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ.

Методологія оптимізаційних процедур щодо дезактивації обладнання при виконанні робіт зі зняття з експлуатації АЕС

Тема 15

За звітний період роботи проводились у напрямку розробки методології оптимізаційних процедур щодо дезактивації обладнання при виконанні робіт зі зняття з експлуатації АЕС. У ході проведення робіт були досліджені особливості процесу дезактивації при знятті з експлуатації АЕС, в тому числі:

- об'єкти проведення дезактиваційних робіт та особливості їх радіаційного забруднення;
- технічні засоби дезактивації;
- час проведення дезактиваційних робіт;
- особливості, що потребують врахування, якщо на об'єкті траплялись радіаційні аварії.

Визначено етапність реалізації підготування робіт з дезактивації, а саме:

- прийняття рішення щодо доцільності проведення дезактивації;
- визначення послідовності проведення робіт з дезактивації з урахуванням пріоритетності об'єктів обробки та особливостей радіоактивного забруднення;

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

- вибір (або розробка) технології дезактивації з урахуванням наявних технічних засобів та ефективності дезактивації для досягнення визначеної мети;
- визначення необхідних ресурсів для забезпечення проведення дезактиваційних робіт.

Кожен з визначених етапів є об'єктом оптимізаційних процедур зі своїми критеріями (як чисельними так і якісними).

А. В. Носовський, В. І. Богорад

МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ВАЖКИМИ АВАРІЯМИ НА ДІЮЧИХ
ВІТЧИЗНЯНИХ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Тема 16

В ході проведення оглядового аналізу і систематизації підходів, методів та стану теоретичних і експериментальних досліджень з моделювання позапроектних аварій на АЕС встановлено, що на даний час немає єдиного підходу до моделювання позапроектних аварій на АЕС.

Згідно з нормами і правилами безпеки ядерної енергетики України, а також передового міжнародного досвіду та рекомендаціям МАГАТЕ на АЕС мають бути впроваджені спеціальні керівництва або процедури для управління позапроектними (УПА) і важкими аваріями (ВА). Сучасні нормативні документи (наприклад, п.10.9 ЗПБ-2008) визначають два основні підходи при розробці експлуатаційної документації з УПА:

1) подієво-орієнтований підхід, в основі якого розробки алгоритмів дій персоналу та організаційно-технічних заходів (ОТЗ) за УПА під конкретні вихідні події аварії (ВПА) та/або об'єднані групи ВНА;

2) симптомно-орієнтований підхід, в основі якого розробки алгоритмів дій персоналу з УПА під відхилення контрольованих технологічних параметрів і/або спрацьовування технологічних систем, що відображають виникнення ВПА (ознаки/симптоми аварій).

Більш перспективним для УПА є симптомно-орієнтований підхід, особливо для умов, в яких важко однозначно ідентифікувати ВПА.

У розроблених керівництвах з управління позапроектними аваріями (КУПА) на АЕС України з ВВЕР неефективно використовують переваги симптомно-орієнтованих підходів.

Основні вимоги до методичного забезпечення при моделюванні та аналізі ВА на корпусних реакторах типу ВВЕР:

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

1. Умови виникнення ВА, стан пошкодженої активної зони, конфігурації працездатних систем безпеки (СБ) для подальшого управління важкої аварією (УВА) у загальному випадку залежать від всього можливого спектру ВПА (відмови/порушення систем, внутрішні та зовнішні екстремальні події), які можуть призвести до важкого пошкодження палива.

2. Моделювання та аналіз ВА доцільно розглядати на трьох основних стадіях: внутрішньокорпусні, зовнішньокорпусні (в межах контейнменту) і позаконтейнментні.

До моменту початку робіт над аварійними сценаріями повинен бути вибраний і обґрунтований перелік домінантних аварійних сценаріїв, що підлягають дослідженню.

Вибір стратегії управління починається після завершення розробки загальних технічних основ позапроектного застосування (ЗТО ПЗ) систем і устаткування розглянутого енергоблоку, а також суміжних систем інших енергоблоків. Крім того, до моменту початку робіт над стратегіями повинні бути вибрані і обґрунтовані переліки аварійних сценаріїв. Вибір переліків аварійних сценаріїв, що призводять до важкого пошкодження активної зони, необхідно виконати на основі розробки ЗТО ПЗ. Вибір та обґрунтування переліку виконується з урахуванням специфіки проекту енергоблоку, результатів імовірнісного (ІАБ) ІАБ-1, ІАБ-2 і аналізу позапроектних аварій пілотних енергоблоків і включає поглиблене вивчення вразливості енергоблоку до ВА.

Обрані стратегії повинні бути здійсненними за фізичних умов, що виникають у разі специфічних порушень функцій безпеки, для яких ці стратегії призначені. Відмова стратегії на одній зі стадій її виконання повинна передбачати варіанти того, щоб досягти цілей на наступних стадіях розвитку аварії.

В. І. Скалозубов, Ю. О. Комаров

**Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

II. Дані про тематику та обсяги НДР, що виконуються установою

Дані про кількість та обсяги фінансування НДР, що виконувались ІПБ АЕС у 2013 році, наведено в таблиці:

Вид тематики	Кількість тем (проектів, завдань)		Обсяги фінансування	
	разом	в т.ч. завершено у звітному році	разом	в т.ч. за рахунок коштів загального фонду Державного бюджету
1	2	3	4	5
<p>1. Державна:</p> <p>1.1. Тематика, що виконувалась за завданнями державних цільових програм, головним розпорядником бюджетних коштів яких є НАН України, та фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 (із зазначенням назви кожної окремої програми та її замовника)</p> <p>1.2. Тематика, що виконувалась за завданнями програм інших центральних органів виконавчої влади (із зазначенням назви кожної окремої програми та її замовника)</p> <p>1.3. Тематика, яка виконувалась за Державним замовленням на науково-технічну продукцію з пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030</p> <p>1.4. Проекти Державного фонду фундаментальних досліджень</p> <p>1.5. Тематика, яка виконувалась за окремими завданнями відповідно до Указів Президента України, рішень Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України, та фінансувалася за бюджетною програмою 6541030</p> <p>2. Програмно-цільова та конкурсна тематика НАН України</p> <p>2.1. Тематика, що виконувалась за завданнями цільових комплексних програм фундаментальних досліджень **</p> <p>2.2. Тематика, що виконувалась за завданнями цільових комплексних програм прикладних досліджень ***</p> <p>2.3 Тематика, що виконувалась в рамках спільних конкурсів з: Українським науково-технологічним центром (УНТЦ); Російським гуманітарним науковим фондом</p>				

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

<p>досліджень (РГНФ); Російським фондом фундаментальних досліджень (РФФД); Сибірським відділенням РАН Національним центром наукових досліджень Франції (CNRS); Європейським (Міжнародним) науковим об'єднанням CDRE(I).</p> <p>Інші спільні конкурси.</p> <p>2.4. Наукові, науково-технічні, науково-дослідні проекти та розробки ****.</p> <p>2.5. Науково-дослідні роботи молодих учених за грантами НАН України.</p> <p>2.6. Інфраструктурні програми *****.</p> <p>3. Відомча тематика:</p> <p>3.1. Тематика, що виконувалась за завданнями цільових наукових програм відділень НАН України</p> <p>3.2. Тематика фундаментальних досліджень, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 (Загальний фонд Державного бюджету)</p> <p>3.3. Тематика прикладних досліджень, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 (Загальний фонд Державного бюджету)</p> <p>3.4. Тематика, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541140 (Загальний фонд Державного бюджету)</p> <p>4. Пошукова тематика:</p> <p>4.1. Тематика, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 (фундаментальні дослідження)</p> <p>4.2. Тематика, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 (прикладні дослідження)</p> <p>5. Госпдоговірна тематика</p> <p>5.1. Тематика, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 за напрямом «фундаментальні дослідження» (Спеціальний фонд Держбюджету)</p> <p>5.2. Тематика, що фінансувалась за бюджетною програмою 6541030 за напрямом «прикладні дослідження» (Спеціальний фонд Державного бюджету)</p>				
Загалом	1	1	1	19
	1	1	5	
	21	7		

**Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

П-1. Дані про обсяги фінансування за тематикою фундаментальних, прикладних досліджень та за тематикою, що виконувалась за завданнями державних цільових програм, із загального фонду Державного бюджету України
(відповідно до звітів, наданих на виконання розпорядження Президії НАН України від 03.04.08 № 191 «Про річний та квартальний звіти щодо виконання паспортів бюджетних програм»)

№ п/п	Найменування напрямку	Кількість тем (проектів, завдань, розробок)			Обсяги фінансування (тис. грн)
		разом	в т. ч. завершених	в т. ч. впроваджених	
1	Фундаментальні дослідження (КПКВК 6541030, 6541140) – всього				
2	Здійснення прикладних наукових та науково-технічних розробок (КПКВК 6541030, 6541140)– всього, у тому числі:				
2.1	Прикладні наукові та науково-технічні розробки (науково-дослідні роботи)				
2.2	Прикладні наукові та науково-технічні розробки (дослідно-конструкторські роботи)				
2.3	Прикладні наукові та науково-технічні розробки (експериментальні випробування завершених розробок)				
3	Виконання державних цільових програм (КПКВК 6541030, 6541140)– всього, у тому числі:				
3.1	Виконання державних цільових програм (науково-дослідні роботи)	10			
3.2	Виконання державних цільових програм (дослідно-конструкторські роботи)				
3.3	Виконання державних цільових програм (експериментальні випробування завершених розробок)				

**Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

**III-1. Дані про виконання досліджень і розробок за замовленнями сторонніх організацій
(за договорами та контрактами, в т. ч. зовнішньоекономічними)**

Дані щодо виконання установою господарських договорів (на замовлення вітчизняних підприємств та організацій) та зовнішньоекономічних контрактів наведено в наступній таблиці:

Кількість госпдоговорів та контрактів, що виконувались установами НАН України (без включення грантів), од.				Обсяги фінансування, тис. грн. (без включення грантів)		Частка в загальному обсязі фінансування, %	Кількість впроваджених розробок, од.
Усього	У т.ч. на замовлення організацій			Усього	У т.ч. контрактів з іноземними замовниками		
	м. Києва	України*	Зарубіжжя				
9		9					

В 2013 році Інститутом виконувались роботи за 9 госпдоговорами (з них 4 завершено).

В рамках міжнародного проекту SIP «План першочергових заходів на об'єкті «Укриття» на замовлення Групи Управлінням Проектом ДСП «Чорнобильська АЕС» виконувались такі роботи:

- Контракт на надання послуг Інженера-Клієнта № SIP 09-2-001.
- Контракт на інженерно-технічні послуги № SIP 03-1-006 (Проектування нової вентиляційної труби і відповідних систем 2-ї черги ЧАЕС).
- Розробка Робочого проекту підсилення та герметизації будівельних конструкцій II черги ЧАЕС, що виконують функції обмежуючого контуру (ОК) НБК.

IV. Використання результатів досліджень у народному господарстві

Результати наукових досліджень ІПБ АЕС практично використовуються на об'єкті «Укриття» (ОУ) з метою підвищення рівня його ядерної, радіаційної та екологічної безпеки та перетворення на екологічно безпечну систему (ЕБС) а також на діючих українських АЕС з метою підвищення рівня їхньої безпеки, ефективності.

Усі завершені роботи ІПБ АЕС практично використані:

- для підвищення ядерної та радіаційної безпеки у сховищах відпрацьованого ядерного палива українських АЕС та покращення його економічних показників і ефективності використання;
- для підвищення безпеки та надійності експлуатації діючих енергоблоків АЕС України, зокрема за рахунок зниження небезпеки пожеж та вибухів у системах охолодження шляхом заміни водню на безпечні холодоагенти;
- для підвищення ефективності систем штатного термоконтролю на турбогенераторах діючих АЕС;
- для створення нормативної бази процесу зняття енергоблоків АЕС з експлуатації;
- для збільшення залишкового ресурсу силових трансформаторів енергоблоків АЕС;
- з метою проведення міжгалузевої оптимізації сільгоспвиробництва на основі закономірностей формування круговороту речовини й потоків енергії при різній галузевій структурі господарських формувань, у тому числі у зоні впливу АЕС;
- для контролю за впливом об'єкта «Укриття» на навколишнє середовище;
- для створення систем, методик, за допомогою яких контролюється стан ядерної і радіаційної безпеки об'єкта «Укриття»;
- для створення сімейства дистанційно-керованих агрегатів-розвідників;
- при реалізації міжнародної програми першочергових заходів на ОУ (SIP);
- при розробці нормативних і регламентних документів, які регулюють процес експлуатації об'єкта «Укриття»;
- при розробці і впровадженні заходів, спрямованих на підвищення безпеки ОУ;
- при проектуванні та будівництві нового безпечного Конфайнменту.
- для підготовки публікацій і доповідей з метою широкого залучення до вирішення Чорнобильської проблеми міжнародних організацій.

**Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

Кількість виконаних робіт, що фінансувались за бюджетом, наведено в таблиці:

одиниць

	Всього	з них впроваджено	З граfi 1 – з пріоритетних нап- рямків розвитку науки і техніки	з них впроваджено
	1	2	3	4
Загальна кількість виконаних робіт:	5	4		
у тому числі зі створення:				
нових видів виробів				
з них нових видів техніки				
у тому числі роботи, в яких використані винаходи нових технологій				
нових технологій				
з них ресурсозберігаючих				
нових видів матеріалів				
нових сортів рослин та порід тварин				
нових методів, теорій				
інші	5	4		
з першого рядка – кількість робіт, що мають інноваційну спрямованість				

VIII. Видавнича діяльність

1. Ядерна енергетика.

Е. К. Гаргер. Физическое моделирование аварийных выбросов в атмосфере (Измерение лагранжевых характеристик турбулентности): монография. – Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2013. – 240 с. (19,5 усл. печ. л.).

ISBN 978-966-02-6816-6

Представлены результаты диффузионных экспериментов, имитирующих аварийные выбросы в приземном и пограничном слоях атмосферы. Интерпретация измерений проведена на основе гипотезы подобия лагранжевой турбулентности, в пограничном слое атмосферы – с использованием теории однородной турбулентности. Получены универсальные эмпирические константы. Представлены модель расчета диффузионных параметров и поля концентрации примеси от различных источников в приземном слое атмосферы; расчеты сравнены с независимыми измерениями концентрации примеси. Одновременные измерения эйлеровых и лагранжевых характеристик турбулентности в пограничном слое атмосферы позволили оценить масштаб турбулентности в переменных Лагранжа для условий, близких к нейтральной термической стратификации.

Для специалистов в области физики атмосферы, охраны окружающей среды, служб радиационной и экологической безопасности.

Наведено результати атмосферних дифузійних експериментів, що імітують аварійні викиди в приземному та пограничному шарах атмосфери, виконані під керівництвом автора. Інтерпретацію даних вимірювань у приземному шарі атмосфери проведено на основі гіпотези подібності лагранжевої турбулентності, у пограничному шарі атмосфери – з використанням теорії однорідної турбулентності. Експериментально підтверджено існування режимів турбулентної дифузії від наземних і низьких джерел домішок, що передбачено гіпотезою подібності лагранжевої турбулентності в приземному шарі атмосфери для різних умов термічної стратифікації. Отримано універсальні емпіричні константи для цих режимів, що дає змогу застосовувати теоретичні співвідношення на практиці. Подано модель розрахунку дифузійних параметрів і поля концентрації домішки від різних джерел у приземному шарі атмосфери; виконано порівняння модельних розрахунків з незалежними вимірюваннями масової концентрації домішки в горизонтальній і вертикальній площинах. Одночасні вимірювання ейлерових і лагранжевих характеристик турбулентності для різних часів дифузії в

пограничному шарі атмосфери дали змогу оцінити масштаб турбулентності у змінних Лагранжа для умов, близьких до нейтральної термічної стратифікації.

Для фахівців у галузі фізики атмосфери, охорони довкілля, служб радіаційної та екологічної безпеки.

Б. С. Пристер, А. А. Ключников, В. М. Шестопалов, В. П. Кухарь. **Проблемы безопасности атомной энергетики. Уроки Чернобыля:** монографія. – Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2013. – 200 с. (16,3 ум. друк. арк.). – (У друці).

ISBN 978-966-02-6949-1

Рассмотрены проблемы безопасности атомной энергетики как сложной системы, надежность которой определяется не только конструкцией и качеством основных систем и квалификацией персонала, но прежде всего соблюдением принципа приоритета безопасности над экономическими, политическими и другими факторами. Несоблюдение этого принципа стало реальной причиной ряда аварий в мировой атомной энергетике, сопровождавшихся выбросом радионуклидов в окружающую среду. Уроки Чернобыля остаются неувоенными, что подтвердила авария на АЭС Фукусима-1 в Японии. Наиболее важный урок – постоянная готовность реагировать на аварию, чтобы защитить население не только от радиации, но и от психологического стресса.

Для специалистов в области ядерной и радиационной безопасности, радиобиологии, экологии, охраны окружающей среды, сельского хозяйства, аспирантов и студентов вузов.

Розглянуто проблеми безпеки атомної енергетики як складної системи, надійність якої визначається не тільки конструкцією і якістю основних систем і кваліфікацією персоналу, а насамперед дотриманням принципу пріоритету безпеки над економічними, політичними та іншими факторами. Недотримання цього принципу стало реальною причиною низки аварій в світовій атомній енергетиці, що супроводжувалися викидом радіонуклідів у навколишнє середовище. Уроки Чорнобиля залишаються незасвоєні, що підтвердила аварія на АЕС Фукусіма-1 в Японії. Найбільш важливий урок – постійна готовність реагувати на аварію, щоб захистити населення не тільки від радіації, але і від психологічного стресу.

Для фахівців у галузі ядерної та радіаційної безпеки, радіобіології, екології, охорони навколишнього середовища, сільського господарства, аспірантів і студентів вузів.

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

А. А. Ключников, И. Г. Шараевский, Н. М. Фиалко, Л. Б. Зимин, Н. И. Шараевская.

Теплофизика поврежденных реакторных установок: монография. - Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС НАН Украины, 2013. - 528 с. (42,9 усл. печ. л.).

ISBN 978-966-02-5763-4 (серия)

ISBN 978-966-02-6815-9

В монографии рассмотрены теплофизические аспекты физических процессов, которые способны инициировать при эксплуатации реакторных установок основных энергетических типов потенциально опасные повреждения их элементов и систем. Особое внимание уделено причинам возникновения и развития латентных повреждений в критически важных для безопасности АЭС элементах первого контура реакторов на тепловых и быстрых нейтронах.

Для научных работников, специалистов ядерной энергетики, а также аспирантов и студентов.

У монографії розглянуто теплофізичні аспекти фізичних процесів, які здатні ініціювати під час експлуатації реакторних установок основних енергетичних типів потенційно небезпечні пошкодження їхніх елементів та систем. Особливу увагу приділено причинам виникнення та розвитку латентних пошкоджень у критично важливих для безпеки АЕС елементах першого контуру реакторів на теплових і швидких нейтронах.

Для наукових працівників, спеціалістів з ядерної енергетики, а також аспірантів і студентів.

2. Атомна енергетика.

Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля (науково-технічний збірник, що продовжується). У 2013 р. вийшло два випуски.

Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. - 2013. - Вип. 20. - 136 с. (15,8 ум. друк. арк.). - 200 пр. (23 ст.).

ISSN 1813-3584

Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля. - 2012. - Вип. 21. - 120 с. (14 ум. друк. арк.). - 200 пр. (14 ст.).

ISSN 1813-3584

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Науковий збірник Інституту проблем безпеки АЕС НАН України «Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля» публікує роботи з проблем атомної енергетики, безпечної експлуатації АЕС, подовження терміну експлуатації енергоблоків АЕС, зняття їх з експлуатації, поводження з радіоактивними відходами, впливу радіаційно-небезпечних об'єктів на навколишнє середовище, радіобіології та радіоекології, радіаційного матеріалознавства, техніки та методів експерименту, проблем подолання наслідків важких техногенних аварій.

У збірнику публікуються статті за результатами завершених теоретичних та експериментальних досліджень, що становлять інтерес для наукових співробітників, аспірантів, інженерів, а також студентів вищих навчальних закладів.

Статті приймаються до друку українською, російською та англійською мовами.

Научный сборник Института проблем безопасности АЭС НАН Украины «Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля» публикует работы по проблемам атомной энергетики, безопасной эксплуатации АЭС, продления срока эксплуатации энергоблоков АЭС, снятия их с эксплуатации, обращения с радиоактивными отходами, влияния радиационно-опасных объектов на окружающую среду, радиобиологии и радиоекологии, радиационного материаловедения, техники и методов эксперимента, преодоления последствий тяжелых техногенных аварий.

В сборнике публикуются статьи по результатам завершенных теоретических и экспериментальных исследований, которые представляют интерес для научных сотрудников, аспирантов, инженеров, а также студентов высших учебных заведений.

Статьи принимаются к печати на украинском, русском и английском языках.

3. Атомна енергетика.

Препринти. У 2013 р. вийшло два препринти.

Е. Д. Высотский, А. И. Довыдьков, С. А. Довыдьков, В. А. Краснов, В. Н. Щербин. **Контроль топливосодержащих материалов в помещениях 505/3 и 914/2 объекта «Укрытие».** - Чернобыль, 2013. – 32 с. (2,1 ум. друк. арк.). - (Препр. / НАН Украины. ИПБ АЭС; 13-1).

Рассмотрены пути доступа, состояние и результаты контроля динамики параметров ТСМ в ядерно-опасных помещениях 505/3 (южный бассейн выдержки) и 914/2 (центральный зал)

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

аварийного 4-го энергоблока ЧАЭС. Определены наиболее информативные исследовательские скважины и контрольные точки для установки датчиков. Проведен системный анализ имеющейся информации по этим скважинам. Показаны результаты измерений нейтронных потоков, МЭД и температуры по глубине скважин, проведенных непосредственно после бурения, а также данные более поздних измерений. Даны координаты и номера датчиков, которые были установлены в скважинах в разные периоды для более эффективного анализа динамики параметров ТСМ. Отмечено, что ИАСК не обеспечит надежного контроля ядерной безопасности объекта «Укрытие». Предложено расположение дополнительных датчиков в зонах ядерно-опасных скоплений ТСМ, что позволит более оперативно выявлять причины аномальных отклонений в каналах контроля нейтронной активности. Результаты анализа дают возможность выбирать информативные места для установки датчиков систем контроля ТСМ, оценить их эффективность и определить ожидаемые значения контролируемых параметров в этих точках.

Ил. 27. Табл. 10. Список лит.: с. 30 (16 назв.).

Е. Д. Высотский, А. И. Довыдьков, С. А. Довыдьков, В. А. Краснов, В. Н. Щербин.
Контроль топливосодержащих материалов в помещении 504/2 объекта «Укрытие». - Чернобыль, 2013. – 40 с. (2,6 ум. друк. арк.). - (Препр. / НАН Украины. ИПБ АЭС; 13-2).

Рассмотрены особенности контроля параметров ТСМ в ядерно-опасном помещении 504/2 (реакторное пространство) аварийного 4-го энергоблока ЧАЭС. Определены наиболее информативные исследовательские скважины и контрольные точки для установки датчиков. Проведен системный анализ имеющейся информации по скважинам. Показаны результаты измерений нейтронных потоков, МЭД в этой зоне, проведенных после бурения, а также данных более поздних измерений. Даны координаты и номера датчиков, которые были установлены в скважинах в разные периоды для более эффективного анализа динамики параметров ТСМ. Отмечено, что ИАСК не обеспечит надежного контроля ядерной безопасности объекта «Укрытие». Предложено расположение дополнительных датчиков в этой ядерно-опасной зоне. Это позволит более оперативно выявлять причины аномальных отклонений в каналах контроля нейтронной активности и уменьшить вероятность ложных тревог. Результаты анализа дают возможность выбирать информативные места для установки датчиков систем контроля ТСМ, оценить их эффективность и определить ожидаемые значения контролируемых параметров в этих точках.

Ил. 43. Табл. 11. Список лит.: с. 38 (16 назв.).

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

4. Довідково-інформаційне видання.

Буклет «Інститут проблем безпеки АЕС НАН України». – Чорнобиль, 2013. – 40 с. (4,7 ум. друк. арк.). – 1000 пр.

Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

ІХ. Міжнародне наукове та науково-технічне співробітництво

Протягом багатьох років ІПБ АЕС співробітничав з Федеральною державною установою Російський науковий центр «Курчатовський Інститут». Співробітництво з метою наукового і технічного супроводу робіт з поточної безпеки об'єкта «Укриття» та його перетворення в довготривалу екологічно безпечну систему здійснюється на основі Спільного рішення Національної академії наук України та РНЦ «КІ». Російські та українські науковці згідно з Договором про науково-технічне співробітництво приймають спільну участь у роботах, пов'язаних з ліквідацією наслідків чорнобильської аварії та з проблемами розвитку та забезпечення безпеки атомної енергетики. ІПБ АЕС НАНУ та РНЦ «КІ» поєднують свої зусилля та досвід для виконання робіт у рамках міжнародної програми «Проект першочергових заходів на об'єкті «Укриття» (SIP). Серед інших наукових установ Російської Федерації, з якими співробітничав Інститут проблем безпеки, слід назвати: Науково-дослідний фізико-хімічний інститут імені Л. Я. Карпова (ГНЦ РФ «НИФХИ ім. Л. Я. Карпова), Федеральний інформаційно-аналітичний центр Федеральної служби гідрометеорології і моніторингу навколишнього середовища та Лабораторію аналізу мікрочасток.

Постійне наукове співробітництво у дослідженні ПВМ об'єкта «Укриття» також здійснюється ІПБ АЕС з НВО «Радієвий інститут» (м. Санкт-Петербург). У рішенні цієї ж проблеми бере участь Японська асоціація досліджень у галузі ядерної безпеки (м. Токіо).

Перелік Договорів про науково-технічне та науково-практичне співробітництво наводиться в Додатку ІХ-3.

XIII. Кадри

1. Загальна характеристика кадрів наводиться в формі 1-к, що додається).

3. Показники підготовки наукових кадрів: В 2013 році співробітниками Інституту захищено дві докторські дисертації (див. додаток 4).

4. В 2013 році два фахівця закінчили аспірантуру без відриву від виробництва. Прийому до аспірантури в цьому році не було.

5. Три молодих учених отримують стипендії НАН України.

7. В 2013 році прийому молодих спеціалістів у віці до 35 років не було, а звільнено 3 (див. Додаток 1);

8. За контрактом працюють 118 працівників (див. форма 1-к).

9. За сумісництвом працює 21 працівник (у тому числі 10 докторів та 3 кандидати наук (див. додаток)

11. Дані про пенсіонерів, що вийшли на пенсію згідно з Законом України «Про наукову та науково-технічну діяльність» наведено в формі XIII-3

XIV. Розвиток матеріально-технічної бази досліджень

Дані про закупівлі у звітному році:

- унікальних приладів і обладнання вартістю понад 100 тис. грн. наведено в формі XIV-1, що додається;
- приладів та обладнання (крім ПЕОМ) вартістю від 10 тис. до 100 тис. грн. наведено в формі XIV-2, що додається;
- персональних обчислювальних машин за формою XIV-3, що додається.

Дані про потреби у централізованому забезпеченні унікальними науковими приладами та обладнанням іноземного виробництва вартістю понад 100 тис. грн. наведено в формі XIV-4, що додається.

**Національна академія наук України
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ АТОМНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ**

XV. Стан інформаційного забезпечення установи

1. Загальна кількість орг. та комп'ютерної техніки установи наведено в таблиці

Тип техніки	кількість
Комп'ютер на базі процесора Intel Core i3 та подібні	7
Комп'ютер на базі процесора Intel Pentium 4 та подібні	67
Комп'ютер на базі процесора Intel Sempron 2500 та подібні	81
Комп'ютер застарілої конфігурації	16
Багатофункціональний пристрій офісний	3
Принтер офісний	77
Принтер графічний(плоттер)	2
Сканер офісний	20

2. Список ліцензійного програмного забезпечення, що використовується для науково-технічної і управлінської діяльності установи наведено у таблиці 2

Таблиця 2

Назва програмного забезпечення	Версія
Операційна система	Windows XP Professional SP2
Пакет офісних програм	MS Office Professional 2003
Бухгалтерська програма	Парус-бухгалтерія
Програма для графічного моделювання	AutoCAD 2002 rus

3. Для здійснення наукової та управлінської діяльності установа забезпечена локальною обчислювальною мережею (ЛОМ) побудованої за дворівневою архітектурою; ЛОМ об'єднує 111 комп'ютерів. Програмне забезпечення сервера ЛОМ – Gentoo 10.
4. Канал доступу до глобальної інформаційної мережі (Internet) становить 4 Мб/сек. Доступ забезпечено за технологією ADSL.

XVII. Заключна частина

Найбільш вагомими науковими результатами ІПБ АЕС у 2013 році можна вважати вказані нижче.

На основі розроблених моделей атмосферного перенесення створено та впроваджено на ЧАЕС інформаційно-аналітичну систему, призначену для оцінок та прогнозування радіаційної ситуації в межах Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ) з метою забезпечення оперативної підтримки прийняття рішень про введення контрзаходів щодо захисту персоналу, що працює на території ЧЗВ. Система призначена для розрахунків об'ємної активності основних в даний час дозоутворюючих нуклідів ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{241}Am в повітрі та поверхневої активності на ґрунті в межах ЧЗВ, доз зовнішнього та внутрішнього (за рахунок інгаляційного надходження) опромінення персоналу ЧЗВ та населення за її межами.

На основі запропонованої багатомірної геометричної моделі ідентифікації створено алгоритм автоматичного розпізнавання випадкових спектрів діагностичних сигналів, що відповідають початку кипіння теплоносія у тепловиділяючих збірках реакторів типу ВВЕР, а також розроблено комплекс відповідних комп'ютерних програм, які забезпечують реалізацію основних обчислювальних етапів автоматичного виявлення цього аномального режиму, що може виникати в процесі експлуатації активної зони енергетичного реактору водо-водяного типу і передусє аварійному режиму тепловійому, тобто кризі тепловіддачі на поверхні тепловиділяючих елементів.

Спільно з ІЕД та ІНМ НАН України виготовлено зразки та проведено дослідження теплофізичних характеристик ізоляційних матеріалів, створених із використанням наномодифікуючих домішок. Параметри отриманих зразків у 2-3 рази перевищують аналогічні показники ізоляції, що сьогодні використовуються у вітчизняному електромашинобудуванні. Визначено основні технічні параметри технології формування модифікованої ізоляції.

Основні напрями наукової і науково-технічної діяльності Інституту регулярно обговорювались на засіданнях Вченої ради інституту. Всього було проведено 11 засідань, на яких розглядались і затверджувались плани і звіти бюджетних та госпдоговірних робіт, теми дисертаційних робіт, монографії, політика і цілі у сфері якості, звіти аспірантів та стипендіатів, кадрові та інші питання.

У 2013 році ІПБ АЕС НАН України видано 3 монографії, 2 науково-технічних збірника «Проблеми атомних електростанцій і Чорнобиля» (37 статей), 2 препринти та буклет. Всього співробітниками опубліковано 54 статті та отримано 3 патенти.