ДОПОВІДЬ ПРО СТАН ЯДЕРНОЇ ТА РАДІАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ У 2013 РОЦІ

Зміст

1. **Державна інспекція ядерного регулювання України** 3

2. **2013 рік в деталях** 7

3. **Від відкриття радіоактивності до широкого використання ядерної енергії** 10

4. **АЕС України – підвищення безпеки** 15

5. **Енергоблок №1 Южно-Української АЕС** 24

6. **Спорудження нового безпечного конфайнмента об'єкта «Укриття»** 27

7. **Протирадіаційний захист: нові тренди, нові виклики** 30
   1. Нова система радіаційного захисту, нововведення 30
   2. Природні радіонукліди у залишках промислових технологій 33
   3. Медичне опромінення 37

8. **Фізичний захист (20 років в Україні)** 42

9. **Порушення в роботі АЕС України в 2013 році** 46

Держатомрегулювання висловлює вдячність за сприяння у підготовці та написанні Доповіді про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2013 році ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М.Марзєєва», Навчальному центру з фізичного захисту, обліку та контролю ядерного матеріалу ім. Джорджа Кузмича, а також В.Берковському, Виконавчому директору Інституту радіаційного захисту АТН України, О.Толкачову, заступнику Голови Громадської ради при Держатомрегулювання та В.Холоші, Голові Держагентства з управління зоною відчуження.

1. Державна інспекція ядерного регулювання України

З метою вдосконалення державного регулювання у сфері ядерної та радіаційної безпеки у зв'язку з прийняттям Україною зобов'язань щодо виконання вимог Конвенції про ядерну безпеку та Об'єднаної конвенції про безпеку поводження з відпрацьованим паливом та безпеку поводження з радіоактивними відходами 5 грудня 2000 року був утворений Державний комітет ядерного регулювання України як центральний орган виконавчої влади зі спеціальним статусом. У рамках оптимізації системи центральних органів виконавчої влади в 2010 році Державний комітет ядерного регулювання України був перейменований на Державну інспекцію ядерного регулювання України.

Основними функціями Державної інспекції ядерного регулювання України (далі – Держатомрегулювання) щодо регулювання безпеки використання ядерної енергії є:

- визначення критеріїв, вимог і умов щодо безпеки під час використання ядерної енергії (**нормування**);
- видача дозволів та ліцензій на проведення діяльності в зазначеній сфері на підставі матеріалів, що надаються ліцензіатом, для підтвердження відповідності своєї діяльності вимогам з безпеки (**ліцензування)**;
- здійснення державного нагляду за додержанням законодавства, норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки та вжиття передбачених законодавством санкцій у разі їх порушень (**нагляд**).

Держатомрегулювання здійснює регулювання безпеки:

- 15 діючих на території України ядерних енергоблоків:

6 енергоблоків Запорізької АЕС,

4 енергоблоків Рівненської АЕС,

3 енергоблоків Южно-Української АЕС,

2 енергоблоків Хмельницької АЕС;

3 енергоблоків на етапі зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС.

2 діючих сховищ відпрацьованого ядерного палива Запорізької та Чорнобильської АЕС, та двох сховищ, що будуються на території Зони відчуження;

2 дослідницьких реакторів;

ядерної підкритичної установки «Джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується лінійним прискорювачем електронів, що будується на території Харківського фізико-технічного інституту;

заводу з виробництва ядерного палива, будівництво якого заплановано на території Кіровоградської області;

сховищ радіоактивних відходів та діяльності підприємств, які здійснюють поводження з радіоактивними відходами:

6 спецкомбінатів УкрДО «Радон»,

пунктів захоронення радіоактивних відходів та пунктів тимчасової локалізації радіоактивних відходів ДСП «Комплекс»,

сховищ радіоактивних відходів з територій, забруднених внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС, діяльність з експлуатації та будівництва яких здійснює ДСП «Техноцентр»;

об’єкта «Укриття»;

підприємств ураноперероблної промисловості;

перевезень радіоактивних матеріалів територією України;

діяльності з використання та виробництва джерел іонізуючого випромінювання, радіаційних технологій.

В 2013 році штат Держатомрегулювання становив 292 посади: центральний апарат – 161, 5 державних інспекцій з ядерної безпеки на АЕС – 35, 8 територіальних державних інспекцій з ядерної та радіаційної безпеки – 96.

Для вироблення рекомендацій з актуальних питань та найважливіших напрямів діяльності у сфері державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки створені та постійно діють дорадчно-консультативні органи: Колегія Держатомрегулювання, Громадська рада при Держатомрегулювання, Консультативна рада з реакторної безпеки та Консультативна рада з радіаційного захисту.

Також тривала робота й таких колегіальних дорадчих органів Держатомрегулювання як Робоча комісія з нормативного регулювання, Ліцензійна комісія персоналу та Ліцензійна комісія, забезпечуючи координацію робіт, колегіальність та відкритість рішень за відповідними напрямами.

У системі Держатомрегулювання працюють два державних підприємства, які здійснюють науково-технічну підтримку його діяльності: Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки та Державний центр регулювання якості поставок та послуг.

Голова
Державної інспекції ядерного регулювання України

Перший заступник Голови – Головний державний інспектор з ядерної та радіаційної безпеки України

- Управління аналізу безпеки ядерних установок
- Управління ліцензування нових проектів
- Управління контролю безпеки діючих ядерних установок
- Управління експлуатаційної безпеки та ресурсу ЯУ
- Управління аварійної готовності та радіаційної безпеки
- Сектор контролю інспекційної діяльності
- Сектор адміністративно-господарського забезпечення та мобілізаційної роботи
- Державна інспекція з ядерної безпеки на ***Запорізькій АЕС***
- Державна інспекція з ядерної безпеки на ***Рівненській АЕС***
- Державна інспекція з ядерної безпеки на ***Хмельницькій АЕС***
- Державна інспекція з ядерної безпеки на ***Чорнобильській АЕС***
- Державна інспекція з ядерної безпеки на ***Південно-Українській АЕС***

- Радник Голови
- Помічник Голови
- Помічник Голови-прес-секретар
- Помічник Голови з питань охорони праці
- Помічник Голови з питань запобігання та протидії корупції
- Сектор роботи з громадськістю
- Режимно-секретний сектор
- Сектор внутрішнього аудиту
- Сектор кадрів
- Управління правового забезпечення регуляторної діяльності
- Управління економіки, фінансів та обліку
- Відділ контролю виконання
- Відділ гарантій
- Відділ міжнародного співробітництва та європейської інтеграції

Заступник Голови

- Управління безпеки поводження з РАВ
- Управління радіаційної безпеки
- Управління з питань ядерної захищеності
- ***Західна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Кримська державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Південна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Південно-східна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Північна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Північно-західна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Східна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки
- ***Центральна державна*** інспекція з ядерної та радіаційної безпеки

2. 2013 рік в деталях

Число	Місяць/Подія
	Лютий
18	Розглянуто та погоджено робочий проект на демонтаж вентиляційної труби II черги ЧАЕС.
20	Держатомрегулюванням України видана ДСП «Чорнобильська АЕС» ліцензія серії ЕО № 001002 на провадження діяльності з будівництва та введення в експлуатацію ядерної установки «Сховище відпрацьованого ядерного палива сухого типу (СВЯП-2)».
	Березень
5	Постановою колегії Держатомрегулювання України №8 схвалений проект «Національного плану дій за результатами стрес-тестів»
29	Постановою Колегії Держатомрегулювання України № 9 схвалено висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки проекту ДСП ЧАЕС «Новий Безпечний Конфайнмент. Пусковий комплекс -1. Ліцензійний пакет-6. Проект «Захисна споруда з технологічними системами життєзабезпечення та необхідною інфраструктурою»»
	Квітень
22	Видано окремий дозвіл для ДСП ЧАЕС на здійснення робіт з будівництва та монтажу першого пускового комплексу нового безпечного конфайнмента об’єкта «Укриття» в рамках ліцензійного пакету ЛП-6.
22-26	Фахівці Держатомрегулювання України взяли участь у партнерській перевірці національних планів дій країн-учасниць «стрес-тестів» (країни ЄС, Швейцарія, Україна)
	Травень
22	Видано окремий дозвіл для ДСП ЧАЕС на здійснення робіт з демонтажу вентиляційної труби II черги ЧАЕС (ВТ-2)
27	Розпорядженням Кабінету Міністрів України № 370-р затверджений проект будівництва ядерної установки «Джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується лінійним прискорювачем електронів»
	Червень
14	Наказом Держатомрегулювання України № 64-од затверджений «Порядок формування, ведення Єдиного реєстру виданих ліцензій на провадження діяльності у сфері використання ядерної енергії» (НП 306.1.190-2013), який був зареєстрований в Міністерстві юстиції України 09.07.2013 під №1141/23673
14	Постановою колегії Держатомрегулювання України № 10 схвалений висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки документу «Основні концептуальні проектні рішення по новим енергоблокам №3 і 4 Хмельницької АЕС на базі проекту АЕС-92», яким, серед іншого, зазначено, що ці концептуальні проектні рішення:

	– в цілому відповідають вимогам вітчизняних норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки; – враховують рекомендації міжнародних організацій до проектів нових енергоблоків АЕС; – дозволяють спроектувати енергоблоки, які будуть відповідати рішенням, встановленим в постанові Колегії Держатомрегулювання України від 20.11.2012 р. № 15 «Про критерії та вимоги з безпеки до будівництва нових енергоблоків АЕС у світлі уроків аварії на АЕС «Фукусіма»».
15	ДСП ЧАЕС успішно завершило друге підняття східної частини металоконструкцій арки НБК до рівня 85 метрів.
	Липень
25	Наказом Держатомрегулювання України № 76 затверджені «Порядок формування та розвитку культури захищеності ядерних установок та об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, іншими джерелами іонізуючого випромінювання» (НП 306.8.191-2013) та «Інструкція з проведення оцінки стану культури захищеності ядерних установок, об'єктів, призначених для поводження з радіоактивними відходами, іншими джерелами іонізуючого випромінювання», які були зареєстровані в Міністерстві юстиції України 06.09.2013 під №1543/24075 та №1544/24076 відповідно
25	Постановою колегії Держатомрегулювання України № 11 схвалена шоста Національна доповідь України на виконання зобов'язань, що випливають із Конвенції про ядерну безпеку.
12	Розглянуто та погоджено робочу документацію «Компенсуючі заходи для підвищення надійності нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС (НВТ) і усунення дефектів металоконструкцій башти НВТ»
	Серпень
1	Розглянуто та погоджено технічне рішення «Про прийняття в промислову експлуатацію території робочої платформи монтажу Арки в статусі зони вільного режиму»
2	Видано окремий дозвіл для ДСП ЧАЕС на здійснення робіт з введення в експлуатацію нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС (НВТ)
5	Наказом Держатомрегулювання України № 83 затверджені «Правила з радіаційної безпеки прискорювачів електронів» (НП 306.5.192-2013), які були зареєстровані в Міністерстві юстиції України 21.08.2013 під №1442/23974
9	Наказом Держатомрегулювання України № 83 затверджене «Положення про відомчі заохочувальні відзнаки Державної інспекції ядерного регулювання України» (НП 306.1.193-2013), яке було зареєстроване в Міністерстві юстиції України 29 .08.2013 під №1484/24016
29	Розглянуто та погоджено робочий проект ДСП ЧАЕС по відновленню (ремонту) огороджуючого контуру машинного залу 4-го енергоблоку ЧАЕС після аномальної події 12.02.2013 з частковим обрушенням покрівлі та стінових панелей машинного залу.

	Вересень
13	Розглянуто та погоджено проект виконання робіт на здійснення третього піддомкрачування східної частини арки НБК
26	Постановою колегії Держатомрегулювання України №14 визнано за можливе видача ННЦ ХФТІ ліцензії на право провадження діяльності на етапах життєвого циклу «будівництво та введення в експлуатацію ядерної підкритичної установки «Джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується прискорювачем електронів».
	Жовтень
10	Держатомрегулюванням України видана ННЦ ХФТІ ліцензія серії ЕО № 001018 на провадження діяльності з будівництва та введення в експлуатацію ядерної підкритичної установки «Джерело нейтронів, засноване на підкритичній збірці, що керується прискорювачем електронів».
11	ДСП ЧАЕС успішно завершило третє підняття східної частини металоконструкцій арки НБК до рівня 109 метрів.
25	Держатомрегулюванням України видано окремий дозвіл ДСП ЧАЕС на здійснення експлуатації нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС
	Листопад
13	Постановою Кабінету Міністрів України № 824 затверджений «Порядок здійснення державного нагляду за дотриманням вимог ядерної та радіаційної безпеки».
18	Публічні громадські слухання щодо обговоренню проекту рішення Держатомрегулювання України про продовження терміну експлуатації енергоблоку № 1 Южно-Української АЕС
28	Постановою колегії Держатомрегулювання України №17 визнана обґрунтованою можливість експлуатації енергоблоку №1 Южно-Української АЕС на визначених в проекті рівнях потужності до 2 грудня 2023 року.
	Грудень
4	Відповідно до постанови колегії Держатомрегулювання України №18 Першим заступником Голови – Головним державним інспектором з ядерної та радіаційної безпеки України Гашевим М.Х. схвалений висновок державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки «Попереднього звіту з аналізу безпеки заводу з виробництва ядерного палива».
26	Постановою колегії Держатомрегулювання України № 25 було прийняте рішення щодо обмеження режимів експлуатації дослідницького ядерного реактору ВВР-М тільки роботами з технічного обслуговування та ремонту при знаходженні реактору у зупиненому стані з вивантаженим із активної зони ядерним паливом, а також визначені умови повторного розгляду питання щодо можливості його подальшої експлуатації.

3. 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.

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 тканями організму у перерахунку на одиницю маси. Одиницею вимірювання поглинутої дози є Грей.

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.

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 була 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.

У таблиці 3.1 наведені наведено коефіцієнти ризику для окремих органів та тканин організму людини.

Таблиця 3.1.

Органи, тканини	Коефіцієнт
Гонади (статеві залози)	**0,2**
Червоний кістковий мозок	**0,12**
Товстий кишечник	**0,12**
Шлунок	**0,12**
Легені	0,12
Січовий 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**

Одиницею вимірювання ефективної дози є також Зіверт (Зв)

1 Зв = 1 Гр. (для випромінювання с 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 разу аварії, яка пов'язана з джерелами випромінювання.

Хронічне чи пролонговане, це опромінення на протязі 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.

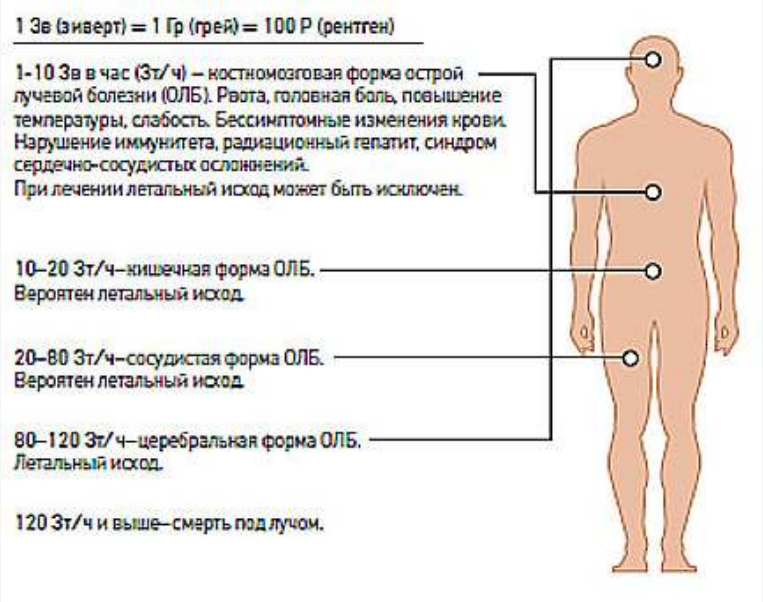


Рис. 3.2. Величини доз опромінення та відповідні детерміновані ефекти при гострому опроміненні.

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 $5{,}5 \cdot 10^{-2}$ на 1 Зв популяційної дози, для персоналу (професіональні робітники, що постійно працюють з джерелами іонізуючого випромінювання) - $4{,}8 \cdot 10^{-2}$ на 1 Зв. Ймовірність важких успадкованих порушень нащадками по друге покоління включно оцінена для населення дорівнює $0{,}2 \cdot 10^{-2}$ на 1 Зв, для персоналу $0{,}1 \cdot 10^{-2}$ на 1 Зв.

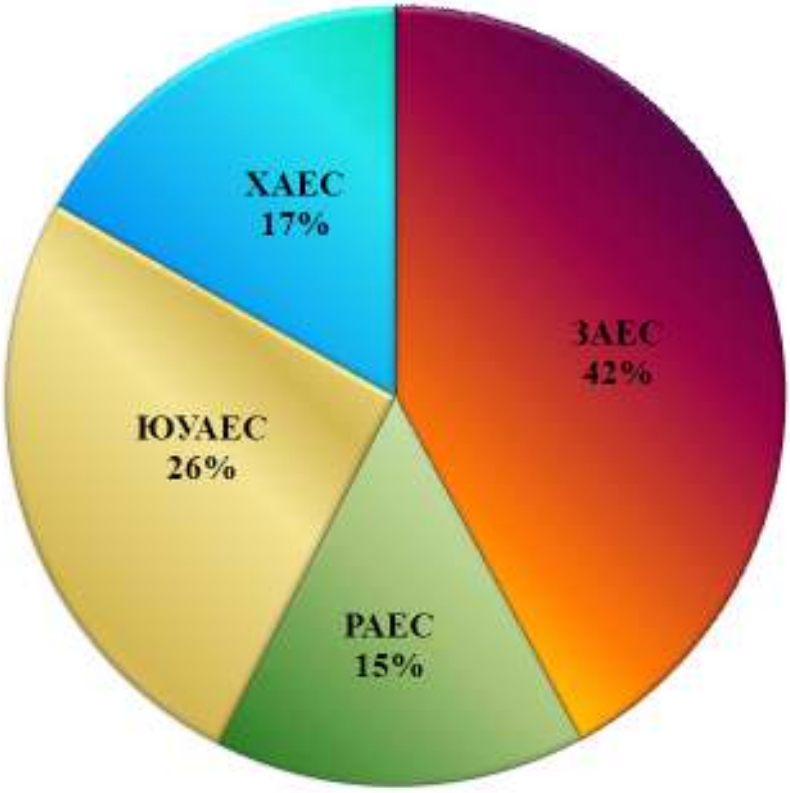
Величини радіаційних ризиків дозволяють сьогодні визначити групи людей, які може зазнати максимального негативного впливу, оцінити соціальні та економічні наслідки для окремого міста, району, області, країни в цілому, та прийняти рішення про необхідність відповідних заходів по зменшенню цих наслідків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

4. АЕС України – підвищення безпеки

Україна експлуатує 15 енергоблоків і займає 10 місце в світі за цим показником, а за встановленою потужністю наших енергоблоків ми знаходимося на 7 місці. Єдиним оператором усіх діючих атомних електростанцій в Україні є Державне підприємство «Національна атомна енергогенеруюча компанія "Енергоатом"» (далі – ДП НАЕК «Енергоатом»). До складу ДП НАЕК «Енергоатом» входять 4 атомні електростанції

Загальна встановлена потужність діючих українських енергоблоків 2013 року – 13 835 МВт.

Частка кожної АЕС у загальному виробництві атомної енергії



В Україні забезпечено сталий та безпечний режим роботи АЕС відповідно до Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» та положень Конвенції про ядерну безпеку. На системній основі впроваджуються заходи з підвищення рівня безпеки діючих АЕС України відповідно до вимог національних норм, правил і стандартів з ядерної та радіаційної безпеки, рекомендацій Міжнародного агентства з атомної енергії (далі – МАГАТЕ) та з урахуванням передової міжнародної практики.

Партнерські перевірки WANO[1] і МАГАТЕ підтвердили безпеку експлуатації енергоблоків АЕС України, робіт, що ведуться на всіх енергоблоках України в рамках діючих програм з підвищення безпеки та продовження терміну експлуатації енергоблоків АЕС.

Заходи з підвищення безпеки енергоблоків АЕС України впроваджуються відповідно до «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій», затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2011 р. № 1270 (далі - К(з)ППБ). До програми включено заходи з підвищення безпеки, які повинні бути впроваджені на кожному енергоблоці діючих АЕС до 2017 року. Метою К(з)ППБ є:

- подальше підвищення рівня безпеки експлуатації енергоблоків АЕС;

[1] WANO - Всесвітня асоціація організацій, які експлуатують атомні електростанції (ВАО АЕС)

- зменшення ризиків виникнення аварій на АЕС під час стихійного лиха або інших екстремальних ситуацій;
- підвищення ефективності управління проектними і запроектними аваріями на АЕС, мінімізація їх наслідків.

В основу К(з)ППБ були покладені заходи з підвищення безпеки попередньої програми: «Концепції підвищення безпеки діючих енергоблоків атомних електростанцій» (схвалена розпорядженням Кабінетом Міністрів України від 13 грудня 2005 року №515-р), що не були виконані експлуатуючою організацією до закінчення терміну дії Концепції, а також заходи з підвищення безпеки енергоблоків № 2 ХАЕС та № 4 РАЕС, що були впроваджені під час введення в експлуатацію даних енергоблоків.

В К(з)ППБ також враховано результати та рекомендації місій МАГАТЕ з «проектної безпеки», проведених на всіх АЕС в рамках імплементації «Меморандуму між Україною та ЄС про порозуміння щодо співробітництва в енергетичній галузі» за напрямом «ядерна безпека».

Після аварії на АЕС «Фукусіма Даїчі» до програми включені додаткові заходи за результатами позачергової поглибленої переоцінки безпеки українських АЕС («стрес-тестів») і додаткові заходи з протипожежної безпеки. Впровадження заходів з підвищення безпеки є однією з умов подовження терміну експлуатації діючих

енергоблоків АЕС. В період з 2013 по 2019 роки закінчуються проектні терміни експлуатації 10 енергоблоків АЕС України (див. табл.1), при цьому, в 2015, 2016, 2017 і 2019 роках необхідно буде приймати рішення щодо можливості подовження термінів експлуатації по 2 енергоблокам одночасно.

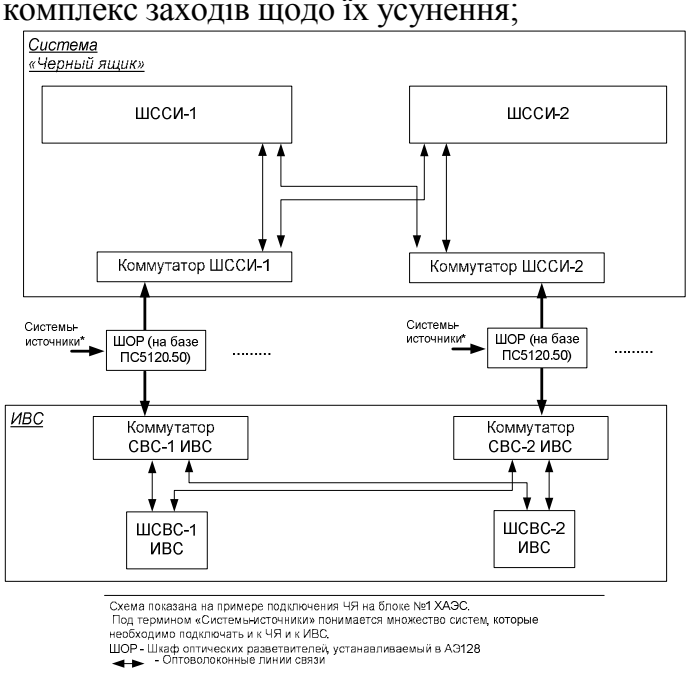
Таблиця 4.1. – Дані про енергоблоки АЕС України

АЕС, № блока	Електрична потужність, МВт	Тип реакторної установки	Дата завершення проектного строку експлуатації
ЗАЕС			
1	1000	В-320	23.12. 2015
2	1000	В-320	19.02. 2016
3	1000	В-320	14.07.2017
4	1000	В-320	04.04.2018
5	1000	В-320	27.05.2020
6	1000	В-320	21.10.2026
ЮУАЕС			
1	1000	В-302	02.12.2023
2	1000	В-338	12.05.2015
3	1000	В-320	10.02.2020
РАЕС			
1	420	В-213	22.12.2030
2	415	В-213	22.12.2031
3	1000	В-320	11.12.2017
4	1000	В-320	07.06. 2035
ХАЕС			
1	1000	В-320	13.12.2018
2	1000	В-320	07.09.2035

Термін експлуатації більшості енергоблоків АЕС України перевищує 25 років

Протягом 2013 року на діючих енергоблоках було впроваджено низку значущих заходів КзППБ, які були виконані вперше для АЕС України. Згідно з план-графіками впровадження заходів КзППБ, основні зусилля експлуатуючої організації в 2013 р. було сконцентровано на розробці та впровадженні заходів для енергоблоків 1, 2 Южно-Української АЕС та 1, 2 Запорізької АЕС, в рамках діяльності з продовження терміну експлуатації. Досвід впровадження заходів на т. зв. «пілотних» енергоблоках, в подальшому застосовується на інших діючих енергоблоках. Серед прикладів найбільш вагомих заходів 2013 р. слід зазначити такі:

- впровадження Керівництва з управління важкими аваріями, а також симптомно-орієнтованих Інструкцій з ліквідації аварій для зупиненого енергоблоку;
- введення в експлуатацію системи збереження інформації в умовах проектних і позапроектних аварій («чорний ящик»). Впровадження даної системи дозволяє з'ясовувати і аналізувати причини аварійних ситуацій і аварій, розробляти комплекс заходів щодо їх усунення;



- заміна електричних приводів ШРУ-А на приводи, які атестовані для роботи у "жорстких" умовах оточуючої середи, які можуть виникнути під час аварій з розривом паропроводів другого контуру;

- впровадження концепції «течі перед руйнуванням» для головного циркуляційного трубопроводу першого контуру;
- забезпечення контролю та зниження концентрації водню в гермооб’ємі (впровадження системи вимірювання аварійної концентрації водню та системи аварійного видалення водню в гермооб’ємі);
- впровадження низки заходів, що спрямовані на запобігання виникненню та розвитку «важких» аварій, зокрема, забезпечення відведення тепла від ядерного палива під час важких аварій та забезпечення аварійного електроживлення в умовах тривалого повного знеструмлення АЕС (забезпечення підживлення ПГ, впровадження додаткових джерел електропостачання, забезпечення працездатності споживачів системи технічної води групи «А», забезпечення аварійного скидання тиску з гермооб’єму).

Загальногалузевим питанням на цей час є впровадження автоматизованої системи управління аварією «Теча теплоносія з першого контуру в другий» для РУ ВВЕР-1000. Системою передбачена автоматизація окремих необхідних дій персоналу, що збільшує надійність дотримання критеріїв прийнятності в процесі управління аваріями, які

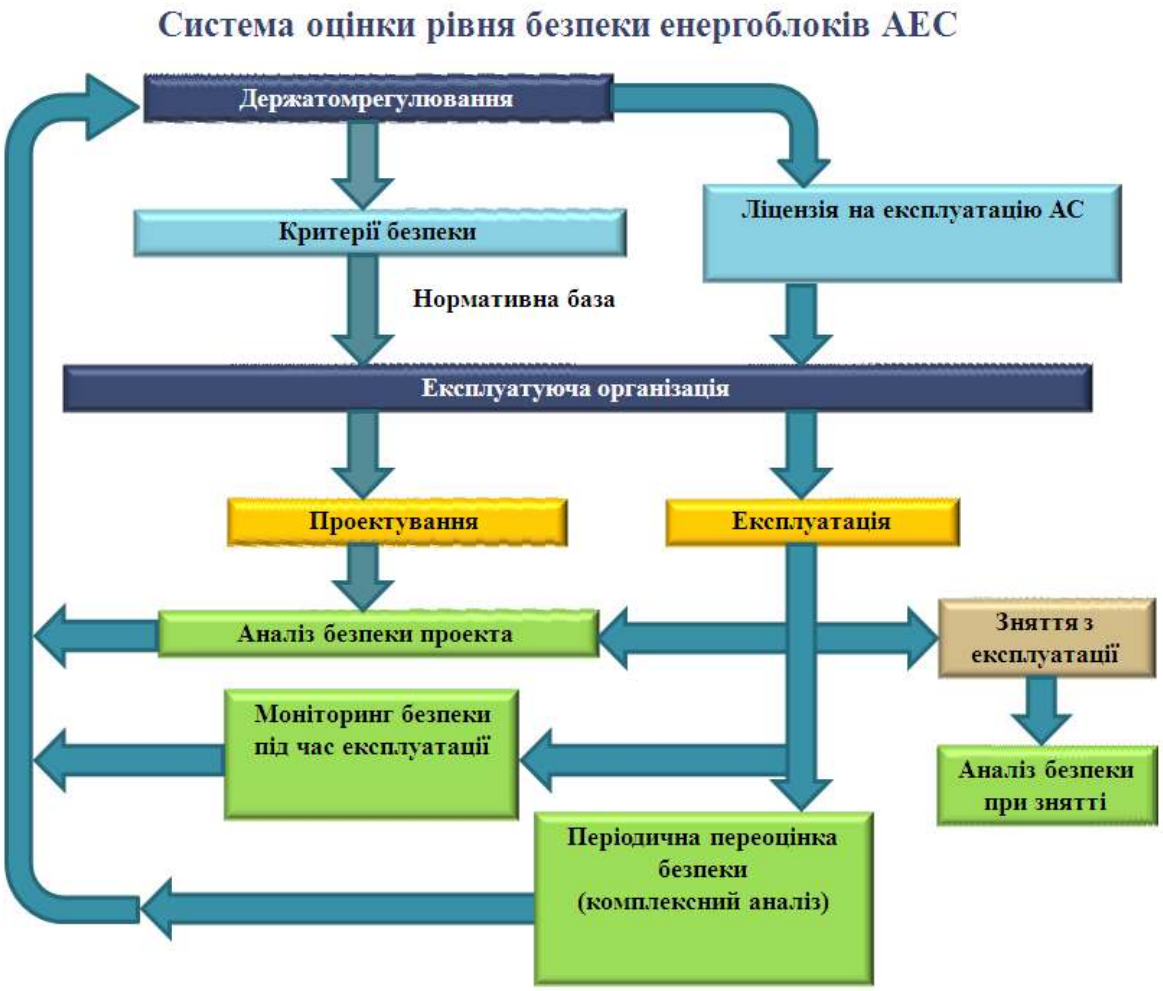
пов'язані з виникненням течі теплоносія першого контуру в другий. У 2013 році система управління аварією «Теча теплоносія з першого контуру в другий» була введена в дослідну експлуатацію на енергоблоках №4 ВП РАЕС та №1 ВП ЮУАЕС. Для решти енергоблоків продовжується робота щодо впровадження згаданої системи.

Для всіх діючих енергоблоків виконуються заходи з кваліфікації обладнання, тривають роботи з оцінки технічного стану), а також комплекс заходів з удосконалення системи аварійного реагування. Звітні документи поступово надаються в Держатомрегулювання України для проведення державної експертизи. Окремо необхідно відмітити, що для майданчика ЗАЕС знаходяться в завершальній стадії виконання інструментальні дослідження сейсмічної небезпеки, за результатами яких та з урахуванням інженерного запасу по закінченні цих робіт буде встановлено рівень сейсмічності майданчика ЗАЕС (аналогічні дослідження вже виконано для майданчика ЮУАЕС, роботи з впровадження системи сейсмічного моніторингу тривають на майданчиках ХАЕС та РАЕС).

Будь-які модифікації, важливі для безпеки ядерної установки (зміна конфігурації ЯУ, приведення рівня безпеки ЯУ у відповідність до діючих норм та правил, зміна експлуатаційних документів, модифікація організаційної структури експлуатуючої організації), впроваджуються за погодженням з Держатомрегулюванням України.

Держатомрегулювання України здійснює постійний контроль на всіх етапах проведення модифікації (розробка концепції, монтаж і пусконалагоджувальні роботи, введення в дослідну та/або промислову експлуатацію) шляхом проведення оцінки безпеки матеріалів, що обґрунтовують безпеку та узгодження відповідних технічних рішень, а також – шляхом безпосереднього нагляду за виконанням модифікацій, внесенням змін до експлуатаційної документації та навчанням персоналу. Результати контролю обговорюються на відкритих засіданнях Колегії Держатомрегулювання з залученням всіх зацікавлених сторін, у тому числі і громадськості та представників ЗМІ.

Так, 14 лютого 2013 року на засіданні колегії Держатомрегулювання аналізувався стан виконання у 2012 році заходів з підвищення безпеки атомних станцій відповідно до розроблених експлуатуючою організацією «План-графиков реализации мероприятий КСППБ на 2012 год для РУ типу В-320, В-338, В-302 та В-213», погоджених Держатомрегулювання.



Протягом року Держатомрегулювання України проводились комплексні інспекційні обстеження кожного майданчику АЕС з залученням у тому числі і міжнародних експертів. Одним з головних завдань таких інспекцій є безпосередній контроль стану виконання заходів з підвищення безпеки.

На початку 2013р. Держатомрегулювання України спільно із Міністерством енергетики та вугільної промисловості України, Міністерством оборони України, Міністерством екології та природних ресурсів України та Державним агентством України з управління зоною відчуження розробила «Національний план дій за результатами «стрес-тестів» спрямований на підвищення безпеки українських АЕС.

Зазначений документ було розроблено у відповідності до рекомендацій ENSREG щодо структури та змісту національних планів дій («National Action Plan (NAcP) Guidance as directed within the ENSREG Stress test Action Plan» з додатками).

«Національний план дій за результатами «стрес-тестів» враховує:

- рекомендації та пропозиції ENSREG, що наведені в звіті «Compilation of recommendations and suggestions. Peer review of stress tests performed on European nuclear power plants», за напрямками «Зовнішні екстремальні впливи», «Втрата функцій безпеки» та «Управління важкими аваріями»;
- основні питання Екстраординарної наради країн-учасниць Конвенції про ядерну безпеку (серпень 2012 р., Відень, Республіка Австрія) за напрямками

«Національні організації», «Аварійна готовність та реагування» та «Міжнародне співробітництво».

Проект Національного плану дій був представлений 5 березня 2013 р. на відкритому засіданні Колегії Держатомрегулювання України із залученням зацікавлених міністерств/відомств/організацій та громадськості. Допрацьований за пропозиціями зацікавлених сторін Національний план був направлений Держатомрегулюванням України до ENSREG для подальшого спільного обговорення всіма країнами-учасниками «стрес-тестів» в квітні 2013 року в м. Брюссель.

Національний план України був схвально сприйнятий країнами-учасниками «стрес-тестів», визнаний прозорим і таким, що відповідає структурі, запропонованій ENSREG, та охоплює всі аспекти, зазначені в плані дій ENSREG. Національний план було обговорено та погоджено на відкритому засіданні ENSREG за участю зацікавлених сторін, включаючи неурядові організації та засоби масової інформації.

Країнами ЄС та «країнами-сусідами», що прийняли участь у проведенні стрес-тестів (Україна та Швейцарія) досягнуто домовленостей щодо подальшого періодичного обміну інформацією щодо ходу реалізації Національних планів дій та забезпечення прозорості та публічності цього процесу.

5. Енергоблок №1 Южно-Української АЕС

Наприкінці 2011 року, за результатами аналізу результатів цільової позачергової оцінки стану безпеки діючих енергоблоків АЕС з урахуванням подій на АЕС «Фукусіма-Даічі» («стрес-тести»), постановою Колегії Держатомрегулювання України від 24-25 листопада № 13 були визначені обов'язкові умови продовження строку експлуатації енергоблоків АЕС понад 30 років, а саме виконання експлуатуючою організацією заходів з підвищення безпеки, визначених за результатами «стрес-тестів». Першим енергоблоком АЕС, для якого мали бути виконані зазначені умови Держатомрегулювання України, став енергоблок № 1 Южно-Української АЕС.

20 грудня 2012 року за результатами розгляду на засіданні Колегії Держатомрегулювання України питання щодо можливості подальшої експлуатації енергоблоку № 1 Южно-Української АЕС за результатами періодичної переоцінки безпеки було відзначено, що стан виконання експлуатуючою організацією заходів з підготовки енергоблока до подальшої експлуатації не дає підстав для прийняття позитивного рішення, а також визначені умови повторного розгляду зазначеного питання, а саме:

− завершення робіт щодо обґрунтування стійкості до впливу землетрусу на рівні 0,12 g (величина прискорення ґрунту) трубопроводів, будівель, споруд та конструкцій, що забезпечують виконання критичних функцій безпеки;

− завершення робіт з кваліфікації обладнання на роботу в «жорстких» умовах навколишнього середовища та при сейсмічних впливах;

− завершення робіт з оцінки технічного стану таких елементів як корпус реактору, трубопроводи та обладнання груп В і С, що виконують функції безпечного зупину та розхолоджування реактору;

− підтвердження можливості безпечної експлуатації захисної оболонки у понадпроектний період (з урахуванням поточного технічного стану);

− виконання заходів «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій» в обсязі, визначеному Держатомрегулювання України.

http://www.snrc.gov.ua/nuclear/uk/publish/article/205102

Протягом 2013 року експлуатуюча організація сконцентрувала зусилля, людські та фінансові ресурси задля підвищення рівня безпеки енергоблоку та обґрунтування можливості його подальшої експлуатації з урахуванням уроків аварії на АЕС «Фукусіма-Даічі» та відповідних рішень Держатомрегулювання України.

Після реалізації значного обсягу організаційно-технічних заходів з підготовки енергоблоку № 1 Южно-Української АЕС до подальшої експлуатації та доопрацювання Звіту з періодичної переоцінки безпеки енергоблоку (надалі – ЗППБ) за зауваженнями державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки та з урахуванням результатів виконаних робіт восени 2013 року експлуатуюча організація повторно звернулась до Держатомрегулювання України із «Заявою на переоформлення ліцензії серії ЕО №000064 на право здійснення діяльності на етапі життєвого циклу «експлуатація ядерної установки ВП Южно-Українська АЕС».

У ЗППБ енергоблоку № 1 Южно-Української АЕС, який відповідно до законодавства є обов'язковим додатком до Заяви, експлуатуючою організацією була

обґрунтована можливість безпечної експлуатації енергоблоку протягом 10 років.

Згідно вимог Закону України «Про дозвільну діяльність у сфері використання ядерної енергії», з метою перевірки повноти і достовірності відомостей, наданих НАЕК «Енергоатом», визначення спроможності заявника дотримуватися умов провадження заявленого виду діяльності в період з 7 по 10 жовтня 2013 року на майданчику Южно-Української АЕС Держатомрегулюванням України, із залученням представників від МВС України, Держгірпромнагляду, Держсанепідемслужби, Держекоінспекції, Держслужби України з надзвичайних ситуацій та експертів ДНТЦ ЯРБ, було проведене комплексне інспекційне обстеження.

З метою залучення громадськості до участі в управлінні державними справами, обговорення питань щодо прийняття рішень, які можуть впливати на стан довкілля, надання можливості для вільного доступу до інформації про діяльність органів виконавчої влади в жовтні-листопаді 2013 року Держатомрегулювання України було проведене публічне громадське обговорення питання про можливість продовження експлуатації ядерної установки - енергоблоку № 1 Южно-Української АЕС та переоформлення ліцензії серії ЕО № 000064 на право здійснення діяльності експлуатуючої організації ДП НАЕК «Енергоатом» на етапі життєвого циклу «експлуатація ядерних установок Южно-Української АЕС».

http://www.snrc.gov.ua/nuclear/uk/publish/article/229466

Ключовим етапом цього діалогу з суспільством стали громадські слухання, які Держатомрегулювання України спільно з Громадською радою при Держатомрегулювання України та за участю замовника проекту рішення (НАЕК «Енергоатом») провела 18 листопада 2013 року в м. Южноукраїнськ.

http://www.snrc.gov.ua/nuclear/uk/publish/article/232977

Питання щодо можливості подальшої експлуатації енергоблоку №1 Южно-Української АЕС за результатами періодичної переоцінки безпеки розглядалося на відкритому засіданні Колегії Держатомрегулювання України 28 листопада 2013 року.

Експлуатуюча організація виконала умови Держатомрегулювання України щодо повторного розгляду зазначеного питання та врахування уроків аварії на АЕС «Фукусіма-Даічі», а саме:

- 100 % обладнання, яке виконує критичні функції безпеки, за результатами виконання робіт з сейсмічної кваліфікації, після реконструкції або заміни на нове, кваліфіковано на встановлену величину пікового прискорення ґрунту (ППГ) 0,12g. Підтверджена сейсмічна стійкість на ППГ=0,12g трубопроводів, будівель та споруд енергоблоку, що задіяні для забезпечення виконання критичних функцій безпеки (слід відмітити, що для переважної більшості обладнання, трубопроводів, будівель та споруд енергоблоку № 1 ЮУАЕС існують значні сейсмічні запаси безпеки);
- обладнання, яке підлягає кваліфікації на «жорсткі» умови, кваліфіковано в обсязі 100 %;
- поточний технічний стан корпусу реактору, захисної оболонки, трубопроводів та обладнання груп В і С, що виконують функції безпечного зупину та розхолодження реактору, відповідає вимогам діючих норм, правил та стандартів, підтверджена можливість їх подальшої безпечної експлуатації;
- заходи «Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій» в обсязі, визначеному у Постанові Колегії Держатомрегулювання України № 18 від 20.12.2012 р., уключаючи заходи з підвищення безпеки, визначені за результатами «стрес-тестів», виконані.

За результатами проведення державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки матеріалів ЗППБ енергоблоку № 1 Южно-Української АЕС та комплексного інспекційного обстеження визнана обґрунтованою можливість безпечної експлуатації енергоблоку на визначених у проекті рівнях потужності до 2 грудня 2023 року.

http://www.snrc.gov.ua/nuclear/uk/publish/article/234340

Держатомрегулювання України видано переоформлену ліцензію № ЕО 001019 на право здійснення діяльності на етапі життєвого циклу «експлуатація ядерної установки енергоблока № 1 Южно-Української АЕС», визначені умови подальшої експлуатації енергоблоку, а також терміни та обсяги наступної переоцінки безпеки.

6. Спорудження нового безпечного конфайнмента об’єкта «Укриття» (НБК)

Основним проектом щодо перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему є проект нового безпечного конфайнмента об’єкта «Укриття» (НБК). Підрядником з проектування, будівництва та введення в експлуатацію першого пускового комплексу НБК (ПК-1 НБК) є СП «Новарка».

В кінці березня 2013 року Держатомрегулювання України завершила виконання експертизи ядерної та радіаційної безпеки проекту ПК-1 НБК в цілому: «Новий Безпечний Конфайнмент. Пусковий комплекс - 1. Ліцензійний пакет – 6. Проект «Захисна споруда з технологічними системами життєзабезпечення та необхідною інфраструктурою». Проект визнано таким, що відповідає вимогам ядерної та радіаційної безпеки (ЯРБ). Висновок державної експертизи ЯРБ цього проекту було схвалено постановою Колегії Держатомрегулювання від 29.03.2013 № 9.

22 квітня 2013 року Держатомрегулюванням України було видано окремий дозвіл на виконання робіт, передбачених зазначеним проектом.

ДСП ЧАЕС та СП «Новарка» протягом 2013 року продовжували виконувати фізичні роботи в рамках раніше виданих окремих дозволів та погоджених проектних рішень, зокрема, здійснювалось будівництво північного фундаменту НБК в сервісній зоні, монтаж зовнішньої та внутрішньої обшивки арки, монтаж опор та повітроводів системи вентиляції основного об’єму НБК. В рамках виконання підготовчих робіт в локальній зоні об’єкта «Укриття» проведена розчистка та планування території, завершено зведення тимчасової захисної стіни, зведені підпірні стіни, виконувались роботи по цементації грунтів, підготовці основи технологічної будівлі та інших об’єктів НБК.

У листопаді 2012 року було виконано перше підняття східної частини арки НБК на висоту приблизно 53 м.

Впродовж 2013 року було виконано ще два підйоми цієї частини арки:

- друге підняття до рівня 85 м завершилось 15 червня 2013 року;
- третій підйом (остаточний) до рівня 109 м виконувався в кілька етапів та був завершений 11 жовтня 2013 року.

Вага металоконструкцій споруди разом із змонтованими підкрановими балками та повітроводами становила приблизно 11 639 тон.

Згідно з планами ДСП ЧАЕС в першій половині 2014 року ця частина арки НБК буде переміщена в так звану зону очікування (зону відстоювання) в сторону об’єкта «Укриття») для того, щоб звільнити місце на монтажній платформі для монтажу західної частини арки. Після завершення монтажу та підняття західної частини арки, вона буде з’єднана зі східною частиною. Потім «об’єднана» арка НБК буде переміщена та встановлена в проектне положення над об’єктом «Укриття». Проект виконання робіт щодо переміщення східної частини арки НБК в «зону очікування» було погоджено Держатомрегулюванням України.

Змонтована східна частина арки певний час буде знаходитись в цій зоні. Тут передбачено створити умови, подібні до умов на монтажній платформі арки (яка має статус зони вільного режиму) - створити так звану «зону суворого режиму з особливими умовами доступу персоналу». Відповідне технічне рішення ДСП ЧАЕС було розглянуто та погоджено Держатомрегулюванням.

Торцеві стіни НБК (східна та західна) будуть складатися із новозбудованих конструкцій та існуючих конструкцій II черги ЧАЕС. В рамках реалізації проекту НБК потрібно виконати підсилення та герметизацію існуючих будівельних

конструкцій. В кінці 2013 року Держатомрегулювання України розпочала виконання експертизи ядерної та радіаційної безпеки робочого проекту «Реконструкція головного корпусу II черги ЧАЕС (енергоблоки 3, 4) з підсиленням та герметизацією будівельних конструкцій, що виконують функції огороджуючого контуру НБК».

1-й підйом

2-й підйом

3-й підйом

Введення в експлуатацію нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС (НВТ)

В березні 2012 року на ДСП ЧАЕС було завершено монтаж нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС (НВТ).

У зв’язку з виявленням у липні 2012 року на деяких металоконструкціях башти НВТ дефектів (волосяних тріщин), ліцензіатом з залученням представників консорціуму «КСК», «Укратоменерго», Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, фірми «Бехтел», Інституту металевих конструкцій ім. В.М. Шимановського було проведено обстеження НВТ та розроблені заходи по усуненню цих дефектів.

В червні-липні 2013 року Держатомрегулювання України за запитом ДП «Укрдержбудекспертиза» виконала експертизу ядерної та радіаційної безпеки та погодила робочий проект «Компенсуючі заходи для підвищення надійності НВТ і усунення дефектів металоконструкцій башти НВТ».

Паралельно Держатомрегулювання України здійснила розгляд наданого ДСП ЧАЕС пакету документів на отримання окремого дозволу на введення в експлуатацію нової вентиляційної труби II черги ЧАЕС.

За результатами розгляду наданих документів Держатомрегулювання України 2 серпня 2013 року видала окремий дозвіл № 000033/7 серії ОД на введення в експлуатацію НВТ, яке виконувалось в два етапи: дослідна експлуатація та приймальні випробування НВТ.

Після усунення дефектів металоконструкцій башти НВТ та завершення дослідної експлуатації і приймальних випробувань, 25 жовтня 3013 року Держатомрегулювання України на підставі наданої ДСП ЧАЕС заяви та пакету документів видала окремий дозвіл № 000033/8 серії ОД на експлуатацію НВТ.

Демонтаж вентиляційної труби II черги ЧАЕС (ВТ-2)

Вентиляційна труба II черги ЧАЕС (ВТ-2) заважала насуванню нового безпечного конфайнмента в проектне положення та мала бути демонтована. Основні демонтажні роботи могли виконуватись після усунення дефектів нової вентиляційної труби (НВТ) та введення її в експлуатацію.

В лютому 2013 року Держатомрегулювання України на запит ДП «Укрдержбудекспертиза» завершила виконання експертизи ядерної та радіаційної безпеки робочого проекту «Демонтаж вентиляційної труби II черги ЧАЕС» та погодила зазначений проект.

22 травня 2013 року за результатами розгляду заяви ДСП ЧАЕС та відповідного пакету документів Держатомрегулювання України видала окремий дозвіл № 000033/6 серії ОД на демонтаж ВТ-2.

В рамках реалізації проекту демонтажу Держатомрегулюванням України була розглянута та погоджена додаткова документація щодо виконання основних будівельних (демонтажних) робіт, робіт щодо фрагментації демонтованої вентиляційної труби та розміщення на тимчасове зберігання фрагментів ВТ-2.

В кінці жовтня 2013 року після введення в експлуатацію НВТ розпочались основні демонтажні роботи. 24 листопада 2013 року було завершено демонтаж останнього 7-го блоку ВТ-2, а до кінця 2013 року завершились роботи по закриттю пройому ВТ-2. В першій половині 2014 року мають бути закінчені роботи по фрагментації та пилозакріпленню демонтованих конструкцій, передача їх на зберігання тощо.

7. Протирадіаційний захист: нові тренди, нові виклики

7.1. Нова система радіаційного захисту, нововведення

Українській системі радіаційної безпеки притаманний "жорсткий" регулюючий підхід, який передбачає розробку та впровадження нормативно-правових актів, що містять детальні технічні вимоги, критерії та параметри. Перевагою такого підходу є чіткість і однозначність, а недоліком – надмірна деталізація на рівні норм і правил. Це призводить до збільшення кількості нормативно-правових актів та ускладнює процес регулювання і контролю рівнів опромінення як персоналу, так і населення.

Нова система, що реалізована в "Основних стандартах безпеки" Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ), використовує більш гнучкий підхід, при якому на рівні норм і правил обумовлюються фундаментальні принципи і референтні рівні доз опромінення, які не повинні перевищуватися, тобто положення, які не потребують частого перегляду.

Зміни вносяться на рівні технічних вимог, методик радіаційного контролю, методик розрахунку доз опромінення тощо. Ці нормативно-правові акти можуть мінятися, відповідаючи фундаментальним принципам і вимогам поточної системи радіаційного захисту. Іншими словами, зміни переносяться в документи експлуатуючих організацій, лабораторій, промислових підприємств та вносяться на стадії отримання ліцензії.

Такий досить прагматичний підхід дає можливість швидкого перегляду вимог до радіаційної безпеки та радіаційного захисту з боку держави через те, що, по суті, змінюються тільки ліцензійні умови, а не вся система нормативно-правової документації.

Крім "жорсткої " системи регулювання існують і інші проблеми. Багато нормативно-правових актів, які сьогодні діють в країні, приймалося в різні періоди часу. До цих пір деякі галузі промисловості України (наприклад, уранова) регулюються документами СРСР, хоча з 1991 року двічі фундаментально змінювалася система протирадіаційного захисту. Найбільш яскравим прикладом таких відмінностей є зміна величини межі дози для персоналу категорії А, яка зменшилась з 50 мЗв у рік до 20 мЗв у рік, відповідно повинні були змінитися і контрольні рівні і дозові обмеження для окремих джерел.

Однак, є нововведення, які або не розглядалися в повному обсязі старою системою радіаційного захисту (наприклад, обмеження опромінення медичними джерелами), або не регламентувалися взагалі (вміст природних радіонуклідів у відходах промислових підприємств і технологій не відносяться до практичної діяльності).

Ці два нововведення викликають підвищений інтерес, бо виходять за рамки звичайної сфери регулювання і стосуються не тільки "практичної діяльності" з усталеними правилами та вимогами, але й тієї сфери діяльності, яка стосується кожної людини, наприклад, медичне опромінення.

Що ж залишиться незмінним на найближчі 10-15 років.

Основні принципи. Нова система радіологічного захисту поділяє ситуації опромінення на плановані, існуючі та аварійні для трьох сценаріїв опромінення: у виробничих умовах, опромінення населення та медичне опромінення.

В основу сучасної класифікації закладено нове поняття «джерела». Під словом "джерело" Міжнародна комісія з радіологічного захисту (МКРЗ) сьогодні розуміє як

одиночне джерело іонізуючого випромінювання, так і технологічні операції або складні виробничі процеси.

Визначення "джерела" залежить від контексту оцінки ситуації опромінення, вибору стратегії захисту, а також домовленостей з регулятором про прийнятність цієї системи. З поняття "джерело" випливають і основні принципи нової системи радіологічного захисту:

– *виправданість* – "будь-яке рішення, яке змінює існуючу радіаційну ситуацію, має приносити більше користі, ніж шкоди" ("джерело" в цьому випадку пов'язує принцип з усіма ситуаціями опромінення);

– *оптимізація захисту* – "при ймовірності зазнати опромінення, кількість опромінених людей і величина їх індивідуальних доз повинні бути збережені на настільки низькому рівні, на скільки це розумно досяжно, беручи до уваги економічні та соціальні фактори" (у цьому випадку, "джерело" також пов'язує принцип з усіма ситуаціями опромінення);

– *обмеження дози* – "сумарна доза будь-якого індивідуума від регульованих джерел для запланованих ситуацій опромінення, виключаючи медичне опромінення пацієнтів, не повинна перевищити референтні рівні і дози, рекомендовані МАГАТЕ" (цей принцип індивідуальний і застосовується тільки для запланованих ситуацій опромінення).

Розглянемо дані принципи більш детально

Виправданість. Принцип виправданості означає, що привнесення нового джерела має приносити таку вигоду, яка б компенсувала шкоду від опромінення і для окремої людини, і для суспільства в цілому. При аналізі виправданості розглядаються як прямі наслідки (альфа-компонента), так і аспекти проблеми, відсторонені від радіаційного фактора , але які включають певні витрати та ризики, а також вигоди від реалізації даної "практичної діяльності". Якщо раніше цей принцип розглядався тільки для ситуації "втручання" (ситуації існуючого та аварійного опромінення), то нова система використовує його для всіх ситуацій опромінення. Причому співвідношення витрати/шкода, як правило, безпосередньо залежить від вибору стратегії радіаційного захисту та пов'язане з процедурами оптимізації.

Оптимізація. Принцип оптимізації – наріжний камінь сучасної системи протирадіаційного захисту та визнання, що всі рівні радіаційного опромінення наносять деяку шкоду здоров'ю. Проте, має бути розумний баланс між рівнями радіаційного опромінення та фінансовими й соціальними контрзаходами щодо їх зменшення. МКРЗ у Публікації 103 ввела поняття "квоти дози" і "обмеження ризику", а також значення референтних рівнів для реалізації процедур оптимізації гарантуючи, що процедура оптимізації не призведе до "упереджених і несправедливих результатів". Публікації 103, 104 підкреслюють важливість оптимізації контрзаходів для всіх ситуацій опромінення (запланованої, існуючої та аварійної) .

Принципи та методи оцінки ефективності контрзаходів більш ранніх Публікацій МКРЗ залишаються в силі (ICRP 1985, 1988, 1991b).

Однак, нові рекомендації уточнюють систему 1991 (Публікація 60) щодо застосування процедур оптимізації, пропонуючи діапазон різних інструментів та процесів, які можуть використовуватися для оптимізації, одночасно визнаючи, що вибір підходу повинен відповідати потребам розв'язуваної проблеми. Іншими словами, МКРЗ підкреслює: "важливо, щоб ресурси, витрачені на оптимізацію, відповідали потенційним результатам, спрямованим на збереження здоров'я, а також,

щоб вибрані контрзаходи були доступними для всіх тих, кого зачіпають його результати". МКРЗ ясно заявляє, що "оптимізація захисту – це не мінімізація дози".

У новій системі радіаційного захисту процес оптимізації включає тільки ті захисні заходи, які виправдані. В основу процедур оптимізації покладено поняття індивідуальної дози, і її процедури включають оцінку доз опромінення для всіх можливих ситуацій опромінення: запланованої, аварійної та існуючої. Цей принцип сьогодні застосовується для планування "практичної діяльності", коли захисні заходи закладаються на стадії планування. Нові рекомендації поширюють цей підхід і на інші ситуації опромінення. Основними інструментами для даних процедур є "квоти доз" та референтні рівні.

Іншими словами, процедури оптимізації безпосередньо залежать від "джерела". При цьому захисні заходи повинні бути розумно зваженими і давати можливість зменшити ймовірність ризику опромінення для окремого індивідуума до величин, нижче відповідних значень квот доз і референтних рівнів, враховуючи всі соціальні та економічні аспекти проблеми (Публікація 101).

Оптимізація – це ітеративний процес, який послідовно включає:

– оцінку ситуації опромінення та обґрунтування необхідності дій (фактично ця процедура аналогічна обґрунтуванню втручання Норм радіаційної безпеки України (НРБУ-97));

– вибір відповідних рівнів для квот та референтних рівнів;

– ідентифікацію можливих варіантів захисту, які дозволять утримувати опромінення так низько, як це розумно досяжно;

– вибір найкращих заходів для конкретних обставин, квот доз і референтних рівнів;

– затвердження програми оптимізованих заходів;

– систематичний перегляд захисних заходів у контексті їх ефективності для нових обставин;

– оцінку ступеня запобігання аварійних ситуацій та потенційного опромінення для запланованих ситуацій.

Рекомендації МКРЗ підкреслюють, що деякі джерела (технології) здатні встановлювати захист на різних рівнях благополуччя. Отже, оптимізація дає певну свободу у виборі заходів, коли йдеться про обмеження доз опромінення.

Перші два принципи є універсальними і застосовуються для всіх ситуацій опромінення. Третій принцип – обмеження доз опромінення – в новій системі протирадіаційного захисту застосовується тільки для запланованих ситуацій опромінення.

У сучасній системі протирадіаційного захисту результати оптимізаційних процедур – це основний аргумент ліцензіата при виборі контрольних рівнів для скидів-викидів підприємства і меж доз для персоналу. В ідеалі, ці процедури повинні бути невід'ємною частиною звіту з безпеки, який надає оператор для отримання ліцензії.

Межа дози – це сумарна доза опромінення будь-якої людини (як працівника підприємства, так і населення, яке мешкає поруч з підприємством, хвостосховищем, АЕС) від керованих джерел і ситуації опромінення, яку можна контролювати. Ця величина не повинна перевищити рекомендовані референтні рівні і дози (таблиця 7.1). Виняток становить медичне опромінення пацієнтів, для яких опромінення є частиною лікування або діагностики і визначається лікарем-радіологом.

Таблиця 7.1 – Референтні рівні ефективних доз опромінення

Рівні границь оптимізації (квот доз і референтних рівнів) для ефективних доз, мЗв	**Характеристика ситуації опромінення**	**Приклад**
> 20 – 100 Високі референтні рівні встановлюються для добре навченого персоналу, який працює в аварійних умовах	Екстремальні ситуації опромінення, коли потрібні обов'язкові захисні заходи для всіх шляхів опромінення, а джерело є неконтрольованим	Ситуація аварійного опромінення
> 1 – 20	Індивідуум зазвичай отримує вигоду від даної ситуації. Захист застосовується для всіх типів опромінення або джерел	Професійне опромінення для запланованих ситуацій, а також для реабілітаційних заходів після аварій. Існуючі ситуації опромінення
1 і менше	Застосовується тільки для ситуацій, коли буде присутня вигода для суспільства, а не окремої людини	Опромінення населення для запланованих ситуацій

Для реалізації цього принципу проводиться оцінка доз опромінення окремих осіб та порівнюється з межами доз, рекомендованими "Основними стандартами безпеки" (див. таблицю 1.1). Причому, межі ефективних доз (ЕД) є сумою ЕД від джерел зовнішнього опромінення за один рік, а також накопиченої ЕД від внутрішнього надходження радіонуклідів за цей період. Для дорослих накопичена ЕД розраховується на період в 50 років з моменту надходження радіонукліда, для дітей – 70 років. Для професійного опромінення існують додаткові умови і вимоги. Наприклад, аварійна ситуація, для якої ЕД не повинна перевищувати 50 мЗв за один окремо взятий рік. Існують додаткові обмеження для вагітних жінок і дітей. Для населення також передбачаються умови реалізації ЕД: її величина не повинна перевищуватися за один окремо взятий рік за умови, що впродовж 5 наступних років ЕД буде становити не більше 1 мЗв у рік.

2. Природні радіонукліди у залишках промислових технологій

Відходи окремих виробництв, які здійснюють переробку корисних копалин, можуть мати значний вміст природних радіонуклідів (ПРН). Найбільш показовим випадком є процес переробки фосфоритів, в результаті якого відбувається 1,5 – 4 разове збільшення питомої активності ПРН уранового ряду. Наприклад, вміст тільки урану-238 у фосфоритах, які видобувалися на території колишнього СРСР, складав $(1,1–2,0)\cdot10^2$ кБк·кг$^{-1}$, а його вміст у технологічних залишках може складати вже від $(1,6–3,0)\cdot10^2$ кБк·кг$^{-1}$ до $(4,4–8,3)\cdot10^2$ кБк·кг$^{-1}$. Останнім часом Україна імпортує марокканські фосфорити. Вміст урану-238 у цій сировині на порядок більший. Тобто технологічні залишки виробництва, які залишаються після переробки цієї сировини, за питомою активністю можуть відповідати середньо-активним радіоактивним відходам. Це

підтверджують і оцінки щодо використання фосфоритів (в тому числі й африканських) для промислового видобутку урану. Так, у США у 1994 році 33 % урану було отримано з фосфоритів. Сьогодні в цій країні розроблено державну програму щодо розвитку підприємств з видобутку урану з фосфоритів на термін до 2015 року.

За оцінками фахівців, з 1 млн. тонн африканських фосфоритів промисловість України може виділити понад 100 тонн збагаченого урану, це майже п'ята частина річної величини видобутку урану в країні.

Сьогодні відходи заводів не тільки з переробки фосфоритів, але й інших технологій з видобутку та переробки корисних копалин неконтрольовані та у вигляді звалищ накопичуються поблизу відповідних підприємств і відкриті до доступу населення.

Підвищений вміст ПРН притаманний також відходам заводів з переробки залізної руди, золам теплових електростанцій тощо.

Неконтрольованість звалищ відходів приводить до розповсюдження довгоіснуючих ПРН у навколишньому середовищі не тільки природним шляхом: вимиванням з дощами, розвіюванням у сухі періоди року тощо. Населення використовує ці відходи при індивідуальному будівництві для підсипок та фундаментів, а золу – ще як добрива при вирощуванні сільськогосподарської продукції. В індустріальному будівництві теж використовують подібні відходи, але при жорсткому контролі продукції. Наприклад, для використання відходів (золи) Ладиженської ГРЕС у промисловому виробництві легких бетонів, керамзитобетону, розчинів для кладки тощо проводилися відповідні дослідження вмісту ПРН у цій продукції та обґрунтування допустимого вмісту золи в нових будівельних матеріалах, що відповідало вимогам діючих нормативів. Щодо індивідуального будівництва, то як правило, воно здійснюється неконтрольовано, що приводить до додаткового опромінення населення впродовж кількох поколінь однієї родини.

В останні роки багато країн світу широко застосовують регулюючий контроль щодо обмеження опромінення населення залишками технологій з підвищеним вмістом радіонуклідів уранового і торієвого рядів.

2.1 Міжнародні вимоги

У нових "Основних стандартах безпеки" (Basic Safety Standards (BSS)) МАГАТЕ регулювання діяльності, де можливе опромінення техногенно–підсиленими джерелами природного походження (ТПДПП), аналогічне правилам і вимогам, які пред'являються до "штучних" ("індустріальних", за визначенням НРБУ-97), джерел опромінення. Документом визначено перелік виробництв, де можливе опромінення ТПДПП:

- видобуток і переробка рідкісноземельних елементів з монациту;
- виробництво торію з продуктів, які містять торій;
- переробка руди танталу і ніобію;
- видобуток та переробка нафти і газу;
- виробництво титанового пігменту;
- термічне виробництво фосфору;
- видобуток і переробка цирконію;
- виробництво фосфатів;
- цементне виробництво;
- коксохімічні заводи;
- виробництво фосфорної кислоти;
- видобуток і переробка залізної руди;

– переробка олова і міді.

Для більшості перерахованих виробництв обмеження існували і раніше. Наприклад, у розділі VII Директиви Євроатому визначено вимоги до системи контролю виробничої діяльності, де працівники можуть переопромінитися (шахти, тунелі, радонолікарні та інш.). Документ встановлює дозові межі для працівників (6 мЗв у рік) та населення (1 мЗв у рік) за умови, що активність природних радіонуклідів не перевищує певних значень для специфічних галузей виробництва, В цьому випадку вводяться вимоги до зберігання матеріалів та поводження з відходами виробництва. У документі наведено таблицю, в якій дано можливі рівні забруднення обладнання природними радіонуклідами.

Наприклад, вміст радію-226 у відкладеннях мулів в трубах і на стінках сховищ нафти може становити від 1 кБк на кг до 100 кБк на кг при середньому значенні 4 кБк на кг; вміст радію-226 у відходах виробництва фосфатів у середньому складає 1,5 кБк на кг при максимальній активності 100 кБк на кг. Розділ містить також рекомендації щодо поводження з такими відходами. Наприклад, рекомендується змішувати відходи з іншими, інертними матеріалами, щоб зменшити рівні опромінення, якщо такі дії виправдані і проводяться під контролем регулятора.

МАГАТЕ за вимогами "Основних стандартів безпеки" (розділ 3 – Плановане опромінення, пункт 3.4 (а)) пропонує більш жорсткі підходи щодо обмеження опромінення ТПДПП у виробничих умовах. Вона зобов'язує держави-учасниці ввести регулюючий контроль для галузей промисловості і окремих технологічних процесів, якщо активність радіонуклідів уранового і торієвого ряду перевищує 1 Бк на грам або активність калію-40 перевищує 10 Бк на грам. Для даних виробництв або технологічних процесів вводиться обов'язкове ліцензування [16].

Іншими словами, для матеріалів (крім головних товарів споживання, таких як продукти харчування, вода, добрива та будівельні матеріали), в яких активність будь-якого радіонукліду серії урану або торію перевищує 1 $Бк \cdot г^{-1}$, нові міжнародні стандарти радіаційної безпеки вимагають такої ж самої регуляторної системи, як і для практичної діяльності, тобто вимоги планованої ситуації опромінення. В термінах Глосарію з Безпеки МАГАТЕ цей матеріал в такому разі потрапляє у визначення радіоактивного матеріалу, а саме: техногенно-підсилених джерел природного походження.

В запропонованому диференційованому підході до регулювання першим кроком є визначення активності таких матеріалів, оцінка величини їх впливу. На практиці це підґрунтя для визначення необхідності застосування регулюючого контролю чи звільнення від нього. BSS визначає річну дозу 1 мЗв як відповідний критерій для звільнення без подальшого обговорення (величина, що узгоджується з природним фоновим рівнем, порівнюючи з дозовим критерієм 10 мкЗв для радіонуклідів штучного походження (для яких природний фон, по суті, нуль)). Даний рівень звільнення 1 мЗв вже впроваджено, принаймні для працівників. Ця ж величина 1 мЗв також загальноприйнята як референтний рівень для використання споживчих товарів з підвищеним вмістом ТПДПП, особливо будівельних матеріалів.

2.2. Ситуація в Україні

В 2013 році фахівці відділу радіаційної гігієни ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМН України" (ДУ "ІГМЕ НАМНУ") за допомоги та підтримки Державної інспекції ядерного регулювання України розпочали дослідження вмісту природних радіонуклідів у залишках виробництв, які потенційно можуть

потрапити під регулюючий контроль щодо підвищеного вмісту природних радіонуклідів у залишках виробництв.

У цьому році було відібрано та досліджено зразки залишків виробництв 11 підприємств (перелік підприємств наведено у таблиці 7.2).

Таблиця 7.2 – Підприємства, з яких відібрано зразки (проби) залишків виробничої діяльності для досліджень

№ п/п	Підприємство	Населений пункт	Область
1.	ПрАТ "Кримський титан" філія "Вільногірський ГМК"	Вільногірськ	Дніпропетровська
2.	ПАТ "Арселор Міттал Кривий Ріг"	Кривий Ріг	Дніпропетровська
3.	ПАТ "Криворізький залізорудний комбінат" (шахта "Октябрьская")	Кривий Ріг	Дніпропетровська
4.	ПАТ "Нікопольський завод феросплавів"	Нікополь	Дніпропетровська
5.	Бурштинська ТЕС	Бурштин	Івано-Франківська
6.	НГВУ "Надвірнанафтогаз"	Гвізд	Івано-Франківська
7.	Долинанафтогаз	Долина	Івано-Франківська
8.	Бориславнафтогаз	Борислав	Львівська
9.	ТОВ "Миколаївський глиноземний завод"	Миколаїв	Миколаївська
10.	ПАТ "ЮГ-цемент"	Ольшанське	Миколаївська
11.	ПАТ "Укргазвидобування"	Базилівщина	Полтавська

Дослідження встановили, що у залишках виробничої діяльності підприємств ПрАТ "Кримський титан" філія "Вільногірський ГМК", ПАТ "ЮГ-цемент", Бориславнафтогаз та у більшості зразків (84 %) ПАТ "Арселор Міттал Кривий Ріг" рівні вмісту природних радіонуклідів не перевищують 100 Бк·кг$^{-1}$. На деяких підприємствах за окремими радіонуклідами питомі активності знаходяться в діапазоні від 100 Бк·кг$^{-1}$ до 609 Бк·кг$^{-1}$, а саме: на ТОВ "Миколаївський глиноземний завод" – за торієм, на НГВУ "Надвірнанафтогаз" – за радієм, на ПАТ "Криворізький залізорудний комбінат" (шахта "Октябрьская") та ПАТ "Арселор Міттал Кривий Ріг" (16 %) – за калієм, на Бурштинській ТЕС, ПАТ "Нікопольський завод феросплавів" – за радієм та калієм.

Тобто, у понад 90 % зразків залишків виробничої діяльності досліджених підприємств значення питомої активності природних радіонуклідів не перевищує норматив МАГАТЕ за радієм-226 і торієм-232 – 1 Бк·г$^{-1}$ (1000 Бк·кг$^{-1}$) та за калієм-40 – 10 Бк·г$^{-1}$ (10000 Бк·кг$^{-1}$) і такі підприємства або технологічні процеси не підлягають ліцензуванню.

У той же час, на підприємствах ПАТ "Укргазвидобування" та Долинанафтогаз у зразках залишків виробничої діяльності вміст природних радіонуклідів перевищує референтні рівні за радієм у 3-12 разів та за торієм – до 3 разів. Тобто ці підприємства в подальшому підлягають обов’язковому ліцензуванню.

Проблеми існують не тільки на підприємствах ПАТ "Укргазвидобування" та Долинанафтогаз. В 2011 році фахівці лабораторії природних джерел випромінювання ДУ "ІГМЕ НАМНУ" проводили дослідження на території Рибальського родовища НГВУ "Охтирканафтогаз" та встановили, що на майданчиках відпрацьованого обладнання, де тимчасово були складовані використані труби з різних родовищ НГВУ "Охтирканафтогаз", вміст радію-226 у шламі склав 29,7 кБк·кг$^{-1}$, а торію-232 – 4,8 кБк·кг$^{-1}$.

Ця проблема не нова. При видобуванні, переробці та транспортуванні нафти і газу в навколишнє середовище у тому чи іншому вигляді надходять як супутні субстанції природні радіонукліди сімейств урану-238, торію-232, а також калію-40. Ці радіонукліди осідають на внутрішніх поверхнях нафтогазопромислового обладнання (насосно-компресорних труб, резервуарів та інш.), поверхнях робочих приміщень, території підприємств, в шламах та пластовій воді тощо, концентруючись у ряді випадків до рівнів, при яких можливе підвищене опромінення працівників підприємств. Питома активність таких осадів може досягати $1{,}5 \cdot 10^{7}$ Бк·кг$^{-1}$.

Окрім того, радіаційно-екологічний стан території, обумовлений радіоактивним забрудненням в місцях нафтових промислів, залежить від проливання нафти, виносу пластових вод на ґрунт, їх зливу в поверхневі водойми тощо. При висиханні радіоактивних водойм у місцях збору нафти відбувається концентрація радіоактивних речовин на поверхні ґрунту з несприятливими наслідками для людини та навколишнього середовища.

Всі приведені факти вимагають чіткої стратегії та інструментів регулювання цих джерел опромінення.

3. Медичне опромінення

Медичному опроміненню сьогодні приділяється особлива увага. Останні 10 років внесок цієї компоненти в сумарну дозу населення збільшився в кілька разів. За даними звіту Наукового комітету з дії атомної радіації Організації об’єднаних націй (НКДАР ООН) (2009 р.) середньозважена річна доза опромінення населення планети, обумовлена медичним опроміненням, сьогодні складає близько 0,4 мЗв у рік (13 % річної дози опромінення, рисунок 3.1). Для України ця величина оцінюється в 0,5 мЗв у рік, для США – 3,1 мЗв у рік і в порівнянні з 1980 роком збільшилася майже в 7 разів. Для прикладу процитую звіт НКДАР ООН (2008 р.), з якого випливає, що в 1980 році кількість КТ (комп'ютерна томографія) обстежень в США становило 3 млн., в 2003 р. – 50 млн., в 2008 р. – 60 млн. обстежень.

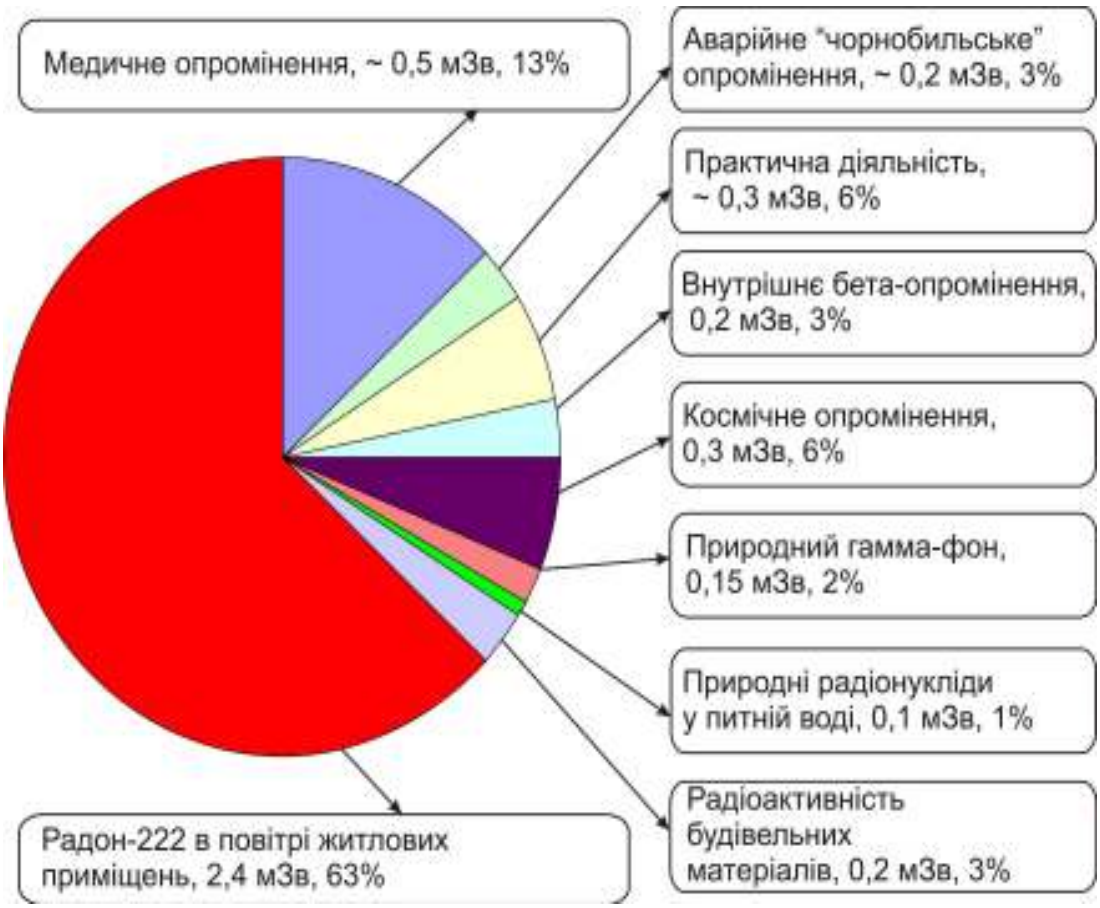


Рисунок 7.1 – Структура та середньозважені величини ЕД опромінення населення України

Стрімке зростання цієї компоненти сумарної дози опромінення населення, насамперед, пов'язане з появою і широким застосуванням нових діагностичних технологій.

Сьогодні джерела іонізуючого випромінювання широко використовуються не тільки в променевій терапії та рентгенодіагностиці, як це було 10-15 років тому, а й у інших галузях медицини. Виникли нові галузі медицини такі як ядерна медицина, яка включає радіонуклідну діагностику "*in vivo*" та "*in vitro*", а також радіонуклідну терапію. Отримала новий поштовх розвитку інтервенційна радіологія (діагностичні технології, лікувальні технології, профілактичні технології).

Слід згадати, що на території України у відділеннях променевої терапії онкологічних клінік сьогодні працює 19 лінійних прискорювачів, а це вже зовсім інший рівень ядерних технологій, а отже і вимоги до радіаційного захисту.

Медичному опроміненню МКРЗ присвятила 12 публікацій за останні 20 років, з них 5 публікацій вийшло в останні кілька років. Більшість цих вимог знайшли своє відображення в регламентах "Основних стандартів безпеки» МАГАТЕ 2010 року.

Нова система радіаційної безпеки для медичного опромінення розглядає медичне опромінення як заплановану ситуацію. Публікація 104, а потім і BSS для даної ситуації опромінення припускають впровадження вимог регуляторного характеру (ліцензування), включаючи обов'язкову оптимізацію захисту персоналу та пацієнтів.

Відповідно до вимог BSS ліцензуванню підлягають медичне радіологічне обладнання (генератори випромінювань, прискорювачі, джерела, гамма-камери, томографи тощо), а також програмне забезпечення, яке додається до технології і може

вплинути на розрахунки дозових навантажень та їх реалізацію на практиці. Контролю підлягає система гарантій якості медичних досліджень, яка включається в ліцензійні умови.

Документ передбачає специфічні вимоги як для діагностичного обладнання, так і для обладнання і технологій, які використовуються в терапевтичних цілях.

Для обох напрямів кінцева мета (або діагностика, або лікування) визначає шляхи реалізації процедур оптимізації протирадіаційного захисту. Наприклад, використання тих чи інших радіофармпрепаратів для діагностики повинно забезпечувати не тільки потрібну роздільну здатність для отримання візуального відображення органів і тканин, а й забезпечувати неперевищення референтних рівнів опромінення як пацієнта, так і персоналу. В ідеальному випадку дози опромінення повинні бути мінімальні.

У разі терапевтичних процедур мета протирадіаційного захисту буде дещо іншою: лікування повинно гарантувати, що доза опромінення пацієнта буде настільки низькою, наскільки це дозволяє її діагноз і розпорядження лікуючого лікаря. При цьому, по суті, процедури оптимізації – це співробітництво декількох фахівців: лікаря-радіолога, лікаря-онколога, медичного фізика, фармацевта.

У таблиці 7.3 наведено діапазон доз опромінення при одноразовому обстеженні органів людини на різних видах діагностичного обладнання.

Таблиця 7.3 – Дози опромінення при медичних процедурах

Процедура	ЕД за одну процедуру, мЗв
Цифрова флюорографія (1 проекція)	0,03 – 0,06
Флюорограма:	
звичайна плівкова	0,15 – 0,25
старі рентгенівські апарати	0,6 – 0,8
Рентгенографія:	
грудна клітка	0,15 – 3,5
гастроентерологія (дослідження патології ШКТ)	2 – 6
дентальний рентген	0,13 – 0,3
цифровий рентген	0,05
Радіонуклідні дослідження	2 – 5
КТ (комп'ютерна томографія):	
череп, голова	1 – 2
грудна клітка, печінка, нирки	6 – 11
оцінка кальцію в кістках	1
корональна ангіографія	8

Як видно з таблиці 7.3, в залежності від типу обладнання, наприклад, флюорографа, дози опромінення на одну процедуру можуть варіювати від 0,03 до 0,6

мЗв у рік, а одне обстеження на комп'ютерному томографі може створювати дозу 8 мЗв у рік.

Слід зазначити, що за даними ДУ "Інститут медичної радіології ім. С.П. Григор'єва НАМН України", сьогодні понад 80 % радіодіагностичного та 80 % радіотерапевтичного обладнання морально і фізично застаріло, причому кожен третій апарат знаходиться в експлуатації більше 30 років. Іншими словами, більше 30 % експлуатованого в Україні обладнання не відповідає технічним вимогам з безпеки і по суті знаходиться в аварійному стані.

Медичне опромінення пацієнтів вимагає підходів, відмінних від підходів радіологічного захисту, які застосовуються до інших ситуацій планованого опромінення людей. Опромінення в цьому випадку носить навмисний характер і має наміром отримання прямої користі самим пацієнтом. При проведенні радіотерапії біологічні ефекти опромінення у високих дозах, наприклад, радіаційна загибель клітин, використовуються на благо пацієнта при лікуванні онкологічних та інших захворювань. Внаслідок цього, застосування рекомендацій МКРЗ при медичному використанні іонізуючих випромінювань потребує окремих спеціальних рекомендацій.

Принцип виправданості щодо медичного опромінення застосуємо за трирівневою системою, наведеною нижче.

При застосуванні принципу оптимізації захисту пацієнта

– користь і шкода повинні бути прив'язані до однієї й тієї ж особи (пацієнта), а рівень доз його опромінення визначається суто медичними потребами. Концепція граничних доз опромінення пацієнтів, таким чином, непридатна, що є докорінною відмінністю від її використання при професійному опроміненні та/або опроміненні населення;

– однак, необхідно здійснювати деяке управління опроміненням пацієнта згідно з рекомендованими Публікацією 73 МКРЗ (1996 р.) діагностичними контрольним рівнями, рекомендованими також у Додатковому Керівництві (2004 р.).

Крім того, процедури оптимізації повинні включати і аналіз аспектів, які стосуються технічного обслуговування обладнання і, в першу чергу, його калібрування, забезпечення системи гарантій якості досліджень або вимірювань, включаючи обов'язкову індивідуальну дозиметрію персоналу та пацієнтів. Всі ці моменти практично відсутні у вітчизняній нормативній базі і повинні бути розроблені та впроваджені найближчим часом.

Окрема проблема, це аварійні ситуації щодо медичного опромінення. Застосування аварійного обладнання може привести до додатковаго опромінення богатьох людей. На рис. 3.2 приведено потенційні масштаби проблем, які можуть виникнути у разі аварії щодо різних джерел опромінення. Верхню позицію займають медичні джерела опромінення. Цій проблемі МАГАТЕ присвятило окрему публікацію, яка дає точні інструкції щодо необхідно робити у разі аварійної ситуації з медичним джерелом.

В таблиці 7.4 приведено дані щодо найбільших аварійних ситуацій, які сталися у світі за останні 25 років.

Таблиця 7.4 – Кількість пацієнтів, які постраждали від ненавмисного або випадкового випромінювання в радіотерапії

Країна	Рік	Кількість пацієнтів
Німеччина	1986-87	86
Іспанія	1990	27
Велика Британія	1982-91	Більше 1000
Коста-Ріка	1996	115
Франція	2007	3500

Найбільшу за останні роки аварію у медичних закладах було зафіксовано в 2007 році у Франції. Помилка при калібровці обладнання персоналом клініки привела до додаткового опромінення майже 3,5 тисяч пацієнтів. Цей інцедент на практиці довів наскільки важливе питання підготовки спеціалістів з медичної фізики, бо саме ці спеціалісти за своїми фукціональними обов'язками відповідають за радіаційний захист як пацієнтів, так і персоналу медичного закладу.

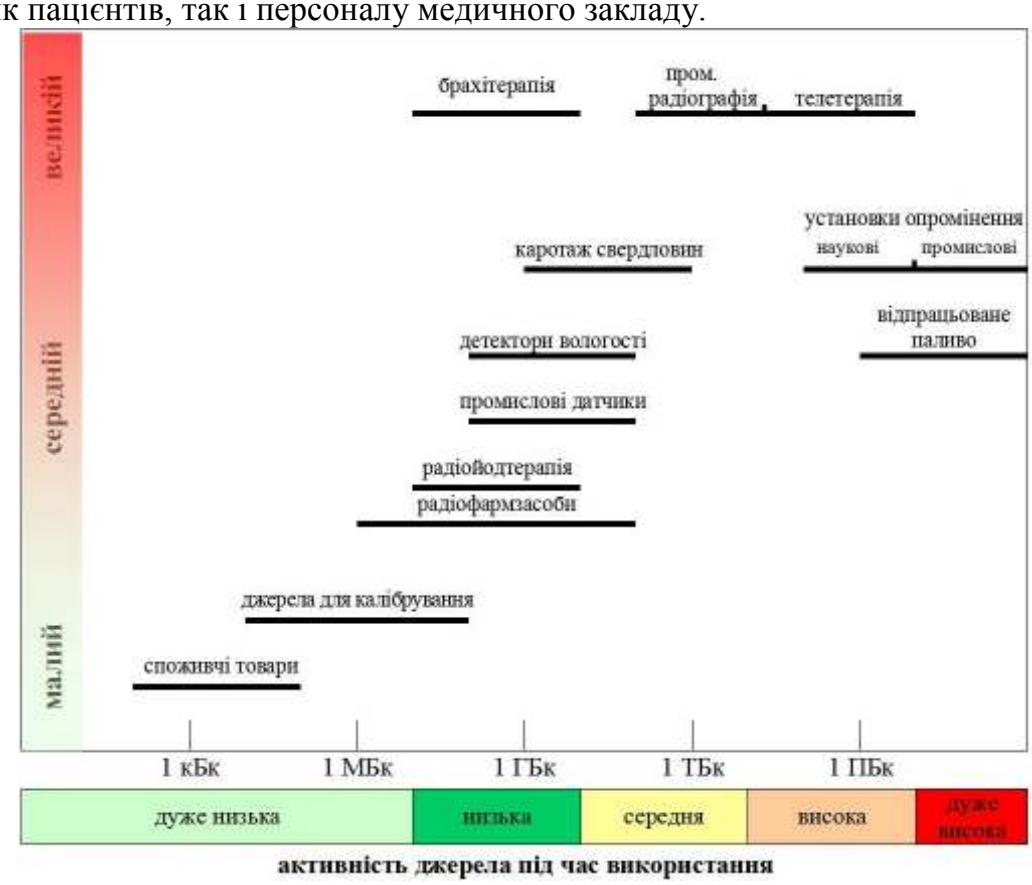


Рис. 7.2 Потенційні наслідки та масштаби аварійних ситуацій.

В 2013 році на замовлення ДІЯР, ДП «ДНТЦ ЯРБ» провів доліджения радіаційного стану територій медичних закладів м. Києва, де застосовуються радіаційні та ядерні технології, а саме: території Клінічної лікарні «Феофанія» та «Київського обласного онкологічного диспансеру». За програмою досліджень, в першу чергу, були обстежені відділення проминевої терапії, брахітерапії та відділення радіонуклідної діагностики. Особливу увагу, було приділено приміщенням, где расташовано циклотрон («Феофанія»). Результати проведених обстежень дозволяють зробити позитивні висновки щодо радіаційного стану цих обєктів та неперевищення дозових лімітів персоналу, який працює в цих в відділенях.

8. Фізичний захист (20 років в Україні)

У 1991 році з набуттям незалежності Україна стала власницею потужного арсеналу ядерної зброї та п'яти атомних електростанцій. У спадок від Радянського Союзу залишилась значна кількість установ, промислових підприємств та організацій, які у своїй діяльності використовували джерела іонізуючого випромінювання; підприємств, що використовували радіоізотопні прилади; декілька підприємств з видобування та переробки уранової руди. Разом з тим, практично відсутньою була нормативно-правова база, яка б врегульовувала питання, пов'язані з правами, обов'язками та відповідальністю учасників відносин у сфері використання ядерної енергії. Саме тому вже в перші роки незалежності в Україні було розпочато активну роботу зі створення власного національного ядерного законодавства.

Для фізичного захисту в Україні 2013 рік є ювілейним. 20 років тому назад в молодій Українській державі сталася низка подій, які започаткували та сформували завдання та напрямки розвитку фізичного захисту в нашій країні, а саме:

5 травня 1993 року Верховна рада України прийняла постанову «Про участь України у Конвенції з фізичного захисту ядерного матеріалу 1980 року»;

25 жовтня 1993 року підписана Угода між Україною і Сполученими Штатами Америки щодо надання допомоги Україні в ліквідації стратегічної ядерної зброї, а також запобігання розповсюдженню зброї масового знищення. Поряд з іншими зобов'язаннями США Угода передбачала «розвиток державних систем контролю обліку і фізичного захисту ядерних матеріалів».

18 грудня 1993 року була підписана імплементаційна до Угоди від 25 жовтня 1993 року Угода між Державним комітетом України з ядерної та радіаційної безпеки і Міністерством оборони Сполучених Штатів Америки відносно розвитку державної системи контролю, обліку і фізичного захисту ядерних матеріалів з метою запобігання розповсюдженню ядерної зброї з України.

28 грудня 1993 року Президент України видав Указ «Про заходи щодо фізичного захисту ядерного матеріалу та ядерних установок в Україні». Указ є нормативно-правовим актом, який вперше в нормативно-правовому полі України визначив повноваження в сфері фізичного захисту тодішнього Державного комітету України з ядерної та радіаційної безпеки, Служби безпеки України, Міністерства внутрішніх справ України та обов'язки юридичних осіб, які здійснюють будівництво чи експлуатацію ядерних установок, використовують, зберігають, перевозять ядерний матеріал.

Першим кроком у створенні ядерного законодавства в Україні стала Концепція державного регулювання та управління ядерною галуззю в Україні, ухвалена постановою Верховної Ради України від 25 січня 1994 року № 3871-XII.

Наступним кроком стало прийняття Верховною Радою України базового з точки зору вирішення проблем безпечного використання ядерної енергії та радіаційної безпеки Закону України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 8 лютого 1995 року. Цей Закон також визначив компетенцію органів влади та управління у сфері використання ядерної енергії та радіаційної безпеки; закріпив державне регулювання безпеки використання ядерної енергії тощо. В цьому Законі вперше на законодавчому рівні були закріплені вимоги щодо забезпечення фізичного захисту. У розвиток нормативної бази з фізичного захисту 19 жовтня 2000 року приймається Закон України «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання».

1 – ядерна установка;
2 – промисловий майданчик;
3 – санітарно-захисна зона (до 3 км);
4 – зона спостереження (до 30 км).

Відповідно до вимог Закону України «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» система фізичного захисту ядерних установок, ядерних матеріалів,

радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання – це сукупність організаційно-правових та інженерно-технічних заходів, що здійснюються з метою створення умов, спрямованих на мінімізацію можливості вчинення диверсії, крадіжки або будь-якого іншого неправомірного вилучення радіоактивних матеріалів та зміцнення режиму нерозповсюдження ядерної зброї.

Фізичний захист – діяльність у сфері використання ядерної енергії, спрямована на забезпечення захищеності ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання та на зміцнення режиму нерозповсюдження ядерної зброї.

Державний комітет ядерного регулювання України як центральний орган виконавчої влади зі спеціальним статусом було створено Указом Президента України 5 грудня 2000 року. Цим Указом на Держатомрегулювання були покладені функції визначення критеріїв, вимог і умов щодо безпеки під час використання ядерної енергії, видачі дозволів та ліцензій на проведення діяльності у цій сфері, здійснення державного нагляду за додержанням законодавства, норм, правил і стандартів з ядерної і радіаційної безпеки та виконання інших функцій національного регулюючого органу з ядерної та радіаційної безпеки, визначених Конвенцією про ядерну безпеку та Об’єднаною конвенцією про безпеку поводження з відпрацьованим ядерним паливом та безпеку поводження з радіоактивними відходами.

У зв’язку з проведенням адміністративної реформи було змінено назву і Указом Президента України 06.04.2011 року було затверджено Положення про Державну інспекцію ядерного регулювання України.

Основним пріоритетом за останні роки у сфері регулювання фізичного захисту і надалі впроваджених шляхом змін у Законах України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» та «Про фізичний захист ядерних установок, ядерних матеріалів, радіоактивних відходів, інших джерел іонізуючого випромінювання» з урахуванням сучасних вимог до забезпечення функціонування системи фізичного захисту.

В рамках впровадження програми «Ініціатива щодо зменшення глобальної загрози та покращення захищеності джерел іонізуючого випромінювання (ДІВ)» проведені обстеження щодо модернізації інженерно-технічних засобів систем фізичного захисту ряду об’єктів по всій країні. Так, за сприянням Міністерства енергетики США та під контролем Держатомрегулювання в період з 2009 по 2013 р. проводиться докорінна модернізація систем фізичного захисту медичних закладів, які використовуються джерела іонізуючого випромінювання 1 категорії - проведена модернізація на 45 таких об’єктах. Також проводятся роботи за цим напрямком ще на 25 об’єктах. Крім того Держатомрегулювання України приймає участь в реалізації міжнародної програми щодо виявлення радіоактивних матеріалів у незаконному обігу, включаючи відпрацювання заходів взаємодії всіх причетних до цього питання центральних органів виконавчої влади України та країн, які мають спільні кордони з нашою державою.

9. Порушення в роботі АЕС України в 2013 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 2013 році на діючих енергоблоках України сталося 11 порушень у роботі АЕС. З них:

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

На рисунку 9.1 представлено розподіл кількості порушень в роботі АЕС України в період з 2008 по 2013 роки, з якого видно, що кількість порушень в 2013 році дещо знизилась у порівнянні з минулорічним рівнем.

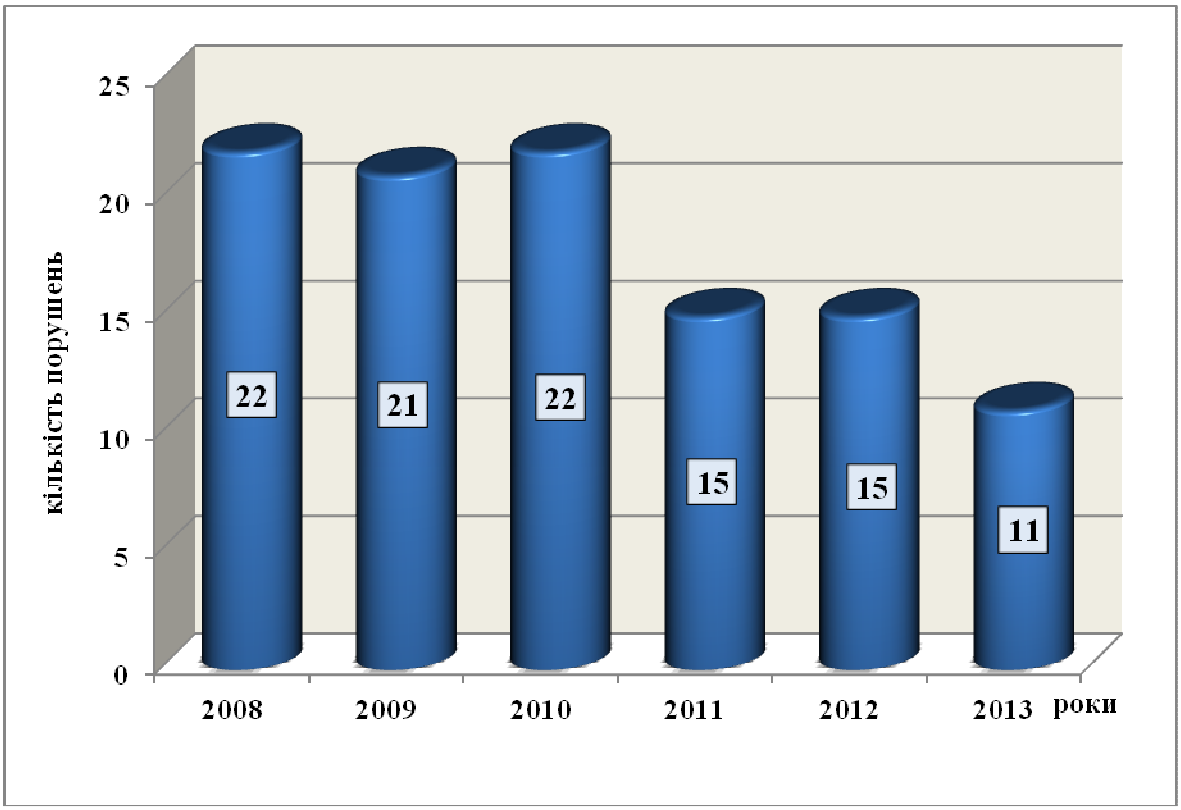


Рисунок 9.1 – Кількість порушень у роботі АЕС України в 2008-2013 рр.

На рисунку 9.2 наведено розподіл порушень по майданчиках АЕС у 2008-2013 рр.

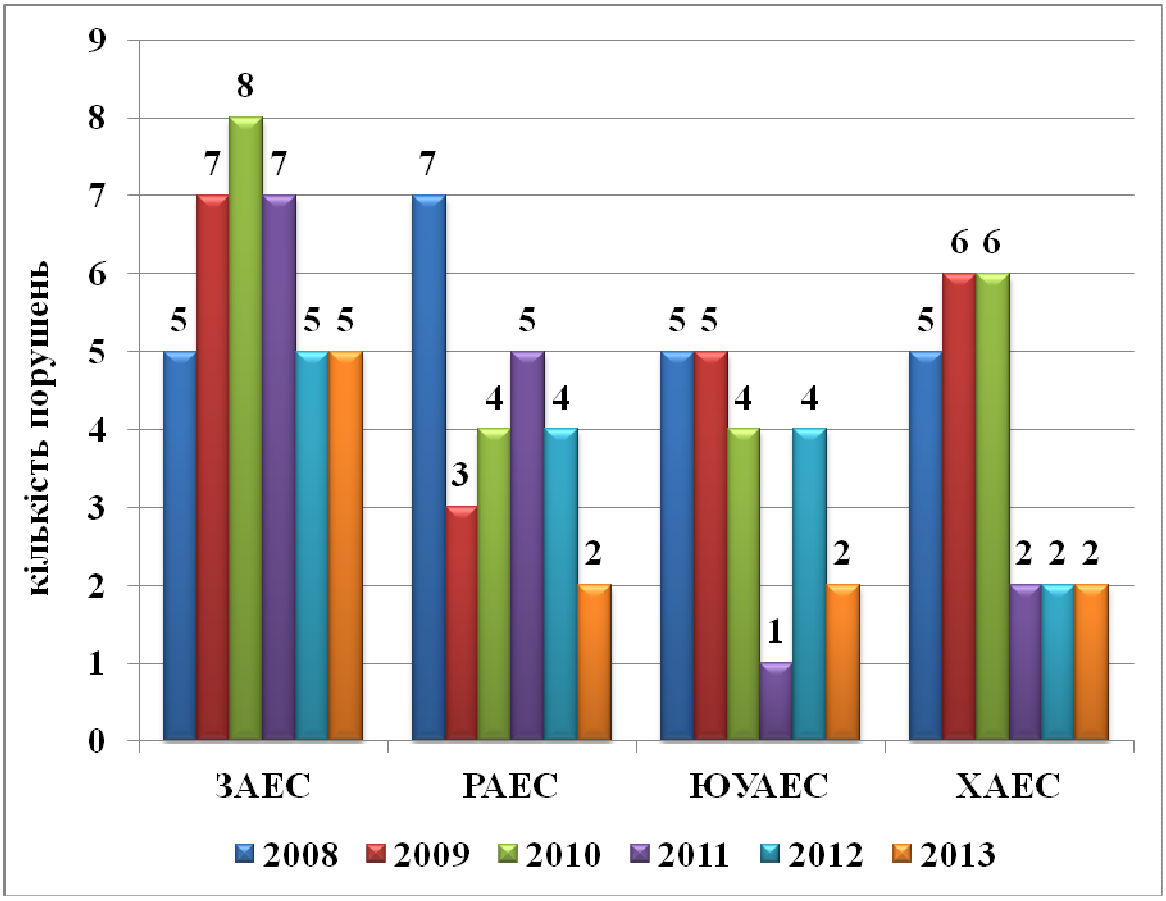


Рисунок 9.2 – Розподіл порушень по майданчиках АЕС у 2008-2013 рр.

На РАЕС та ЮУАЕС відмічається зменшення кількості порушень у роботі АЕС, на ХАЕС та ЗАЕС показники, у порівнянні з минулим роком, не змінилися.

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 9.3 представлено розподіл середньої кількості порушень на один енергоблок для окремих типів РУ діючих енергоблоків.

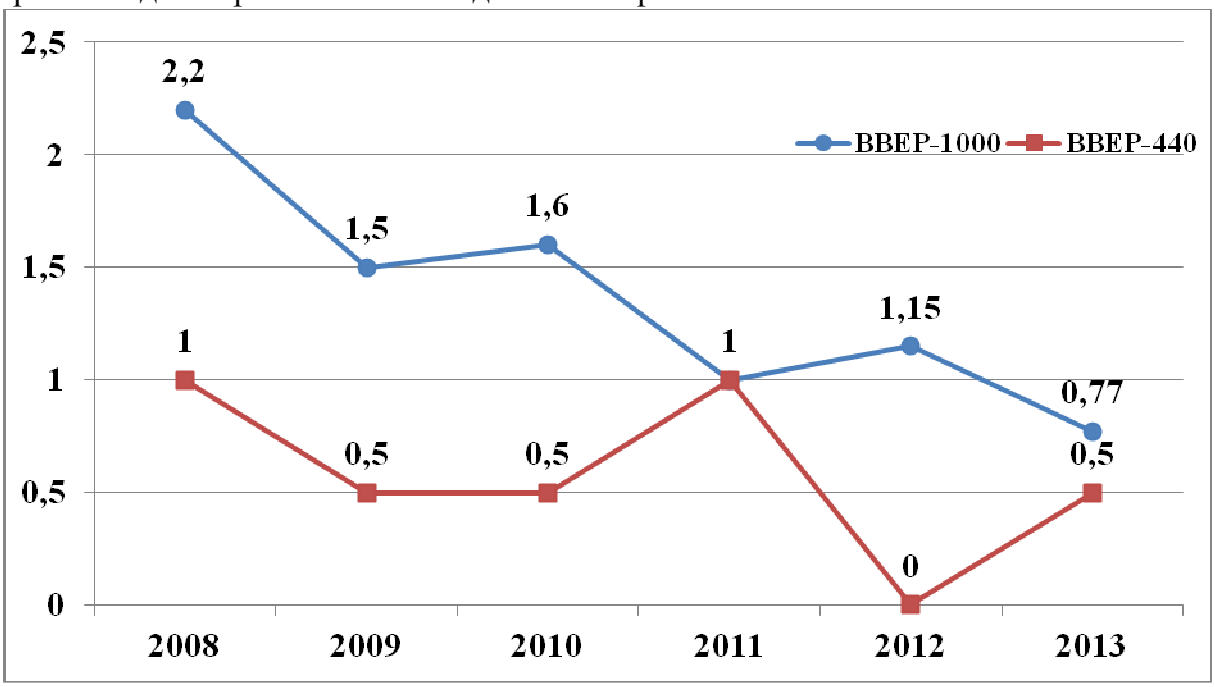


Рисунок 9.3 – Розподіл середньої кількості порушень на один енергоблок за типами РУ

За шкалою ІНЕС, яка є всесвітнім інструментом, що призначений для інформування населення про значимість ядерних і радіологічних подій для безпеки, в 2013 році в Україні не було порушень вище рівня «нижче шкали/рівень “0”» (не суттєво для безпеки).

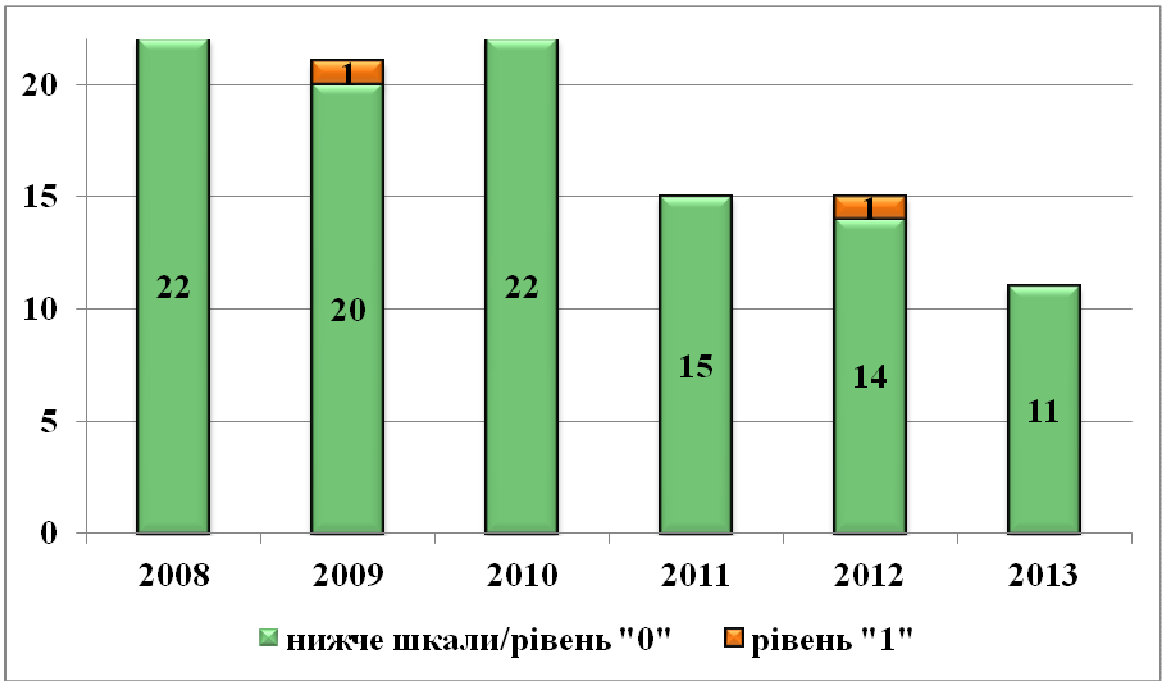


Рисунок 9.4 – Розподіл кількості порушень у роботі АЕС України за шкалою ІНЕС у 2008-2013 рр.

У залежності від ознак і наслідків порушення в роботі АЕС в 2013 році розподілилися таким чином:

- Зупинення реакторної установки або відключення енергоблока від мережі – 19 % (2 порушення);
- Розвантаження енергоблока АЕС на величину 25 % Ne. і більше від рівня потужності, що безпосередньо йому передував – 36 % (4 порушення);
- Непрацездатність каналу (каналів) систем безпеки протягом терміну, що не перевищує дозволеного ТРБЕ – 9 % (1 порушення);
- Відмови важливого для безпеки АС обладнання та трубопроводів 1-го та 2-го класів безпеки – 36 % (4 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. На рисунку 9.5 відображено розподіл за системами, які відмовили або зазнали впливу під час аномальних подій.

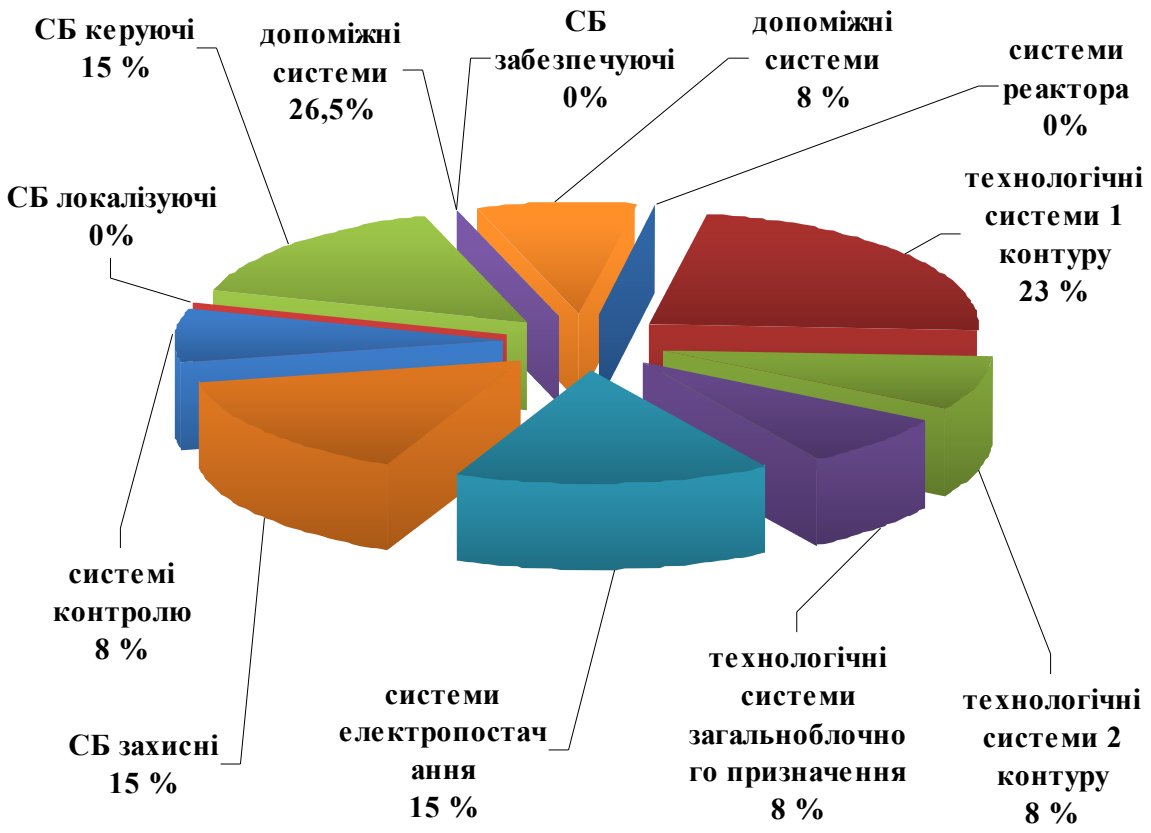


Рисунок 9.5 – Розподіл за системами, які відмовили або зазнали впливу під час аномальних подій

В 2013 році серед систем найбільше відмовляли такі:

- система циркуляції теплоносія (технологічні системи 1 контуру, реакторного відділення);
- автоматика системи управління і захисту реактора (системи безпеки керуючі).

Аналіз елементів, які відмовили або зазнали пошкодження та категорій персоналу, що припустив помилку, показав, що найбільше відмов у 2013 році сталося:

- на обладнанні технологічних систем (25 %)
- на обладнанні систем автоматичного управління захисту і сигналізації (25 %);
- на обладнанні систем електропостачання (18,75 %).

На рисунку 9.6 зображено розподіл корінних причин виникнення аномальних подій у 2008-2013 рр.

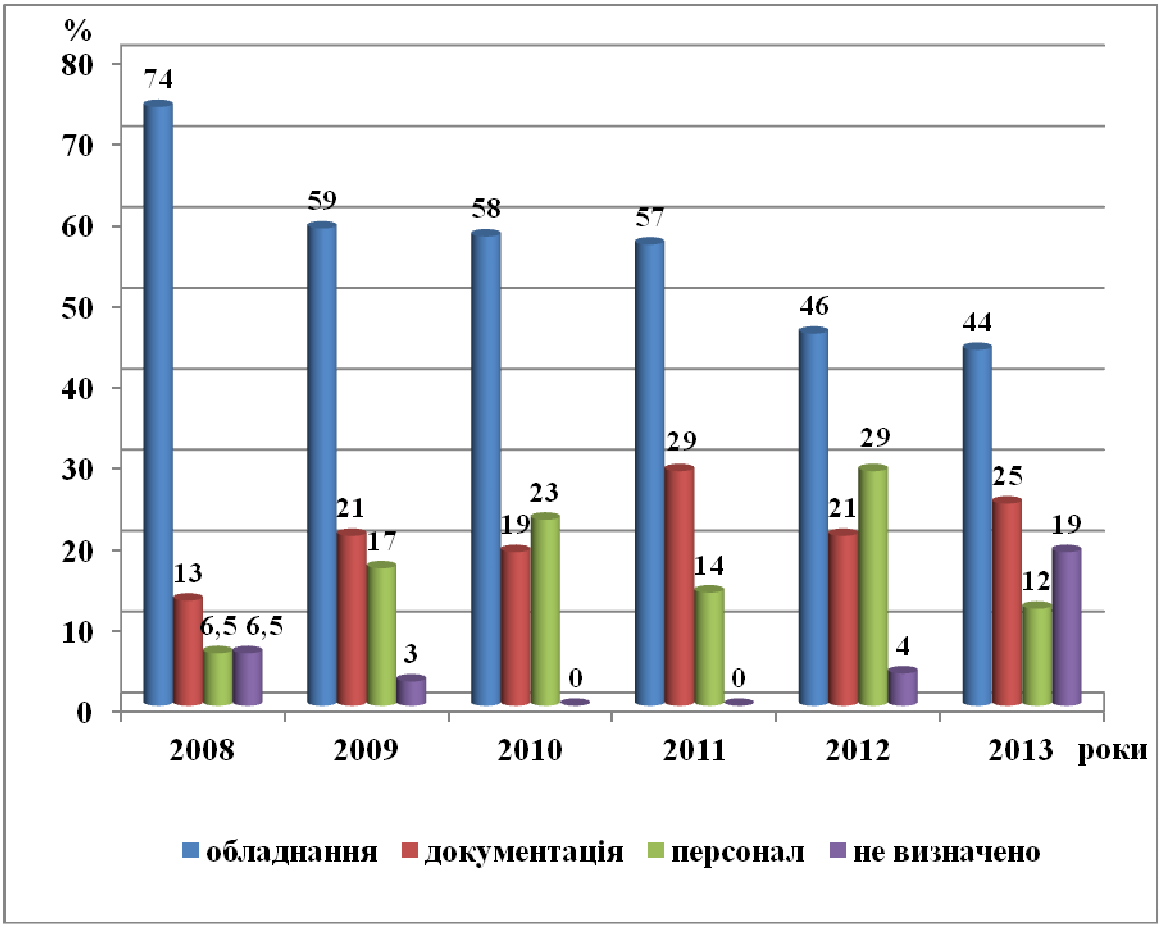


Рисунок 9.6 – Розподіл корінних причин виникнення аномальних подій

Традиційно найбільший внесок складають причини, що пов’язані з відмовами обладнання (44 %). За останній рік намітилося різке зростання частки корінних причин, які були не визначені під час розслідування порушення, що в подальшому може призвести до виникнення аналогічних порушень. У порівнянні з минулим роком у 2,4 рази знизилася частка корінних причин, пов’язаних з персоналом.

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

– недоліки проектування;
– недоліки виготовлення.

Аномальна подія з частковим обрушенням стінових панелей та покрівлі машинного залу 4-го блоку Чорнобильської АЕС

12 лютого 2013 року на ДСП ЧАЕС сталась аномальна подія з частковим обрушенням стінових панелей та покриття машзалу 4-го блоку ЧАЕС над приміщеннями, що не обслуговуються. Загальна площа руйнування склала приблизно 600 м^2. Потерпілих від впливу цієї події не було.

Відповідно до висновків комісій по розслідуванню причин події, а також місії МАГАТЕ обрушення покрівлі стало наслідком комплексу причин, серед яких основними є: старіння та пошкодження конструкцій покрівлі машинного залу та деаераторної етажерки після аварії 1986 року, нерівномірний розподіл навантажень на конструкції, протікання води через покрівлю із-за чого відбувався розвиток корозії металевих конструкцій покрівлі, відсутність повномасштабного нагляду за технічним

станом будівельних конструкцій внаслідок відсутності шляхів доступу до несучих конструкцій та високих дозових навантажень на персонал, тощо.

Держатомрегулювання України здійснила аналіз та встановила класифікацію аномальної події з частковим обрушенням покрівлі та стінових панелей машзалу 4-го блоку ЧАЕС як рівень 1 за шкалою INEC.

ДСП ЧАЕС здійснило першочергові дії для уникнення можливого негативного впливу цього інциденту та розробило «План заходів по зменшенню наслідків обрушення покрівлі і зниженню потенційних ризиків для існуючих конструкцій та персоналу», який після доопрацювання був погоджений Держатомрегулюванням України.

Для уникнення розповсюдження радіоактивного пилу через зруйновану покрівлю ДСП ЧАЕС здійснювало пилопригнічення всередині машзалу, а також виконувало інші роботи: забезпечувало відкачування додаткових обсягів води, що потрапляла у машзал під час опадів, демонтувало та видаляло пошкоджені конструкції, які знаходились в нестабільному стані, виконувало інші роботи.

На виконання положень вищезазначеного Плану заходів ДСП ЧАЕС розробило та направило до ДП «Укрдержбудекспертиза» проект «Відновлення огороджуючого контуру машинного залу 4-го енергоблоку ЧАЕС в осях 46-52 рядах А-Б». В кінці серпня 2013 року Держатомрегулювання України завершила виконання державної експертизи ядерної та радіаційної безпеки та погодила зазначений проект.

В листопаді 2013 року на майданчику ДСП ЧАЕС розпочались фізичні роботи по відновленню огороджуючого контуру машинного залу 4-го енергоблоку ЧАЕС.