Доповідь

про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2012 році

Шановні читачі!

Минулий 2012 рік значною мірою пройшов під знаком аварії на АЕС Фукусіма-Даічі. Країни Європейського Союзу, а також Швейцарія та Україна, що до них приєднались, завершили стрес-тести та підготували за їх результатами Національні плани дій. У штаб-квартирі Міжнародного агентства з атомної енергії у Відні відбулося Екстраординарне засідання країн-сторін Конвенції про ядерну безпеку, повністю присвячене обговоренню змін, які мають відбутись як реакція на поставлені Фукусімою виклики. Визначені завдання на міжнародному та національному рівнях, виконання яких дозволить з впевненістю говорити, що уроки Фукусіми вивчені та враховані.

Разом з тим, питання ядерної та радіаційної безпеки не вичерпуються тільки безпекою атомних електростанцій. У вересні 2012 року минуло 25 років з часу однієї з наймасштабніших радіаційних аварій, не пов'язаних з ядерною енергетикою, – аварії в Гоянії (Бразилія). Наслідками аварії стало радіаційне забруднення та ураження 250 людей, четверо з котрих вмерли протягом першого місяця, захоронення більше 3000 кубічних метрів радіоактивних відходів, глибока економічна депресія регіону. Уроки Гоянії враховані як в Україні, так і в світі шляхом посилення контролю за використання джерел іонізуючого випромінювання у медицині, промисловості, дослідженнях, сільському господарстві. Реагуючі на цей виклик МАГАТЕ ввело суворі норми безпеки для джерел іонізуючого випромінювання, а саме Міжнародні основні норми безпеки № 115 (BSS), а Україна – серію нормативно-правових актів з радіаційної безпеки, які базуються на зазначених нормах.

Минулого року МАГАТЕ випущено нові Міжнародні основні норми безпеки (нові BSS) – Радіаційний захист та безпека джерел випромінювання, загальні вимоги безпеки. Нові норми безпеки містять низку еволюційних та навіть революційних змін. Однією з таких змін є посилення уваги до опромінення від техногенно-підсилених природних джерел, яке визначає біля 70% дози опромінення населення. Минулого року в Україні зроблено суттєвий крок у зменшенні радіаційного впливу на людину від природних джерел шляхом розробки та початку реалізації програми «Стоп радон» в Кіровоградській області.

Відповідно до зазначених трендів та у відповідь на отримані минулого року зауваження та пропозиції від місцевих органів влади та громадськості ми видозмінили формат та зміст нашої щорічної доповіді. Така само, як й в минулому році, ми чекаємо ваших відгуків і пропозицій до Доповіді про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні за 2012 рік, які ви можете відправити за адресою: України, м. Київ, 01011, вул. Арсенальна, 9/11 або pr@hq.snrc.gov.ua .

Голова Державної інспекції
ядерного регулювання України

Олена Миколайчук

Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2012 році підготовлена редакційною колегією, до складу якої увійшли: ***О.Миколайчук****, Голова Держатомрегулювання,* ***Г.Горащенкова****, начальник відділу міжнародного співробітництва та європейської інтеграції,* ***О.Григораш****, заступник директора Департаменту з питань безпеки ядерних установок,* ***Г.Громов****, директор ДП «ДНТЦ ЯРБ»,* ***Т.Килочицька****, начальник Управління поводження з РАВ,* ***Т.Козулько****, помічник Голови з питань взаємодії з громадськістю,* ***О.Майдорода****, ГО «Екоклуб»,* ***О.Макаровська****, заступник Голови Держатомрегулювання,* ***О.Матарикіна****, помічник Голови – прес-секретар,* ***Т.Павленко****, Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва АМН України,* ***Р.Трипайло****, заступник начальника Управління радіаційної безпеки,* ***О.Толкачов****, Голова Громадської ради при Держатомрегулювання,* ***М.Штейнберг****, Голова Консультативної ради з реакторної безпеки при Держатомрегулювання.*

Держатомрегулювання висловлює вдячність за сприяння у підготовці, написанні та публікації, Доповіді про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2012 році Міжнародному агентству з атомарної енергії, ДП НАЕК «Енергоатом», ДК «Ядерне паливо», ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва», ДІ «Інститут економіки та прогнозування» та ***В.Холоші****, Голові Держагентства з управління зоною відчуження.*

Перелік вживаних скорочень

АЕС – атомна електростанція
АТЦ – аварійно-технічний центр
ВВЕР – водо-водяний енергетичний реактор
ВКЗ – вентильований контейнер зберігання
ВТВЗ – відпрацьована тепловиділяюча збірка
ВП – відокремлений підрозділ
ВЯП – відпрацьоване ядерне паливо
Держатомрегулювання – Державний комітет ядерного регулювання України
ДІВ – джерело іонізуючого випромінювання
ДМСК – державний міжобласний спеціалізований комбінат
ДО – державне об'єднання
ДП – державне підприємство
ДСОК- державна система обліку та контролю ядерних матеріалів
ДСП – державне спеціалізоване підприємство
ЄДС НС – Єдина державна система запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру
ЗАБ – звіт з аналізу безпеки
ЗАЕС – Запорізька АЕС
ЗПРРВ – Завод з переробки рідких радіоактивних відходів
ІАБ – імовірнісний аналіз безпеки
ІКЦ – Інформаційно-кризовий центр
КМУ – Кабінет Міністрів України
МОЗ – Міністерство охорони здоровя України
НАНУ – Національна Академія Наук України
НПА – нормативно-правовий акт
НРБУ – норми радіаційної безпеки України
НТР – науково-технічна рада
МАГАТЕ – Міжнародне агентство з атомної енергії
МЗС – Міністерство закордонних справ України
Мінпромполітики – Міністерство промислової політики України
Мін'юст – Міністерство юстиції України
НАЕК «Енергоатом» – Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом»
НБК – новий безпечний конфайнмент
ОУ – об'єкт «Укриття»
ПЗЗ – план здійснення заходів на об'єкті «Укриття»
ПЗРВ – пункт захоронення радіоактивних відходів
ПКПТРВ – Промисловий комплекс для поводження з твердими радіоактивними відходами
ППР – планово-попереджувальний ремонт
РАВ – радіоактивні відходи
РАЕС – Рівненська АЕС
СВЯП – сховище відпрацьованого ядерного палива
СЕС – санітарна епідеміологічна станція
ССВЯП – сухе сховище відпрацьованого ядерного палива
ТВЕЛ – тепловиділяючий елемент
ТРВ – тверді радіоактивні відходи
УААН – Українська Аграрна Академія Наук
УІАС НС – Урядова інформаційно-аналітична система з питань надзвичайних ситуацій
ХАЕС – Хмельницька АЕС
ЧАЕС – Чорнобильська АЕС
ЮУАЕС – Южно-Українська АЕС
ЯМ – ядерні матеріали
ЯУ – ядерна установка
INES – Міжнародна шкала ядерних подій

Зміст

1. Вступ 3

2. 2012 рік в деталях 4

3. Ядерна та радіаційна безпека – основи та предмет 9

3.1. Від відкриття радіоактивності до широкого використання ядерної енергії (9)
3.2. Ядерна енергетика в Україні та світі (13)
3.3. Чорнобиль: до і після аварії (17)
3.4. Еволюція концепції ядерної та радіаційної безпеки (21)

4. Ядерна безпека після аварії на АЕС Фукусіма-Даічі 28

4.1. Еволюція нормативних вимог (28)
4.2. Стрес-тести та їх результати (30)
4.3. Забезпечення безпеки експлуатації енергоблоків АЕС України в світлі уроків аварії на АЕС Фукусіма-Даічі (36)

5. Чорнобильська АЕС та Зона відчуження 41

5.1. Реалізація заходів на об'єкті «Укриття» та створення Нового безпечного конфайнмента (41)
5.2. Створення інфраструктури для поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом (44)

6. Нові об'єкти 53

6.1. Завод з виробництва ядерного палива (53)
6.2. Джерело нейтронів (ННЦ «ХФТІ») (54)
6.3. Енергоблоки № 3,4 Хмельницької АЕС (57)
6.4. Установки для поводження з відпрацьованим ядерним паливом (58)

7. Використання радіації в народному господарстві 62

7.1. Поводження з джерелами іонізуючого випромінювання (62)
7.2. Поводження з радіоактивними відходами, що утворюються при використанні джерел іонізуючого випромінювання (68)

8. Радіація навколо нас 71

8.1. Природна радіація (71)
8.2. Програма «Стоп – Радон» (74)

9. Міжнародне співробітництво: глобалізація та нові виклики 79

Додатки 84

Про радіаційні інциденти в Україні (84)
Події на АЕС України (89)

Січень

16 Наказом Держатомрегулювання України №8 затверджений «Порядок видачі дозволів на використання земель і водойм, розташованих в санітарно-захисній зоні ядерної установки, об'єкта, призначеного для поводження з РАВ, уранового об'єкта» (НП 306.4.181-2012), який був зареєстрований в Міністерстві юстиції України 10.02.2012 №181/20494

17-25 Проведено роботи по розрядці опромінювальних установок типу «УКТ» і «УК-250000» Державного підприємства з радіаційної обробці матеріалів «Радма» (м. Київ) та вилучено 180 ДІВ типу ГИК-7-4, VII, загальною активністю $3,7*10^{14}$ Бк

26 Постановою колегії Держатомрегулювання України №1 схвалений позитивний Висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки ТЕО будівництва заводу з виробництва ядерного палива

Лютий

9 Законом України №4383-VI «Про поводження з відпрацьованим ядерним паливом щодо розміщення, проектування та будівництва централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій» Верховною Радою України прийнято рішення щодо розміщення, проектування та будівництва ЦСВЯП

15 Постановою №100 «Питання розміщення, проектування та будівництва ядерної установки «Джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується прискорювачем електронів» Кабінет Міністрів України схвалив ТЕО будівництва ядерної установки «Джерело нейтронів» та погодив її розміщення на території промислового майданчика ННЦ «ХФТІ»

5-22 В м. Люксембург проходив перший етап партнерської перевірки стрес-тестів – тематичне обговорення Національних доповідей 15 країн ЄС, України та Швейцарії

Березень

2 Наказом Держатомрегулювання України №51 затверджені «Вимоги до системи управління діяльністю експлуатуючої організації (оператора)» (НП 306.1.182-2012), які були зареєстровані в Міністерстві юстиції України 21.03. 2012 № 431/20744

12 Наказом Держатомрегулювання України №56 затверджені «Загальні положення безпеки ядерної підкритичної установки» (НП 306.2.183-2012), які були зареєстровані в Міністерстві юстиції України 27.04.2012 №640/20953

13 Постановою колегії Держатомрегулювання України №7 був схвалений висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки Техніко-економічного обґрунтування «Будівництво енергоблоків № 3 і 4 потужністю 2000 МВт Хмельницької АЕС»

13 Погоджено стандарт підприємства ДСП «ЦППРВ» щодо звільнення радіоактивних матеріалів від регулюючого контролю, що дозволило розпочати роботи із звільнення в установленому порядку матеріалів, що утворюються при роботах з демонтажу та фрагментації систем та обладнання блоків Чорнобильської АЕС

2012 рік в деталях

Березень

18-22 В Україні проходив останній етап партнерських перевірок – «Country review» в рамках проведення під егідою ENSREG «стрес-тестів» на АЕС Європи та країн-партнерів України та Швейцарії

23 В рамках виконання Меморандуму про взаєморозуміння між Державним комітетом ядерного регулювання України та Державним агентством Турецької Республіки з питань атомної енергетики (ТАЕК) в Держатомрегулювання України проходив візит керівництва та фахівців ТАЕК

27-30 В Держатомрегулювання України проходила щорічна зустріч керівників регулюючих органів України та Республіки Польща. Делегацію польських колег очолював Президент Національного Агентства з атомної енергії (NAEA) Януш Влодарські. Зустріч проходила на виконання положень Договору між Урядом України та Урядом Республіки Польща про оперативне сповіщення про ядерні аварії, обмін інформацією та співробітництво у галузі ядерної безпеки і радіаційного захисту від 24 травня 1993 року

28 Постановою №254 «Про внесення зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 6 грудня 2010 р. №1106» Кабінет Міністрів України призначив «Харківський фізико-технічний інститут» експлуатуючою організацією (оператором) ядерної установки «Джерело нейтронів, заснованого на підкритичній збірці, що керується прискорювачем електронів»

Квітень

9 Наказом Держатомрегулювання України №84 затверджені «Вимоги до оцінки стану системи обліку та контролю ядерних матеріалів» (НП 306.7.184-2012), які були зареєстровані в Міністерстві юстиції України 27.04.2012 № 647/20960

17 Погоджено проект виконання робіт щодо збирання та монтажу основних металоконструкцій східної частини арки НБК. Розпочались фізичні роботи по збиранню металоконструкцій арки НБК

26 ENSREG затверджено підсумковий звіт стосовно проведення стрес-тестів, додатками до якого стали звіти країн-учасниць (включаючи України)

Травень

15 Представлено Національну доповідь України про виконання зобов'язань за Об'єднаною Конвенцією про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами на Четвертій нараді Сторін Об'єднаної Конвенції, що відбулася у МАГАТЕ у Відні

Червень

8.06-1.07 Забезпечено нагляд за ядерною та радіаційною безпекою та захищеністю під час проведення чемпіонату Європи 2012 р. з футболу

2012 рік в деталях

Червень

27 Розпорядженням № 437-р «Питання розміщення, проектування та будівництва заводу з виробництва ядерного палива для реакторів типу ВВЕР-1000» Кабінет Міністрів України схвалив ТЕО «Будівництво заводу з виробництва ядерного палива» та погодив рішення щодо його розміщення на території Смолінської селищної ради Маловисківського району Кіровоградської області

Липень

4 Розпорядженням №498-р «Про схвалення техніко-економічного обгрунтування будівництва енергоблоків № 3 і 4 Хмельницької атомної електростанції» Кабінет Міністрів України схвалив ТЕО будівництва енергоблоків №3 і №4 ХАЕС

13 Видано окремий дозвіл на введення в дослідно-промислову експлуатацію інтегрованої автоматизованої системи контролю об'єкта «Укриття» (ІАСК)

17 В рамках реалізації Плану дій з ядерної безпеки Україна приймала спільну місію МАГАТЕ та Міжнародної групи експертів з ядерної відповідальності INLEX з питань функціонування міжнародного режиму відповідальності за цивільну ядерну шкоду

18 Переоформлено ліцензію на будівництво сховищ для захоронення радіоактивних відходів першої черги комплексу «Вектор» новоствореній експлуатуючій організації на етапах вибору майданчика, проектування та будівництва сховищ для захоронення РАВ комплексу «Вектор» – ДСП «УКБЗВ»

18 Видано ліцензію ДСП «УКБЗВ» на будівництво Централізованого сховища для довгострокового зберігання відпрацьованих високоактивних ДІВ на майданчику комплексу «Вектор» (ЦСВДІВ)

Серпень

6 Наказом Держатомрегулювання України №153 затверджене «Положення про перелік та вимоги щодо форми та змісту документів, що подаються для отримання ліцензії на провадження окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії» (НП 306.1.185-2012), яке було зареєстроване в Міністерстві юстиції України 29.08.2012 №1453/21765

27-31 В рамках виконання зобов'язань за Конвенцією з ядерної безпеки Україна взяла участь в Екстраординарній нараді країн-учасниць Конвенції, що проходила в штаб-квартирі МАГАТЕ з метою обговорення вжитих та запланованих заходів для врахування уроків аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі та підвищення ефективності та дієвості Конвенції про ядерну безпеку

Вересень

3-5 Обстежено радіаційний стан території м. Кіровоград та прилеглих до нього територій за допомогою мобільної радіологічної лабораторії «RanidSonni»

6 Законом України №5217-VI «Про розміщення, проектування та будівництво енергоблоків № 3 і 4 Хмельницької атомної електричної станції» Верховною Радою України прийнято рішення щодо розміщення, проектування та будівництва енергоблоків № 3 і 4 ХАЕС

2012 рік в деталях

Вересень

17-21 Делегація України взяла участь в черговій 56-ій сесії Генеральної конференції МАГАТЕ, яка проходила в м. Відень (Республіка Австрія)

Жовтень

17 В м. Київ підписано Угоду між Кабінетом Міністрів України, Урядом Російської Федерації та Урядом Угорщини про перевезення ядерних матеріалів між Російською Федерацією і Угорщиною через територію України

18 Наказом Держатомрегулювання України №188 затверджений «Порядок проведення навчання і перевірки знань з питань ядерної та радіаційної безпеки у персоналу експлуатуючої організації (оператора) та юридичних осіб, які залучаються експлуатуючими організаціями як підрядники» (НП 306.1.187-2012), який був зареєстрований в Міністерстві юстиції України 31.10.2012 №1817/22129

19 Підписано Меморандум про співробітництво між Державною інспекцію ядерного регулювання України та Кіровоградською обласною державною адміністрацією

16-19 В м. Київ проходив регіональний семінар «Радіаційний захист та безпека радіоактивних джерел – міжнародні основні стандарти безпеки» організований спільно МАГАТЕ та Україною на базі Державної установи «Науковий центр радіаційної медицини Національної академії медичних наук України»

Листопад

21 Погоджено проект виконання робіт щодо першого піддомкрачування металоконструкцій арки НБК

22 Підписано Меморандум про співробітництво між Державною інспекцію ядерного регулювання України та Дніпропетровською обласною державною адміністрацією

23 Проведене дев'яте засідання Консультативної Ради з реакторної безпеки при Держатомрегулювання України, присвяченого наступним питанням:

1) *Наглядова діяльність на етапі здійснення будівельно-монтажних робіт енергоблоків № 3,4 ВП ХАЕС*

2) *Наглядова діяльність на етапі здійснення будівельно-монтажних робіт заводу з виробництва ядерного палива*

3) *Порядок ліцензування ядерного палива, виготовленого в Україні*

24 Виконано перший підйом центральних сегментів східної частини арки НБК

28 Видана перша ліцензія на виробництво джерел іонізуючого випромінювання в частині циклотронного напрацювання радіоактивних ізотопів медичного призначення в Клінічній лікарні «Феофанія» Державного управління справами

30 Постановою колегії Держатомрегулювання України №16 був схвалений позитивний висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки попереднього звіту з аналізу безпеки СВЯП-2

2012 рік в деталях

Грудень

10 В м. Нью-Делі (Республіка Індія) в рамках державного візиту Президента України В.Ф.Януковича Голова Держатомрегулювання України О.Миколайчук та Голова Органу ядерного регулювання Індії пан Шрі Баджадж підписали Угоду між Державною інспекцією ядерного регулювання України та Радою з регулювання атомної енергетики Індії про обмін технічною інформацією та співробітництво в сфері ядерної безпеки та радіаційного захисту

12 В м. Київ відбувся міжнародний семінар «Регулювання «покинутих» та вразливих радіоактивних джерел. Досвід та перспективи України» організований Державною інспекцією ядерного регулювання України за підтримки Шведського агентства з радіаційної безпеки (SSM)

17 Наказом Держатомрегулювання України №238 затверджений «Перелік радіаційно-небезпечних об'єктів в України, для яких розробляється об'єктова проектна загроза» (НП 306.8.188-2013), який був зареєстрований в Міністерстві юстиції України 02.01.2013 №21/22553

27 Постановою колегії Держатомрегулювання України №19 був схвалений висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки попереднього звіту з аналізу безпеки ядерної підкритичної установки «Джерело нейтронів, заснованого на підкритичній збірці, керованої лінійним прискорювачем електронів»

2012 рік

Ядерна та радіаційна безпека – основи та предмет

Від відкриття радіоактивності до широкого використання ядерної енергії

Що таке радіація?

Радіоактивність це нестійкість ядер деяких атомів та їх здатність до самовільного перетворення чи розпаду. Це явище супроводжується утворенням іонізуючого випромінювання чи радіації. Енергія такого випромінювання досить велика, тому вона здатна впливати на речовину та створювати нові іони різних знаків. Іонізація це процес «вибивання» одного чи декількох електронів. Ядро та електрони, які залишаються, утворюють систему, що має позитивний заряд та називається іоном.

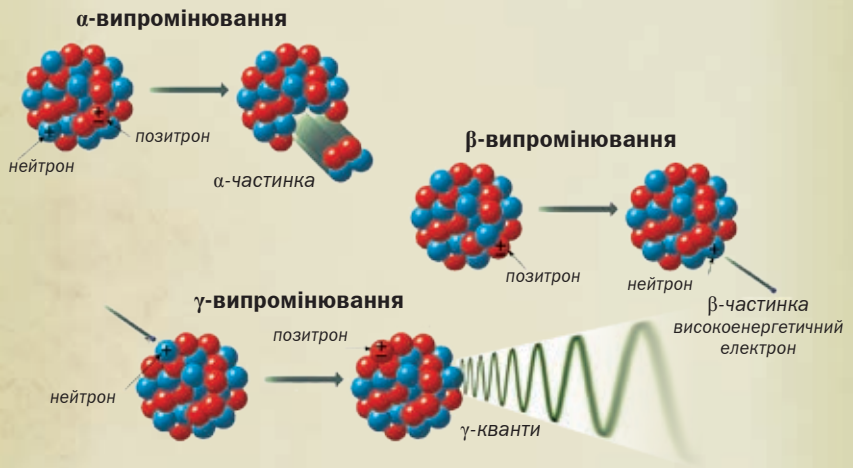
Іонізовані атоми – іони можуть значно відрізнятися за своїми хімічними властивостями від звичайних атомів. Наприклад, іонізований атом водню в молекулі води може бути досить агресивним та руйнувати інші молекули, розриваючи зв'язок між атомами. (Подібними ефектами, головним чином, і обумовлено шкідливий вплив іонізуючих випромінювань на живі організми).

Іонізуючих випромінювань, з якими доводиться мати справу кожному з нас, не так вже й багато – всього 3 види: альфа, бета і гамма випромінювання. Кожне з них є потоком мікроскопічних частинок, що пересуваються з великою швидкістю. Розміри цих частинок набагато менше розміру атому, тому їх рух в речовині можна порівняти з польотом кулі в рідкісному лісі. Так само, як куля, потрапляючи в дрібні гілки дерев, поступово гальмується і в кінці кінців падає на землю, частка іонізуючого випромінювання, вибиваючи по дорозі електрони з атомів, втрачає швидкість і енергію і зупиняється в речовині, або поглинається. Іонізуюча частинка небезпечна, коли має велику швидкість.

Відстань, на яку частинка проникає в речовину, називається пробігом. Альфа, бета і гамма випромінювання складаються з різних типів частинок, названих альфа і бета-частинками та гама-квантами.

Альфа-частинки – самі масивні, вони створюють потужну іонізацію на своєму шляху, але дуже швидко гальмують. Їх пробіг складає всього кілька десятків мікрометрів, тому альфа-частинки не проходять навіть крізь лист паперу.

Типи іонізуючих випромінювань



Бета-частинки це електрони, які рухаються з дуже великими швидкостями. Вони не такі іонізуючі, як альфа-частинки, і долають меншу відстань. Так у людське тіло бета-частинки здатні заглибитися всього на кілька міліметрів.

Гамма-випромінювання складається з гамма-квантів, які, хоч і розглядаються як частинки, але в той же час є і електромагнітним випромінюванням, таким, як сонячне світло, радіохвилі і рентгенівські промені. Їх відмінність полягає лише у великій енергії, яку несе кожен гамма-квант. Гамма-випромінювання завжди поширюється зі швидкістю світла, тоді як інші частинки мають швидкості набагато менші, але, за нашими мірками, все одно величезні – кілька сот чи тисяч кілометрів на секунду.

Звідки беруться ці частинки? Вони вилітають з ядра нестабільного атома будь-якого елемента. Це явище називають радіоактивний розпад. Розпадатися (і випускати частинки) можуть ядра атомів не всіх елементів, а тільки тих, які називають радіоактивними.

Причому дуже часто один і той же елемент може існувати у різних видах, які називаються ізотопами.

Кожен радіоактивний ізотоп має свій час життя. Для його визначення використовують поняття періоду напіврозпаду. За визначенням – це час, за який розпадається половина ядер радіоактивного ізотопу. Періоди напіврозпаду бувають різні – від однієї мільярдної частки секунди до декількох мільярдів років.

Все, що нас оточує, складається з ізотопів різних елементів. Серед них є і радіоактивні. За походженням їх можна розділити на дві групи: природні та штучні.

До природних відносять космічне та теригенне випромінювання. Космічне випромінювання – це радіоактивні частинки галактичного походження, які взаємодіють з ядрами атомів у атмосфері нашої планети, а також частинки, які народжується біля поверхні Сонця внаслідок змін магнітного поля. Далі, частинки з високими енергіями взаємодіють в атмосфері з атомами та молекулами повітря та створюють ефект вторинної іонізації, генеруючи протони, нейтрони, піони та мюони, які, в свою чергу, викликають утворення в атмосфері наступного каскаду нуклідів. Всі ці взаємопов'язані ефекти разом і обумовлюють величину дози, яку ми отримуємо від космічного випромінювання.

Іще одним природним джерелом опромінення є наше навколишнє середовище. В цьому випадку зовнішнє опромінення людини обумовлюється гамма-випромінюванням радіонуклідів рядів ^{238}U (урану), ^{232}Th (торію), ^{40}K (калію), які утворилися разом з нашою планетою. Розпадаючись, вони перетворюються в інші (теж радіоактивні) радіонукліди, а ті, в свою чергу, в треті і так далі. При цьому відбувається випускання альфа і бета частинок і гамма-квантів. Природні радіонукліди завжди присутні не тільки у навколишньому середовищі, але і організмі людини. Наприклад, радіоактивний калій-40. Його період напіврозпаду – 1,2 мільярда років. Калій входить до складу дуже багатьох мінералів, він є в рослинах, тваринах і людині. Тому всі вони є джерелами гамма-випромінювання.

По суті, ми живимо у світі який сповнений випромінюваннями. Наприклад, з тіла дорослої людини вилітає більше 100 тисяч гамма-квантів у хвилину, а 1 кілограм картоплі випромінює більше 30 тисяч гамма-квантів у хвилину.

І космічні, і теригенні джерела є некерованими, тобто людина не може впливати на їх активність.

Штучні джерела утворилися внаслідок діяльності людини – ядерних випробувань, роботи атомних станцій, прискорювачів

тощо. У промисловості, науці, медицині сьогодні використовують понад 1000 ізотопів різних радіоактивних елементів. По суті, вони давно стали невід'ємною частиною нашого життя. Більшість цих джерел є керованими (за винятком аварійних ситуацій).

Вплив на здоров'я

Радіаційний ризик для здоров'я людини визначає величина дози опромінення, яку вона отримала незалежно від походження джерела природного чи штучного.

В радіаційній безпеці використовуються кілька понять дози, а саме: поглинута доза, еквівалентна доза, ефективна доза, індивідуальна доза тощо.

Поглинута доза – це енергія іонізуючого випромінювання, поглинута тканинами організму у перерахунку на одиницю маси. Одиницею вимірювання поглинутої дози є Грей.

Коефіцієнти ризику для окремих органів та тканин організму людини

Органи, тканини	Коефіцієнт
Гонади (статеві залози)	0,20
Червоний кістковий мозок	0,12
Товстий кишечник	0,12
Шлунок	0,12
Легені	0,12
Сечовий міхур	0,05
Печінка	0,05
Стравохід	0,05
Щитовидна залоза	0,05
Шкіра	0,01
Клітини кісткових поверхонь	0,01
Головний мозок	0,025
Інші тканини	0,05

1 Гр = 1 Дж/кг (для випромінювання с коефіцієнтом якості 1)

Еквівалентна доза враховує здатність даного виду випромінювання пошкоджувати тканини організму людини. Одиницею вимірювання еквівалентної дози є Зиверт (Зв). 1 Зв = 1 Гр (грей).

І третє важливе поняття дози – ефективна доза. По суті, ефективна доза – це еквівалентна доза помножена на коефіцієнт, який враховує різну чутливість тканин до опромінення. Це

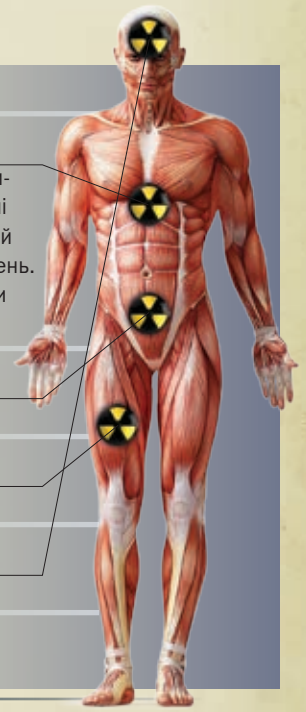
поняття з'явилося відносно недавно і було новацією попередньої системи радіаційного захисту. Ця величина дозволяє порівнювати ризики для здоров'я людини різних видів опромінення, наприклад, внутрішнього опромінення за рахунок інгаляції радону і зовнішнього гамма-випромінювання.

Іншими словами, поняття ефективної дози є основним інструментом для прийняття рішення про втручання (виправданості втручання) та процедур оптимізації радіаційного захисту.

Величини доз опромінення та відповідні детерміновані ефекти при гострому опроміненні.

1 Зв (зиверт) = 1 Гр (грей)= 100 Р (рентген)

Зиверт на годину



1-10	Кістковомозкова форма гострої променевої хвороби (ГПХ). Блювота, головний біль, підвищення температури, слабкість. Безсимптомні зміни крові. Порушення імунітету, радіаційний гепатит, синдром серцево-судинних ускладнень. При лікуванні летальний результат може бути виключений.
10-20	Кішкова форма ГПХ. Ймовірний летальний наслідок.
20-60	Судина форма ГПХ. Ймовірний летальний наслідок.
80-120	Церебральна форма ГПХ. Летальний наслідок
120+	Смерть під променем.

Одиницею вимірювання ефективної дози є також Зіверт (Зв)

1 Зв = 1 Гр. (для випромінювання з коефіцієнтом якості 1) чи 1 Зв = 1 Дж/кг, де джоуль на кілограм це одиниця поглинутої дози випромінювання в 1 джоуль любого іонізуючого випромінювання, яку було передано 1 кг опроміненої речовини.

Опромінення може бути гострим чи хронічним (пролонгованим). В першому випадку, людина за короткий проміжок часу отримує велику дозу опромінення, яка викликає несприятливі

зміни стану здоров'я. Така ситуація може виникати тільки у разі аварії, яка пов'язана з джерелами випромінювання.

Хронічне чи пролонговане – це опромінення протягом тривалого часу (більше року). Наприклад, опромінення радоном у повітрі приміщень, чи опромінення обумовлене радіоактивністю будівельних матеріалів. Доза може бути невелика, проте отримуємо ми її кожного дня.

В першому випадку ми маємо справу з детермінованими (чи зумовленими) ефектами опромінення – променева хвороба, променева катаракта, різноманітні форми променевого ушкодження шкіри. Частота і ступінь тяжкості цих патологічних станів визначаються потужністю дози опромінення, яку отримала людина.

Друга група радіаційних ефектів – це стохастичні (або імовірнісні) ефекти. Вони не мають порогу, тобто як завгодно мала доза може призводити до розвитку негативних станів здоров'я населення. Тому для цього виду ефектів ми оперуємо поняттям радіаційного ризику.

Визначити ефекти для доз менше 20 мЗв у рік, коли на людину впливає багато інших негативних факторів довкілля, дуже складно. Для цього проводяться відповідні епідеміологічні дослідження, тобто аналізується стан здоров'я десятків або сотень тисяч осіб для яких спеціально визначається (або реконструюється) доза опромінення та аналізуються його наслідки. Результатом таким досліджень є визначення радіаційного ризику для дослідженого джерела.

На основі останніх епідеміологічних досліджень Міжнародна Комісія з Радіаційного Захисту (МКРЗ, Публ. 103, 2007) визначає номінальну ймовірність виникнення онкологічних захворювань величиною $5{,}5*10^{-2}$ на 1 Зв популяційної дози, для персоналу (професіональні робітники, що постійно працюють з джерелами іонізуючого випромінювання) – $4{,}8*10^{-2}$ на 1 Зв. Ймовірність важких успадкованих порушень нащадками по друге покоління включно оцінена для населення дорівнює $0{,}2*10^{-2}$ на 1 Зв, для персоналу – $0{,}1*10^{-2}$ на 1 Зв.

Величини радіаційних ризиків дозволяють сьогодні визначити групи людей, які можуть зазнати максимального негативного впливу, оцінити соціальні та економічні наслідки для окремого міста, району, області, країни в цілому, та прийняти рішення про необхідність відповідних заходів по зменшенню цих наслідків ціною розумних витрат.

Ядерна енергетика в Україні та світі

Наявність та доступність енергетичних ресурсів, зміна клімату, якість повітря та енергетична безпека – це ті виклики, що сьогодні стоять перед людством і Україною, зокрема, та свідчать про важливу роль ядерної енергетики в енергозабезпеченні в 21-му столітті.

Частка споживання різних видів палива за 2011 рік, %

Генеральна Асамблея ООН на знак визнання важливості енергетики для сталого розвитку проголосила 2012 рік Міжнародним роком стійкої енергетики для всіх.

За даними Міжнародної агенції з атомної енергії (МАГАТЕ) в даний час в 30 країнах світу експлуатується 435 ядерних енергетичних реакторів загальною потужністю 368 002 МВт. На їх частку припадає близько 12,3% світового виробництва електроенергії, при цьому США та Франція разом виробляють біля

56% (в США частка АЕС в структурі виробництва електроенергії складає 19,6%, тоді як у Франції вона становить 74,1%). Для України цей показник становить 48,1%. Ще 63 ядерних реактори в світі перебувають у стадії будівництва.

Ядерна енергетика має низький рівень викидів вуглецю і при дотриманні необхідних умов безпеки дозволяє отримувати електроенергію в надійній, екологічно безпечній і доступній формах.

Для України ядерна енергетика відіграє ключову роль в стабільному електрозабезпеченні країни. Діючий потенціал 15 енергоблоків чотирьох АЕС України, що складає 17% в енергетичному балансі держави, дозволяє покривати біля 50% попиту на електричну енергії. Сьогоднішня енергетична стратегія щодо розвитку ядерної енергетики України визначає збереження цього сектору енергетики пріоритетним і в майбутньому.

В розвинених країнах (Організація по економічному співробітництву та розвитку – ОЕСР) більш інтенсивно розвивались наукомісткі та високотехнологічні сектори енергетики. Якщо в 1971 р. в країнах ОЕСР сумарна частка викопних горючих енергоресурсів становила близько 94%, а ядерного палива лише 0,8%, то вже в 2010 р. частка перших скоротилась до 81%, а ядерного палива – помітно зросла до 11%. В електроенергетиці країн ОЕСР структурні зміни були ще помітнішими. Частка викопних горючих енергоресурсів в загальному обсязі виробництва електроенергії скоротилась з 64,1% в 1971 р. до 60,9% в 2010 р., а частка атомної енергетики за відповідний період істотно зростала з 2,7% до 21,2%.

Таким чином найбільш інтенсивний технологічний розвиток в минулому столітті відбувався в електроенергетиці, зокрема в тепловій енергогенерації. А в економічно розвинених країнах світу з високим інтелектуальним, науково-технічним та технологічним потенціалом паралельно стрімко розвивалась атомна енергетика (найвищими темпами в США, Канаді, Японії, окремих європейських країнах, СРСР). Зокрема перший реактор типу СР-1 був збудований і запущений у Чиказькому університеті США в 1942 р., а в СРСР – в 1946 р. Починаючи з 1970 р. в багатьох країнах світу здійснюються масштабні програми розвитку ядерної енергетики.

Якщо в 20-му столітті ключовими рушійними силами технологічного розвитку електроенергетики були фактори економічного характеру, то в 21-му столітті драйвером структурних змін та інноваційної діяльності в електроенергетиці стали соціально-екологічні чинники (викиди електростанціями вуглекислого

газу та інших забруднюючих речовин в атмосферу, використання земельних та водних ресурсів для виробництва електроенергії та зберігання виникаючих при цьому твердих відходів, радіаційна безпека, безпека життєдіяльності тощо).

У резолюції Міжнародної конференції, що проводилась Міжнародним агентством з атомної енергії (МАГАТЕ) «Атомна енергетика в 21 сторіччі» (Париж, 21-22 березня 2005 р.) відзначено, що охорона навколишнього середовища, включаючи мінімізацію ризиків глобальної зміни клімату, є пріоритетним завданням для урядів усіх країн; необхідною є диверсифікованість джерел енергії для задоволення зростаючого попиту на неї.

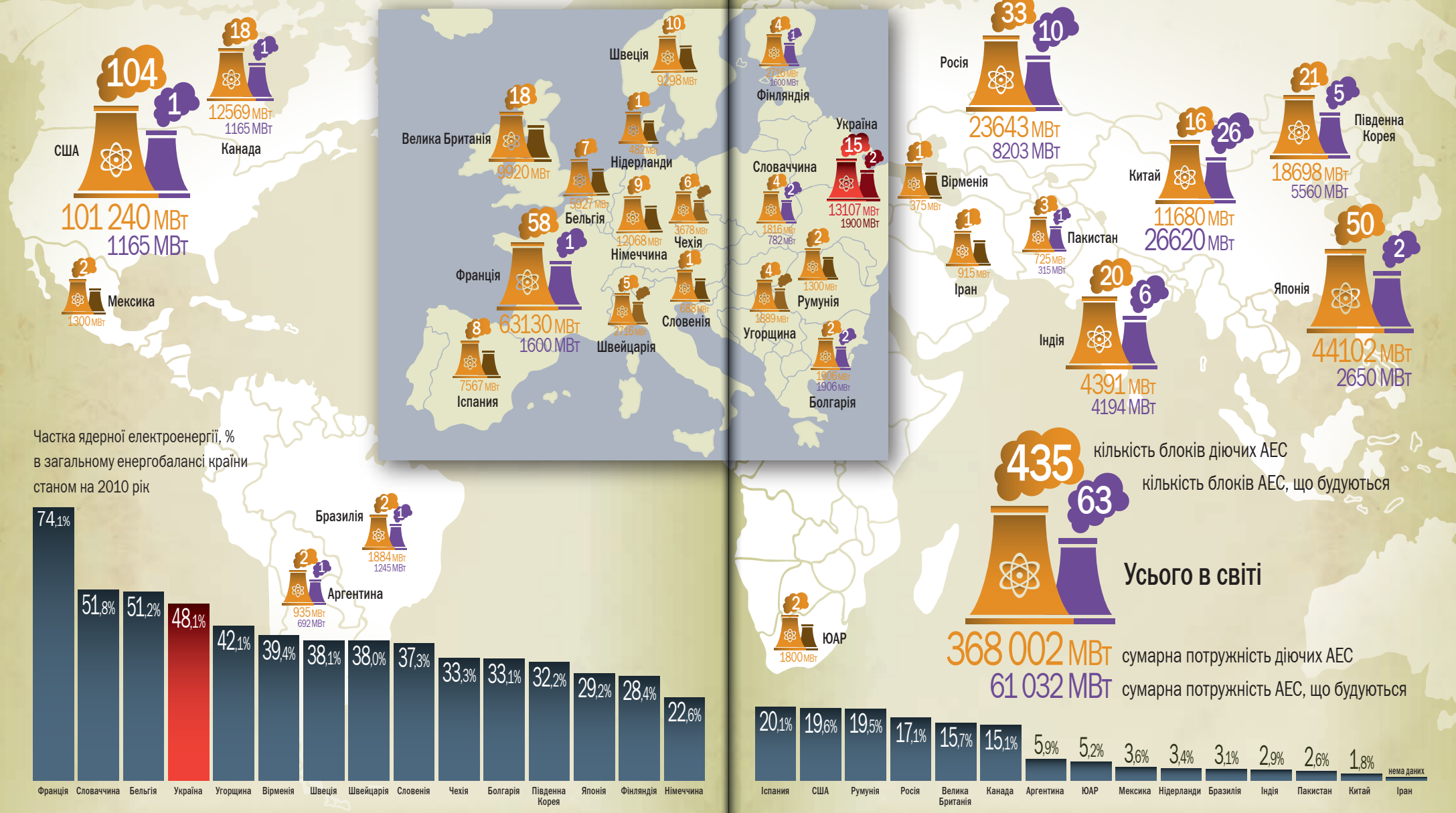
У зв'язку з цим відзначається позитивна роль атомної енергетики: вона не забруднює атмосферу газами, що не приводить до глобальних змін клімату; забезпечує конкурентоспроможну ціну на електроенергію для споживачів; АЕС вносять вклад в енергетичну безпеку й стабільність цін на електроенергію шляхом зниження залежності від змін цін на традиційні види палива.

Загалом стан світової ядерної енергетики на 1 січня 2012 року представлено на наступному розвороті (МАГАТЕ, інформаційна система по ядерних реакторах, PRIS).

Варто зазначити, що нині відсутнє узгоджене глобальне стратегічне бачення ролі атомної енергетики в світі, зокрема в ЄС. Після аварії на АЕС Фукусіма-Даічі Німеччина прийняла рішення щодо поступового виведення з експлуатації діючих АЕС: подібні наміри щодо скорочення частки атомної енергетики характерні для Франції. З іншого боку Велика Британія, Польща, інші країни планують розвивати атомну енергетику, що пов'язано з нижчими показниками собівартості електроенергії АЕС та незначними викидами вуглекислого газу та інших речовин в атмосферу. В цілому МАГАТЕ прогнозується подальший розвиток ядерної енергетики в світі, зростання кількості АЕС, передусім в країнах Азії (Китаї, Індії, Південній Кореї, В'єтнамі тощо). Східної Європи (Росії, Україні, Білорусі).

У грудні 2011 р. Єврокомісія представила «Дорожню карту з енергетики 2050», в якій відобразила своє бачення розвитку європейської енергетики до 2050 року. Для того, щоб до 2030 р. досягти скорочення емісії вуглекислого газу на 54% в порівнянні з 1990 р., а до 2050 р. скоротити викиди CO_2 до 80% необхідно, щоб до цього часу суттєво змінилася картина енергетичного балансу: частка відновлюваних джерел має складати не менше 49%; частка ядерної енергетики – 17%; традиційна вуглеводнева енергетика – 34%.

Стан світової ядерної енергетики на 1 січня 2012 року



Німецький уряд схвалив у червні 2011 року пакет законодавчих актів, які спрямовані на остаточне закриття ядерних реакторів в Німеччині в процесі поступового згортання ядерної енергетики. Повністю відмовитися від ядерної енергетики уряд Німеччини планує до кінця 2022 року і збільшивши при цьому виробництво електроенергії за рахунок відновлюваних джерел енергії до 38% до 2020 року. Проте це буде означати збільшення викидів CO_2, а відповідно можливі труднощі в реалізації дирек-

тиви ЄС щодо скорочення викидів CO_2 (заплановано скорочення викидів CO_2 на 40% до 2020 року в порівнянні з рівнем 1990 року) та зростання залежності від імпорту газу, в тому числі імпорту з Росії.

Італія, яка раніше розглядала питання про відродження своєї ядерно-енергетичної програми після закриття останньої експлуатованої станції в 1990 році, після референдуму, що відбувся в червні 2011 року, прийняла рішення про те, що ядерна енергія не буде розглядатися в якості можливого варіанту щонайменше ще п'ять років. Планується інвестувати 180 млрд. євро протягом 8 років у розвиток відновлювальних джерел енергії, і при цьому довести рівень споживання електроенергії

за рахунок відновлювальних джерел енергії до 24% станом на 2020 рік.

У Швейцарії сенат проголосував у вересні 2011 року за прийняття пропозиції про поетапну відмову від ядерної енергетики до 2034 року.

Ядерна енергетика Росії складає 5% світового ринку атомної електрогенерації, 15% світового ринку реакторобудування, 45% світового ринку збагачення урану, 15% світового ринку конверсії відпрацьованого палива і забезпечує 8% світового видобутку природного урану. Станом на 2008 рік встановлені потужності атомних електростанцій сягають 23,8 ГВт, а відповідно до «Енергетичної стратегії Росії до 2030 р.» прогнозується, що вони досягнуть 52-62 ГВт із збільшенням частки ядерної енергетики у виробництві електроенергії до 33% із відповідним зменшенням частки газової електрики до 25%.

За прогнозами уряду США, до 2035 року в країні буде створено додаткових потужностей з виробництва електроенергії на 222 ГВт. Це дозволить збільшити сумарну потужність електростанцій на 20%. При цьому близько 57% зростання буде забезпечено саме за рахунок введення нових станцій, що працюють на газі. На відновлювані джерела енергії припаде 31%, 8% – на вугільні станції і ще 4% на АЕС.

Уряд Китаю у новій енергетичній стратегії до 2020 року, яку опубліковано у вересні 2012 року, зазначив відновлення програм і робот з будівництва АЕС. Підкреслюється, що документ був доповнений новими, більш жорсткими вимогами до стандартів безпеки. У 2011 р. було введено в дію 15 ядерних енергоблоків із загальною встановленою потужністю 12,54 ГВт. У 2011 році сумарна потужність китайських АЕС склала близько 9 млн. кВт, а їх частка в електроенергетичній галузі – близько 2%. До 2020 року Китай планує побудувати 32 АЕС, збільшивши потужності атомної електроенергетики до 40 млн. кВт. При цьому частка АЕС в електроенергетиці КНР збільшиться до 4%, а до 2030 року уряд Китаю припускає довести частку АЕС в електроенергетиці до 7%.

У Японії до подій 11 березня 2011 р. частка ядерної енергетики у виробленні електричної енергії становила близько 30%. При цьому передбачалося довести цю частку за допомогою 54 реакторів до 50% до 2050 р. Енергозабезпечення Японії частково переорієнтовуються на 93 ТЕЦ (що використовують газ, нафту і вугілля), на ГРЕС і на відновлювані види енергії. Частка останніх поки складає близько 10%. У опублікованій у жовтні 2011 року енергетичній стратегії Японії передбачається скоротити залежність від ядерної енергетики і зберегти його на довгострокову

перспективу на рівні 20-25%. Інша частина потреби у електроенергії буде відшкодовуватися за рахунок імпорту корисних копалин і розвитку відновлюваних ресурсів, частка яких подвоїться до 2030 р. і досягне 40%.

В зв'язку з останніми ситуаціями в світі та небезпечністю ядерної енергетики в глобальному масштабі простежується сповільнення темпів зростання ядерної енергетики, проте не відмову від неї. Відмова від ядерної енергетики може мати серйозні наслідки для витрат країн на імпорт горючих корисних копалин, для цін на електроенергію, і для рівня впливу на клімат.

Чорнобиль: до і після аварії

Причини і обставини аварії на блоці №4 Чорнобильської АЕС продовжують привертати до себе увагу через масштаби її наслідків для здоров'я населення, навколишнього середовища та економіки нашої держави, а також для сьогодення та майбутнього атомної енергетики.

Технічні, або безпосередні причини катастрофи, досить ясні і об'єктивно відображені в багатьох документах. Можна назвати три головні, які зумовили передаварійний стан реактора і катастрофічне зростання його потужності:

по-перше, перед натисненням оператором кнопки аварійного захисту, «АЗ-5», реакторна установка знаходилась в стані фізичної і теплогідравлічної нестабільності. Ксенонове отруєння реактора, що привело до вичерпання оперативного запасу реактивності, і близький до нульового недогрів теплоносія на вході в активну зону «чекали» збуджуючого чинника, щоб порушити нестійкий стан системи. Цей стан був зумовлений діями персоналу до початку випробування режиму з вибігом генератора*.

по-друге, безпосереднім імпульсом, збуджуючим чинником початку аварійного процесу з'явилося натиснення кнопки «АЗ-5», через що із-за хибної конструкції стрижнів управління в нижню частину активної зони реактора була введена позитивна реактивність, і почався розгін потужності.

по-третє, цей розгін прийняв катастрофічний масштаб із-за великого парового коефіцієнта реактивності, який властивий реакторам РВПК, і вплив якого особливо великий при близькому до нуля вмісту пари в активній зоні.

** – режим вибігу генератора є проектним, що розроблений на підставі спільного рішення Головного.*

Таким чином, безпосередніми причинами аварії стали нейтронно-фізичні і конструктивні особливості реактора РВПК, реалізації яких сприяли дії персоналу.

Дослідження, проведені після аварії показали, що через великий паровий коефіцієнт реактивності і незадовільну конструкцію системи аварійного захисту, навіть передбачена проектом вихідна подія (розрив напірного колектора) на малій потужності призводила до руйнування реактора. Тільки «реалізація заходів, що послідувала після аварії на Чорнобильській АЕС, призводить до того, що в усьому дослідженому діапазоні початкової потужності максимальна проектна аварія із знеструмленням не викликає небезпечної зміни потужності, і

Праівники Чернобильскої АЕС біля пульту керування зруйнованого 4-го енергоблока станції.

швидкий аварійний захист зупиняє реактор». Таким чином, реактор був приречений через свої проектні характеристики і лише чекав відповідного збігу обставин. 26 квітня 1986 року вони були створені діями персоналу.

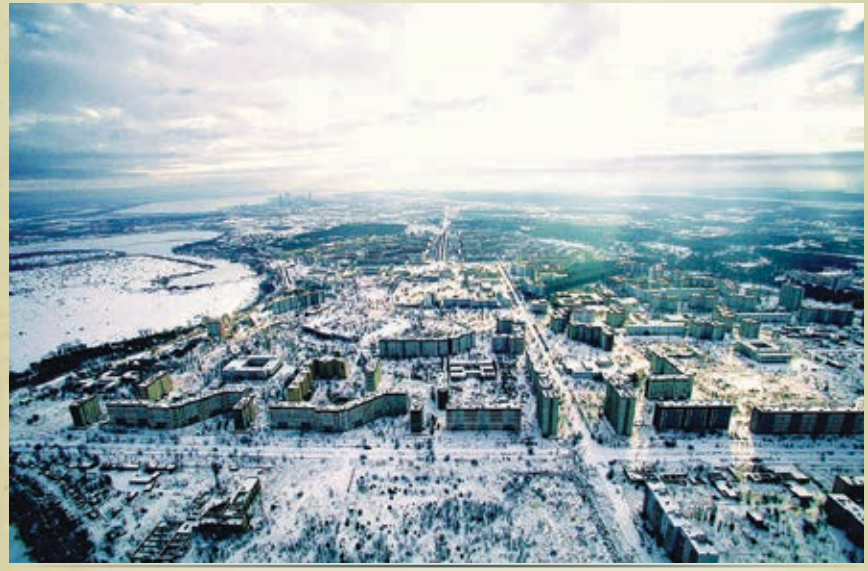
Персонал дійсно зробив ряд помилок, але міра його провини була свідомо перебільшена в офіційній доповіді, представленій СРСР в МАГАТЕ в 1986 році* Така була установка вищого

** – за результатами обговорення цієї інформації СРСР для спеціальної сесії МАГАТЕ INSAG випустила свою першу доповідь.*

політичного керівництва СРСР, спровокована керівництвом ядерного відомства.

Недоліки реакторів РВПК були відомі задовго до аварії. Існували плани модернізації цих реакторних установок, у тому числі і системи управління. Проте вони або не реалізовувалися, або реалізовувалися вкрай повільно.

Інформація про недоліки реактора доходила, принаймні, до керівництва АЕС з реакторами типу РВПК, але наслідки цих недоліків не були усвідомлені. Позитивний вибіг реактивності при введенні стрижнів в активну зону реактора був зафіксований в грудні 1983 року під час пускових випробувань блоку №1 Ігналінської АЕС і блоку №4 Чорнобильської АЕС.



Прип'ять — покинуте місто в зоні відчуження ЧАЕС, населення якого евакуйоване через аварію у 1986 році

Цей ефект і його можливі наслідки для безпеки стали предметом обговорення. Науковий керівник констатував, що хибна конструкція стрижнів управління в деяких режимах може призвести до виділення позитивної реактивності. На жаль, ні науковий керівник, ні генеральний конструктор не несли відповідальності за безпеку АЕС, а експлуатуючої організації, у визнаному цивілізованим світом розумінні, що несе повну відповідальність за безпеку, в СРСР у той час не існувало.

У країні була відсутня, включаючи вищий державний рівень, «культура безпеки». Очевидно, що важливість побоювань, що виникли, для безпеки була недооцінена і заходи, які могли запобігти катастрофі, не були реалізовані.

Що ж дозволило експлуатувати реактори, які не відповідали вимогам безпеки, і роками не вживати заходів щодо забезпечення їх безпеки?

Досягнення ядерної науки і промисловості СРСР, особливо у військовій сфері, і непомірна їх політизація з одного боку, а з іншого – приховування недоліків і помилок, призводили до великих аварій (Челябінськ – 1957 рік; Ленінградська АЕС – 1975 рік; Чорнобильська АЕС – 1982 рік і так далі). Був відсутній контроль діяльності ядерних відомств (до 1984 року фактично не існувало органу ядерного регулювання). У галузі затвердилися настрої непогрішності, суть яких найточніше відображає формула: «радянські ядерні реактори – кращі у світі». Після аварії на АЕС «Три Майл Айленд» (США) вустами керівників ядерно-енергетичної галузі СРСР було заявлено, що «при соціалізмі така аварія неможлива». Політичний престиж держави домінував і пригнічував основну умову мирного розвитку ядерної енергії – забезпечення її безпеки. Це одна з корінних причин Чорнобильської катастрофи.

На початку 80-х років в СРСР почали проявлятися тенденції критичного переосмислення безпеки АЕС. Проте об'єктивні оцінки безпеки, в першу чергу реакторів РВПК, були блоковані авторитетами радянської ядерної науки і керівництвом ядерного відомства. Проте, незалежна експертиза державних органів регулювання ядерної безпеки, практично була відсутня. Те, що було і є основою державного режиму ядерної безпеки – наявність сильного і незалежного регулюючого органу – в СРСР до аварії 1986 року практично не існувало*.

Таким чином, політизація ядерної науки і техніки СРСР, створюваний роками образ їх винятковості і непогрішності, відсутність незалежного ядерного регулювання і ефективного державного контролю за безпекою ядерної енергетики є корінними причинами Чорнобильської трагедії.

Аварія, що через свої масштаби зачепила інтереси багатьох країн світу, зруйнувала міф непогрішності. Спроби приховати її справжні наслідки виявилися марними. У цій ситуації потрібно було знайти причини аварії, які в найменшій мірі розкривали б істинну картину стану справ в країні і не ставили під сумнів стан

** – Держпроматомнагляд СРСР був створений лише в кінці 1983 року і практично вже ніяк не міг вплинути на ситуацію.*

безпеки ядерної енергетики в цілому. Так і з'явилося гасло – в усьому винен персонал.

Існує міф, що ядерна наука і техніка СРСР мали практично необмежені фінансові і матеріальні ресурси. Так, якщо говорити про військові цілі. Атомна ж енергетика випробовувала на собі усі властиві народному господарству СРСР «привабливості» хронічного браку коштів, в першу чергу на дослідження в обґрунтуванні безпеки і надійності, експериментального відпрацювання устаткування і так далі. Відсутність розвиненої експериментальної стендової бази, сучасної обчислювальної техніки, технологій поводження з радіоактивними відходами, якісної дозиметричної апаратури, тренажерів – усе це в тому або іншому виді проявилося як при аварії, так і в ході ліквідації її наслідків. Більш того, і після аварії ситуація мало змінилася. Економічні основи забезпечення ядерної безпеки в СРСР так і не були вирішені, і не відіграє ролі причина такого положення – нерозуміння проблеми або відсутність засобів. Важливе те, що безпека ядерної енергетики не була забезпечена економічно.

Після аварії відношення до ядерної безпеки змінилося. Проте, велика частина задуманого в перші роки після аварії з метою підвищення безпеки АЕС, розвитку наукових досліджень з ядерної безпеки, вдосконалення режиму ядерного регулювання і так далі не реалізована. Чому?

Існує поняття «Культура безпеки», яке народилося «завдяки» чорнобильській катастрофі, що визначається як «набір характеристик і особливостей діяльності організацій і поведінки окремих осіб, який встановлює, що проблемам безпеки АЕС, як таким, що мають вищий пріоритет, приділяється увага, визначена їх значущістю». В міру віддалення від квітня 1986 відношення до безпеки ставало усе більш прохолодним, уроки аварії стали забуватися. Багато чого, але не все, можна пояснити економічною ситуацією, нестачею коштів на широкомасштабні роботи з безпеки, і т.д. По-перше, були кошти, і був час, але безпека не стала на практиці пріоритетною метою керівників експлуатуючої організації, галузі і держави. По-друге, навіть поліпшення фінансового стану АЕС не завжди змінювало картину. По-третє, не реалізовувалися навіть заходи, що дають максимальний ефект при мінімальних витратах.

11 березня 2011 року світ стрясла аварія на АЕС «Фукусіма» в Японії. Не торкаючись конкретних природних і технічних причин цієї аварії, можна однозначно сказати, що організаційні і політичні причини аварії ідентичні тому, що сталося в Чорнобилі: відсутність незалежного органу ядерного регулювання,

відсутність уваги до виявлених проблем безпеки, горезвісний людський чинник. Безумовно, велика частина недоліків, що призвели до аварії пов'язані багатовіковими традиціями взаємин, що склалися в японському суспільстві, але це не міняє картини. Головне – провали в культурі безпеки, яка «встановлює, що проблемам безпеки АЕС, як таким, що мають вищий пріоритет, приділяється увага, визначена їх значущістю».

Якщо говорити про уроки, добуті з аварій, то слід зазначити, що:

По-перше, наслідки важкої аварії АЕС надзвичайно великі, значно перевищують витрати на заходи щодо підтримки і підвищення безпеки, які могли б виключити технічні передумови подібних аварій. Безпека ядерної енергетики є економічною категорією.

По-друге, важкі аварії АЕС мають транскордонні наслідки, при чому, суспільно-політичний вплив значно перевищують радіаційні. Аварії завдають удару по престижу ядерної енергетики, підривають довіру до неї, ведуть до припинення або заморожування її розвитку в багатьох країнах. Це завдає удару, як по екології, так і по перспективах розвитку багатьох держав. Експлуатуючі організації, органи державного управління і регулювання несуть відповідальність не тільки за безпеку «своїх» ядерних установок, але і за майбутнє ядерної енергетики в усьому світі. Ніякі «залізні завіси» не повинні відгороджувати ядерну енергетику якої-небудь країни від міжнародного контролю виконання основоположних принципів безпеки ядерної енергії.

По-третє, відсутність ефективної державної системи ядерного регулювання, незалежної в оцінці безпеки та прийнятті рішень з безпеки призводить до створення атмосфери професійної самовпевненості, переважанню кон'юнктурних інтересів над цілями безпеки, можливості експлуатувати ядерні установки, що не відповідають вимогам безпеки.

По-четверте, найважливіше місце має приділятися підготовці осіб, що приймають рішення, важливі для безпеки ядерної енергетики, на всіх рівнях державного управління. Персонал АЕС повинен бути забезпечений необхідними засобами контролю процесу, володіти знаннями, інструкціями і процедурами, необхідними для розуміння суті того, що відбувається

і прийняття правильних рішень. Важливість людського фактора, включаючи готовність до дій в нештатній ситуації, усвідомлення наслідків своїх дій для безпеки – найважливіший урок аварій.

По-п'яте, експлуатуюча організація повинна володіти необхідними повноваженнями та ресурсами, для прийняття рішень і несення відповідальності за весь комплекс питань, що стосуються безпеки ядерної установки.

По-шосте, інформація про відмови обладнання і аварії на ядерних об'єктах, їх причини та наслідки, здобуті уроки повинні доводитися до персоналу. В іншому випадку він буде змушений вчитися на власних помилках, а це дорого коштує. Необхідно встановити відкритий діалог з громадськістю – він допомагає тверезо оцінювати ситуацію, своєчасно реагувати іноді на малопомітні фактори погіршення безпеки.

Зруйновані реактори №3 (ліворуч) и №4 (праворуч) АЕС «Фукусіма-1»

По-сьоме, важкі аварії, як правило, вимагають проведення масштабного втручання для захисту населення. Обидві аварії, і на Чорнобильській АЕС, і на АЕС «Фукусіма», значно перевищили «заплановані» за своїми масштабами, тому дії щодо захисту населення істотно відрізнялися від розроблених заздалегідь.

З одного боку, необхідне жорстке планування ситуації втручання на основі сценаріїв аварій, розглянутих у проекті та звітах з обґрунтування безпеки, а, з іншого боку, аварійні плани повинні бути достатньо гнучкими і бути керівництвом до дій, що дозволяють діяти «за обставинами», а не суворо відповідно до попередньо розроблених сценаріїв.

По-восьме, техногенні аварії з потенційними наслідками, що виходять за межі одного територіального утворення, повинні управлятися з єдиного центру, що об'єднує (координує) дії як центральних, так і місцевих органів влади. Необхідно об'єктивне і безперервне оповіщення населення про ситуацію, спонукання населення до прояву ініціативи до самозахисту. Аварійне планування і аварійна готовність повинні бути предметом не формальної, а постійної практичної роботи на об'єктах потенційної небезпеки і прилеглих територіях.

І останнє, аналіз того, що сталося 26 квітня 1986 року на Чорнобильській АЕС не самоціль і він не повинен бути звернений у минуле. Головне – здобуття уроків для ядерної безпеки сьогодні і в майбутньому, запобігання навіть найменшої можливості повторення важкої аварії. Дискусії про тих чи інших наукових і технічних деталях аварійних процесів, і дії влади можуть, і, очевидно, мають бути предметом детальних досліджень. Але головне зрозуміти, чому було можливо експлуатувати те, що не відповідало вимогам безпеки, чому було можливо продовжувати експлуатацію, коли недоліки, що спричинили катастрофічні наслідки, стали відомими і чому ці недоліки не усувалися, коли стали зрозумілі шляхи їх усунення. Чи усвідомлено це всіма, хто так чи інакше пов'язаний із забезпеченням ядерної безпеки або особами, чиї рішення можуть прямо або побічно вплинути на ядерну безпеку? Чи здобуті уроки, що дозволяють гарантувати безпеку ядерної енергетики сьогодні і в майбутньому?

Останній висновок справедливий і для аварії на АЕС «Фукусіма».

Еволюція концепції ядерної та радіаційної безпеки

Історія розвитку ядерного регулювання цікава і, часом, захоплююча. Колосальний потенціал ядерної енергії був швидко усвідомлений ученими, фахівцями і політиками, визначив її роль і місце у військових цілях, окреслив її перспективи в мирних цілях.

Першими йшли США і прийняті в цій країні рішення з питань організації режиму ядерної безпеки в тій чи іншій мірі були в наслідок продубльовані іншими країнами.

Батько американської водневої бомби, Едвард Теллер, в 1947 році очолив перший у світі Консультативний комітет з безпеки ядерних реакторів, і сформулював основні постулати безпеки ядерних установок: *«Ми не можемо наслідувати звичайний метод проб та помилок. Цей метод був невід'ємною частиною індустріального прогресу до ядерного століття. З його настанням цей метод представляє неприпустимі ризики. Помилка при виготовленні автомобіля може привести до загибелі від одного до десяти осіб. Помилка при проектуванні літака може коштувати життю 150 осіб. Викид радіоактивності може наразити на небезпеку населення міста. У реакторній безпеці усі випробування повинні фіксуватися документально, оскільки дійсні помилки можуть носити катастрофічний характер».*

Американські політики усвідомили, що потенціал ядерної енергії не може використовуватися без жорстких законодавчих обмежень, чи стосується це мирного або військового призначення, і в 1946 році набув чинності перший у світі «атомний закон». У відповідність до цього закону був створений і вказаний вище, також перший у світі, Консультативний комітет з безпеки ядерних реакторів Комісія з атомної енергії США (КАЕ). Основне завдання, яке стояло перед Комісією, – виробництво ядерної зброї. Вторинне завдання – сприяння розвитку ядерної енергії в мирних цілях.

У 1947 році року КАЕ, усвідомлюючи важливість взаємодії з населенням і пресою, створює офіс за інформацією громадськості, а Конгрес США формує Спільний комітет з атомної енергії, який став «сторожовим псом» для КАЕ і зробив, очевидно, першу у світі, політичну заяву про майбутню роль ядерної енергії в мирній діяльності: «розвиток і застосування атомної енергії, як тільки це стане практично можливим, має бути спрямований на поліпшення добробут людей, підвищення стандарту життя, розвитку вільної конкуренції в приватному секторі, і просування миру».

У 1947-1949 в США формуються умови передачі в приватний сектор інформації, яка була отримана в процесі створення ядерної зброї. Тоді ж публікується документ «Атомна енергія і приватне підприємство», і в 1953 році комітет Конгресу США відкриває громадські слухання, необхідні для «розвитку розуміння в суспільстві про роль приватного підприємництва в розвитку атомної енергії для мирних цілей». Роль, яка відводилася

в США приватному підприємництву в розвитку ядерної енергії, визначила і завдання держави – встановити межі і умови безпеки при використанні атомної енергії і зафіксувати їх в ліцензії, яка дозволяє відповідну діяльність.

У лютому 1954 року Президент США Д. Ейзенхаур пропонує Конгресу покласти на КАЕ обов'язок «визначення мінімальних регулюючих вимог з безпеки і радіаційному захисту при отриманні і використанні матеріалів», що діляться, а вже 30 серпня 1954 року набув чинності в новій редакції Атомний закон. Вперше у світовій практиці було введено регулювання і ліцензування «для захисту здоров'я і безпеки суспільства».

У відповідність Закону КАЕ повинно було надавати промисловості спеціальні ядерні матеріали для використання як палива в енергетичних реакторах, передати інформацію, яка раніше класифікувалася як «таємна», для використання в розвитку ядерної енергетики, ліцензувати приватні атомні електростанції, а також використати примусові заходи, щоб примусити до виконання вимог регулюючих документів. Закон визначив заходи, що забезпечують незалежність виконання функцій регулювання і ліцензування усередині КАЕ. Висловлювалися і побоювання, що: «найбільший ризик полягає в тому, що це велике благо для людства (атомна енергія) може бути знищено при його зародженні надмірним регулюванням».

Ще в 1954 році проектом Атомного закону передбачалося створення двох агентств – з розвитку і регулюванню безпеки. Але пропозиція не була підтримана парламентарями США, оскільки здавалося неможливим в ті роки забезпечити два агентства кваліфікованими кадрами. Розділення сталося тільки в 1975 році, коли на базі КАЕ були створені Міністерство енергетики і Комісія ядерного регулювання.

Класичний набір функцій національного органу ядерного регулювання, який був вироблений спочатку в Комісії ядерного регулювання США, а потім, з невеликими відмінностями, реалізований в органах ядерного регулювання інших країн, включає:

- *Розвиток критеріїв і принципів безпеки, норм, правил і стандартів по безпеці (нормативне регулювання);*
- *Оцінку безпеки заявленої діяльності і видачу, при позитивних результатах такої оцінки, ліцензії (дозволу) на заявлену діяльність, включаючи затвердження меж і умов безпеки цієї діяльності (ліцензування);*
- *Контроль дотримання ліцензіатом меж і умов безпеки дозволеної діяльності (нагляд);*

- *Застосування примусових заходів, щоб спонукати Ліцензіат дотримуватися меж і умов безпеки, встановлених ліцензією(примус).*

Таким чином, одному з найважливіших завдань органів регулювання ядерної безпеки з самого початку стало формування концепції безпеки ядерних установок, цілей, принципів і критеріїв їх безпеки. Формування цієї тріади йшло не у безповітряному просторі. На початку свого шляху воно спиралося на досвід військових попередників і досвід стандартизації в суміжних галузях промисловості.

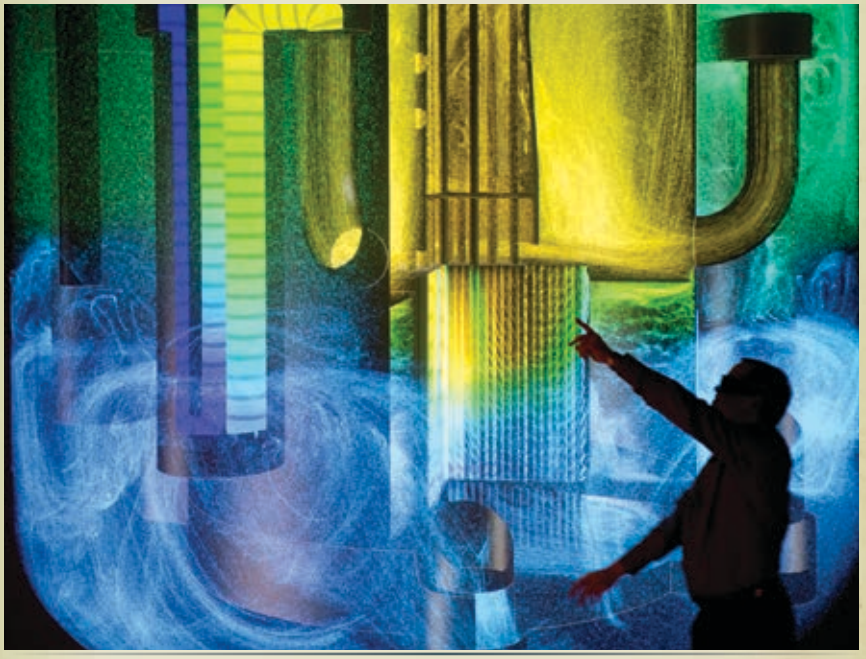
Будь-яка промислова діяльність спирається на систему нормативних документів, що дозволяє погоджувати діяльність багатьох підприємств, організацій і окремих осіб в часі і просторі. Нормативні документи є продуктом спільної діяльності науки і практики. На початку свого шляху ядерна енергетика не мала практичного досвіду, та і результати наукових досліджень ще не дозволяли мати досить обґрунтованої основи для спеціалізованої нормативної бази. Основна філософія, спочатку покладена в основу безпеки ядерної енергетики, – висока якість систем і елементів, висока кваліфікація персоналу, що повинне було запобігти надзвичайним ситуаціям. Багато в чому доводилося спиратися на досвід і стандарти суміжних галузей: енергетики, хімічної і металургійної промисловості, військового машинобудування. «Власні» нормативні документи, в першу чергу, розроблялися для специфічних аспектів ядерної енергетики – фізика реакторів, радіаційне матеріалознавство, радіаційний захист тощо. Передбачалося, що висока якість дозволить обмежити можливі ушкодження систем, що створюються для відведення тепла, що виділяється ядерним паливом течею кінцевих розмірів.

Вперше вимоги до безпеки АЕС комплексно були викладені в «Загальних критеріях проектування АЕС» (Зведення федеральних правил США, 10 CFR 50, додаток А). Цей документ включив 64 критерії, в яких, по-суті, була викладена філософія безпеки АЕС, що спирається на стратегію глибоко ешелонованого захисту. З жалем слід зазначити, що в СРСР до офіційного формулювання вимог забезпечення безпеки АЕС на основі глибоко ешелонованого захисту прийшли тільки в 1988 році, після Чорнобильської аварії.

Система вимог до безпеки АЕС, викладених в нормативних документах СРСР, почала формуватися в 60-х роках минулого століття. Основу нормативної бази по безпеці ядерної енергетики склали «Загальні положення забезпечення безпеки атомних

електростанцій, що набули чинності в 1973 році, при проектуванні, будівництві і експлуатації», ОПБ – 73 (двома роками раніше були прийняті ОПБ- 71 (тимчасові) під такою ж назвою, але призначені для обмеженого застосування).

Безпека («…забезпечений захист персоналу і населення від зовнішнього і внутрішнього опромінення, а довкілля – від забруднення радіоактивними речовинами в межах допустимих норм, як у разі тривалої стаціонарної експлуатації, так і в ава-



рійних ситуаціях») повинна була забезпечуватися в малоймовірних аварійних умовах, таких як розрив циркуляційного контуру. При аналізі безпеки АЕС усі її пристрої і системи повинні розділятися на три групи: пристрої нормальної експлуатації, захисні пристрої і локалізуючі пристрої.

Основа безпеки – висока якість систем нормальної експлуатації, захисні пристрої для попередження виходу з ладу систем нормальної експлуатації, локалізуючі пристрої, що обмежують поширення радіоактивних речовин, висока кваліфікація персоналу. Важлива увага приділялася коректному вибору майданчика, його видаленню від великих населених пунктів, аварійної готовності. Безпека повинна була забезпечуватися при будь-якій

одиничній відмові пристрою нормальній експлуатації і тривалого не виявлення порушення іншого пристрою. Одночасно з виходом з ладу приладів нормальної експлуатації повинна була розглядатися відмова одного з незалежних активних захисних пристроїв і одного незалежного приладу локалізації.

Обговорювалося, що АЕС повинна проектуватися з урахуванням екстремальних природних подій, для захисних і локалізуючих пристроїв бажано було використати «пасивні» пристрої. Вимагалося представити в проекті кількісний аналіз надійності, кількісний аналіз ймовірності аварійних ситуацій, що розглядаються в проекті.

Висока надійність систем аварійного захисту повинна була досягатися за рахунок високої якості, багатоканальності*, перевірок і випробувань, а також наявності резервних джерел енергоживлення**.

Межі ушкодження тепловиділяючих елементів (ТВЕЛ) і пов'язані з цим рівні радіоактивності середовищ повинні були визначатися при проектуванні. Визначалися режими експлуатації (з достатніми допусками на невизначеність), для яких повинне було виключатися ушкодження ТВЕЛів. Встановлювалися досить детальні вимоги до проектування активної зони реактора, які надалі перейшли в Правила ядерної безпеки, що вийшли роком пізніше.

До часу розробки і введення в дію ОПБ- 73, в СРСР вже знаходилося в експлуатації Білоярстка, Ново-Вороніжська та 1-а черга Кольської АЕС, а також будувалося декілька АЕС (Ленінградська, Чорнобильська, Курська, Білібинска, Вірменська).

Власне кажучи, з ОПБ – 73 і починається історія нормативного регулювання безпеки АЕС в нашій країні. Незважаючи на очевидні термінологічні розбіжності, відсутність формалізованого поняття глибоко ешелонованого захисту, інші відмінності від вимог безпеки, сформульованих до цього часу у світі, на основі ОПБ – 73 були спроектовані і успішно експлуатуються у багатьох країнах світу такі енергоблоки як ВВЕР – 1000/302, ВВЕР – 1000/338 і ВВЕР – 440/213.

Зрозуміло, що тільки досвід будівництва і експлуатації дозволяє створювати нормативні документи, що відповідають вимогам часу. Тому в ОПБ – 73 був приведений «Перелік норм і

** – багатоканальність означала наявність, як мінімум, двох каналів.*

*** – звертає на себе увагу вільність використання в ОПБ-73 термінології. В документі відсутня глава «терміни та визначення», що, скоріш за все, пояснюється відсутністю уваги до цього питання та дійсною відсутністю в ті роки погодженої термінології.*

правил» до «Загальних положень забезпечення безпеки при проектуванні, будівництві і експлуатації АЕС» з приміткою, що «перераховані в переліку норми і правила вводяться в дію по-мірі завершення їх розробки та затвердження». А до цього «… допустимо керуватися нормами і правилами, що діють в енергетиці» (ст. 1.1.2, ОПБ – 73).

Наступним кроком в розвитку вимог безпеки АЕС стали ОПБ – 82, «Основні положення забезпечення безпеки атомних станцій при проектуванні, будівництві і експлуатації». Концепція безпеки практично не змінилася порівняно з ОПБ – 73, проте був застосований ряд нововведень, які значно удосконалили вимоги, зробили їх конкретнішими.

Вперше були сформульовані основні терміни і визначення (термінологія істотно відрізняється від прийнятої сьогодні). Чітко сформульовані основні функції безпеки: управління ланцюговою реакцією ділення; відведення тепла від ядерного палива; та утримання радіоактивних речовин у встановлених межах. Введено поняття експлуатуюча організація – організація, якій підпорядкована АЕС, але її відповідальність фактично була обмежена забезпеченням безпечної експлуатації*.

Визначені поняття: проектна аварія (встановлюється чинними нормами і правилами, і для якої проектом забезпечується безпека АЕС); максимальна проектна аварія (проектна аварія з найбільш важкою вихідною подією, що встановлюється для кожного типу реактора) і гіпотетична аварія, для якої проектом не передбачаються технічні заходи, що забезпечують безпеку АЕС. Було також введено поняття максимальна гіпотетична аварія (МГА) – гіпотетична аварія, що призводить до максимально можливого викиду радіоактивних речовин до довкілля при розплавленні ТВЕЛів і руйнуванні локалізуючих систем. Визначено, що переліки вихідних подій наводяться в технічному обґрунтуванні безпеки і узгоджується з органами державного нагляду.

Чітко сформульовані поняття систем важливих для безпеки (системи нормальної експлуатації, ушкодження або відмови яких є вихідними подіями аварій, і системи безпеки), а також систем безпеки (системи, призначені для попередження аварій і обмеження їх наслідків).

Визначені вимоги до систем і пристроїв, важливих для безпеки АЕС, – вони повинні проектуватися, виготовлятися і монтуватися з урахуванням можливих механічних, теплових,

** – що й відповідало на той час системі взаємовідносин в управлінні народним господарством.*

хімічних і інших дій, що виникають в результаті проектних аварій і властивих майданчику природних подій.

Після аварії на ЧАЕС в ОПБ- 82 були введені доповнення: про необхідність проведення аналізів гіпотетичних аварій, результати яких мають бути покладені в основу інструкцій по діях в аварійних умовах і аварійних планів; про необхідність створення учбових тренувальних центрів; про заходи щодо попередження утворення вибухонебезпечних концентрацій газів; про

засоби радіаційного контролю при гіпотетичних аваріях, була видалена пряма фраза про допустимість позитивного потужністного ефекту реактивності, який став однією з причин катастрофи 1986 року.

Аварія на Чорнобильській АЕС (1986 рік) привела до істотних змін в регулюванні ядерної безпеки. Були розроблені і введені в дію «Основні положення забезпечення безпеки атомних станцій», ОПБ – 88.

Значно розширений розділ «терміни і визначення». Введені такі поняття, як управління запроектною аварією, передпускові налагоджувальні роботи, фізичний і енергетичний пуск, функції безпеки, елементи, відмова із загальної причини,

культура безпеки, введення в експлуатацію, спеціальні норми і правило тощо, що значно розширило погоджене термінологічне поле, що полегшило взаємодію при проектуванні і експлуатації АЕС.

Документом чітко визначено, що безпека АЕС повинна забезпечуватися за рахунок послідовної реалізації принципу глибоко ешелонованого захисту, ґрунтованого на системі бар'єрів на шляху поширення іонізуючих випромінювань і радіоактивних речовин, і системі заходів по захисту цих бар'єрів.

Для проектної аварії мають бути визначені вихідні події і кінцеві стани, і передбачені системи безпеки, що забезпечують з урахуванням принципу разової відмови систем безпеки або одній, незалежної від вихідної події помилки персоналу обмеження її наслідків встановленими для таких аварій межами. Поняття максимальної проектної аварії виключене.

Введено поняття запроектної аварії (виключені поняття гіпотетичної та максимально гіпотетичної аварій), яка викликається вихідними подіями, що не враховуються в проектних аваріях, або характеризується додатковими порівняно з проектними аваріями відмовами, помилковими діями персоналу, які призводять до важких ушкоджень (плавлення) активної зони.

Було введено поняття важкої аварії (аварія з ушкодженням ядерного палива) і встановлена необхідність аналізу сценаріїв запроектних аварій для визначення заходів управління такими аваріями та обмеження їх наслідків. Введена обов'язковість ймовірнісного аналізу безпеки та встановлені цільові орієнтири прийнятності результатів аналізу для оцінки довіри до інженерно-технічних рішень, прийнятих в проекті АЕС.

Сформульовані в загальному вигляді вимоги до фізичного захисту, протипожежної безпеки, засобів зв'язку і сповіщення та ряд інших вимог, сформованих за результатами аналізу аварії на ЧАЕС.

У ОПБ – 88 введена класифікація за впливом систем і елементів (поняття елемент введено вперше) на безпеку з метою визначення вимог до їх якості. Сформульовано поняття спеціальних норм і правил безпеки, які мають бути або затверджені органом ядерного регулювання, або допущені ним до застосування. Введений в практику принцип культури безпеки усіх осіб причетних до діяльності, що впливає на безпеку АЕС.

Поняття «Експлуатуюча організація» було приведене до визнаного у світовій практиці. В основу були покладені принцип повної відповідальності ЕО, що не делегується, за безпеку АЕС, і розділення відповідальності між ЕО та органом ядерного

регулювання. Чітко сформульовані вимоги до ЕО мати ліцензію органу ядерного регулювання на відповідну діяльність.

У 2000 році в Україні розроблені та введені «Загальні положення безпеки атомних станцій (ОПБУ-2000)», які не внесли значимих змін в ОПБ-88, було виконано коригування, пов'язане з відмінностями в системі управління і ядерного регулювання держави.

Через вісім років була підготовлена і введена в дію нова версія Загальних станів безпеки атомних станцій, ОПБУ- 2008. Цим документом були внесені доповнення в зміст вимог по безпеці АЕС, змінена структура документу з метою викладення основних принципів і критеріїв безпеки АЕС на основі публікацій МАГАТЕ, викладених в Основних принципах безпеки атомних станцій (INSAG – 12).

Аварії на АЕС Трі-Майл-Айленд та Чорнобильській АЕС зробили серйозний вплив на розвиток атомної енергетики, привели до значного переосмислення вимог безпеки і здавалося, що прийнятими заходами важкі аварії АЕС виключені. Але в 2011 році аварія на АЕС «Фукусіма» продемонструвала ще одну характерну особливість – практичну неможливість передбачити заздалегідь поєднання вихідних подій та послідовності їх розвитку, особливо там, де великий вплив, так званого, людського чинника.

І аварія на Чорнобильській АЕС, і аварія на АЕС «Фукусима» розвивалися за сценарієм, які не були розглянуті в проектах не тому, що їх не можна було передбачати. Можливі причини майбутньої чорнобильської катастрофи були відомі за багато років до аварії, але ніхто не вірив, що вони можуть реалізуватися. Приблизно те ж можна сказати і про аварію на АЕС «Фукусима». Знання того, що може статися, ще не говорить про те, що будуть прийняті заходи попередження реалізації відомих подій. І низька ймовірність події також не говорить про те, що воно не станеться («будь-яка ймовірність може реалізуватися нескінченну кількість разів»).

Абсолютно зрозуміло, що саме людина, на усіх етапах життєвого циклу АЕС, від її проектування до виведення із експлуатації, є найменш передбачуваною ланкою в забезпеченні безпеки АЕС. Причиною усіх відомих важких аварій в тому або іншому ступені був так званий людський чинник, хоча і проявляв він себе в різний час, іноді задовго до самої аварії. Тому всі можливі вихідні події та їх комбінації, сценарії аварій, повинні розглядатися в проекті, та проектом мають бути розроблені додаткові до систем безпеки технічні засоби для управління аваріями, коли їх масштаб виходить за межі, для яких ці системи безпеки розраховані.

Це розуміння стало поштовхом для чергового вдосконалення вимог з безпеки АЕС.

Існують два принципи виключення аварій з розгляду в проекті. Один, детерміністичний, коли внутрішні властивості самозахищеності реактору дозволяють виключити аварію з розгляду, оскільки аварії принципово не може бути. Другий принцип, ймовірнісний, встановлює, що потрібно прагнути того, щоб ймовірність граничного аварійного викиду не була вища 10^{-7} на реактор в рік*. Якщо ця вимога не виконується, то мають бути вжиті додаткові технічні заходи по управлінню аварією з метою послаблення її наслідків.

Процес вдосконалення вимог, що йде сьогодні, щодо забезпечення безпеки АЕС спрямований, передусім на:

- *підвищення ефективності бар'єрів глибокопешелонлваного захисту, забезпечення їх незалежності і стійкості при різних вихідних подіях;*
- *гарантоване забезпечення АЕС електроенергією і відведення залишкового тепла ядерного палива впродовж періоду часу, необхідного для відновлення зовнішньої інфраструктури, якщо вона зруйнована у разі надзвичайних подій природного або техногенного походження;*
- *забезпечення працездатності останнього бар'єру, герметичного огородження реакторної установки, в найважчих й маловірогідних обставинах, включаючи аварії з важким ушкодженням активної зони, щоб запобігти виходу радіоактивних речовин за межі АЕС.*

Важливо відмітити, що і регулюючі органи, і експлуатуючі організації світу прийшли до консенсусу відносно основного критерію безпеки. Погоджена позиція полягає в необхідності прагнути того, щоб при будь-якій можливій аварії вихід радіоактивних речовин за межі АЕС не перевищував значень, які можуть привести до необхідності швидких заходів втручання (укриття населення або евакуація) і обмежував заходи втручання нетривалим періодом часу, та тільки на обмеженій по розмірах території.

Звичайно, конкретні критерії відрізнятимуться від країни до країни, і залежно від характеристик тієї або іншої АЕС та майданчика, на якому вона розміщена. Сьогодні всюди йде процес вдосконалення вимог до безпеки АЕС на основі вказаних підходів.

Також до важливих доповнень варто віднести і рішення щодо враховування можливих змін природних умов майданчику, що

** – відповідно до сучасного стану науки і техніки.*

передбачається реалізувати збільшенням запасів характеристик АЕС по відношенню до зовнішніх дії, наприклад, до землетрусів.

Головне – основа філософії і практики безпеки АЕС, глибоко ешелонований захист АЕС, залишається непорушним. Більше того, важкі аварії, що саме реалізувалися, продемонстрували, що відступ від стратегії глибоко ешелонованого захисту веде до непередбачених подій, негативних наслідків для безпеки. І в цьому відношенні немає ніяких підстав говорити про корінний перегляд концепції або вимог безпеки АЕС. Йде планомірне вдосконалення вимог на основі набутого досвіду того, що стосується як позитивних, так і, на жаль, негативних аспектів проектування і експлуатації АЕС.

Ядерна безпека після аварії на АЕС Фукусіма-Даічі

Еволюція нормативних вимог

Аварія на АЕС Фукусіма-1 стала точкою відліку, як для переоцінки безпеки діючих АЕС, так і для кардинального перегляду вимог до АЕС, які будуються й плануються до будівництва.

Держатомрегулюванням було підготовлено для розгляду на засіданні Ради національної безпеки і оборони України (РНБО) питання підвищення безпеки експлуатації атомних електростанцій України в контексті аварії на АЕС «Фукусіма-1». 8 квітня 2011 р. це питання було розглянуто, а рішення РНБО було введене в дію Указом Президента України 12 травня 2011 року. Цим рішенням передбачено, зокрема, забезпечення впровадження додаткових заходів для підвищення безпеки енергоблоків АЕС України в умовах проектних і запроектних аварій та перегляду нормативно-правової бази з ядерної та радіаційної безпеки.

Для діючих в Україні енергоблоків АЕС підвищення безпеки здійснюється в рамках впровадження заходів «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій».

Для нових енергоблоків, згідно сучасним вимогам і міжнародним рекомендаціям (зокрема: План дій МАГАТЕ з ядерної безпеки, рекомендації Західноєвропейської асоціації регулюючих органів (WENRA), План подальших дій Європейської Групи Регуляторів Ядерної Безпеки (ENSREG)), в проекті повинна бути закладена концепція забезпечення безпеки для всього спектру подій, включаючи важкі аварії, забезпечення необхідних запасів безпеки й тривалого виконання функцій безпеки на підставі застосування принципів незалежності, автономності та використання пасивних систем безпеки.

Аварія на АЕС «Фукусіма» обумовила необхідність вдосконалення нормативних вимог щодо безпеки АЕС при виникненні

екстремальних вихідних подій і їх комбінацій, забезпечення виконання функцій безпеки в умовах повного знеструмлення й втрати кінцевого поглинача тепла, а також в частині управління важкими аваріями. Актуальним є питання встановлення додаткових критеріїв та регулюючих вимог безпеки, які повинні бути застосовані при проектуванні нових енергоблоків (зокрема енергоблоків № 3 і 4 ХАЕС).

Держатомрегулюванням України спільно з ДНТЦ ЯРБ був виконаний комплексний аналіз норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки з урахуванням уроків аварії на АЕС «Фукусіма» та були підготовлені пропозиції з вдосконалення діючих НПА з урахуванням міжнародного досвіду. За результатами аналізу вже розпочаті та реалізуються роботи з перегляду:

- *вимог до систем аварійного охолодження та відведення тепла від ядерного реактора до кінцевого поглинача;*
- *вимог до сейсмостійкого проектування та оцінки сейсмічної безпеки енергоблоків АЕС;*
- *вимог до поводження зі свіжим та відпрацьованим ядерним паливом АЕС;*
- *вимог до локалізуючих систем безпеки.*

Розпочато перегляд основного нормативно-правового акта з ядерної та радіаційної безпеки НП 306.2.141-2008 «Загальні положення безпеки АС» (ОПБ АС) за такими напрямами:

- *1. Перегляд підходу до управління важкими аваріями, перегляд і встановлення критеріїв прийнятності.*
- *2. Перегляд і встановл ення більш жорстких запасів безпеки по відношенню до розширеного спектру можливих екстремальних природних і техногенних впливів/ комбінацій впливів.*
- *3. Забезпечення довготривалого виконання функцій безпеки в умовах повного знеструмлення і втрати кінцевого поглинача тепла.*

Управління важкими аваріями

Ґрунтуючись на сумних уроках важких аварій, що сталися на АЕС, принаймні, тричі за останні 50 років, та не зважаючи на вжиті заходи з безпеки та постійну діяльність з підвищення безпеки, слід констатувати, що в даний час неможливо передбачити й повністю виключити ймовірність виникнення важких аварій в майбутньому.

Враховуючи це, для нових АЕС проект повинен продемонструвати, що важкі аварії не призводять до радіологічних наслідків, що вимагають евакуації населення.

Проектом повинен бути передбачений комплекс заходів із управління важкими аваріями, спрямований на реалізацію встановлених критеріїв. Аналіз тяжких аварій повинен охоплювати весь спектр станів реакторної установки й усі потенційно можливі джерела небезпеки.

Запаси безпеки

Запаси безпеки по відношенню до зовнішніх впливів, які були закладені під час проектування АЕС України, базуються на рівні знань і кліматичній ситуації, яка була в той час в Україні. Поточна ситуація, пов'язана з прогресуючими кліматичними змінами в світі й появою нових видів екстремальних природних впливів, які досі не були характерні для території України, потребує істотного перегляду та визначення нових критеріїв до запасів безпеки.

Існуючі запаси по сейсмічним впливам, затопленням, екстремальним температурним впливам, повинні бути переглянуті в бік суттєвого їх збільшення. Встановлені запаси безпеки повинні враховувати прогноз розвитку кліматичної ситуації, принаймні, на строк не менше ніж заявлений в проекті термін експлуатації енергоблока.

Забезпечення виконання функцій безпеки

Одним із головних уроків подій, що відбулися під час аварії на АЕС «Фукусіма-1», є вимога щодо наявності в проекті технічних засобів із забезпечення тривалого виконання фундаментальних функцій безпеки під час повного знеструмлення й втрати кінцевого поглинача тепла.

При проектуванні систем безпеки пріоритет має надаватися системам, які функціонують за пасивним принципом і не вимагають втручання персоналу, а також не залежать від сторонніх джерел енергії та інформації.

20 листопада 2012 була проведена Колегія Держатомрегулювання «Про критерії та вимоги безпеки до будівництва нових енергоблоків АЕС у світлі уроків аварії на АЕС «Фукусіма»», на якій були схвалені пропозиції ДНТЦ ЯРБ щодо впровадження нових вимог.

25 грудня 2012, відповідно до рішення Колегії, Держатомрегулювання України спільно з ДНТЦ ЯРБ провели фахове обговорення документа Асоціації західноєвропейських органів ядерного регулювання (WENRA) «Проектна безпека нових АЕС»

та пропозицій ДНТЦ ЯРБ щодо вдосконалення вимог до безпеки АЕС. Головною метою цієї наради було доведення до відома експлуатуючої організації і обговорення з фахівцями галузі основних нововведень у частині посилення вимог до АЕС, що будуються і запланованих до будівництва, розглянутих після аварії на АЕС Фукусіма-1 як на міжнародному рівні, так і в діяльності Держатомрегулювання України з комплексної ревізії норм і правил з ядерної та радіаційної безпеки.

Стрес-тести та їх результати

Після аварії на АЕС Фукусіма-Даічі першочерговими заходами в більшості країн, що експлуатують АЕС, стали масштабні перевірки безпеки діючих АЕС (стрес-тести).

Україна приєдналася до ініціативи ЄК та Європейської Групи Регуляторів Ядерної Безпеки (ENSREG) щодо проведення стрес-тестів АЕС та партнерської перевірки їх результатів у країнах-членах та країнах-сусідах ЄС. У 2012 році діяльність була зосереджена на партнерських перевірках результатів стрес-тестів та реалізації «пост-фукусімських» заходів з підвищення безпеки.

Стрес-тести АЕС України

Згідно з підходами Західноєвропейської асоціації регулюючих органів WENRA «стрес-тести» – це цільова переоцінка запасів безпеки атомних станцій в світлі подій на АЕС «Фукусіма-Даічі», в рамках якої мають бути детально проаналізовані екстремальні природні події та їх комбінації, що впливають на можливість виконання функцій безпеки та можуть призвести до важкої аварії

Обсяг, методологія та строки виконання стрес-тестів енергоблоків АЕС України були прийняті на основі технічних специфікацій, розроблених ENSREG за підтримки WENRA. Для діючих енергоблоків АЕС цільова переоцінка виконувалась для розміщення ядерного палива в активній зоні реактору, басейні витримки палива (БВ) та вузлі зберігання свіжого палива. Для майданчику ЗАЕС також проведена оцінка по відношенню до сухого сховища відпрацьованого ядерного палива (ССВЯП). Для об'єктів ЧАЕС стрес-тести виконані по відношенню до БВ енергоблоків №1-3 ЧАЕС та сховища відпрацьованого ядерного палива (СВЯП-1).

При проведенні стрес-тестів прийнятий детерміністичний підхід, при якому постулюється послідовна відмова рівнів глибокоешелонованого захисту незалежно від імовірності таких відмов. Проаналізовані всі експлуатаційні стани енергоблоків, детально розглянуті експлуатаційні стани, які є найбільш несприятливими по відношенню до наслідків впливів чи відмов функцій безпеки. Врахована можливість одночасного впливу на всі ядерні установки, що розташовані на майданчику АЕС.

Оцінка стійкості АЕС до екстремальних природних впливів

В складі стрес-тестів були проаналізовані:

- *зовнішні екстремальні природні впливи (землетруси, затоплення, пожежі, смерчі, екстремально високі/низькі температури, опади, сильні вітри);*
- *втрата електропостачання та/або кінцевого поглинача тепла;*
- *питання управління важкими аваріями.*

Експлуатуючі організації ДП НАЕК «Енергоатом» та ДСП «Чорнобильська АЕС» у відповідності до термінів встановлених ENSREG у 2011 році провели стрес-тести для діючих енергоблоків АЕС та об'єктів ЧАЕС та представили їх результати на розгляд до Держатомрегулювання України.

Основні результати стрес-тестів

В результаті стрес-тестів діючих АЕС України встановлено наступне:

- *послідовність подій, що виникли на АЕС «Фукусіма-Даічі» практично неможлива для АЕС України. Реалізовані за останні 10-15 років заходи з підвищення безпеки енергоблоків АЕС в значній мірі знизили імовірність пошкодження активної зони та аварійного викиду радіоактивних речовин в навколишнє середовище;*
- *не виявлені нові критичні зовнішні природні впливи або комбінації впливів додатково до розглянутих при проектуванні АЕС та детально проаналізованих в Звітах з аналізу безпеки енергоблоків АЕС.*

1) За результатами аналізу впливу землетрусів встановлено, що діючі АЕС України спроектовані із застосуванням консервативного принципу та стійкі до проектних сейсмічних впливів, а також мають певні запасами безпеки.

Обладнання та трубопроводи, необхідні для виконання основних функцій безпеки, стійкі до проектних сейсмічних впливів. Основне обладнання, трубопроводи та системи безпеки реакторних установок мають запас безпеки. Виконуються роботи з кваліфікації обладнання енергоблоків АЕС на сейсмічні впливи. При виконанні кваліфікації до рекомендацій МАГАТЕ консервативно прийнято значення максимального прискорення на рівні ґрунту – 0,1g.

За результатами аналізу впливу затоплень, в тому числі імовірного руйнування гідротехнічних споруджень через землетрус, встановлено, що для діючих АЕС України відсутні ризики від такого виду впливу. Рівні розміщення майданчиків АЕС мають запаси по відношенню до можливого підвищення рівня води в районі розміщення АЕС в результаті екстремальних затоплень.

За результатами аналізу впливу можливих на території України смерчів встановлено, що вони не загрожують будівлям та спорудам АЕС як безпосередньо так і в результаті впливу летючих предметів.

Результати інших природних впливів (зовнішніх пожеж, екстремально низьких/високих температур, екстремальних вітрів, снігу, комбінації зовнішніх екстремальних впливів) підтверджують стійкість енергоблоків АЕС до зазначених впливів.

2) В частині забезпечення надійного електропостачання зроблено висновок, що для кожного енергоблоку АЕС України проектом передбачено три автономних канали систем надійного електропостачання. До складу кожного каналу входять

дизель-генератор та акумуляторні батареї. Кожен канал, з урахуванням конфігурації та потужності споживачів, здатний забезпечити аварійне охолодження реактора.

Незалежність трьох каналів досягається за рахунок повного фізичного розділення каналів будівельно, технологічно та в частині електропостачання і управління. Крім того, для кожної АЕС проектом передбачена загальноблочна система надійного електропостачання, що включає в себе два канали з автономними

Рис. 4.2. Додаткова незалежна система аварійної подачі води до парогенераторів на енергоблоках №1,2 РАЕС

дизель-генераторами та акумуляторними батареями, яка забезпечує роботу важливого обладнання одного або декількох енергоблоків. Додатково, всі АЕС мають альтернативну можливість електропостачання власних потреб за рахунок підключення до інших (-ого) енергоблоку (-ів) на майданчику, ТЕС, ГЕС, ГАЕС, розміщених в районі АЕС, високовольтних ліній ВЛ-330, ВЛ-750.

Для забезпечення довготривалого відведення тепла від реактору на енергоблоках АЕС України виконані наступні модернізації:

- *для АЕС з реакторами ВВЕР-440 (РАЕС-1,2) введено в експлуатацію додаткову незалежну систему аварійної подачі води до парогенераторів (представлено на рис. 4.2);*
- *для АЕС з реакторами ВВЕР-1000 (ЗАЕС-1-6, РАЕС-3,4, ХАЕС-1,2, ЮУАЕС-1-3) забезпечене довготривале живлення баків аварійного запасу знесоленої води та парогенераторів в аварійних режимах розхолодження першого контуру при втраті електропостачання власних потреб,*

з використанням пожежних рукавів та мобільних насосних агрегатів (пожежних машин) (представлено на рис. 4.3).

3) Щодо управління запроектними аваріями слід зазначити, що на енергоблоках АЕС введені в дію симптомно-орієнтовані аварійні інструкції. Дії персоналу згідно з інструкціями спрямованими на запобігання аварій з важким пошкодженням активної зони реактору. На рівні експлуатуючої організації на усіх АЕС діють аварійні плани. В процесі реалізації перебуває

Рис. 4.3. Мобільні насосні агрегати (пожежні машини) для подачі води до парогенераторів в аварійних режимах при втраті електропостачання власних потреб

програма ДП НАЕК «Енергоатом» з аналізу важких аварій та розробки Керівництв з управління важкими аваріями на енергоблоках АЕС.

Результати виконання цільової позачергової оцінки стану безпеки діючих АЕС розглядались на засіданні Колегії Держатомрегулювання України 24-25 листопада 2011 року, якому передувало їх публічне обговорення на Консультативній Раді з реакторної безпеки та розгляд на засіданні Громадській Раді при Держатомрегулюванні України.

За підсумками розгляду результатів виконання цільової позачергової оцінки стану безпеки діючих АЕС Колегія Держатомрегулювання України підтвердила висновки експлуатуючої організації щодо практичної неможливості для АЕС України послідовності подій, що сталися на АЕС «Фукусіма-Даічі», а також те, що в рамках Звітів з аналізу безпеки енергоблоків АЕС проаналізовані всі можливі зовнішні екстремальні природні впливи та їх комбінації.

Аналогічно діючим енергоблокам АЕС України позачергову оцінку безпеки проведено для об'єктів ДСП «Чорнобильська АЕС». Результати виконання цільової позачергової оцінки стану безпеки розглядались на Колегії Держатомрегулювання України 3 листопада 2011 року. Було зазначено, що ДСП «Чорнобильська АЕС» за результатами «стрес-тесту» коректно визначені ймовірні небезпечні впливи, напрямки щодо подальшого підвищення безпеки ядерних установок, а також підтверджена працездатність системи аварійної готовності та реагування, яка може ефективно застосовуватись в умовах впливів екстремальних природних подій на її проммайданчику.

Партнерська перевірка

На основі звітів ДП НАЕК «Енергоатом» та ДСП ДСП «Чорнобильська АЕС» Держатомрегулюванням був розроблений Національний звіт України згідно структури та змісту запропонованої ENSREG. 30 грудня 2011 р. Національний звіт України був наданий для проведення партнерської перевірки до ЕК. Організаційна схема проведення партнерських перевірок представлена на рис. 4.4.

Партнерська перевірка Національного звіту України пройшла у 2 етапи:

- *4-9 лютого 2012 р. у м. Люксембург тематичні перевірки Національного звіту;*
- *18-22 березня 2012 р. на майданчику ВП Южно-Українська АЕС відбулася Оглядова Місія групою незалежних експертів.*

Статичні дані щодо кількості запитань наданих українськими експертами до національних звітів інших країн та кількості запитань отриманих Україною, представлені на рис. 4.5 та 4.6 відповідно. Наведені дані свідчать про активність України у тематичних перевірках Національних звітів.

Участь у оглядовій місії на майданчику ВП Южно-Українська АЕС приймали загалом 8 експертів із Англії (керівник), Франції, Чехії, Італії, Болгарії, Угорщини, 2 експерти з ЄС. В свою чергу три експерти Держатомрегулювання України у складі робочих груп виконували перевірки стресс-тестів у Болгарії, Іспанії, Румунії, Франції, Фінляндії, Чехії.

За результатами партнерської перевірки експерти відзначили, що національний звіт розроблений згідно вимог ENSREG та містить достатньо доказів відповідності АЕС проектним основам по відношенню до всіх екстремальних природних впливів

У звітах партнерської перевірки ENSREG та підсумковому документі ЄК щодо результатів стрес-тестів від 04.10.12 Україні надані наступні основні рекомендації:

- *на систематичній основі впроваджувати заходи щодо підвищення сейсмостійкості АЕС для забезпечення їх вчасного виконання як частини Комплексної (зведеної) Програми підвищення безпеки (далі – К(З)ППБ);*

Рис. 4.4. Організація проведення партнерських перевірок

17 країн-учасниць – 15 країн з ЄС, які експлуатують АЕС, Україна та Швейцарія

- *передбачити заходи щодо підживлення 1-го контуру, парогенераторів та басейну витримки при повному знеструмленні та втраті кінцевого поглинача тепла. Детально проаналізувати використання мобільного обладнання;*
- *в частині управління важкими аваріями – продемонструвати досягнення ключових функцій, які необхідні для управління важкими аваріями (управління концентрацією водню, надійність зниження тиску в першому контурі, захист герметичного огородження реакторної установки від переопрессовки, виконання оцінки живучості блочних та резервних щитів управління при важких аваріях та ін.).*

Слід відзначити, що рекомендації до України корелюють із загальними висновками за результатами перевірок країн ЄС.

Рис. 4.5. Кількість питань заданих країною

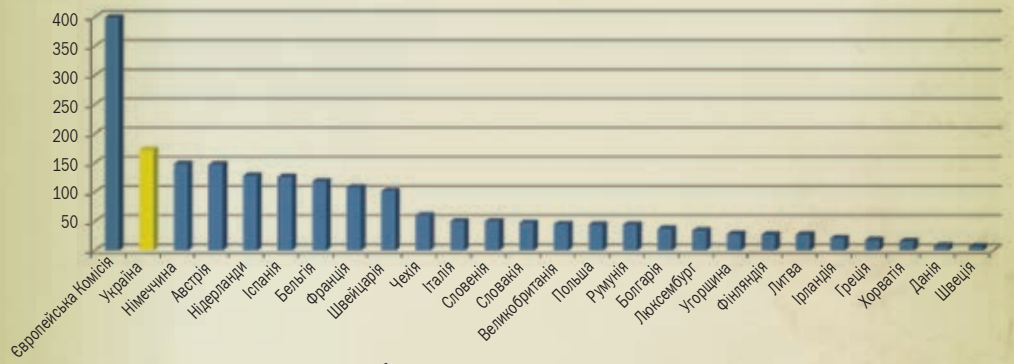
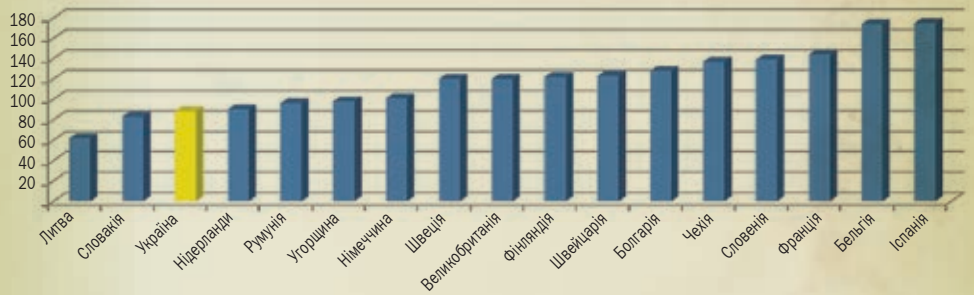


Рис. 4.6. Кількість питань заданих країні



В цілому, результати стрес-тестів, державної експертизи ЯРБ та партнерської перевірки підтвердили актуальність та важливість заходів щодо підвищення безпеки АЕС, що вже були включені до К(З)ППБ, а також визначили додаткові напрями реалізації заходів для забезпечення виконання функцій безпеки в умовах екстремальних впливів та множинних відмов штатного обладнання, та управління важкими аваріями.

Заходи за результатами стрес-тестів

Протягом 2012 року ДП НАЕК «Енергоатом» здійснювалась реалізація заходів, визначених за результатами стрес-тестів. В складі Комплексної (зведеної) Програми підвищення безпеки виділені наступні напрями «пост-фукусімских» заходів:

- *комплекс заходів щодо підвищення стійкості АЕС до сейсмічних впливів;*
- *комплекс заходів щодо забезпечення відведення тепла від активної зони та БВ в умовах повного знеструмлення та втрати кінцевого поглинача тепла;*
- *комплекс заходів щодо управління важкими аваріями.*

Стан реалізації «пост-фукусімських» заходів було розглянуто на засіданні Колегії Держатомрегулювання України від 20 листопада 2012 року. За результатами обговорення до Комплексної (зведеної) програми з підвищення безпеки заплановано включити додаткові заходи в частині управління важкими аваріями, зокрема:

- *валідація розрахункових моделей;*
- *реалізація стратегій з локалізації розплаву в корпусі реактору та в межах герметичного огородження реакторної установки;*
- *кваліфікація обладнання, що задіяне для управління важкими аваріями, в жорстких умовах;*
- *детальний аналіз можливості підживлення першого контуру у разі аварії з втратою електропостачання та/або кінцевого поглинача тепла.*

ДСП «Чорнобильська АЕС» здійснює заходи за результатами стрес тестів в рамках узгодженої з Держатомрегулювання України «Плану заходів з підвищення безпеки ЯУ ЧАЕС за результатами виконання стрес-тесту та оцінки безпеки зберігання ВЯП».

Забезпечення безпеки експлуатації енергоблоків АЕС України в світлі уроків аварії на АЕС Фукусіма-Даічі

Сумні події, що трапились на АЕС Фукусіма-Даічі 11 березня 2011 року, змусили весь світ ще раз переоцінити своє ставлення до безпеки АЕС.

У 2011 році для енергоблоків АЕС України проведено позачергову переоцінку безпеки («стресс-тести»), в рамках якої експлуатуючими організаціями (НАЕК «Енергоатом» і «Чорнобильська АЕС») детально проаналізовано:

- *зовнішні екстремальні природні впливи (землетрус, затоплення, пожежи, смерчі, екстремально високі/низькі температури, екстремальні опади, сильні вітра, комбінації подій);*
- *знеструмлення та/або втрата кінцевого поглинача тепла;*
- *питання управління важкими аваріями.*

За підсумками розгляду результатів стрес-тестів відзначено:

- *послідовність подій, що мали місце на АЕС «Фукусіма-1» практично неможлива для АЕС України. Реалізовані за останні 10-15 років заходи з підвищення безпеки енергоблоків АЕС в значному ступені знизили імовірність пошкодження активної зони і викиду радіоактивних речовин;*
- *не виявлені нові критичні зовнішні природні явища та їх комбінації додатково до вже розглянутих у звітах з аналізу безпеки.*

В той же час аналіз подій протікання аварії на АЕС Фукусіма засвідчив необхідність перегляду обсягів та приорітетів реалізації окремих заходів, а також включення нових до Комплексної (зведеної) програми підвищення безпеки для виключення повторення подій, що сталися на АЕС Фукусіма. З цього приводу розглянуті, зокрема, аспекти щодо:

- *впровадження системи контролю концентрації водню в герметичному огородженні для за проектних аварій;*
- *підвищення надійності аварійного електропостачання в умовах повного знеструмлення (мобільні дизель-генератори)*
- *додаткові дослідження сейсмічності майданчиків АЕС та забезпечення сейсмостійкості обладнання, трубопроводів, будівель та споруд, важливих для безпеки з використанням інженерних запасів;*
- *виконання детального аналізу важких аварій і розробка керівництв з управління важкими аваріями тощо.*

Вказані вище заходи додатково були включені в КзППБ, а враховуючи важливість всіх заходів для безпеки статус цієї програми було підвищено до рівня державної програми і відповідно визначені обсяги та джерела фінансування.

Результати позачергової переоцінки безпеки («стресс-тести») та результати державної експертизи ЯРБ ретельно розглянуті на розширеному засіданні Колегії Держатомрегулювання України (24-25.11.2011 р.). В засіданні цієї колегії прийняли участь представники громадських організацій, засобів масової інформації, Секретаріату Кабінету Міністрів України, профіль-

них комітетів Верховної Ради України, Міністерства енергетики та вугільної промисловості, а також представники ядерного регулювання Російської федерації, Словацької Республіки, Німеччини, Болгарії та інших країн.

За результатами розгляду та обговорення результатів стрес-тестів було сформовано рішення колегії з урахуванням вивчених уроків аварії на АЕС Фукусіма. В цьому рішенні чітко сформульовані вимоги та визначені заходи, виконання яких буде обов'язковою умовою при прийнятті Регулюючим органом з ЯРБ рішення щодо можливості довготривалої експлуатації енергоблоків АЕС. До обов'язкових умов, зокрема, віднесені:

- *забезпечення стійкості до впливу землетрусу на рівні не менш ніж 0,1g – прискорення на рівні грунту (для майданчику ЮУАЕС – 12g) обладнання, трубопроводів, будівель споруд та конструкцій, що необхідні для виконання критичних функцій безпеки*);*
- *забезпечення виконання обладнанням критичних функцій безпеки в «жорстких» умовах оточуючого середовища;*
- *впровадження на енергоблоках системи примусового аварійного скидання тиску парогазової суміші з-під куполу герметичного огородження;*
- *реалізація заходів щодо забезпечення підживлення (розхолодження) парогенераторів та басейнів витримки палива в умовах довготермінового повного знеструмлення АЕС та/або втрати кінцевого поглинача;*
- *введенні в дію керівництв щодо управління запроектними аваріями (в яких можливе важке пошкодження палива) та симптомно-орієнтованих інструкцій з ліквідації аварій на зниженому рівні потужності та в період ППР тощо.*

Процес переоцінки безпеки енергоблоків АЕС та діяльність експлуатуючої організації щодо продовження строку їх експлуатації, зокрема енергоблоків № 1, 2 ЮУАЕС та №1, 2 ЗАЕС, знаходиться під жорстким наглядом Держатомрегулювання України.

Наприкінці 2013 р. спливає 30-річний строк експлуатації енергоблоку №1 ЮУАЕС. Відповідно до чинного законодавства рішення про можливість продовження терміну експлуатації

** – під критичними функціями безпеки мається на увазі наступні:*

- *безпечне зупинення реактору та підтримання його в безпечному стані;*
- *відведення тепла від активної зони реактору та басейну витримки;*
- *запобігання виходу радіоактивних речовин в навколишнє природне середовище.*

енергоблоку АЕС приймається Держатомрегулюванням України на основі результатів переоцінки безпеки, які надаються експлуатуючою організацією у Звіті з періодичної переоцінки безпеки (далі – ЗППБ).

ЗППБ формується за результатами виконання значного обсягу робіт, які зокрема стосуються:

- *виконання робіт з оцінки поточного технічного стану обладнання, трубопроводів, будівель та споруд важливих для безпеки для оцінки можливості їх експлуатації у понад проектний строк з урахуванням старіння;*
- *усунення відступів від вимог норм, правил та стандартів з ЯРБ, які набули чинності впродовж останніх років;*

Терміни експлуатації АЕС України.

АЕС	Е/Бл	Тип реактора	Початок комерційної експлуатації	Закінчення проектного терміну експлуатації
ЗАЕС	1	ВВЕР-1000/320	10.12.1984	10.12.2014
	2	ВВЕР-1000/320	22.07.1985	22.07.2015
	3	ВВЕР-1000/320	10.12.1986	10.12.2016
	4	ВВЕР-1000/320	18.12.1987	18.12.2017
	5	ВВЕР-1000/320	14.08.1989	14.08.2019
	6	ВВЕР-1000/320	19.10.1995	19.10.2025
ПУАЕС	1	ВВЕР-1000/302	31.12.1982	02.12.2013
	2	ВВЕР-1000/338	06.01.1985	06.01.2015
	3	ВВЕР-1000/320	20.09.1989	20.09.2019
РАЕС	1	ВВЕР-440/213	22.12.1980	22.12.2010 / 22.12.2030
	2	ВВЕР-440/213	22.12.1981	22.12.2011 / 22.12.2031
	3	ВВЕР-1000/320	21.12.1986	20.12.2016
	4	ВВЕР-1000/320	10.10.2004*	01.04.2034
ХАЕС	1	ВВЕР-1000/320	22.12.1987	21.12.2017
	2	ВВЕР-1000/320	07.08.2004*	01.11.2034

- *виконання заходів з підвищення безпеки, запланованих до реалізації в рамках «Комплексной (сводной) программы повышения уровня безопасности энергоблоков атомных электростанций»;*
- *кваліфікація обладнання на «жорсткі» умови оточуючого середовища та сейсмічні впливи тощо.*

Протягом 2012 року виконання зазначених вище умов та їх відповідне відображення у ЗППБ, перш за все перевірялось для енергоблоку №1 ЮУАЕС. Результати перевірки виконання цих умов також обговорювались на Колегіях Держатомрегулювання (проведених 20.04.2012 та 20.12.2012). В рішеннях Колегій відзначено, що не виявлено технічних аспектів, які б свідчили про принципову неможливість довготермінової експлуатації енергоблоку №1 ЮУАЕС, разом з тим, до відкритих питань віднесені, наступні:

- *врахування уроків аварії на АЕС «Фукусіма-Даічі»;*
- *розробка та впровадження керівництв з управління важкими аваріями;*
- *запобігання появи вибухонебезпечних концентрацій газів у приміщеннях локалізуючих систем безпеки;*
- *зменшення впливу на захисну оболонку у випадку важкої аварії;*
- *кваліфікація обладнання на роботу в «жорстких» умовах навколишнього середовища та сейсмічні впливи тощо.*

Всі перелічені вище заходи передбачені до виконання в рамках «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків АЕС України» із встановленням чітких термінів їх реалізації, які ще не вичерпані.

Аналогічний підхід застосовується Держатомрегулюванням України по відношенню до всіх енергоблоків АЕС України. Стан виконання всіх обов'язкових умов довготривалої експлуатації перевіряється також для енергоблоків №2 ЮУАЕС та №1 та 2 ЗАЕС. Для цих енергоблоків розпочаті та виконуються заходи з підвищення безпеки, кваліфікації обладнання, тривають роботи з оцінки технічного стану тощо. Звітні документи поступово надаються в Держатомрегулювання України для проведення державної експертизи. Окремо необхідно відмітити, що для майданчику ЗАЕС знаходяться в стадії виконання інструментальні дослідження сейсмічної небезпеки, за результатами яких та з урахуванням інженерного запасу по закінченні цих робіт буде встановлено рівень сейсмічності майданчику ЗАЕС.

Чорнобильська АЕС та зона відчуження

Чорнобильська зона відчуження та відселена частина зони безумовного (обов'язкового) відселення (далі – зона відчуження) – територія України, яка забруднена радіонуклідами внаслідок Чорнобильської катастрофи і з якої було евакуйоване та у перші роки після аварії відселене населення. На території Зони відчуження знаходиться значна кількість радіоактивних відходів (РАВ) та об'єктів поводження з РАВ, Чорнобильська АЕС у стані зняття з експлуатації разом з об'єктом «Укриття» у процесі його перетворення в безпечну систему. У зв'язку з значною кількістю відходів, які накопичені у результаті аварії на ЧАЕС у 1986 році, а також виникають та будуть виникати у процесі зняття з експлуатації ЧАЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, в Зоні відчуження створюється комплексна інфраструктура поводження з ВЯП та РАВ, яка передбачає безпечне поводження з ВЯП та РАВ від їх вилучення до довгострокового зберігання та захоронення. Для забезпечення вищезазначених завдань, включаючи створення інфраструктури поводження з РАВ, працюють дві загальнодержавні програми: Загальнодержавна програма зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему та Загальнодержавна цільова екологічна програма поводження з РАВ.

Реалізація заходів на об'єкті «Укриття» та створення нового безпечного конфайнмента

Відповідно до Загальнодержавної програми зняття з експлуатації ЧАЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему, заходи на об'єкті «Укриття» спрямовані на його перетворення на екологічно безпечну систему.

Завдання щодо перетворення цього об'єкта розв'язуються шляхом послідовного розроблення та виконання окремих планів, проектів та програм. Найбільш всеохоплюючим серед них є проект міжнародної технічної допомоги – План здійснення заходів на

об'єкті «Укриття» (ПЗЗ). У 2012 році значний прогрес був досягнутий в рамках реалізації основного проекту плану ПЗЗ, а саме, проекту нового безпечного конфайнмента об'єкта «Укриття» (НБК). Також впродовж звітного року були реалізовані значні кроки в частині завершення проектів інтегрованої автоматизованої системи контролю об'єкта «Укриття» (ІАСК), системи протипожежного захисту об'єкта «Укриття» (СПЗЗ) та системи фізичного захисту цього об'єкта.

Створення нового безпечного конфайнмента

Конфайнмент – це захисна споруда, що включає в себе комплекс технологічного обладнання для вилучення із зруйнованого четвертого енергоблока Чорнобильської АЕС матеріалів, які містять ядерне паливо, поводження з радіоактивними відходами та інші системи, призначена для здійснення діяльності з перетворення цього енергоблока на екологічно безпечну систему та забезпечення безпеки персоналу, населення і довкілля.

Роботи по розробці детального проекту, будівництва та введення в експлуатацію першого пускового комплексу НБК* (ПК-1 НБК) здійснюються підрядником ДСП ЧАЕС – СП «Новарка».

Довідково

СП «Новарка» здійснює реалізацію ПК-1 НБК шляхом виконання окремих проектів, які сформовані у 6 Ліцензійних пакетів (ЛП):

- *ЛП-1: Очистка, підготовка промислового майданчика (завершено);*
- *ЛП-2: Будівництво об'єктів на майданчику (завершено);*
- *ЛП-3: Тимчасові фундаменти (завершено будівництво фундаментів у монтажній зоні, продовжується будівництво фундаментів транспортної зони);*
- *ЛП-4: Демонтаж вентиляційної труби (вилучено з обсягу робіт СП «Новарка»);*
- *ЛП-5: Перша частина ПК-1 НБК – арка НБК, фундаменти арки, обшивка, система основних кранів НБК (після проведення експертизи проект ЛП-5 погоджено з обмеженнями);*
- *ЛП-6: Друга частина ПК-1 НБК – проект НБК в цілому з системами життєзабезпечення (в жовтні 2012 року розпочалась комплексна експертиза проекту).*

В 2011 році СП «Новарка» завершило розробку першої частини детального проекту ПК-1 НБК (ліцензійного пакету ЛП-5).

** – Перший пусковий комплекс НБК (ПК-1 НБК) – Захисна споруда з технологічними системами життєзабезпечення та необхідною інфраструктурою (Стратегія подальшої реалізації проекту НБК).*

Держатомрегулювання України виконала державну експертизу ядерної та радіаційної безпеки матеріалів ЛП-5 та 18 листопада 2011 року видала окремий письмовий дозвіл на виконання передбачених робіт з обмеженнями, що стосуються системи основних кранів.

В квітні 2012 року розпочались фізичні роботи з монтажу металоконструкцій східної частини арки НБК. 24 листопада було успішно виконано перший підйом центральних сегментів арки на висоту 22 метри. Оскільки загальна висота арки становить 108 метрів, то, відповідно до проекту, передбачається ще два підйоми складових частин арки східної частини, а загалом – шість підйомів.

Виконання першого піддомкрачування металоконструкцій арки НБК

Серед інших робіт, що виконувались на ДСП ЧАЕС в рамках проекту НБК, слід відмітити проведення випробувань та монтаж компонентів покрівлі НБК, випробування паль фундаментів сервісної зони, роботи щодо видалення недіючих існуючих комунікацій в зоні облаштування фундаментів транспортної зони НБК, виконання підготовчих робіт для спорудження конфайнмента в локальній зоні об'єкта «Укриття» тощо.

Роботи з монтажу металоконструкцій арки здійснюються на спеціально облаштованій платформі, яка знаходиться в

межах промислового майданчика об'єкта «Укриття» на відстані приблизно 250 метрів на захід від цього об'єкта. На цій платформі створені умови та визначені заходи, при дотриманні яких роботи по монтажу арки НБК виконуються відповідно до вимог, встановлених для зони вільного режиму ДСП ЧАЕС. Такий статус дає можливість доступу персоналу на платформу за спрощеними процедурами, виконання робіт з мінімізованим застосуванням засобів індивідуального захисту, що, в свою чергу, забезпечує поліпшення ефективності, якості виконання робіт.

Протягом року Держатомрегулювання України та організаціями технічної підтримки виконувались технічні оцінки проектів виконання робіт, робочої документації, технічних специфікацій, що стосувались зовнішньої та внутрішньої обшивки арки НБК, найбільш важливих для безпеки процедур контролю якості, що стосуються дотримання проектних геометричних параметрів конструкцій, надійності кріплень та з'єднань, герметизації, захисту від корозії, тощо.

В четвертому кварталі 2012 року Держатомрегулювання України здійснювала експертизу ядерної та радіаційної безпеки матеріалів ліцензійного пакету ЛП-6 (проект ПК-1 НБК в цілому) та доповнення до ліцензійного пакету ЛП-5, що стосується системи основних кранів НБК.

Стан реалізації інших проектів на об'єкті «Укриття» у 2012 році.

Інтегрована автоматизована система контролю об'єкта «Укриття» (ІАСК).

ІАСК призначена для контролю параметрів ядерної безпеки в місцях скупчень паливомістких матеріалів в об'єкті «Укриття», що утворились після аварії на 4-му енергоблоці ЧАЕС, параметрів радіаційної обстановки, стану будівельних конструкцій об'єкта «Укриття», сейсмічних подій в межах майданчика ЧАЕС.

13 липня 2012 року Держатомрегулювання України видала окремий дозвіл серії ОД № 000033/4 на здійснення робіт з введення в експлуатацію інтегрованої автоматизованої системи контролю об'єкта «Укриття» (ІАСК), яке буде здійснюватись в два етапи: дослідно-промислова експлуатація та приймальні випробування. Відповідно до умов вищевказаного дозволу, ДСП ЧАЕС приступило до виконання робіт в рамках дослідно-промислової експлуатації цієї системи.

Нова вентиляційна труба II черги ЧАЕС.

В березні 2012 року на ДСП ЧАЕС завершено монтаж нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС (НВТ). В липні поточного року групою авторського нагляду виявлені дефекти (волосяні тріщини) на деяких металоконструкціях башти НВТ.

За результатами інспекційної перевірки на ДСП ЧАЕС припинено всі фізичні роботи на об'єкті НВТ, крім робіт щодо проведення обстеження поточного технічного стану НВТ, а також досліджень причин виникнення та контролю розвитку дефектів споруди. Держатомрегулювання України зобов'язала ДСП ЧАЕС розробити план-графік заходів з обстеження НВТ, виявлення причин та контролю дефектів споруди, визначення можливості і умов функціонування НВТ тощо. Реалізація передбачених заходів знаходиться на контролі Держатомрегулювання України.

Також протягом 2012 року на ДСП ЧАЕС завершено роботи по створенню системи протипожежного захисту об'єкта «Укриття» (СПЗЗ) та введено в експлуатацію систему фізичного захисту об'єкта.

Створення інфраструктури для поводження з РАВ

Реалізація державної стратегії у сфері поводження з радіоактивними відходами (РАВ) здійснюється згідно з Стратегією поводження з РАВ в Україні, Загальнодержавною цільовою екологічною програмою поводження з РАВ, Загальнодержавною програмою зняття з експлуатації ЧАЕС та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему. Стратегія передбачає створення та ефективне функціонування в Україні цілісної системи поводження з РАВ, що дасть змогу досягти безпечного поводження (включаючи захоронення) з РАВ всіх типів і категорій, які були накопичені в попередні періоди, виникають під час поточного використання ядерної енергії і утворюватимуться у подальшому.

Стратегія включає організаційні та технічні заходи, спрямовані на вирішення питань, пов'язаних з так званими відходами «чорнобильського походження», локалізованими в зоні відчуження та на майданчику ДСП «Чорнобильська АЕС». У зоні відчуження на майданчику ДСП «Чорнобильська АЕС» та на майданчику комплексу «Вектор» споруджується низка нових об'єктів

інфраструктури для безпечного поводження з РАВ: вилучення РАВ з існуючих тимчасових сховищ для зберігання, сортування, переробки та кондиціонування РАВ, нових сховищ для зберігання РАВ, сховищ приповерхневого типу для захоронення кондиціонованих РАВ.

Створення інфраструктури для поводження з РАВ на майданчику ДСП «ЧАЕС»

На Чорнобильській АЕС за роки її експлуатації та в процесі ліквідації наслідків аварії 1986 року було накопичено значну кількість твердих та рідких РАВ різного рівня активності. На поточний момент близько 2500 м^3 твердих РАВ та 19 810 м^3 рідких РАВ зберігаються у спеціалізованих сховищах, споруджених у відповідності із проектами блоків ЧАЕС.

На майданчику ДСП «ЧАЕС» в рамках міжнародних проектів технічної допомоги споруджені та вводяться в експлуатацію Завод з переробки рідких РАВ та Промисловий комплекс для поводження з твердими РАВ. Введення в експлуатацію цих об‘єктів дозволить забезпечити переробку, кондиціонування накопичених і утворюваних РАВ.

Введення в експлуатацію **Заводу з переробки рідких РАВ** дозволить забезпечити переробку усіх видів рідких РАВ ЧАЕС (кубового залишку, іонообмінних смол, пульпи фільтроперліту) та отримання упаковок з зацементованими РАВ готових до захоронення. Проектна потужність заводу – переробка та кондиціювання 29,6 м^3 рідких РАВ за добу. Передбачається, що за 10 років експлуатації будуть кондиційовані всі накопичені на майданчику ЧАЕС рідкі РАВ. Протягом 2012 року продовжувалась реалізація ряду модифікацій до проекту. Модернізуються система радіаційного контролю, системи вилучення та переробки рідких РАВ, автоматизована система управління технологічним процесом.

Промисловий комплекс для поводження з твердими радіоактивними відходами об’єднує в своєму складі:

- *Установку вилучення твердих РАВ, що призначена для вилучення твердих РАВ з існуючого сховища твердих РАВ ЧАЕС;*
- *Завод з переробки твердих РАВ, який призначений для сортування та переробки (фрагментації, спалювання, пресування, цементування) твердих РАВ ЧАЕС. Перероблені РАВ будуть розміщуватися та цементуватися у залізобетонних контейнерах 3 м^3 для відправлення на захоронення.*

Виявлені у процесі сортування високоактивні та довгоіснуючі РАВ будуть розміщуватись у спеціальні металеві бочки та направлятися на проміжне зберігання. Проектна потужність заводу – сортування та переробка 3500 м^3 твердих РАВ на рік

У 2012 році на заводі з переробки твердих РАВ відбувалися роботи із введення в експлуатацію. Мета цих робіт налагодження обладнання для сортування та характеризації твердих РАВ, а також технологічних систем переробки РАВ.

Також до складу Промислового комплексу для поводження з твердими радіоактивними відходами входить – **Тимчасове сховище** низько- та середньоактивних довгоіснуючих та високоактивних РАВ, призначене для проміжного (протягом 30 років) зберігання довгоіснуючих та високоактивних РАВ.

На теперішній час, сховище готове до експлуатації.

Однак, у 2012 році приймання РАВ та розміщення їх на зберігання у відсіках сховища не здійснювалось, через неготовність до експлуатації Заводу з переробки твердих РАВ.

Відповідно до «Інтегрованої програми поводження з РАВ ЧАЕС» для забезпечення робіт із зняття з експлуатації у системі поводження з РАВ на Чорнобильській АЕС також створюються такі об’єкти, як:

- *установка для подрібнення довгомірних радіоактивних відходів для фрагментації спецвиробів та елементів активної зони реакторів, які відпрацювали свій ресурс;*
- *установка для очищення рідких РАВ від трансуранових елементів і органічних речовин;*
- *комплекс по виробництву металевих бочок і залізобетонних контейнерів для РАВ;*

Планується створити:

- *установку для забезпечення характеризації демонтованого обладнання з метою обґрунтування звільнення від регулюючого контролю.*

Створення інфраструктури для поводження з РАВ на території Зони відчуження

Комплекс «Вектор».

Майданчик комплексу «Вектор» розташований на території зони відчуження на відстані 17 км у південно-західному напрямку від Чорнобильської АЕС.

Комплекс «Вектор» є комплексом виробництв з дезактивації, транспортування, переробки та захоронення РАВ. Будівництво

комплексу розпочато у березні 1998 року та здійснюється у дві черги.

Перша черга комплексу «Вектор» призначена для захоронення РАВ, що утворилися внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Пусковий комплекс першої черги включає сховище для захоронення РАВ у залізобетонних контейнерах (ТРВ-1) та модульне сховище для захоронення радіоактивних відходів навалом (ТРВ-2) та необхідні об'єкти інфраструктури.

Експлуатуюча організація (оператор) на етапах вибору майданчика, проектування та будівництва сховищ для захоронення РАВ комплексу «Вектор» – Державне спеціалізоване підприємство з управління капітальним будівництвом зони відчуження

Майданчик комплексу «Вектор» – основні об'єкти Пускового комплексу першої черги та СОПСТРВ

(ДСП «УКБЗВ»), здійснює діяльність із завершення будівельних робіт на сховищах ТРВ-1, ТРВ-2 та облаштування необхідних об'єктів інфраструктури, у тому числі, мийки автотранспорту, радіологічної лабораторії, санперепускнику.

Також на майданчику комплексу виробництв «Вектор» споруджене та введене в експлуатацію Спеціально обладнане приповерхневе сховище для захоронення твердих РАВ СОПСТРВ, призначене для захоронення кондиційованих РАВ Чорнобильської АЕС, потужністю 55 тис. м^3. На період поки на заводах з переробки РАВ Чорнобильської АЕС не виробляються упаковки

кондиційованих РАВ здійснюються заходи щодо підтримки систем та обладнання сховища у працездатному стані. Розглядається можливість захоронення в СОПСТРВ РАВ від спеціалізованих підприємств ДК «УкрДО «Радон».

Відповідно до Техніко-економічного обґрунтування другої черги комплексу «Вектор», схваленого розпорядженням Кабінету Міністрів України, **друга черга комплексу «Вектор»** передбачає спорудження комплексу об'єктів, призначених для поводження з РАВ:

- *централізованих приповерхневих сховищ для захоронення РАВ, утворених під час експлуатації діючих АЕС України та накопичених на майданчиках державних спеціалізованих підприємств з поводження з РАВ ДК «УкрДО «Радон»;*
- *установки з переробки РАВ чорнобильського походження та з майданчиків підприємств ДК «УкрДО «Радон»;*
- *сховищ для довгострокового зберігання високоактивних і довгоіснуючих РАВ, у тому числі, сховища для довгострокового зберігання осклованих РАВ, що повертатимуться з Російської Федерації після переробки відпрацьованого ядерного палива українських АЕС;*
- *централізованого сховища для довгострокового зберігання відпрацьованих високоактивних ДІВ.*

Протягом 2012 року:

- *здійснюється будівництво Централізованого сховища для довгострокового зберігання відпрацьованих високоактивних ДІВ (ЦСВДІВ). Цей об'єкт має забезпечити централізоване розміщення усього обсягу відпрацьованих ДІВ, які на сьогодні накопичені на майданчиках спеціалізованих підприємств з поводження з РАВ ДК «УкрДО «Радон», а також знаходяться у використанні у медицині та промисловості;*
- *розпочато роботи з проектування сховищ для високоактивних та довгоіснуючих середньоактивних відходів.*

Існуючі об'єкти, призначені для поводження з РАВ на території Зони відчуження

Під час здійснення першочергових заходів з ліквідації аварії на Чорнобильській АЕС, протягом 1986-1987 років на території зони відчуження були створені об'єкти для захоронення та локалізації великих обсягів аварійних РАВ. Це пункти захоронення РАВ – ПЗРВ «Буряківка», ПЗРВ «Підлісний», ПЗРВ «ІІІ-я черга ЧАЕС» та пункти тимчасової локалізації РАВ (ПТЛРВ).

Експлуатацію та впровадження заходів щодо підтримки безпеки цих об'єктів здійснює експлуатуюча організація (оператор) з поводження з РАВ на стадії їх довгострокового зберігання і захоронення – ДСП «Централізоване підприємство з поводження з радіоактивними відходами» (ДСП «ЦППРВ»), з урахуванням умов виданих Держатомрегулюванням України ліцензій, окремих дозволів, узгоджених проектів та технічних рішень.

Реалізація проекту консервації ПЗРВ «Підлісний»

ПЗРВ «Буряківка» експлуатується з 1987 року. ПЗРВ «Буряківка» складається із 30-ти приповерхневих сховищ (траншей) для захоронення РАВ. Основним інженерним бар'єром, що забезпечує локалізацію радіонуклідів є спеціально укладений глиняний екран товщиною 1 метр. Всього з початку експлуатації у сховищах (траншеях) ПЗРВ «Буряківка» розміщено близько 1330,5 тис. тон (665,25 тис. м^3) РАВ чорнобильського походження, сумарною активністю 2,53*10^{15} Бк.

На сьогоднішній день, у зв'язку із вичерпанням проектного ресурсу ПЗРВ «Буряківка», розглядається можливість реконструкції ПЗРВ «Буряківка». Метою реконструкції є створення додаткових потужностей для захоронення низькоактивних РАВ, які будуть продовжувати утворюватись в ході робіт на Чорнобильській АЕС, об'єкті «Укриття» та у зоні відчуження. Для обґрунтування можливості реконструкції експлуатуюча організація здійснює переоцінку ПЗРВ «Буряківка», як у його існуючому стані, так і у реконструйованому.

Крім цього, на спеціально обладнаному майданчику на території ПЗРВ «Буряківка» розміщена радіоактивно забруднена техніка, яка використовувалась при ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи. У 2012 році ДСП «ЦППРВ» розпочато роботи з демонтажу та фрагментації цієї техніки відповідно до погоджених Держатомрегулювання України технічних рішень.

ПЗРВ «Підлісний» та ПЗРВ «ІІІ-я черга ЧАЕС» створені у перші роки ліквідації аварії на ЧАЕС. У цих об'єктах розміщувались найбільш небезпечні високоактивні та довгоіснуючі аварійні РАВ. У подальшому РАВ мають бути вилучені із цих об'єктів та перезахоронені у геологічному сховищі. До спорудження в Україні геологічного сховища має бути забезпечена безпека цих об'єктів. З цією метою у 2012 році, відповідно до узгоджених проектів консервації, були проведені роботи, спрямовані на захист від деградації та підтримку необхідних локалізуючих функцій інженерних бар'єрів цих сховищ, створення додаткових бар'єрів та вдосконалення систем моніторингу.

На території зони відчуження розміщено дев'ять **ПТЛРВ**: «Станція Янів», «Нафтобаза», «Піщане плато», «Рудий ліс», «Стара Будбаза», «Нова Будбаза», «Прип'ять», «Копачі», «Чистогалівка», загальною площею біля 10 гектарів, на територіях яких розміщені траншеї і бурти з РАВ. Оціночна кількість траншей і буртів на територіях ПТЛРВ становить близько 1000 шт. На сьогодні для частини ПТЛРВ ще залишаються невідомими точні місця розтушування траншей і буртів та характеристики розміщених у них РАВ. Тому подовжуються заходи із обстеження ПТЛРВ з метою прийняття обґрунтованих рішень щодо поводження з ними (консервація, закриття, вилучення, перезахоронення тощо) в ході реабілітації території зони відчуження.

В першу чергу рішення щодо ліквідації буртів та траншей ПТЛРВ приймаються для територій, де відбуваються сезонні підтоплення та там, де проводяться роботи в рамках проектів зняття з експлуатації ЧАЕС та на об'єкті «Укриття». У 2012 році, відповідно до погоджених Держатомрегулюванням України Технічних рішень, виконувались роботи з перезахоронення буртів та траншей ПТЛРВ «Нова Будбаза» та ПТЛРВ «Нафтобаза».

Поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами на Чорнобильській АЕС

На майданчику Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) у поточний час зберігається відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП) у кількості 21284 відпрацьованих тепловипромінюючих збірок (ВТВЗ). Свіже ядерне паливо на майданчику ЧАЕС відсутнє.

Переважна більшість ВТВЗ зберігається в басейні витримки (БВ) сховища ВЯП мокрого типу (СВЯП-1), яке було уведене в експлуатацію у 1986 році. В даний час експлуатація СВЯП-1 здійснюється згідно ліцензії Держатомрегулювання України

№ 000859 від 25.06.2008. Решта ВЯП зберігається в БВ блоків №№ 1 і 2 ЧАЕС.

На блоці № 3 ЧАЕС ВЯП відсутнє і подальше використання БВ цього блоку для зберігання ВЯП не передбачається. Враховуючи зазначене, 07.12.2012 р. Держатомрегулюванням України погоджене рішення ДСП ЧАЭС «Про визнання енергоблоку № 3 об'єктом по поводженню з радіоактивними відходами». Таким чином, починаючи з 08.12.2012 р. блок № 3 ЧАЕС вважається об'єктом по поводженню з РАВ.

За результатами проведеного у 2011 році стрес-тесту блоків №№ 1,2,3 і СВЯП-1 ДСП ЧАЕС розробило та погодило Держатомрегулюванням України:

СВЯП-2. Установка з підготовки відпрацьованого палива до зберігання

- *«План заходів з підвищення безпеки ядерних установок ДСП ЧАЕС (ППБ ЯУ ЧАЕС)»;*
- *«Рішення про розміщення на зберігання в 5-ому відсіку БВ СВЯП-1 відпрацьованого ядерного палива (крім пошкодженого), накопиченого за час експлуатації блоків №№ 1,2,3».*

Відповідно до останнього рішення все ВЯП ЧАЕС планується розмістити на зберігання в БВ СВЯП-1, а БВ блоків №№1,2 будуть використовуватись в якості резервних.

30.11.2012 р. ДСП ЧАЕС завершила переміщення непошкодженого ВЯП з БВ блоку №2 в БВ СВЯП-1 і приступило до переміщення ВЯП з БВ блоку №1.

В той же час, термін експлуатації СВЯП-1 завершується наприкінці 2025 року. Тому для забезпечення довгострокового безпечного зберігання усього ВЯП на майданчику ЧАЕС створюється нове сховище «сухого» типу (СВЯП-2).

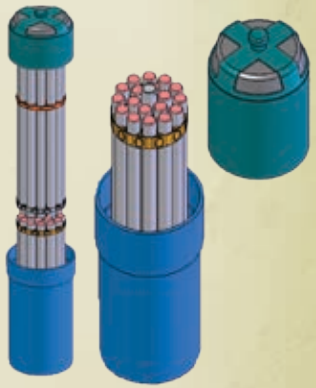
30 листопада 2012 року постановою колегії Держатомрегулювання України №16 був схвалений висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки попереднього звіту з аналізу безпеки СВЯП-2, на підставі якого ДСП ЧАЕС був отриманий позитивний експертний звіт ДП «Укрдержбудекспертиза» від 30.11.2012 № 00-1525-12/ПБ.

7 грудня 2012 року наказом ДСП ЧАЕС №946 був затверджений «Проект завершення будівництва СВЯП-2».

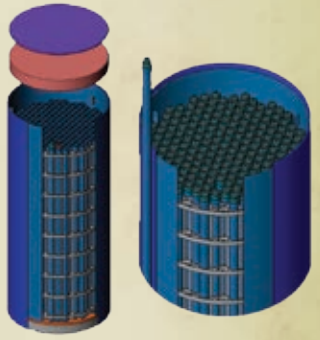
В даний час Держатомрегулювання України розглядає заяву ДСП ЧАЕС щодо видачі ліцензії на будівництво і введення у експлуатацію СВЯП-2.

Подальший процес ліцензування СВЯП-2 передбачає розгляд та узгодження Держатомрегулюванням України технічних специфікацій на постачання обладнання, важливих для безпеки.

Після введення в експлуатацію СВЯП-2, яке заплановане на 2015 рік, ВЯП із СВЯП-1 буде перевезено у СВЯП-2.

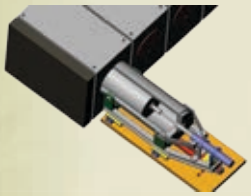


Паливний патрон



Двостінний сухий екранований пенал

Встановлення ДСЕП з ВЯП на транспортний возик для перевезення в зони зберігання відпрацьованого палива



Встановлення ДСЕП з ВЯП в БМЗ

Проектом СВЯП-2 передбачається наступний алгоритм поводження з ВЯП:

1. Спочатку ВЯП потраплятиме на установку із підготовки відпрацьованого палива до зберігання, де кожну ВТВЗ буде розрізано на 2 частини (пучка), а кожен пучок – поміщений у спеціальний паливній патрон.

2. *Потім патрони будуть встановлюватись у двостінні сухі екрановані пенали (ДСЕП) – великі двостінні герметичні контейнери з нержавіючої сталі, по 186 одиниць у кожний.*
3. *ДСЕП, після заповнення паливними патронами з пучками ВТВЗ, буде перевозитись на спеціальну установку для повного осушення ВЯП та заповнення пенала інертним газом – гелієм.*

Рис. 5.9. Бетонні модулі зберігання зони зберігання відпрацьованого палива СВЯП-2

4. *Після осушення, заповнення гелієм та перевірки герметичності ДСЕП з ВЯП буде направлятись у зону зберігання відпрацьованого палива, де буде встановлюватись в бетонний модуль зберігання (БМЗ).*
5. *У БМЗ ДСЕП з ВЯП буде знаходитись протягом 100 років.*

Крім цього, проектом СВЯП-2 передбачається:

- *можливість вилучення ДСЕП із БМЗ для технічного огляду та перепаковки (за необхідності);*
- *устаткування для поводження з пошкодженим ВЯП.*

Нові об'єкти

Завод з виробництва ядерного палива

Створення заводу з виробництва ядерного палива для реакторів ВВЕР-1000 є одним з пріоритетних завдань розвитку ядерної енергетики, обумовлених «Енергетичною стратегією України на період до 2030 року», Державною цільовою економічною програмою «Ядерне паливо України» і рядом інших урядових рішень, прийнятих на виконання «Енергетичної стратегії».

Введення в експлуатацію заводу з виробництва ядерного палива сприятиме зменшенню залежності ядерної енергетики України від зовнішніх постачальників ядерного палива та підвищенню енергетичної безпеки країни.

У відповідності до статті 1 Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» завод з виробництва ядерного палива (далі – завод) є ядерною установкою, а тому як і будь-яка інша ядерна установка, потребує виконання всього комплексу заходів щодо оцінки її безпеки та ліцензування.

Згідно з вимогами законодавства ДК «Ядерне паливо» було розроблено «Техніко-економічне обґрунтування будівництва заводу з виробництва ядерного палива» (ТЕО) в рамках якого була підтверджена необхідність спорудження цієї установки та обрано майданчик (з трьох можливих) для розміщення заводу.

Довідково

Під час вибору майданчика розглядалися три варіанти його розміщення: м. Славутич Київської області, смт. Смоліне Кіровоградської області та м. Жовті води Дніпропетровської області.

Аналіз порівняльної оцінки майданчиків показав, що майданчики смт. Смоліно та м. Славутич практично рівнозначні і задовольняють вимогам з безпеки. В той же час, більш вигідне географічне розташування майданчика смт. Смоліно, яке дозволяє мінімізувати відстань перевезення ТВЗ на АЕС України, схилило шальки терезів на користь цього селища.

29.10.2011 у смт Смоліне Кіровоградської області були проведені громадські слухання щодо розміщення заводу. Під час прове-

дення цих громадських слухань жителі смт Смоліне висловили практично одностайну підтримку рішенню щодо розміщення заводу.

Держатомрегулюванням України виконана державна експертиза ядерної та радіаційної безпеки ТЕО, висновок якої був схвалений постановою колегії №1 від 26.01.2012 р.

27.06.2012 р. ТЕО та майданчик для розміщення заводу було схвалені розпорядженням Кабінету Міністрів України №437.

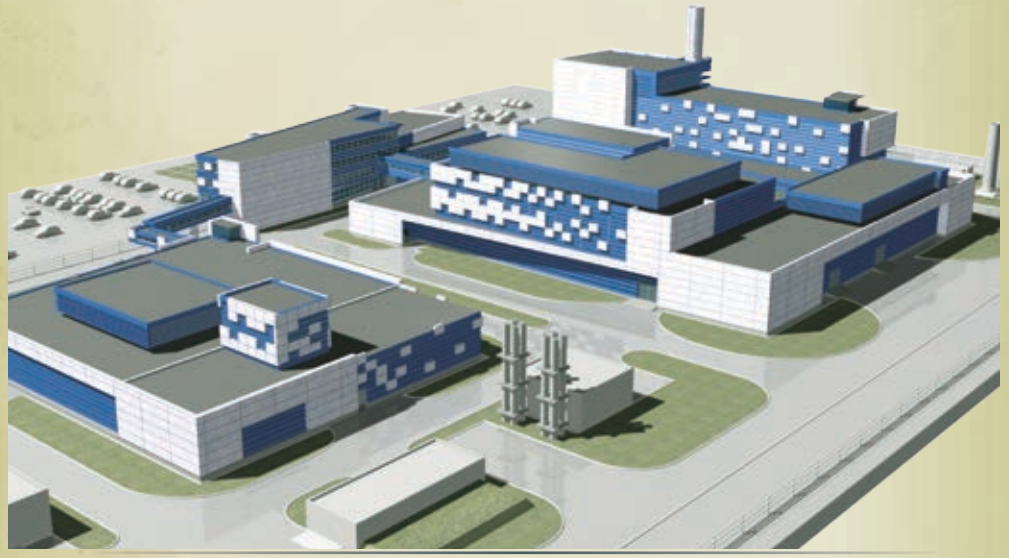


Рис.6.1. Макет заводу з виробництва ядерного палива.

Згідно ТЕО будівництво заводу заплановано у два етапи:

- *2012-2015 рр. – перша черга – виготовлення твелів та ТВЗ, комплектуючих;*
- *2016-2020 рр. – друга черга – виготовлення порошку диоксиду урану (UO_2) та паливних пігулок.*

Проектна потужність виробництва розрахована на виготовлення 800 ТВЗ/рік.

Крім цього, протягом 2012 року Держатомрегулюванням України погоджені наступні документи:

- *«Завдання на проектування об`єкту «Завод по виробництву ядерного палива»»;*

- *«Рекомендації щодо структури та змісту звіту з аналізу безпеки об`єкта по виробництву ядерного палива»;*
- *«План ліцензування заводу з виробництва ядерного палива».*

Наступними кроками, спрямованими на створення заводу, будуть розробка його проекту та попереднього звіту з аналізу безпеки.

Джерело нейтронів (ННЦ «ХФТІ»)

Ядерна підкритична установка «Джерело нейтронів, що засноване на підкритичній збірці, керованій лінійним прискорювачем електронів» («Джерело нейтронів») створюється на базі Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» (ННЦ ХФТІ) у відповідності до домовленостей Вашингтонського саміту, викладених у Спільній заяві Президентів України та США в квітні 2010 року, та «Меморандуму про взаєморозуміння між Урядом України та Урядом Сполучених Штатів Америки стосовно співробітництва з питань ядерної безпеки», підписаного 26 вересня 2011 року. Реалізація проекту із створення Джерела нейтронів здійснюється за підтримки Аргонської національної лабораторії США.

Джерело нейтронів за термінологією МАГАТЕ відноситься до ядерних підкритичних систем, що керуються прискорювачами (Sub-critical accelerator driven systems). Пропозиції щодо використання підкритичних збірок у ядерній енергетиці з'явилися в середині 50-х років минулого століття. Однак застосування таких систем тривалий час стримувалось відсутністю потужних можливостей генерації нейтронів. Підвищена активність у світі щодо дослідження та використання підкритичних збірок пов'язана, з одного боку, з розвитком прискорювальної фізики та техніки, з другого – з ростом ядерної енергетики та необхідністю проведення дослідження підкритичних систем та досліджень в різних галузях науки та медицини.

Джерело нейтронів ННЦ ХФТІ є інноваційною ядерною установкою з енерговиділенням в активній зоні до 300 кВт. Існуючі на даний час установки у Бельгії, Китаї, Білорусії є так званими підкритичними системами «нульової потужності». В той же час, консорціум європейських країн (Бельгія, Франція, Швеція, Німеччина) планує створення підкритичної системи Myrrha з тепловою потужністю 100 МВт, а в Китаї планується будівництво установки Venus III з тепловою потужністю 60 МВт.

Джерело нейтронів ННЦ ХФТІ призначене для проведення наукових і прикладних досліджень в області ядерної фізики,

радіаційного матеріалознавства, біології, хімії та для виробництва медичних радіоізотопів.

Принцип отримання інтенсивного потоку нейтронів в Джерелі нейтронів заснований на розмноженні нейтронів зовнішнього джерела в середовищі, що містить ядерний матеріал. Геометрія розміщення та маса ядерного матеріалу, що використовується, визначається таким чином, щоб ефективний коефіцієнт розмноження нейтронів ($K_{еф\ max}$, головний показник стану ядерної систе-

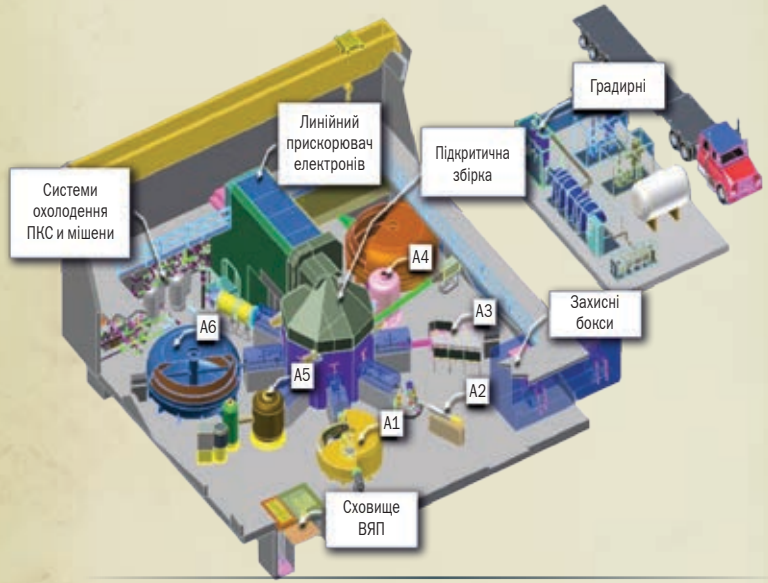


Рис.6.2. Розміщення основного обладнання

ми на фізичній мові) був менше 1 при будь-яких вихідних подіях, тобто таким, щоб виключалася можливість виникнення самопідтримувальної ланцюгової реакції поділу. Для нормальних умов експлуатації, порушень нормальних умов експлуатації та проектних аварій $K_{еф\ max}$ повинен бути менше 0,98.

В Джерелі нейтронів для підтримання реакції поділу використовується нейтроно-утворююча мішень (вольфрамова або уранова), в якій генеруються нейтрони внаслідок фотоядерної реакції на γ – випромінюванні високих енергій ((γ,n) – реакція), що виникають при гальмуванні пучка електронів з енергією 100 МеВ.

Джерело нейтронів складається із наступних основних систем (розміщення основного обладнання та компоновка активної зони представлені на рис.6.2 та 6.3 відповідно):

1. Підкритична збірка басейнового типу, основними компонентами якої є:
   - *активна зона: ядерне паливо типу ТВЗ ВВР-М2 із збагаченням 19,7% по ^{235}U;*
   - *відбивач: берилій/графіт;*
   - *теплоносій та сповільнювач: демінералізована легка вода.*

2. Нейтроно-утворююча мішень (вольфрам чи природний уран);

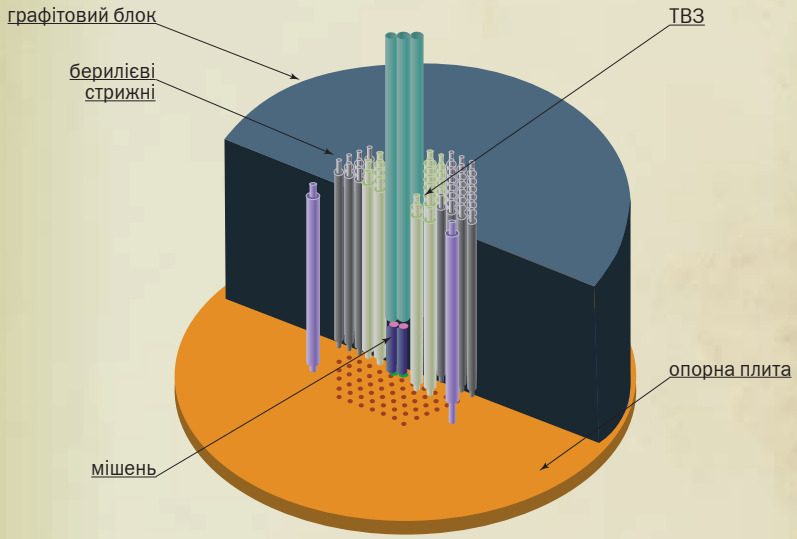


Рис.6.3. Компоновка активной зоны

3. Лінійний прискорювач електронів, що працює в імпульсному режимі, та канал транспортування пучка електронів до нейтроно-утворюючої мішені;
4. Автоматизована система контролю та управління;
5. Система охолодження активної зони підкритичної збірки;
6. Система охолодження нейтроно-утворюючої мішені;
7. Басейн витримки відпрацьованого ядерного палива;
8. Сховище твердих радіоактивних відходів;
9. Другий контур охолодження (вентиляторні градирні);
10. Експериментальні канали та обладнання.

В той же час, Джерело нейтронів як і будь-яка інша ядерна установка, потребує виконання всього комплексу заходів передбаченого законодавством щодо оцінки її безпеки та ліцензування.

У відповідності до вимог законодавства України:

- *6 серпня 2010 року ННЦ ХФТІ розроблено та погоджено у встановленому порядку «Заяву про наміри щодо будівництва дослідницької ядерної установки «Джерело нейтронів» в ННЦ ХФТІ, яка була опублікована в газетах «Слобідський край» № 142 від 30.10.2010 та «Урядовий кур'єр» № 223 від 27.11.2010;*
- *30 квітня 2011 року Харківською міською радою в м. Харків були організовані та проведені загальноміські громадські слухання щодо будівництва Джерела нейтронів на території ННЦ ХФТІ;*
- *15 лютого 2012 року постановою Кабінету Міністрів України №100 «Питання розміщення, проектування та будівництва ядерної установки «Джерело нейтронів, що засноване на підкритичній збірці, керованій прискорювачем електронів» було схвалено техніко-економічне обґрунтування будівництва Джерела нейтронів, а також погоджено його розміщення на території промислового майданчика ННЦ ХФТІ;*
- *28 березня 2012 року постановою Кабінету Міністрів України №254 «Про внесення зміни до постанови Кабінету Міністрів України від 6 грудня 2010р. №1106» ННЦ ХФТІ призначено експлуатуючою організацією (оператором) Джерела нейтронів;*
- *27 грудня 2012 року постановою Колегії Держатомрегулювання України №19 схвалений Висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки попереднього звіту з аналізу безпеки Джерела нейтронів.*

Енергоблоки № 3,4 Хмельницької АЕС

Одним з основних напрямів реалізації Енергетичної стратегії до 2030 року є подальший розвиток ядерної енергетики, що передбачає, серед іншого, своєчасне спорудження нових потужностей на доповнення та заміну тих, що знімаються з експлуатації.

Першими енергоблоками, які мають бути введені в експлуатацію в рамках реалізації Енергетичної стратегії, є енергоблоки № 3 і № 4 Хмельницької АЕС (далі – ХАЕС).

Будівництво блоку № 3 ХАЕС було розпочато у 1985 році, а блоку №4 – у 1986. Відповідно до наказу Міненерго СРСР від 28 грудня 1979 р., передбачалося будівництво блоків з реакторною установкою (РУ) типу ВВЕР-1000/В-320.

У зв'язку із введенням у 1990 році мораторію, будівництво блоків №3 і 4 ХАЕС було припинено, а зведені раніше

Рис. 6.4. Блоки №3 та №4 Хмельницької АЕС

будівельні конструкції цих блоків не консервувалися до цього часу включно.

Рішення щодо відновлення діяльності з будівництва блоків №3 і 4 ХАЕС було прийнято розпорядженням Кабінету Міністрів України №281-р від 21 липня 2005 року «Про підготовчі заходи щодо будівництва нових енергоблоків ХАЕС».

У 2008 році Мінпаливенерго було проведено конкурс з відбору типу проекту РУ для добудови енергоблоків №3 і 4 ХАЕС,

результати якого (а саме – вибір РУ типу ВВЕР-1000/В-392) було затверджено Постановою Кабінету Міністрів України №118 від 18 лютого 2009 року «Про першочергові заходи з будівництва енергоблоків № 3 і 4 ХАЕС».

13.03.2012 р. відбулось засідання Колегія Держатомрегулювання України № 7, на якій було схвалено Висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки Техніко-економічного обґрунтування «Будівництво енергоблоків № 3 і 4 потужністю 2000МВт Хмельницької АЕС» (далі – ТЕО).

04.07.2012 р. розпорядженням Кабінету Міністрів України №498-р було схвалене ТЕО будівництва енергоблоків №3 і №4 ХАЕС.

06.09.2012 р. Верховною Радою України прийнято Закон України №5217-VI «Про розміщення, проектування та будівництво енергоблоків № 3 і 4 Хмельницької атомної електричної станції».

В даний час залишаються не вирішені питання можливості використання існуючих будівельних конструкцій енергоблоків № 3, 4 ХАЕС, що спроектовані для РУ типу ВВЕР-1000/В-320, для будівництва енергоблоків з технічними характеристиками РУ типу ВВЕР-1000/В-392. Зокрема це стосується:

- *можливості інтеграції РУ типу ВВЕР-1000/В-392 в існуючі будівельні конструкції енергоблоків № 3 і 4 ХАЕС;*
- *можливості розміщення в будівельних конструкціях енергоблоків № 3 і 4 додаткових систем безпеки та систем, важливих для безпеки;*
- *спроможності існуючих будівельних конструкцій енергоблоків № 3 і 4 витримувати додаткові навантаження від систем безпеки та систем, важливих для безпеки (у тому числі нових та модернізованих) протягом усього запланованого життєвого циклу.*

Установки для поводження з відпрацьованим ядерним паливом

У технологічному циклі АЕС одним їх важливих компонентів являється відпрацьоване ядерне паливо (ВЯП), яке утворюється в процесі виробництва енергії в ядерних реакторах.

Термін використання ядерного палива в реакторах визначається величиною допустимої глибини вигорання ізотопів, що діляться. Після досягнення запланованої глибини вигорання ядерне паливо вивантажуються з реактора і вважається відпрацьованим, оскільки не може безпосередньо використовуватися для виробництва енергії.

Після вивантаження з активної зони реактора ВЯП перевантажується в приреакторні басейни витримки (БВ). У цих басейнах ВЯП витримуються протягом часу, необхідного для зниження енерговиділення, обумовленого радіоактивним розпадом продуктів поділу, до допустимих величин. Після зберігання ВЯП в БВ протягом обмеженого часу, відпрацьовані тепловиділяючі збірки (ВТВЗ), повинні видалятися з енергоблоку АЕС і направлятися на зберігання (захоронення) або переробку. Це пов'язано з тим,

Рис. 6.5. ССВЯП Запорізької АЕС

що місткість БВ енергоблоків АЕС обмежена і в них завжди має бути вільний об'єм для вивантаження ядерного палива з активної зони реактору або періодичних ревізій корпусу і внутрішньокорпусних пристроїв реакторів ВВЕР.

Водночас при поводженні з ВЯП необхідно враховувати чинники, які визначаються специфікою цього матеріалу: високий рівень радіоактивності і наявність у складі ВЯП цінних компонентів (уран, плутоній, германій, ербій, паладій, цирконій та ін.), які в перспективі можуть використовуватися, у тому числі в інших ядерних циклах (ядерне паливо для реакторів на швидких нейтронах, МОХ-паливо для легководних реакторів). Враховуючи зазначене ВЯП не відносять до радіоактивних відходів.

Існуючий стан атомної енергетики у світі показує, що при сучасному рівні розвитку технологій, остаточні висновки про економічну доцільність переробки або захоронення ВЯП, тобто про завершальну стадію ядерно – паливного циклу (ЯПЦ), не можуть бути зроблені. У зв'язку з цим, Україна, як і більшість країн, що розвивають атомну енергетику, прийняла для себе так зване «відкладене рішення», яке передбачає організацію довгострокового зберігання ВЯП. Зазначене «відкладене рішення» дозволяє прийняти рішення щодо завершальної стадії ЯПЦ пізніше з урахуванням розвитку технологій у світі і економічної вигоди для держави.

В даний час в Україні експлуатуються два сховища, призначених для тимчасового зберігання відпрацьованого палива: сховище ВЯП «мокрого» типу – СВЯП-1 Чорнобильської АЕС та сховище ВЯП «сухого» типу – ССВЯП Запорізької АЕС.

Окрім цього, в Україні планується будівництво двох сховищ: сховища ВЯП «сухого» типу – СВЯП-2 Чорнобильської АЕС та централізованого сховища ВЯП реакторів типу ВВЕР вітчизняних АЕС – ЦСВЯП.

Поводження з ВЯП реакторів типу ВВЕР

Першою з проблемою відсутності вільних місць в БВ енергоблоків АЕС для ВЯП зіткнулася Запорізька АЕС. Вирішуючи це питання Запорізька АЕС розпочала у 1996 році реалізацію проекту ССВЯП.

Проект ССВЯП розроблено на підставі ліцензованої та не раз випробуваної технології зберігання ВЯП фірми «Duke Engineering & Services» (США). Принцип зберігання ВЯП наступний: 24 паливні касети з низьким енерговиділенням (<1кВт) після 5 років витримки у БВ, розміщують у спеціальний кошик, заповнюють його гелієм (інертним газом з великою теплопровідністю) та герметизують, потім кошик розташовують у бетонному вентильованому контейнері зберігання (ВКЗ). Сховище розраховане на 380 ВКЗ, у яких можна розташувати 9000 касет з ВЯП.

Перша черга ССВЯП місткістю 100 ВКЗ була введена в експлуатацію у 2001 році, а друга, місткістю 280 ВКЗ – наприкінці 2011 року.

Сьогодні Запорізька АЕС – єдина діюча українська АЕС, що має на своєму майданчику СВЯП.

ВЯП Рівненської, Хмельницької та Южно-Української АЕС в данний час вивозиться до Російської Федерації. ВЯП реакторів ВВЕР-1000 – на зберігання, а ВЯП реакторів ВВЕР-440 (енергоблоки №1,2 РАЕС) – на переробку.

На виконання «Плану заходів на 2006-2010 роки стосовно реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2030 року» (затвердженого розпорядженням Кабінету Міністрів України №427 від 27 липня 2006 року) експлуатуюча організація ДП «НАЕК «Енергоатом» уклала контракт з американською фірмою «Holtec International» на будівництво в Україні централізованого сховища для зберігання ВЯП відпрацьованого ядерного палива Рівненської, Хмельницької та Южно-Української

Рис. 6.6. Основне устаткування ЦСВЯП

АЕС на основі вже випробуваної на Запорізькій АЕС технології сухого зберігання.

У відповідності до вимог законодавства експлуатуючою організацією ДП «НАЕК Енергоатом» було розроблене «Техніко-економічне обґрунтування інвестицій (ТЕО) у будівництво централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП) реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій», яке, після проведення комплексної державної експертизи, було схвалене розпорядженням Кабінету Міністрів України від 04.02.2009 № 131-р.

Зазначеним ТЕО було доведена економічна доцільність довгострокового зберігання ВЯП в Україні, у порівнянні з його відправкою на переробку до Російської Федерації та обґрунтоване

будівництво одного централізованого сховища ВЯП у порівнянні з будь-якими іншими варіантами зберігання ВЯП.

В ЦСВЯП передбачається зберігання протягом 100 років 12500 ВТВЗ реакторів типу ВВЕР-1000 та 4000 ВТВЗ реакторів типу ВВЕР-440.

09.02.2012 Законом України №4383-VI «Про поводження з відпрацьованим ядерним паливом щодо розміщення, проектування та будівництва централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій» Верховною Радою України прийнято рішення щодо розміщення ЦСВЯП на території зони відчуження, а також стосовно його проектування та будівництва.

30.03.2012 Держатомрегулюванням України погоджений «План ліцензування створення ЦСВЯП», розроблений ДП «НАЕК Енергоатом».

Поводження з ВЯП реакторів типу РВПК

Проектом реакторів типу РВПК передбачалася наступна схема поводження з ВЯП:

- *після використання в реакторі ядерне паливо перевантажувалося в при реакторні БВ, у якому воно витримувалося не менш 1,5 року з метою зниження радіоактивності та остаточного тепловиділення;*
- *після витримки в басейнах витримки паливо реакторів типу РВПК направляється в сховище ВЯП «мокрого» типу зберігання.*

Установки для поводження з ВЯП реакторів типу РВПК детально розглянуто у пункті 5.2.

Використання радіації в народному господарстві

Поводження з ДІВ

З часів катастрофи на Чорнобильській АЕС населення України приділяє особливу увагу питанням впливу радіації на здоров'я людини, в тому числі і за рахунок дії іонізуючого випромінювання, спричиненого штучними* та природними** джерелами.

Штучні ДІВ застосовуються у більшості галузей народного господарства, зокрема: в медицині – для діагностики та лікування онкологічних захворювань, сільському господарстві – для опромінення та дослідження зернових культур, у промисловості – для радіографічного та технологічного контролю, вимірювань (ваги, кількості, щільності тощо), геофізичних досліджень свердловин, стерилізації продукції, наукових досліджень тощо. Фото типових ДІВ наведені нижче (7.1-7.3).

** – до штучних джерел іонізуючого випромінювання (далі – ДІВ) належать фізичні об'єкти, крім ядерних установок, що містять радіоактивну речовину, або технічні пристрої, що створюють або за певних умов можуть створювати іонізуюче випромінювання (стаття 1 ЗУ «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»).*

*** – більш детальна інформація про природні джерела іонізуючого випромінювання наведена в розділі 8 цієї доповіді.*

Поводження з ДІВ у кожній галузі має свою специфіку та потребує захисту людей, які під час виконання своєї професійної діяльності знаходяться в сфері впливу іонізуючого випромінювання. Забезпечення радіаційного захисту людини і навколишнього природного середовища при використанні ДІВ є пріоритетним напрямом державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки.

Функції державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки в Україні виконує єдиний орган державного регулювання, визначений Президентом України – Державна інспекція ядерного регулювання України безпосередньо та через територіальні органи – вісім державних інспекцій з ядерної та радіаційної безпеки.

Одним із основних принципів державного регулювання є диференційований підхід до різних видів діяльності з використання ДІВ, враховуючи їх потенційну ядерну та радіаційну небезпеки шляхом:

- ***звільнення від регулюючого контролю*** *ДІВ з низьким рівнем потенційної небезпеки. Рівні та Порядок звільнення від регулюючого контролю визначені в постанові Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2011 року та наказі Держатомрегулювання України від 1 липня 2010 року;*
- ***реєстрації в Державному регістрі*** *джерел іонізуючого випромінювання усіх ДІВ, що не звільнені від регулюючого контролю. Порядок державної реєстрації ДІВ затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2000 року;*
- ***ліцензування діяльності*** *з використання ДІВ, що мають середній та високий рівень потенційної небезпеки, відповідно до вимог встановлених Законом України «Про дозвільну діяльність в сфері використання ядерної енергії». Рішення про можливість звільнення від ліцензування діяльності з використання ДІВ приймається Держатомрегулювання України за умови відповідності ДІВ «Критеріям, за якими діяльність з використання ДІВ звільняється від ліцензування», затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 16.11.2011 № 1174.*

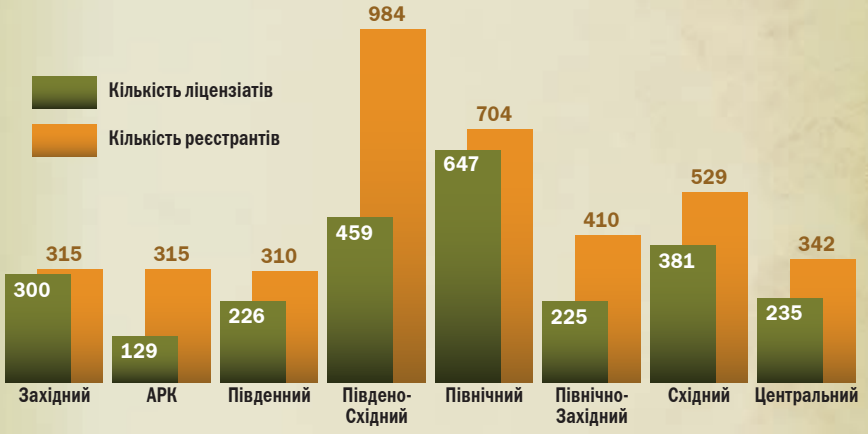
Категорії для радіонуклідних ДІВ (1-5) за рівнем їх потенційної небезпеки, затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 05.12.2007 № 1382. Згідно з цією категоризацією ДІВ 1-3 категорій мають високий рівень потенційної небезпеки та підлягають посиленому регулюючому контролю.

В Україні 4644 суб'єктів діяльності використовують більше 22 728 ДІВ, в тому числі: радіонуклідних джерел – 10 084;

генеруючих пристроїв – 12 644. Необхідно відзначити позитивну тенденцію зменшення кількості відпрацьованих ДІВ. Саме відпрацьовані ДІВ є найбільш вразливими. Зокрема, у 2012 році було передано 3883 відпрацьованих ДІВ до спеціалізованих підприємств по поводженню з РАВ в рамках програм, що організовуються Держатомрегулювання України та її територіальними органами з 2009 року.

Найбільша кількість суб'єктів діяльності, що використовують ДІВ, зосереджена в Північному регіоні України (м. Київ, Київська, Черкаська, Вінницька, Житомирська та Чернігівська області) – майже на 30% більше ніж в індустріальних регіонах України, таких як Південно-Східний (Донецька, Луганська, Запорізька області) та Східний (Харківська, Сумська, Полтавська області). В Західному регіоні та АРК, частина територій яких є рекреаційною зоною України, діяльність з ДІВ здійснюється в основному медичними закладами.

Рис. 7.4. Кількість ліцензіатів та реєстрантів в регіонах України

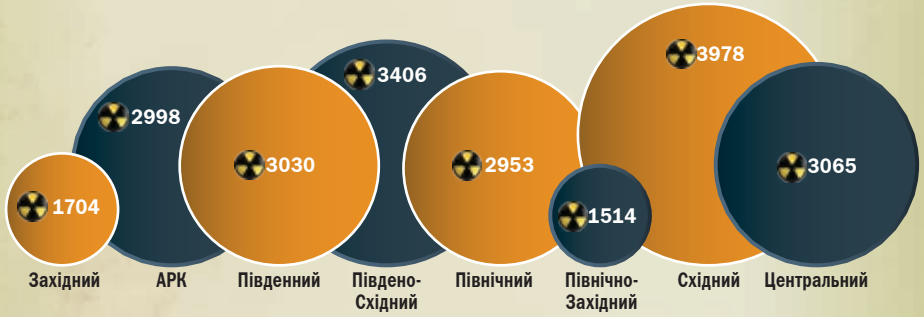


Кількість ДІВ та кількість суб'єктів, що використовують ДІВ, втричі більше у медицині, ніж в інших галузях народного господарства. Напруженим є Південно-Східний регіон за рахунок 12 онкологічних диспансерів, які використовують ДІВ з високим рівнем потенційної небезпеки. За кількісним внеском медичних установ до загальної кількості суб'єктів діяльності у сфері використання ядерної енергії найбільш напруженими є Крим, Північно-Західний та Південний регіони, що пояснюється

значною кількістю санаторно-профілакторних медичних установ, які знаходяться в рекреаційній зоні України (морські узбережжя та Полісся).

Станом на 2012 рік ліцензії на використання ДІВ мають 2 728 суб'єктів діяльності, в тому числі 1800 ліцензій видано медичним закладам, 716 – промисловим суб'єктам, 204 – суб'єктам, які надають «послуги» з радіаційної безпеки (технічне обслуговування ДІВ, постачання тощо) та 8 ліцензій на проведення випробувань

Рис. 7.5. Кількість ДІВ у регіонах України



ДІВ з метою перевірки їх герметичності з метою подовження терміну їх використання.

Розподіл кількості ДІВ та кількості суб'єктів діяльності по регіонам України зазначено на діаграмах 7.4 – 7.5.

Поява та широке розповсюдження у останньому десятиріччі нових медичних технологій з використання іонізуючого випромінювання призвело до покращення діагностичної інформації та хірургічного втручання. Разом з тим, різко зросли дози опромінення пацієнтів при діагностичних обстеженнях, а у променевій терапії зросли ризики радіаційних аварій та ненавмисного опромінення при лікуванні.

В Україні, як і у всьому світі, це викликало підвищену увагу медичних професіоналів та Держатомрегулювання України до оптимізації медичного опромінення пацієнтів та персоналу, покращення їх радіаційного захисту.

Медичні процедури і методи лікування при онкологічних захворюваннях тісно пов'язані із застосуванням приладів та установок з ДІВ. Наприклад, одна із найбільш поширених діагностичних процедур – це дослідження з допомогою рентгенівських діагностичних апаратів, а променева терапія – один із найбільш ефективних методів лікування онкологічних захворювань. На

кожну 1000 жителів припадає від 700 до 900 діагностичних досліджень щорічно. Безумовно, медичне опромінення направлене на лікування хворої людини. Тому, безпека використання ДІВ у цій галузі потребує впровадження специфічних заходів радіаційного захисту населення (пацієнтів), відмінних від заходів в промисловості та інших галузях народного господарства.

Для медичного опромінення при терапевтичних процедурах не існує поняття лімітів доз. Однак, відхилення доведеної до органу людини дози від дози, призначеної лікарем, більше 10%* призведе до високого ризику ускладнень, а менше 10% – до неефективного лікування. Результатом медичного опромінення є широкий діапазон потенційного радіаційного ризику для конкретної людини та ранжується від мінімального (у більшості випадків) – до можливих летальних наслідків (в одиничних випадках).

Наприклад, мінімальний радіаційний ризик матиме людина похилого віку при проходженні рентгенівського дослідження грудної клітки – відсутність детерміністичних ефектів та ризиків стохастичних ефектів протягом життя цієї людини.

Прикладом значного потенційного ризику від медичного опромінення є комп'ютерна томографія – поглинута доза в органах

людини становить від 10 до 100 мГр за одну процедуру. Тому, у безсимптомної людини, яка щорічно проходить комп'ютерну томографію протягом 30 років поглинута доза становитиме 0,3 – 3 Гр, що може спричинити захворювання.

Іншими критичними факторами, що можуть створювати ризики додаткового або неконтрольованого опромінення є також

** – Публікація МКРЗ № 105 «Radiological Protection in Medicine».*

використання застарілого терапевтичного та діагностичного обладнання; не проведення контролю дозоформуючих параметрів рентгенодіагностичних апаратів, нехватка або недостатня підготовка радіологів, незабезпечення контролю якості діагностичного та терапевтичного обладнання, не проведення своєчасного технічного обслуговування, недостатність кваліфікації персоналу при впровадженні новітніх радіаційних технологій тощо.

Будь-яка діяльність з ДІВ дозволяється, якщо підтверджена суб'єктом діяльності спроможність дотримання вимог норм та правил з радіаційної безпеки та обґрунтована безпека цих ДІВ.

Відповідно до нового основного стандарту безпеки МАГАТЕ: «Радіаційний захист та безпека радіоактивних джерел – міжнародні основні стандарти безпеки» (GSR Part 3) не може бути дозволена діяльність з ДІВ пов'язана: з використанням радіоактивних речовин в продуктах харчування, кормах для тварин, напоях, засобах косметики, дитячих іграшках чи іншій продукції, призначеній для застосування людиною; для візуалізації людини з допомогою іонізуючого випромінювання з метою реклами або мистецтва, для виявлення крадіжок та візуалізації людини з професійною, юридичною метою чи з метою страхування, без наявності медичних показників.

Україна, як і інші країни світу, прагне забезпечити міжнародні режими безпеки шляхом: імплементації міжнародних вимог безпеки, найкращої міжнародної практики та впровадження найбільш ефективних інструментів державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки.

З цією метою Держатомрегулювання України у 2012 році забезпечено:

- ***прийняття нового переліку документів**, що подаються для отримання ліцензії на провадження окремих видів діяльності у сфері використання ядерної енергії (наказ від 06.08.2012 № 153) – чим забезпечено зменшення регуляторного тиску на користувачів ДІВ з низьким рівнем потенційної небезпеки, уніфіковано форми та вимоги до змісту ліцензійних документів тощо;*
- ***переглянуто критерії** за якими, визначається термін дії ліцензії – збільшено терміни дії ліцензій на використання ДІВ від 3-7 років до 5-9 років (для ДІВ з низьким рівнем потенційної небезпеки);*
- ***уніфіковано процедуру** розгляду ліцензійних документів, що визначена ЗУ «Про дозвільну діяльність в сфері використання ядерної енергії»;*
- ***продовжується робота** щодо розробки вимог та умов безпеки для кожної окремої галузі використання ДІВ. Диференційований підхід до регулювання безпеки ДІВ сприятиме підвищенню ефективності роботи регулюючого органу, покращенню культури безпеки у суб'єктів діяльності, сприятиме правильному розподілу ресурсів і як наслідок – дотримання міжнародних режимів безпеки на території України.*

Поводження з РАВ, що утворюються при використанні ДІВ

Важливою умовою забезпечення безпеки при використанні ДІВ є їх безпечне зберігання або захоронення у кінці їх життєвого циклу з метою уникнення можливості їх втрати та потрапляння до місць доступних для населення. Адже відпрацьовані ДІВ і після завершення строку служби за своїм призначенням залишаються радіаційно-небезпечними об'єктами, оскільки містять радіо-

Рис. 7.7. Зони обслуговування ДМСК ДК «УкрДО «Радон»

активний матеріал, який в разі розповсюдження чи ненавмисного використання може завдати значної шкоди для здоров'я людей. Відпрацьовані ДІВ переводяться в категорію радіоактивних відходів (РАВ) і подальше поводження з ними здійснюється відповідно до вимог безпеки при поводженні з РАВ.

З метою забезпечення безпеки РАВ, у формі відпрацьованих ДІВ та інших РАВ, що утворюються при використанні ДІВ у різних галузях промисловості та медицині, у 60-х роках минулого

сторіччя на території України, були створені шість спеціалізованих підприємств з поводження з радіоактивними відходами: Київський, Донецький, Одеський, Харківський, Дніпропетровський, Львівський державні міжобласні спеціалізовані комбінати (ДМСК). На сьогодні ці спеціалізовані підприємства об'єднані у Державну корпорацію «Українське державне об'єднання «Радон» (ДК «УкрДО «Радон»), яка підпорядкована Державному агентству України з управління зоною відчуження.

Рис. 7.8. Сховище ангарного типу Харківського ДМСК (вигляд зовні та всередині)

Спеціалізовані підприємства, на територіях закріплених за ними зон обслуговування, забезпечують збір, транспортування та безпечне розміщення відпрацьованих ДІВ та РАВ у спеціально призначених для цього сховищах, а також, експлуатацію станцій дезактивації білизни, спецодягу і засобів індивідуального захисту від медичних закладів та підприємств.

У зв'язку з тим, що сховища РАВ на майданчиках спеціалізованих підприємств, споруджувались, вводились в експлуатацію та заповнювались ще за радянських часів, без дотримання усього обсягу прийнятих на сьогодні вимог безпеки, у 90-ті роки були прийняті рішення щодо перепрофілювання та переоснащення спеціалізованих підприємств з метою переходу на технологію тимчасового контейнерного зберігання РАВ.

Відповідно було припинено експлуатацію старих сховищ РАВ, які призначались для захоронення РАВ та відпрацьованих ДІВ (тобто без наміру їх подальшого вилучення). Натомість на майданчиках ДМСК споруджені та експлуатуються тимчасові сховища ангарного типу для контейнерного зберігання РАВ. Старі сховища законсервовані, щодо них здійснюються постійні заходи з обслуговування, підтримки у безпечному стані, моніторингу та контролю.

Подальші заходи в частині переоснащення та перепрофілювання ДМСК визначені у Загальнодержавній цільовій екологічній програмі поводження з РАВ. Серед іншого передбачаються заходи щодо вилучення РАВ із старих сховищ та перезахоронення в централізованих сховищах на майданчику комплексу «Вектор» на території зони відчуження. Це дозволить ліквідувати старі місця захоронення РАВ та пов'язану з їх існуванням потенційну небезпеку розповсюдження радіонуклідів у навколишнє середовище. У кожному конкретному випадку такі рішення мають прийматися за результатами переоцінки безпеки, яка на поточний момент здійснюється спеціалізованими підприємствами, відповідно до умов виданих Держатомрегулювання України ліцензій.

Таб. 7.9. Кількість відпрацьованих ДІВ та РАВ

Спеціалізоване підприємство ДК УкрДО «Радон»	Кількість відпрацьованих ДІВ, шт	Активність, Бк	Кількість твердих РАО, м^3	Активність, Бк
ДДМСК	176071	$7{,}52*10^{14}$	573,3	$2{,}43*10^{15}$
ДонДСК	45	$3{,}77*10^{11}$	2,3	$7{,}66*10^{7}$
КДМСК	96474	$7{,}50*10^{14}$	2076	$4{,}95*10^{15}$
ЛДМСК	38380	$1{,}81*10^{14}$	694	$6{,}64*10^{12}$
ОДМСК	43994	$2{,}70*10^{14}$	522,2	$5{,}10*10^{14}$
ХДМСК	102889	$4{,}03*10^{14}$	1999,7	$8{,}18*10^{12}$
ВСЕГО	**457853**	**$2{,}91*10^{16}$**	**5867,5**	**$7{,}90*10^{15}$**

Також, спеціалізовані підприємства залучаються до невідкладних дій компетентних органів із ліквідації аварійних ситуацій, що пов'язані із виявленням «покинутих» ДІВ або ДІВ у незаконному обігу. Всі такі ДІВ направляються до сховищ спеціалізованих підприємств де забезпечується їх безпечне та контрольоване зберігання та локалізація від потрапляння у навколишнє природне середовище та місць доступних для населення.

За весь період діяльності ДМСК на цих підприємствах накопичилась значна кількість відпрацьованих ДІВ та РАВ. Відповідні дані представлені у таблиці 7.9.

Радіація навколо нас

Природна радіоактивність: рівні, дози, ризики.

Система протирадіаційного захисту населення побудована на результатах медико–біологічних досліджень, які стисло формулюються висновком: ступінь можливого негативного впливу опромінення на здоров'я людини визначає тільки величина дози, незалежно від того, яким джерелом іонізуючого випромінювання вона сформована – природним чи штучним.

З усіх джерел іонізуючого випромінювання найбільші дози населення планети отримує від техногенно підсилених джерел природного походження. До них відносяться джерела іонізуючого випромінювання природного походження, які в результаті господарської або виробничої діяльності людини були піддані концентруванню (природні радіонукліди у будівельних матеріалах, радон у повітрі приміщень) або збільшилася їхня доступність (природні радіонукліди в питній воді артезіанських свердловин), внаслідок чого утворилося додаткове до природного радіаційного фону опромінення.

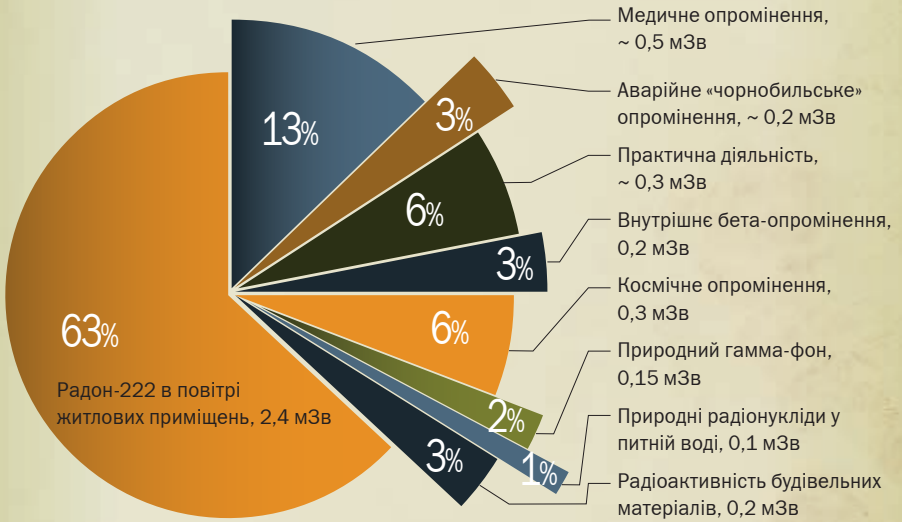
Для України ця компонента сумарної дози сьогодні складає більше 70% від її загальної величини (рис. 8.1), причому левова частка – реалізується за рахунок радону-222 в повітрі житлових приміщень.

Техногенно – підсилені джерела природного походження відносяться до керованої компоненти сумарної дози і їх внесок можна зменшити застосувавши відповідні заходи. Тому в «Нормах радіаційної безпеки України»(НРБУ-97) було введено четверту групу радіаційно-гігієнічних регламентів, які містять нормативи щодо обмеження радону в повітрі приміщень, вмісту природних радіонуклідів в будівельних матеріалах та питній воді та вимоги до контролю цих джерел.

Наприклад, для радону в повітрі приміщень – основного дозоформуючого джерела в Україні, оговорено дві ситуації опромінення: опромінення в будинках, які експлуатуються, та нових

будинках, які тільки здаються в експлуатацію. Нормативи вимагають, щоб еквівалентна рівноважна активність радону в повітрі (ЕРОА) для існуючих будинків не перевищувала 100 Бк/м^3, що відповідає величині 250 Бк/м^3 у терміні об'ємної активності, який застосовується у більшості європейських країн. Для порівняння, у новому стандарті безпеки МАГАТЕ – BSS, референтній рівень для радону визначено у 300 Бк/м^3. Для нових будинків, дитячих закладів та лікарень ця величина дорівнює 50 Бк/м^3 (чи

Рис. 8.1. Величина середньозваженої сумарної ефективної дози опромінення населення України від усіх існуючих джерел опромінення



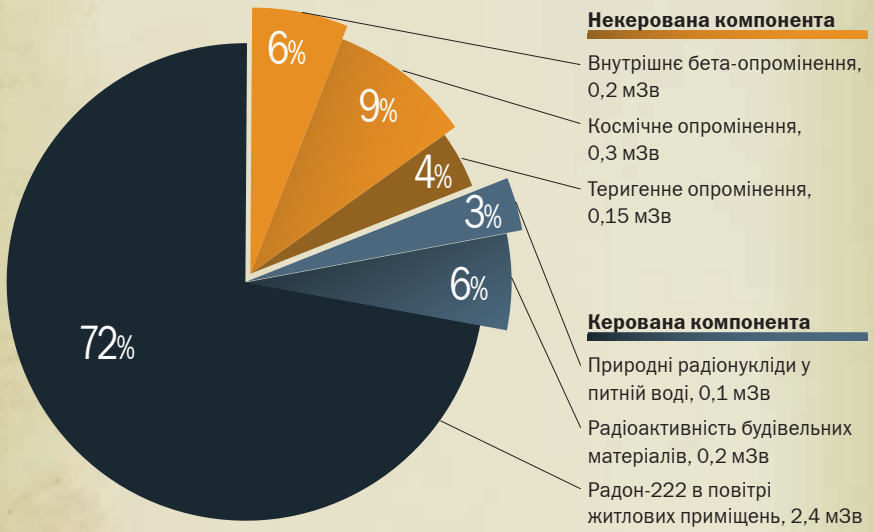
125 Бк/м^3 газу радону). Щодо вимірювань радону, то НРБУ-97, як і нормативні документи інших країн світу, вимагають проводити вимірювання тільки інтегральними методами. Ця вимога дуже важлива, бо рівні радону в повітрі однієї квартири чи будинку можуть змінюватися у 100 разів впродовж однієї доби.

Ситуація в Україні. За гідрогеологічними та природними умовами територія України є досить різноманітною. Третина території країни розташована на кристалічному щиті з високим вмістом природних радіонуклідів уранового та торієвого рядів. Індустріальні східні та центральні регіони країни додатково несуть значне техногенне навантаження за рахунок підприємств з видобутку та переробки урану, так званих «хвостів» – відходів

підприємств з високим вмістом природних радіонуклідів уранового та торієвого рядів тощо. За результатами досліджень, які проводилися в України в останні роки було проаналізована структура та величина існуючих доз опромінення та встановлено, що основним дозоформуючим джерелом для населення є радон в повітрі приміщень (рис. 8.2).

Радон-222 – це газ, який утворюється при радіоактивному розпаді природних радіонуклідів уранового ряду. Розпадаючись,

Рис. 8.2. Структура та величина середньорічних ефективних доз опромінення населення України від джерел природного походження



радон-222 утворює короткоживучі дочірні продукти розпаду (ДПР) – полоній, свинець, вісмут, які, приєднуючись до часток пилу чи вологи, утворюють радіоактивний аерозоль. Попадаючи у легені, радіоактивний аерозоль, через малий період напіврозпаду ДПР радону-222, опромінює бронхіальний епітелій, що приводить до відносно високих доз опромінення, які можуть бути причиною додаткового ризику захворювань на рак легенів (МКРЗ, Публ. 115, 2011).

За даними обстеження житлового фонду окремих регіонів України (28 тисяч будинків) ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ», середньозважена за окремими областями середньорічна ефективна доза опромінення населення від радону

становить 2,4 мЗв/рік, для сільського населення ця величина майже вдвічі більше і складає 4,1 мЗв/рік (рис. 8.3).

Для окремих регіонів дози від радону змінюються в досить широких межах від 1,2 мЗв/рік до 4,3 мЗв/рік (рис.8.3), а індивідуальні дози населення можуть перевищувати дозовий ліміт для професіоналів категорії А (20 мЗв/рік).

Якщо оцінити за прийнятими у світовій практиці методами оцінки смертність від раку легенів, що обумовлена опроміненням

Рис.8.3. Ефективні дози опромінення населення України від радону в повітрі приміщень

радоном-222 у повітрі приміщень на території України, складає порядку 6 тисяч випадків у рік. Прямі збитки для країни за рахунок неучасті померлих осіб в ВВП оцінюються у 0,5 мільярда гривень у рік, непрямі збитки – 6–30 мільярдів гривень у рік.

Необхідно також враховувати, що в останні роки було набуто нові знання про вплив радону. Так, за даними епідеміологічних досліджень, радон може викликати лейкемію у дітей. За даними A.S Evrard (Health Physics, 2006) зв'язок між радоном і лейкемією у дітей має приріст 20% на кожні 100 Бк/м^3. За даними Raaschou-Nielsen (Epidemiology, 2008) цей приріст ще більший – 34% на кожні 100 Бк/м^3.

Вміст радону у повітрі можна легко знизити, якщо збільшити вентилювання приміщення або обмежити надходження газу герметизацією підвального простору.

За даними відділу радіаційної гігієни ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ» біля 23% житлового фонду України не відповідає вимогам діючої нормативної бази щодо вмісту радону у повітрі приміщень. Якщо житловий фонд довести до діючих нормативів збитки можна зменшити в двічі.

Кіровоградська регіональна програма «СТОП РАДОН»

В 2011 році вперше на території України була розпочата регіональна програма по зменшенню доз опромінення населення від радону – програма Кіровоградської облдержадміністрації «Стоп радон». Цю програму було запроваджено за ініціативою голови Кіровоградської обласної державної адміністрації Сергія Ларіна та за підтримки обласного благодійного фонду «Розвиток Кіровоградщини».

Кіровоградська область є однією з найбільш проблемних щодо опромінення населення радоном (рис.8.3). Існуючу в області ситуацію обумовлюють не тільки гідрогеологічні особливості території, але і додаткове техногенне навантаження, яке зазнає Кіровоградщина за рахунок діяльності підприємств з видобутку урану. Необхідно також зазначити, що впродовж останніх років в області існувала певна соціальна напруга пов'язана зі зростанням онкозахворюваності, яку населення часто приписує впливу радіації. Щоб визначити істинні причини зростання онкозахворюваності, було прийнято рішення запровадити відповідну регіональну програму.

Кіровоградська Програма «Стоп радон» складається з трьох етапів, два з яких було реалізовано в 2011-12 роках. Третій етап стосується реалізації протирадонових заходів та визначення їх ефективності і буде виконуватися протягом 2013 року.

Для реалізації програми була створена робоча група, засідання і рішення якої, широко висвітлювалися у СМІ. Окрім того, для оперативного інформування про хід реалізації програми було створено сайт «Стоп радон» (http://stopradon.kr.ua/).

На першому етапі, в рамках проекту шведсько-українського співробітництва «Reduction of Risks Caused by Exposure to Radon Gas and Natural Radiation», який фінансує Шведське

агентство міжнародного розвитку (SIDA), фахівцями Шведського агентства з радіаційної безпеки (SSM) та лабораторії природних джерел випромінювання Марзєєвського інституту було проведено 5 курсів-тренінгів для спеціалістів Кіровоградської області, які сьогодні реалізовують програму «Стоп радон».

Курси-тренінги, а саме: «Радон – базовий», «Природні радіонукліди у воді», «Радон – вимірювання», «Радон – протирадонові заходи», «Картування радонових ризиків», містять як

Дослідження джерел надходження радону в повітря класної кімнати однієї з шкіл Кіровограду.

теоретичні, так і практичні завдання, які дозволяють в короткі строки засвоїти основні поняття та одиниці вимірювань, фізичні та біологічні властивості радону, методичні підходи до його вимірювання, закономірності формування рівнів радону, тощо.

В подальшому ці спеціалісти прийняли активну участь у формуванні задач проекту та безпосередньої реалізації програми.

Основними задачами другого етапу програми була роз'яснювальна робота з населенням щодо радіаційних ризиків та обстеження приміщень громадських будинків, в першу чергу, дитячих дошкільних та шкільних закладів, на вміст радону в повітрі.

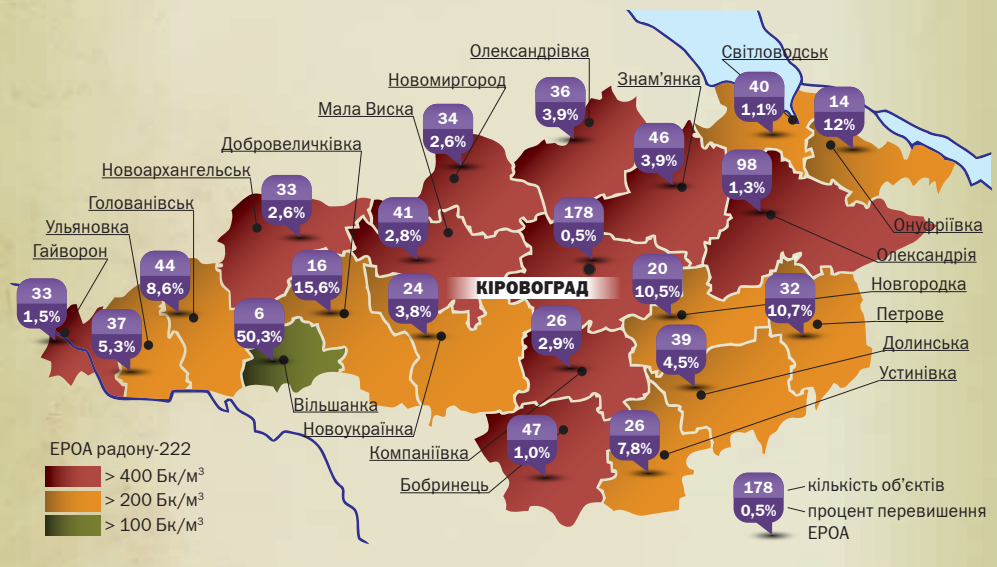
В рамках першої задачі, був проведений єдиний урок здоров'я у усіх школах регіону. Практика показала, що такий підхід до науково-просвітницької роботи з населенням є найбільш результативним. Заклопотані дорослі не мають часу, а часто і бажання, освоювати нову інформацію, проте завжди цікавляться життям дитини. Таким чином, інформація розповсюджується не тільки серед дітей, але і дорослих.

В рамках уроку учням максимально доступно розповіли про радон, його вплив на здоров'я, найпростіші методи боротьби з ним. Учні отримали прилади і самі вимірювали радон у шкільних

приміщеннях. Окрім того, для дітей була організована міжнародна он-лайн конференція, присвячена проблемі радону, учасниками якої були кіровоградські школярі та їхні однолітки з Нідерландів та Лівану.

Паралельно вирішувалася друга задача – разом зі спеціалістами Марзєєвського інституту були розпочаті вимірювання радону в повітрі приміщень дитячих закладів Кіровоградщини. Для виконання цих робіт у населених пунктах області було створено

Рис. 8.4. Рівні радону в дитячих дошкільних та шкільних закладах Кіровоградської області.



149 «радонових » консультаційних центрів, а в результаті проведених робіт було обстежено 1043 об'єкта – дитячі дошкільні заклади, школи, громадські приміщення.

Основні результати приведено на рис. 8.4. На рисунку приведено середні значення ЕРОА радону в повітрі обстежених приміщень, та процент зафіксованих перевищень нормативу.

Аналіз результатів досліджень рівнів радону встановив, що норматив НРБУ-97 перевищується у більше ніж 30% досліджених об'єктів. За отриманими результатами, в лабораторії природних джерел опромінення Марзєєвского інституту були оцінені прямі збитки для області, обумовлені цим джерелом. Встановлено, що Кіровоградщина втрачає до 10 млн. гривень на рік (1,25 млн.

доларів), тільки за рахунок впливу радону. Найбільші радіаційні ризики та відповідні збитки мають Кіровоградський, Знам'янський та Олександрівський райони. Таким чином, встановлено що втручання для зменшення доз опромінення від радону на території Кіровоградської області безперечно виправдано.

Результати цих досліджень стали підгрунтям для проведення третього етапу програми – планування та реалізації протирадонових заходів.

Засідання робочої групи програми «Стоп радон»

Для цього за підтримки SSM Швеція, були запрошені експерти компанії «Bjerking AB», які надали консультації фахівцям обласних організацій щодо протирадонових заходів, які в подальшому були реалізовані на територіях міст Кіровограда, Знам'янки, Кіровоградського, Маловисківського та Знам'янського районів.

Всього фахівці провели роботу з планування протирадонових заходів у 349 дошкільних, загальноосвітніх навчальних та лікувальних закладах області. По кожному об'єкту визначені рекомендації з описом конструктивних та інженерних рішень, які в подальшому були реалізовані на всіх запланованих об'єктах.

У вересні 2012 року до програми був залучений «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» (ДНТЦ ЯРБ) Державної інспекції ядерного регулювання України, який за допомогою мобільної лабораторії Ranid SONNI провів додаткові радіаційні обстеження територій радіаційно-техногенного ризику Кіровоградської області та визначив території та об'єкти, на які необхідно в подальшому звернути додаткову увагу. Відповідний звіт був наданий адміністрації області.

Практичні заняття з картування радонових ризиків на Кіровоградщині (Курси-тренінги за шведсько-українською програмою).

Сьогодні триває третій етап програми, який спрямований на проведення контрзаходів по зменшенню радіаційних ризиків населення області, і в першу чергу дітей, та підтвердження їх ефективності. Результати цього етапу ми узнаємо у наступному році.

Міжнародне співробітництво: глобалізація та нові виклики

Участь України в заходах міжнародного характеру, спрямованих на підвищення загальносвітового рівня ядерної та радіаційної безпеки.

Як до так і після аварії на АЕС Японії Фукусіма-Дайічі, Україна, як активний член світової ядерної спільноти, бере активну участь в розробці та реалізації заходів спрямованих на підвищення загальносвітового рівня ядерної безпеки.

Після схвалення Генеральною Конференцією МАГАТЕ в вересні 2011 року Плану дій з ядерної безпеки Україна приєдналась до ряду ініціатив покликаних вдосконалити національні та міжнародні механізми забезпечення ядерної безпеки.

Основні зусилля світової спільноти в 2012 році були спрямовані на проведення комплексного аналізу дієвості основоположних міжнародних конвенцій в сфері ядерної безпеки, серед яких Конвенція з ядерної безпеки та Об'єднана Конвенція про безпеку поводження з відпрацьованим ядерним паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами.

Перед країнами-членами МАГАТЕ було поставлено завдання проаналізувати дієвість конвенцій, їх відповідність сучасним реаліям, а також проаналізувати ефективність механізмів, що впроваджують положення конвенцій в практичну діяльність, яка виражається в проведенні регулярних оглядових нарад з розгляду виконання країнами-членами взятих зобов'язань та надання рекомендацій щодо покращення національних систем та інфраструктур.

Діяльність з вдосконалення міжнародних правових засад є одним з дванадцяти пріоритетів охоплених Планом дій МАГАТЕ з ядерної безпеки.

Перші загальносвітові дискусії з вдосконалення діючих конвенційних механізмів відбулись під час чергової Четвертої оглядової наради з розгляду виконання зобов'язань за Об'єднаною

Конвенцією про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та про безпеку поводження з радіоактивними відходами (далі – Об'єднана Конвенція), яка проходила з 14 по 23 травня 2012 року в штаб-квартирі МАГАТЕ у місті Відень, Республіка Австрія.

Участь в Четвертій оглядовій нараді взяли повноважні делегації 54 країн-учасниць Об'єднаної Конвенції. Ряд країн, серед яких Республіка Молдова, Республіка Індонезія та Чорногорія, брали участь в оглядовій нараді за Об'єднаною Конвенцією вперше.

Ця нарада стала також знаковою і для України – вперше на посаду Віце-президента наради обрано представника України – Голову Державної інспекції ядерного регулювання України Олену Миколайчук.

Оглядовий процес, згідно діючих правил і процедур, проходив шляхом розгляду національних доповідей країн-учасниць Об'єднаної Конвенції. Уповноважені представники договірних Сторін мали можливість відверто і неупереджено розглянути і обговорити проблемні питання щодо безпеки поводження з відпрацьованим ядерним паливом та радіоактивними відходами, оцінити прогрес у досягненні цілей Об'єднаної Конвенції, висловити рекомендації щодо необхідних дій кожній країні для подолання існуючих викликів та загроз.

Презентації національних доповідей відбувалися у шести робочих групах країн. На презентаціях національних доповідей мали можливість бути присутніми представники будь-якої договірної Сторони. За правилами жеребкування Україна увійшла до четвертої групи країн разом з Австралією, Аргентинською Республікою, Сполученим Королівством Великобританії і Північної Ірландії, Королівством Данії, Республікою Індонезія, Республікою Молдова, Республікою Словенія, Чеською Республікою та Чорногорією.

Четверту Національну доповідь України було презентовано 15 травня 2012 року. Делегація України у складі представників Держатомрегулювання України, Державного агентства України з управління зоною відчуження, Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, Міністерства закордонних справ України, Чорнобильської АЕС та НАЕК «Енергоатом» надали вичерпну та об'єктивну інформацію на усі питання, що виникали в ході обговорення доповіді України, а результати тривалих та плідних дискусій знайшли своє відображення у підсумкових документах Оглядової наради.

Вагомий внесок в процес перегляду діючих конвенційних механізмів зробила друга Екстраординарна нарада в рамках Конвенції з ядерної безпеки, що проходила в серпні 2012 року у

штаб-квартирі МАГАТЕ метою проведення якої було обговорення вжитих та запланованих у країнах-учасницях Конвенції заходів для врахування уроків аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі.

Україна, як послідовний учасник міжнародних процесів що відбуваються під егідою МАГАТЕ, взяла активну участь в Екстраординарній нараді, презентувала Національну доповідь в якій, виходячи із принципів прозорості та відкритості, відображено повний комплекс реалізованих заходів після аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі.

Друга Екстраординарна нарада стала платформою для плідних дискусій провідних національних фахівців та експертів за шістьома ключовими напрямами серед яких екстремальні зовнішні події, проектні питання, управління важкими аваріями та відновлення на майданчику, національні компетентні організації, аварійна готовність та реагування, пост-аварійне реагування за межами майданчика та міжнародне співробітництво.

В рамках підвищення ефективності та дієвості Конвенції друга Екстраординарна нарада дала можливість країнам-учасницям представити національні пропозиції по вдосконаленню тексту статей та процедур Конвенції та винести їх на загальне обговорення. Так, серед ініціативних країн слід виділити Російську Федерацію, Швейцарію, Австралію, Канаду, Францію, Німеччину, Республіку Корея, Іспанію, Швейцарію, ОАЕ, Великобританію та США.

Результати тривалих дискусій щодо можливості врахування пропозицій країн знайшли своє відображення в рішенні про створення спеціальної робочої групи з питань «ефективності та прозорості» до участі в якій запрошені всі країни-учасниці Конвенції. Очікується, що група завершить напрацювання консолідованих пропозицій по вдосконаленню Конвенції та відповідних процедурних документів для подальшого їх впровадження в дію.

Висока активність країн по напрацюванню пропозицій та результативність дискусій з їх обговорення під час другої Екстраординарної наради переконливо свідчать про те, що питання підвищення рівня ядерної безпеки є першим та головним пріоритетом не лише країн, що мають досвід експлуатації енергоблоків АЕС а також країн, які лише стають на шлях розбудови ядерно-енергетичної програми.

Ще одним знаковим заходом в 2012 році стала Міністерська Конференція, що проходила в префектурі Фукусіма, Японія, 15-17 грудня 2012 року під егідою МАГАТЕ. Понад 117 делегацій країн-членів Агентства та 13 міжнародних організацій взяли участь в поважному заході.

Конференція дала країнам-учасницям унікальну можливість обмінятись досвідом засвоєння уроків аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі, посилити прозорість та обговорити прогрес міжнародних зусиль в посиленні ядерної безпеки, в тому числі в контексті реалізації Плану дій МАГАТЕ з ядерної безпеки. В ході Конференції країни-учасниці, виступивши із національними заявами, підтвердили зобов'язання щодо забезпечення ядерної безпеки. Оглядовий візит на майданчик зруйнованої внаслідок цунамі та землетрусу АЕС дав змогу делегатам оцінити усю складність умов в яких робітники станції діяли під час аварії.

Підсумкові документи Конференції відображають одностайну позицію світової ядерної спільноти щодо необхідності максимальної консолідації зусиль та ресурсів для забезпечення в повному обсязі реалізації заходів відповідно до Плану дій МАГАТЕ з ядерної безпеки задля досягнення єдиної мети – підвищення рівня безпеки використання атомної енергії в мирних цілях.

Нові форми та розширені горизонти міжнародного співробітництва Держатомрегулювання України

2012 рік відзначився рядом нових світових тенденцій, що мали вагомий вплив на формування та розвиток напрямів міжнародного співробітництва Держатомрегулювання України. Події в Японії в березні 2011 року сколихнули свідомість кожної країни. В контексті засвоєння уроків аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі країни дійшли розуміння про те, що виявлення проблемних питань та пошук шляхів їх вирішення носить в сучасному світі не локальний характер, а потребує глобальних зусиль, що включає міжнаціональний обмін думками та досвідом та пошук спільних шляхів розвитку.

Саме в цьому контексті Держатомрегулювання України протягом 2012 року приділяло особливу увагу розвитку діалогу з країнами, що особливо потребують вивчення провідного досвіду інших країн із забезпечення ядерної та радіаційної безпеки.

Так, знаковою подією, якій передував тривалий переговорний процес, стало підписання в рамках державного візиту Президента України В.Ф.Януковича до Республіки Індія в грудні 2012 року Угоди між Державною інспекцією ядерного регулювання України та Радою з регулювання атомної енергетики Індії про обмін технічною інформацією та співробітництво в сфері ядерної безпеки та радіаційного захисту.

Наразі Індія завершує будівництво двох атомних енергоблоків з реакторною установкою ВВЕР, тому для Індії досвід України з регулювання експлуатації енергоблоків цього типу становить

особливий інтерес. Вигідним стане розбудова співробітництва з Індією в цьому напрямі також і для України враховуючи Енергетичну Стратегію України до 2030 року та плани будівництва двох нових енергоблоків на майданчику Хмельницької АЕС.

Підписана Угода встановлює правові рамки співробітництва між регулюючими органами України та Республіки Індія та покликана активізувати та поглибити взаємодію за такими напрямами як обмін досвідом з розробки та впровадження регуляторних процедур та методологій здійснення оцінки ядерної безпеки, радіаційного захисту, поводження з радіоактивними відходами, здійснення перевезень, фізичного захисту, планування на випадок надзвичайних аварійних ситуацій та оперативного реагування, оцінки впливу ядерних установок на навколишнє середовище тощо.

В 2012 році набрали обертів спільні програми співробітництва Держатомрегулювання України з регулюючими органами Туреччини та Республіки Білорусь. Як відомо, ці дві країни прийняли політичні рішення щодо розвитку ядерної-енергетичної програми та початку будівництва АЕС. В світлі розвитку двосторонніх відносин з регулюючими органами цих країн Держатомрегулювання підтвердило готовність надання допомоги в навчанні та підвищені кваліфікації білоруських та турецьких фахівців. Так, протягом 2012 року проведено ряд робочих зустрічей в ході яких визначено основні напрями та терміни навчання, цільові групи та очікувані результати. З метою надання правового статусу допомоги з боку Держатомрегулювання Україні в навчанні білоруських фахівців було розроблено проект відповідної міжвідомчої угоди про співробітництво підписання якої очікується в першій половині 2013 року. В першій половині 2013 року також очікується проведення першого циклу навчальних курсів для турецьких фахівців із проходженням практичного стажування на одній з українських АЕС.

Вперше в 2012 році Держатомрегулювання України встановило робочі контакти з Йорданією. В ході 56-ї сесії Генеральної Конференції МАГАТЕ, що проходила в вересні 2012 року, відбулась українсько-йорданська зустріч вищого рівня в контексті започаткування та подальшої розбудови двосторонніх відносин в сфері обміну досвідом регулювання ядерної та радіаційної безпеки. Після прийняття Урядом Йорданії рішення щодо розбудови мирної ядерної програми та будівництва першої атомної електростанції в країни розпочались активні дискусії щодо вибору типу реакторної установки для йорданської АЕС. У зв'язку з цим Йорданія висловила інтерес до вивчення досвіду України експлуатації АЕС з енергоблоками типу ВВЕР як одного

з потенційних типів реакторної установки для Йорданії включаючи досвід регулювання ядерної та радіаційної безпеки, тощо.

З метою поглибленого ознайомлення з національним досвідом України Голова Держатомрегулювання Олена Миколайчук запросила представників профільних установ Йорданії відвідати Україну а також запропонувала розглянути можливість укладання відповідної двосторонньої угоди з метою забезпечення систематизації робочих контактів та професійного діалогу. Йорданія також планує вивчити досвід України з підготовки та проведення незалежної місії МАГАТЕ з оцінки регуляторної діяльності країни (місія IRRS), яку Йорданія планує запросити в найближчі роки.

Держатомрегулювання співпрацювало з Національною комісією з ядерної енергетики Федеративної Республіки Бразилія. В серпні 2012 року в рамках діючого Протоколу про наміри щодо співробітництва у сфері ядерної безпеки та радіаційного захисту бразильська делегація відвідала Держатомрегулювання України. В ході візиту українські та бразильські фахівці обговорили ряд питань, що особливо гостро стоять перед регулюючими органами обох країн, це питання фінансового і кадрового забезпечення діяльності регулюючого органу, його ролі та місця в системі органів державної влади, незалежності в прийнятті рішень, тощо. Експерти обговорили ряд технічних питань пов'язаних з процедурою прийняття регулюючим органом рішень щодо зняття з експлуатації та продовження строку експлуатації енергоблоків АЕС на прикладі блоків №1 та 2 Рівненської АЕС.

По завершенні візиту Президент Національної комісії з ядерної енергетики Федеративної Республіки Бразилія Анжело Фердінандо Паділля висловив сподівання на продовження в майбутньому активних робочих контактів на рівні експертів між регулюючими органами обох країн.

В пошуках нової архітектури безпеки.

Нові виклики, що постали перед світовою спільнотою після аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі спонукали країни до пошуку спільних шляхів їх вирішення та вдосконалення існуючих механізмів та інструментів спрямованих на підвищення загальносвітового рівня ядерної безпеки.

Головні питання, які наразі задає кожна країна, регіональне об'єднання або міжнародна організація це – що зробити щоб не допустити в майбутньому ядерні аварії та максимально мінімізувати їх можливі наслідки? Чи може країна власними зусиллями забезпечити ядерну безпеку? Яким чином максимально консолідувати міжнародні зусилля та побудувати

відповідну архітектуру безпеки що відповідає сучасним реаліям і що стане основою такої архітектури?

Ці питання хоча і не мають нічного спільного з фізикою ядра водночас входять до переліку «гарячих» тем для дискусій серед провідних фізиків, інженерів та політиків сучасності.

Провідні міжнародні організації та об'єднання МАГАТЕ, WANO, OECD/NEA, ASME, WENRA та ін. після березня 2011 року постали перед необхідністю реформування та оптимізації своєї діяльності.

Визначивши пріоритетним напрямом проведення комплексного аналізу і розуміння сучасних проблем світова ядерна спільнота крок за кроком розпочала реалізацію практичних заходів.

Консолідація зусиль країн під егідою МАГАТЕ дозволила в найкоротші терміні напрацювати комплексний План дій з ядерної безпеки, який було затверджено в вересні 2011 року і реалізація якого наразі успішно триває.

Цей План є унікальним міжнародним інструментом який повністю охоплює всі аспекти відносно забезпечення ядерної безпеки, серед яких безпосередні заходи з модернізації та підвищення безпеки АЕС, заходи з посилення аварійної готовності та реагування, посилення національних регулюючих органів, експлуатуючих організацій, посилення діючих міжнародно-правових інструментів, та перегляд стандартів МАГАТЕ, розвиток наукових досліджень, посилення комунікаційних процесів та обміну інформацією. Особливу увагу План дій приділяє посиленню функцій МАГАТЕ з проведення незалежних оціночних місій с перевірки стану забезпечення ядерної та радіаційної безпеки в країнах на відповідність діючим стандартам тощо.

Проведення під егідою ENSREG в 2011-2012 роках стрес-тестів та перегляд референтних рівнів з безпеки WENRA є відповіддю європейської ядерної спільноти на нові виклики, що з'явились після аварії на АЕС Фукусіма-Дайічі.

Глобалізація світових зусиль для вирішення єдиного завдання спонукала міжнародні організації до посилення власної взаємодії. Так під час 56-ї сесії Генеральної Конференції у вересні 2012 року МАГАТЕ та WANO підписали Меморандум про взаєморозуміння. Цей документ дозволяє організаціям плідно взаємодіяти з метою надання підтримки безпечної експлуатації АЕС по всьому світу, посилити обмін інформацією та досвідом експлуатації, здійснювати взаємний обмін експертами для участі в оціночних місіях, тощо.

Активізувалась взаємодія між країнами на регіональних рівнях, а також асоціаціях та програмах які об'єднують країни

з однаковими типами реакторних установок, серед яких робочі групи Багатонаціональної Програми оцінки проектів АЕС (MDEP), Форум регуляторів ВВЕР, тощо.

Велика кількість нових міжнародних ініціатив покликаних сприяти підвищенню загальносвітового рівня ядерної безпеки є зв'язуючим механізмом між двома основними складовими архітектури глобальної безпеки, основу якої становлять міжнародно-правові інструменти та стандарти МАГАТЕ кінцевими споживачами яких є країни.

Саме ефективність та дієвість міжнародних конвенції, комплексність та універсальність міжнародних стандартів, зобов'язання і готовність країн здійснювати заходи з їх імплементації в національне законодавство та безумовне дотримання підкріплене практичними кроками в усіх сферах причетних до забезпечення та підтримки найвищого рівня ядерної безпеки є запорукою життєздатності глобальної системи ядерної безпеки.

Додаток 1. Про радіаційні інциденти в Україні

На території України протягом періоду з 1989 року по 2012 рік зареєстровано 503 випадки радіаційних аварій та інцидентів у двадцяти двох адміністративно-територіальних одиницях України. Розподіл радіаційних аварій та інцидентів за адміністративно-територіальним одиницям із зазначенням їх причин наведений у Таблиці 10.1.

Найбільша кількість радіаційних інцидентів (46,3%) пов'язана з виявленням радіаційно-забрудненого металобрухту (або виявленням ДІВ у металобрухті). Інші випадки пов'язані з крадіжкою ДІВ (22.3%), втратою ДІВ (4%), порушенням умов експлуатації обладнання з ДІВ (5%) та перебуванням ДІВ у незаконному обігу (18.9%).

Випадки виявлення радіаційно-забрудненого металобрухту найчастіше пов'язані з можливим потраплянням у металобрухт обладнання з об'єктів з переробки нафти та газу (насосні компресорні труби забруднені природними радіонуклідами), з вугільних шахт (труби водовідливу) та колишніх урановидобувних та уранопереробних підприємств (обладнання забруднене радіонуклідами уранового ряду) тощо.

Нажаль, серед загальної кількості радіаційних аварій, що мали місце на території України у зазначений вище період, є випадки переопромінення людини, а саме:

1. У 1989 році в родині, яка першою отримала квартиру в будинку м. Краматорськ, померла мати та двоє дітей. Нова родина, яка оселилася у цій квартирі, через онкологічне захворювання втратила старшого 11-річного сина, важко захворів молодший і сам голова сім'ї. Медики не виявили причину хвороб своїх пацієнтів. Радіаційну аварію було виявлено тільки після звернення мешканця квартири в місцеву СЕС. В стіні квартири було виявлено ДІВ з радіонуклідом цезію-137, на поверхні якого потужність експозиційної дози гамма-випромінювання становила 1800 Р/год. Після вилучення частини стіни гамма-фон в квартирах склав 25-30 мкР/год.

Табл. 10.1. Розподіл радіаційних аварій та інцидентів за адміністративно-територіальним одиницям із зазначенням їх причин

Адміністративно-територіальна одиниця	Всього аварій та інцидентів	Крадіжка	Втрата джерела	Радіаційно-забруднений метал-обрух	Незаконний обіг	Розгерметизація джерела	Відсутність надійної системи фізичного захисту	Порушення умов експлуатації обладнання з ДІВ	Покинуті ДІВ
АР Крим	3	1			1*		1		
Вінницька	13	7		1	3			1	1
Дніпропетровська	42	7	2	24	4(1*)	3		2	
Донецька	194	38	7	132	5(1*)	4		8	
Житомирська	5	1		3	1				
Запорізька	34	4		29	1			1	
Київська	11	2			8				1
Луганська	41	17		7	12(1**)			4	1
Миколаївська	9	5	2	1	1*				
Одеська	14			7	3	2		2	
Полтавська	18	2	2	9				5	
Рівненська	3	1			1				1
Сумська	5	3			2(1*)				
Харківська	17	3	2	8	4				
Херсонська	12		2	5	2			2	1
Хмельницька	1	1							
Черкаська	9	6	1	1				1	
Чернівецька	4	3			1				
Чернігівська	9	5	2	2		1			
м. Київ	57	6		4	44(18*)	1	2		1
Тернопільська	1				1				
Івано Франківська	1				1**				
Всього	**503**	**112**	**20**	**233**	**95**	**9**	**3**	**25**	**6**

* виявлення виробів, продукції із світомасою
** виявлення ядерних матеріалів

Станом на 12 грудня 1989 року виявлене джерело цезію-137 типу ИГИ-Ц-4 мало активність – $4{,}22*10^{10}$ Бк. Встановлено, що ДІВ такого типу комплектували радіоізотопні прилади технологічного контролю. ДІВ випало з приладу рівнеміру, втраченого 10 років тому на Каранському кар'єрі, та було запаковано разом із щебенем кар'єру в панельну плиту стіни.

Основна причина цієї аварії – незабезпечення обліку та контролю за ДІВ, порушення правил фізичного захисту ДІВ та низький рівень культури на підприємстві.

2. У 1989 році на Миколаївському комбінаті силікатних виробів з радіоізотопного приладу випало ДІВ з джерелом цезію-137, активністю 0,2 ТБк, що призвело до опромінення трьох осіб (кисті рук – до 5 Зв, тіло – до 0,03 Зв).

3. В 1991 році на Вольногорському гірничо-металургійному комбінаті (збагачувальна фабрика, лабораторія автоматизованої системи управління технологічними процесами) відмовило блокування електропостачання рентгенівської трубки спектрометра рентгенівського багатоканального приладу СРМ-18, внаслідок чого одна людина постраждала (гостре променеве ураження лівої кисті).

4. У 1992 році в с. Моївка Вінницької області зареєстрована радіаційна аварія, внаслідок якої постраждали 8 людей, дози опромінення яких становили від 6 до 78 мЗв. Причиною аварії стало забруднення будівель та територій двох садиб радіонуклідом цезію-137, який містився в радіоізотопних приладах, викрадених у 1969 році на Моївському цукрозаводі. Знайдені джерела передані до Київського міжрегіонального спеціального комбінату УкрДО «Радон» для захоронення. На території, яка зазнала радіаційного забруднення, проведено дезактивацію з частковим вивозом грунту.

5. У 1998 році в Донецькій області у відділені ендоваскулярної хірургії ДОЛКО протягом шести років експлуатувався рентгенівський апарат «Полідіагност» фірми «ФІЛЛІПС» без дозволу органів держсаннагляду і без належного захисту. Рівні випромінювання на робочих місцях персоналу перевищували допустимі в 50-100 разів.

6. У 1998 році в м. Жмеринка виявлені два радіоактивних джерела. Постраждала одна людина, яка отримала дозу 3 мЗв.

7. Опромінення пацієнтів вище граничних рівнів зареєстровано в Запорізькому обласному онкодиспансері в 1995 році, у зв'язку з відсутністю фільтра на рентгенотерапевтичному апараті.

8. У 1998 році на Запорізькій АЕС зареєстровано опромінення персоналу вище граничних рівнів у зв'язку з тим, що джерело застряло в ампулопроводі гамма-дефектоскопа.

Є випадки негативного впливу радіаційних аварій і на навколишнє природне середовище:

1. Наймасштабніша за площею радіаційна аварія в Україні зафіксована 15 липня 1989 року в селищі Таромське м. Дніпропетровськ по вул. Шевченка. Бригадою геологів виробничого об'єднання «Кіровгеологія» на проїжджій частині вулиці і території семи приватних господарств цього селища було виявлено декілька локальних радіоактивних забруднень ґрунту від 120 до 40 000 мкР/год на площі близько 800 м^2. У зоні радіоактивного забруднення цезієм-137 опинилися проїжджа частина вулиці, палісадники, присадибні ділянки і дворові споруди будинків № 36, 38. Основною причиною забруднення виявилася розгерметизація двох джерел цезію-137, які були завезені з доменним шлаком приблизно в 1964-65 роках. На відстані 10 см від поверхні видаленого джерела потужність дози складала 50 Р/год (за даними Дніпропетровської обласної СЕС). Джерела передані до Дніпропетровського міжрегіонального спецкомбінату УкрДО «Радон».

У результаті проведеної дезактивації до пунктів захоронення радіоактивних відходів було вивезено приблизно 900 м^3 радіаційно-забрудненого ґрунту. До ліквідації аварії були залучені невоєнізовані формування цивільної оборони, рота хімічного захисту, автотранспортні підприємства, фахівці радіологічних підрозділів міської та обласної санепідемстанцій.

Проведений медичний огляд та обстеження 273 осіб з населення радіаційної патології не виявили.

2. У Харківській області в 1995 році були виявлені локальні плями радіаційного забруднення ґрунту на територіях колишніх піонерських таборів «Медик» та «Лісові зорі» поблизу траси Харків-Бєлгород. ПЕД була зареєстрована у межах від 300 мкР/год до 26 мР/год. Взяті на дослідження проби ґрунту показали наявність радіонукліду радія-226. Близько 20 м^3 забрудненого ґрунту здано до Харківського ДМСК. Випадків переопромінення населення та персоналу не зареєстровано.

3. У Полтавській області на території Української медичної стоматологічної академії виявлена пляма радіоактивного забруднення розміром до 1 м^2. За результатами гамма-спектрометричних досліджень в пробі ґрунту містився радий-226 активністю до 5500 Бк/кг. В ході робіт з дезактивації території, проведених фахівцями радіологічного відділу, було вилучено до 3 м^3 радіоактивно забрудненого ґрунту. Радіоактивне забруднення території можливо було пов'язане з тим, що в минулому на цьому місці був розташований онкологічний диспансер, який використовував препарати радію. Радіоактивний грунт було здано на Харківський спецкомбінат.

4. 17 квітня 2007 року на території несанкціонованого звалища промислових відходів, розташованого неподалік від села Іллічівка Костянтинівського району Донецької області, було виявлено ділянки з рівнем потужності дози гамма-випромінювання 3 мР/год. Визначено, що джерелом забруднення є цезій-137.

В 2008 році спеціалістами УкрДО «Радон» за участю підрозділів МНС України проводились роботи з приведення цього звалища промислових відходів у радіаційно безпечний стан. До робіт було залучено фахівців Донецького, Київського, Дніпропетровського та Харківського спецкомбінатів УкрДО «Радон».

При проведенні робіт було заповнено 36 контейнерів КЗ ТРВ-1-2-04 та 1 контейнер КТНС-2 (всього 37 контейнерів). Загальна вага вилученого радіаційно забрудненого шлаку із цього звалища промислових відходів близько 100 тонн, сумарною активністю 3,46*10^{11} Бк. Увесь вилучений шлак завантажувався в сертифіковані контейнери та відправлявся до Дніпропетровського спецкомбінату УкрДО «Радон» на захоронення. Середня питома активність радіаційно забрудненого шлаку 10^5-10^7 Бк радіонукліду цезій-137.

Роботи виконувались як з допомогою дистанційно-керованого комплексу, так і вручну. Дистанційно-керований комплекс використовувався в місцях з найбільшим забрудненням.

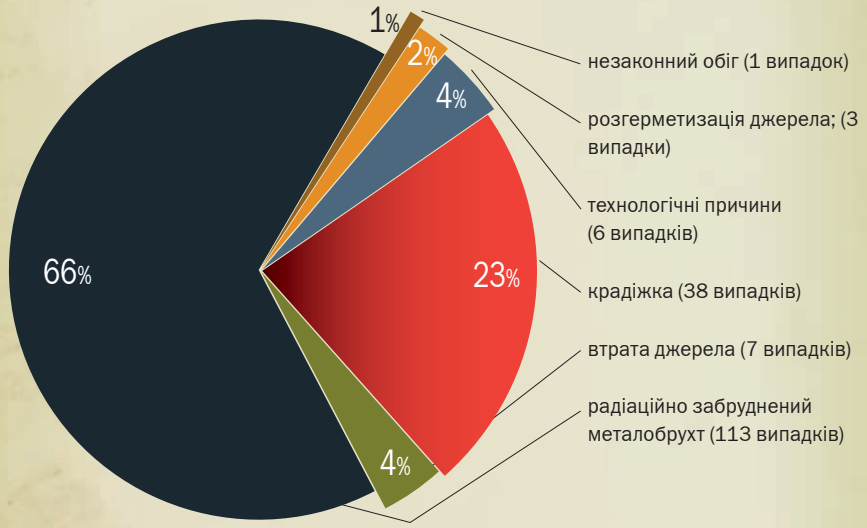
Найбільша кількість радіаційних інцидентів зафіксована в Донецькій області. Розподіл причин радіаційних аварій та інцидентів (194 випадки) в Донецькій області наведено нижче.

66% цих випадків – виявлення на металургійних комбінатах Донецької області за допомогою дозиметричних установок РПС «Кордон» радіаційно-забрудненого металобрухту. 38% випадків, пов'язано з крадіжкою ДІВ, що свідчить про незабезпечення/неналежне забезпечення фізичного захисту ДІВ, ліквідація про-

мислових підприємств, незадовільний стан радіаційної безпеки на вугільних шахтах тощо.

Радіаційно-забруднений металобрухт при вхідному контролі було виявлено у ВАТ «ММК ім. Ілліча», ВАТ «МК «Азовсталь», ЗАТ «Азовелектросталь» (усі випадки мали місце у м. Маріуполь), АТ «Донецький електрометалургійний завод», ВАТ «Дніпроспецсталь» (м. Запоріжжя) та ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» (м. Алчевськ). В усіх випадках виявлення

Розподіл причин радіаційних аварій та інцидентів (194 випадки) в Донецькій області



перевищення рівня радіаційного випромінювання від металобрухту на металургійних підприємствах Донецької області для сортування та вилучення радіаційно-забруднених фрагментів залучався Донецький міжобласний спецкомбінат УкрДО «Радон». У Луганській – радіологічне обстеження здійснювалося фахівцями Південно-східної держінспекції, розвантаження та вилучення радіаційно-забруднених фрагментів – персоналом ВАТ «Алчевський металургійний комбінат» під контролем служби радіаційної безпеки.

Радіаційно – забруднений металобрухт передавався спеціалізованим підприємствам з поводження з радіоактивними відходами УкрДО «Радон».

Особливе занепокоєння викликає збільшення кількості радіаційних аварій, пов'язаних з розгерметизацією або іншими технологічними причинами в гамма-терапевтичних установках, що комплектуються високоактивними радіонуклідними ДІВ. Такі випадки зареєстровані останніми роками в медичних закладах Донецької, Івано-Франківської, Криворізької, Чернігівської областей, м. Київ та АРК. Основною причиною цих випадків є незабезпечення вчасної заміни, ремонту та

Радіологічне обстеження вагону з металобрухтом. Гамма-спектрометрія аномалій від ДІВ.

Габаритні стовпчики з ДІВ (СПД), які знайдені у вагоні з металобрухтом.

ДІВ (СПД), що містить радіоактивний матеріал (^{226}Ra)

періодичного технічного обслуговування гамма-терапевтичних апаратів.

Протягом 2012 року зафіксовано 47 випадок радіаційних інцидентів. З них:

14 випадків виявлення радіаційно-забрудненого металобрухту,

2 – втрати регулюючого контролю над ДІВ внаслідок технологічних аварій,

29 – виявлення ДІВ у незаконному обігу (у тому числі 14 виявлення виробу зі світломасою ^{226}Ra – на відділеннях Укрпошти, де були встановлені стійки РК),

2 – перевищення контрольних рівнів опромінення медичного персоналу.

Додаток 2. Події в роботі АЕС України в 2012 році

Проведення обліку та аналізу порушень у роботі АЕС є невід'ємною частиною системи використання досвіду експлуатації, яка в свою чергу є окремим питанням безпечної експлуатації АЕС.

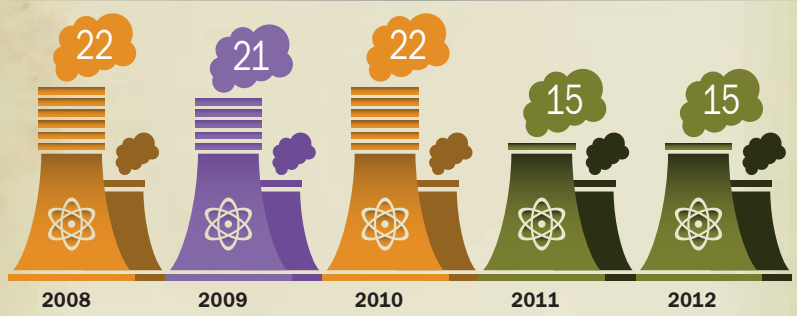
В 2012 році на діючих енергоблоках України сталося 15 порушень у роботі АЕС. З них:

- *на ЗАЕС – 5 порушень;*
- *на РАЕС – 4 порушення;*
- *на ХАЕС – 2 порушення;*
- *на ЮУАЕС – 4 порушення.*

На рисунку 11.1 представлено розподіл кількості порушень в роботі АЕС України в період з 2008 по 2012 роки, з якого видно, що кількість порушень в 2012 році залишилася на низькому минулорічному рівні.

На рисунку 11.2 наведено розподіл порушень по майданчиках АЕС у 2008-2012 рр.

Рис. 11.1. Кількість порушень у роботі АЕС України в 2008-2012 рр.



Значне збільшення кількості порушень в 2012 році відбулося лише на ЮУАЕС, де показник виріс у 4 рази. На ЗАЕС та РАЕС відмічається зменшення кількості порушень у роботі АЕС, на ХАЕС показник, у порівнянні з минулим роком, не змінився.

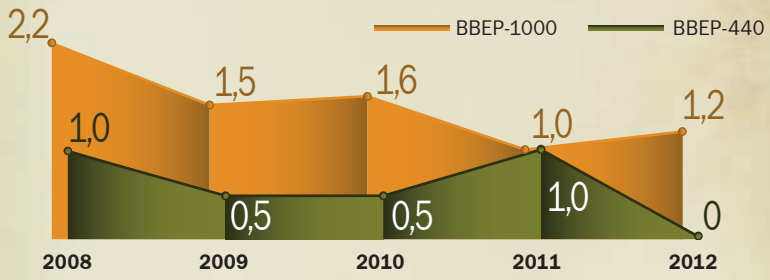
Рис. 11.2. Розподіл порушень по майданчиках АЕС у 2008-2012 рр.

За типами РУ всі енергоблоки, що знаходяться в промисловій експлуатації, розподіляються на дві групи: енергоблоки з реакторами типу ВВЕР-1000 (13 енергоблоків) та ВВЕР-440 (2 енергоблоки).

На рисунку 11.3 представлено розподіл середньої кількості порушень на один енергоблок для окремих типів РУ діючих енергоблоків.

Відсутність порушень у роботі АЕС у 2012 році на енергоблоках з реакторами типу ВВЕР-440 пояснюється проведенням робіт з подовження терміну експлуатації зазначених енергоблоків в понадпроектний строк, яке включало в себе заміну застарілого обладнання та обладнання, що виробило свій ресурс, на модернізоване та впровадження комплексу заходів з підвищення безпеки.

Рис. 11.3. Розподіл середньої кількості порушень на один енергоблок за типами РУ



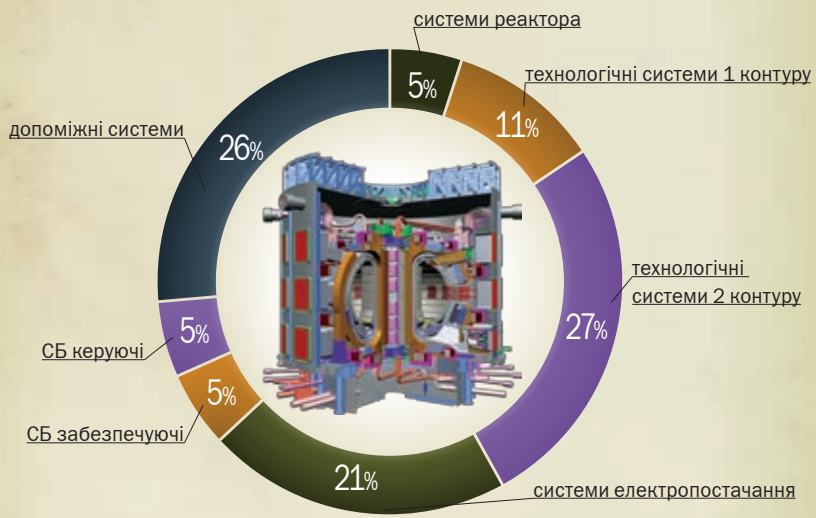
За шкалою ІНЕС, яка є всесвітнім інструментом, що призначений для інформування населення про значимість ядерних і

Рис. 11.4. Розподіл кількості порушень у роботі АЕС України за шкалою ІНЕС у 2008-2012 рр.

радіологічних подій для безпеки, в 2012 році в Україні сталося одне порушення рівня 1 (аномалія), яке було пов'язано з пошкодженням низки ТВЗ, виготовлених компанією Вестінгауз, на енергоблоках № 2, 3 ЮУАЕС. Інші порушення в роботі АЕС України були класифіковані як «нижче шкали/рівень 0» (не суттєво для безпеки).

У залежності від ознак і наслідків порушення в роботі АЕС в 2012 році розподілилися таким чином:

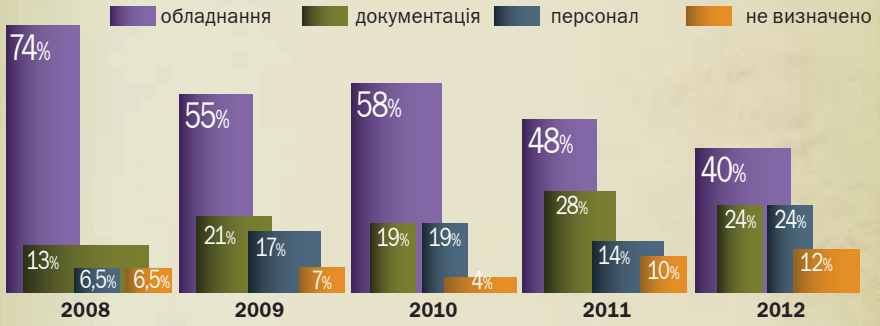
Рис. 11.5. Розподіл за системами, які відмовили або зазнали впливу під час аномальних подій



- *зупинення РУ або відключення блока від мережі – 66% (10 порушень);*
- *розвантаження енергоблока – 20% (3 порушення);*
- *падіння та/або пошкодження ТВЗ, ТВЕЛ, ПЕЛ при транспортно-технологічних операціях – 7% (1 порушення);*
- *відмови важливого для безпеки АС обладнання та трубопроводів – 7% (1 порушення).*

Під час порушення в роботі АЕС відбувається відхилення від нормального режиму експлуатації (аномальна подія), яке може бути викликане відмовою обладнання, зовнішнім впливом, помилкою персоналу або недоліками процедури.

Рис. 11.6. Розподіл корінних причин виникнення аномальних подій



На рисунку 11.5 відображено розподіл за системами, які відмовили або зазнали впливу під час аномальних подій.

В 2012 році серед систем найбільше відмовляли:

- *ланцюги управління, захисту і сигналізації (допоміжні системи);*
- *система регулювання рівня в ПГ, барабанах-сепараторах (технологічні системи 2 контуру);*
- *генератор і мережа генераторної напруги (системи електропостачання).*

Аналіз елементів, які відмовили або зазнали пошкодження та категорій персоналу, що припустив помилку, показав, що найбільше відмов у 2012 році сталося:

- *через помилки персоналу – 30,45%. При цьому майже половина з них сталася через помилки оперативного персоналу;*
- *на обладнанні технологічних систем (21,75%).*

На рисунку 11.6 зображено розподіл корінних причин виникнення аномальних подій у 2008-2012 рр.

Останні роки намітилося зростан ня корінних причин, що пов'язані з персоналом. Половину з них складають причини, пов'язані зі зниженням рівня культури безпеки, а другу половину – причини, пов'язані з недоліками існуючого порядку нагляду за виконанням робіт.

Майже всі причини, що були пов'язані з документацією, сталися через недоліки станційної програми контролю за виявленням та усуненням непрацездатності систем (елементів).

Корінні причини, що пов'язані з обладнанням, в основному, сталися через:

- *недоліки конструювання;*
- *недоліки проектування;*
- *недоліки документації заводу-виробника.*