

О. І. Лігоцький, А. В. Носовський,  
І. О. Чемерис

Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки

## Аналіз міжнародних підходів до розробки систем показників безпеки

*Наведено опис міжнародних підходів до розробки систем показників безпеки та досвіду використання цих систем для оцінки поточного стану безпеки та прийняття рішень з коригування експлуатації. Висвітлено стан справ з розробкою системи показників безпеки експлуатуючою організацією. Виконано аналіз можливості застосування міжнародних підходів під час розробки інтегральної системи показників безпеки. Сформульовано мету та завдання майбутніх досліджень з розробки інтегральної системи показників безпеки.*

А. И. Лигоцкий, А. В. Носовский, И. А. Чемерис

### Анализ международных подходов к разработке систем показателей безопасности

*Приведено описание международных подходов к разработке систем показателей безопасности и опыта использования таких систем для оценки текущего состояния безопасности и принятия решений по корректировке эксплуатации. Отражено состояние дел с разработкой системы показателей безопасности эксплуатирующей организацией. Выполнен анализ возможности применения международных подходов в процессе разработки интегральной системы показателей безопасности. Сформулированы цели и задачи будущих исследований относительно разработки интегральной системы показателей безопасности.*

**П**ідходи та методи, що застосовуються на даний час для аналізу стану ядерної та радіаційної безпеки об'єктів з ядерними технологіями, та способи представлення результатів цього аналізу не завжди дають можливість створити ясну інтегральну картину поточного рівня безпеки. Рівень безпеки АЕС — це результат складної взаємодії проектних рішень, експлуатаційної безпеки та якісного функціонування персоналу. Досвід показує, що орієнтація на будь-яку одну з названих складових є неефективною. Найдієвішим інструментом виконання оцінки поточного рівня безпеки АЕС та впровадження коригувальних заходів при здійсненні наглядової діяльності є розгляд комплексного набору показників, що охоплюють усі аспекти робіт у сфері експлуатаційної безпеки.

Розробці та впровадженню системи показників безпеки приділяється велика увага в багатьох країнах. Найбільших успіхів у цьому питанні досягнуто в США, Канаді, Фінляндії, Іспанії. Відповідні рекомендації підготовлено МАГАТЕ та Агентством з ядерної енергетики (OECD/NEA) [1], [2]. Органи регулювання безпеки низки зарубіжних країн застосовують у своїй практиці такі системи індикаторів безпеки, які дають змогу уряду, засобам масової інформації та громадськості наочно уявити результати оцінки рівня безпеки об'єктів ядерної енергетики. Роботи зі створення структури системи індикаторів безпеки об'єктів ядерного паливного циклу провадяться в Російській Федерації [3].

В експлуатуючій організації ДП НАЕК «Енергоатом» впроваджується система оцінки рівня експлуатаційної безпеки та технічного стану АЕС України. Документом [4] визначено номенклатуру показників, методику їх розрахунку та аналізу, а також порядок складання звітів та надання їх до Держатомрегулювання. На сьогоднішній день виконується апробація запропонованої системи показників оцінки рівня експлуатаційної безпеки та технічного стану обладнання й систем АЕС.

Система розроблена для експлуатуючої організації з метою належного контролю за технічним станом обладнання АЕС та оцінки рівня експлуатаційної безпеки. Але дана система охоплює не всі важливі для безпеки аспекти, а тому лише частково може бути використана для впровадження у систему нагляду за безпекою АЕС. Таким чином, необхідно констатувати, що на даний час в Україні відсутня система показників безпеки, за допомогою якою можна ефективно виконувати оцінку поточного рівня безпеки АЕС і в разі необхідності приймати рішення про коригування експлуатації.

Постановою Колегії Держатомрегулювання України за № 12 від 28 травня 2009 р. [5] визначено, що розробка та впровадження інтегральної системи показників безпеки, котра дозволить суттєво вдосконалити існуючу систему нагляду за безпекою АЕС України, застосувати сучасні науково обґрунтовані методики оцінки безпеки, зменшити вплив суб'єктивних рішень при регулюванні безпеки, є одним з пріоритетних напрямків регулюючої діяльності. З урахуванням цього внесено відповідні доповнення до Стратегії розвитку системи регулювання ядерної та радіаційної безпеки в Україні на 2008–2012 рр.

Метою даної статті є огляд міжнародних підходів до створення системи показників безпеки й досвіду її використання, а також формування цілей і завдань майбутніх досліджень з розробки інтегральної системи показників безпеки та подальшого її впровадження в Україні.

## Міжнародний досвід

**Сполучені Штати Америки.** У 1999 р. орган регулювання ядерної та радіаційної безпеки США — Nuclear Regulatory Commission (NRC) — розробив систему спостереження за безпекою реакторів (Reactor Oversight Process — ROP), яка стала сховищем відомостей великого обсягу для комплексної оцінки безпеки атомних станцій (результати інспекцій атомних станцій, показники безпеки, розраховані та подані в NRC експлуатуючими організаціями, тощо) та основою ухвалення рішень про необхідність втручання NRC. Система індикаторів безпеки атомних станцій є частиною ROP [6], [7].

З метою визначення тих аспектів ліцензійної діяльності, які є важливими для виконання NRC своєї місії (захист здоров'я населення та його безпека), та розробки нової системи показників були встановлені такі орієнтири:

збереження низької частоти подій (порушень), які потенційно можуть призвести до аварій на АЕС;

забезпечення нульового радіаційного впливу від ядерних установок;

відсутність зростання кількості викидів радіоактивних речовин поза майданчиком АЕС, які перевищують прийняті відповідними документами межі;

відсутність порушень елементів фізичного захисту, котрі можуть значно зменшити захист проти саботажу, розкрадання або диверсій з ядерними матеріалами.

У наступні роки цей процес удосконалювався, вироблялися більш докладні рекомендації та вимоги. Результатом цієї діяльності стало введення в дію кількох документів [8]—[11], за якими експлуатуючі організації збирають дані щодо показників безпеки та на їх підставі складають звіти.

Метою функціонування системи показників NRC є відстеження діяльності у трьох сферах: безпека реактора (уникнення аварій та зменшення їх наслідків); радіаційна безпека персоналу АЕС та населення; захист АЕС від саботажу, диверсій та інших небезпечних дій.

Ці три широкі сфери поділяються на менші: вихідні події, системи безпеки, цілісність бар'єрів, аварійна готовність, радіаційна безпека населення, радіаційна безпека персоналу АЕС та фізичний захист. Для оцінки діяльності у кожній з перелічених сфер використовуються окремі показники. При цьому NRC на постійній основі застосовує спеціальні так звані ризик-орієнтовані інспекції або перевірки для удосконалення та доповнення системи експлуатаційних показників (рис. 1).

Після визначення згаданих показників розглядаються їх числові значення з точки зору ризику для безпеки та

встановлюються експлуатаційні межі (або зони) по кожному з них для визначення рівня, на якому регулюючі дії перетинатимуться з ліцензійною діяльністю в кожній сфері. Спираючись на минулий досвід, очікується, що обмежена кількість подій, важливих з точки зору ризику, продовжуватимуть відбуватися з незначним впливом на експлуатацію. Саме тому проводитимуться наступні за ними інспекції з повного розслідування причин цих подій та оцінюватиметься адекватність вжитих ліцензіатом коригувальних дій.

Для всіх показників визначено області можливих значень і єдина схема колірної кодування (зокрема для результатів інспекцій). Показники, що пройшли оцінку та колірне кодування, стають індикаторами безпеки атомних станцій. Для кожного показника безпеки визначено чотири області можливих значень, яким відповідають чотири колірні зони індикаторів:

*зелена зона* — діяльність, що не потребує додаткового регулюючого контролю («відповідна реакція експлуатуючої організації»), тобто експлуатація здійснюється в очікуваному діапазоні, який відповідає ключовим цілям;

*біла зона* — діяльність, яка може призвести до підвищення регулюючого контролю («підвищена реакція регулюючого органу»), тобто експлуатація здійснюється за межами очікуваного діапазону нормальної експлуатації, але відповідно до ключових цілей;

*жовта зона* — діяльність, яка потребує особливих дій NRC («необхідна реакція регулюючого органу»), тобто ключових цілей не порушено, однак спостерігається мінімальне скорочення меж безпеки;

*червона зона* — діяльність, наслідком якої є недопустиме зниження безпечної експлуатації (тобто спостерігається суттєве скорочення меж безпеки), що призводить до заборони подальшої експлуатації.

Щоквартально кожна АЕС має надавати NRC дані з оцінки діяльності, які регламентуються відповідним керівництвом [10]. Звітність за показниками безпеки є окремою, незалежною від інших вимог до звітності, контрольованою NRC функцією, тобто експлуатуючі організації продовжують надавати всі інші регулюючі звіти, як того вимагають регулюючі вимоги. Звіти за показниками безпеки складаються окремо для кожного енергоблока АЕС.

Інформаційну систему ROP інтегровано в Інтернет-сайт NRC. Будь-хто з бажаючих може ознайомитися зі зведеними та конкретизованими відомостями (за винятком відомостей про фізичний захист об'єктів), зокрема зі зведеною таблицею безпеки всіх об'єктів, значеннями показників,



Рис. 1. Системи експлуатаційних показників, які використовуються NRC

на підставі яких виконувалося колірне кодування індикаторів безпеки конкретного об'єкта, результатами інспекцій на об'єктах, звітами за наслідками інспекцій.

**Канада.** Система індикаторів безпеки канадського органу регулювання ядерної та радіаційної безпеки — Canadian Nuclear Safety Commission (CNSC) — призначена для оцінки й порівняльного аналізу безпеки експлуатації канадських атомних станцій. На всіх атомних станціях Канади розроблені й виконуються програми забезпечення безпеки, які згруповано за дев'ятьма напрямками: характеристики експлуатації (operating performance), організація забезпечення безпеки (performance assurance), аналіз безпеки (design and analysis), працездатність систем і елементів (equipment fitness for service), аварійна готовність (emergency preparedness), радіаційна безпека (radiation protection), охорона навколишнього середовища (environmental protection), фізичний захист (site security), охорона об'єкта (safeguards). Цим дев'ятьма напрямкам відповідають дев'ять загальних індикаторів безпеки. Стан окремих програм забезпечення безпеки відображають індикатори більш низького рівня. CNSC окремо оцінює програми забезпечення безпеки і окремо якість їх виконання.

Основний обсяг відомостей (розрахунок показників безпеки, звіти про порушення) подають експлуатуючі організації; регулюючий орган перевіряє достовірність і точність розрахунків. Додатково враховуються результати інспекцій CNSC на об'єктах. Початкові дані для оцінки напрямків можуть бути представлені кількісними показниками й якісними характеристиками.

Планове і фактичне виконання окремої програми забезпечення безпеки оцінюється шляхом присвоєння індикатору безпеки (показнику або якісній характеристиці) буквенного коду. Аналогічно кодується плановий і фактичний стан безпеки за дев'ятьма загальними напрямками.

CNSC прийнято таку систему буквенного кодування індикаторів [12]:

**A** — рівень безпеки вище потрібного нормативними документами. Технологічні характеристики стабільні. Відхилення від режиму безпечної експлуатації, що відбуваються на об'єкті, не становлять небезпеки для об'єкта, персоналу, населення і навколишнього середовища та своєчасно усуваються;

**B** — рівень безпеки задовольняє вимогам нормативних документів. Відбуваються незначні відхилення від режиму безпечної експлуатації, але вони не становлять значних загроз для об'єкта, персоналу, населення і навколишнього середовища;

**C** — характеристики безпеки об'єкта погіршуються або не відповідають вимогам нормативних документів, що може створити загрозу здоров'ю персоналу і населення, навколишньому середовищу. Експлуатуюча організація повинна вжити заходів щодо відновлення рівня безпеки;

**D** — рівень безпеки багато в чому не відповідає вимогам нормативних документів або експлуатаційні характеристики значно знижені. Існує висока ймовірність спричинення збитків персоналу, населенню, навколишньому середовищу. Діяльність експлуатуючої організації незадовільна, оскільки своєчасно не були вжиті необхідні компенсуючі заходи;

**E** — неприйнятний рівень забезпечення безпеки. Ризик спричинення шкоди здоров'ю персоналу і населення, докільку невиправдано високий. Потрібне невідкладне втручання регулюючого органу.

У річних звітах про безпеку канадських атомних станцій, що випускаються CNSC, за допомогою індикаторів безпеки подаються відомості про стан безпеки на кожній станції окремо та в зведених таблицях.

**Фінляндія.** Система показників, яка застосовується у Фінляндії, оцінює безпеку АЕС та роботу регулюючого органу: за її допомогою визначається успіх стратегії планувань, виявляються зміни в роботі енергоблоків АЕС, оцінюються інспекційні дії.

Основною метою використання системи показників є якомога раніше визначення змін у безпеці АЕС. Разом з інспекціями та перевітками, показники безпеки дають інформацію про рівень безпеки експлуатації АЕС та про будь-які його зміни.

Система показників використовується для підтримки контролюючих дій регулюючого органу та прийняття рішень щодо необхідності проведення періодичних інспекційних перевірок, а також для оцінки окремих напрямків безпеки.

Розробка власної системи показників у Фінляндії розпочалася у 1995 р., а вже у 2003 р. ця система стала невід'ємною частиною регуляторного контролю ядерної безпеки. З 2006 р. функціонує інформаційна система відображення показників, завданнями якої є [14]:

ілюстрація рівня і зміни тенденції ядерної безпеки в кількісній формі;

ідентифікація, в ранній фазі, слабких сторін АЕС; оцінка роботи регулюючого органу та інспекції; оптимізація використання ресурсів регулюючого органу; оцінка виконання внутрішніх цілей регулюючого органу; оцінка розвитку співпраці; інформування суспільства.

Система показників, яка використовується в регулюючому органі Фінляндії — STUK, — складається з двох основних напрямків оцінювання: системи показників безпеки ядерної установки та показників, які характеризують ефективність регулюючого органу [13], [14].

Оглядом періодом оцінки параметрів, що стосуються безпеки ядерних установок, є здебільшого квартал та календарний рік, а для деяких з показників — паливна кампанія. Показники ефективності регулюючого органу визначаються щорічно. Всі показники доступні у внутрішній мережі STUK.

Зазначимо, що для системи показників Фінляндії не встановлено граничних рівнів дії. Тенденції зміни показників оцінюються в річному звіті. Річний звіт використовується спільно з іншими оцінками та інспекційними спостереженнями при повній оцінці безпеки ядерної установки, що проводиться STUK. Якщо за результатами оцінки якийсь з показників погіршується протягом двох послідовних років, ухвалюється рішення про необхідність застосування регулюючих дій (наприклад, проведення додаткових досліджень або додаткових інспекційних перевірок). Проте базові інспекційні перевірки проводяться завжди, навіть якщо показники не змінювалися.

*Система показників безпеки ядерної установки охоплює такі три напрямки: безпека та культура якості (25 показників); експлуатаційні події та (або) порушення (12 показників); структурна цілісність (15 показників).*

Напрямок «безпека та культура якості» оцінюється за інформацією щодо радіаційного захисту і дій із забезпечення експлуатації енергоблоку. Дії із забезпечення експлуатації енергоблоку контролюються з використанням звітів про відмови обладнання та інформації про ремонт обладнання, важливого для безпеки. Ефективність радіаційного захисту контролюється на підставі вивчення тенденцій та причин отримання доз опромінення персоналу і радіоактивних викидів у навколишнє середовище. Оцінюючи безпеку і культуру якості, увага також приділяється удосконаленням та інвестиціям.



Рис. 2. Підхід до контролю характеристик експлуатаційної безпеки

Показники, які відносяться до напрямку «експлуатаційні події», використовуються для контролю особливих ситуацій та істотних відмов, які виникають на енергоблоках. Особливі ситуації включають події, які впливають на безпеку енергоблока, персонал або навколишнє середовище: зупинки реактора і турбіни та інші перехідні процеси, що призводять до зниження потужності більш як на 5 %. Показники ризику служать для контролю періоду неготовності обладнання та рівня ризику від експлуатації. Результати забезпечують розуміння експлуатаційних дій та ефективності системи зворотного зв'язку від досвіду експлуатації.

Показники напрямку «структурна цілісність» оцінюють статус бар'єрів глибокоешелонного захисту. Цілісність бар'єрів має відповідати встановленим критеріям. Паливна цілісність контролюється за радіоактивністю теплоносія першого контуру. Показники водно-хімічного контролю використовуються для перевірки і управління цілісністю першого та другого контурів. Цілісність контейменту контролюється випробуванням цілісності ізоляційних клапанів та гермооб'єму.

*Система показників, які характеризують ефективність регулюючого органу* [15], охоплює такі напрямки: підрозділи та діяльність; ресурси та фінансування; процес оновлення та працездатність; ефективність використання системи показників. Зазначені напрямки поділені на 24 піднапрямки.

**Іспанія.** З 1994 р. Радою ядерної безпеки (Nuclear Safety Council — CSN) використовувалось 8 показників, запозичених у NRC США, оскільки технології на більшості АЕС обох країн були схожі. У квітні 2000 р. NRC США модернізував процес контролю та запровадив нову систему показників експлуатаційної безпеки. Деякі показники CSN стали суб'єктивними або неважливими з точки зору визначення ризику, що викликало необхідність розвинування нової системи показників безпеки АЕС Іспанії та регулюючого органу. Для створення власної системи показників безпеки було сформовано групу за участю представників CSN (регулюючий орган), організацій технічної підтримки та CIEMAT (Research Center for Energy, Environment and Technology) [16]—[18].

З урахуванням досвіду застосування систем показників безпеки в інших країнах і власного досвіду експлуатації АЕС, були розроблені та схвалені 12 показників безпеки, сформованих за напрямками у чотири групи:

1. Стабільна експлуатація. Ця група охоплює чотири показники, пов'язані з роботою станції: коефіцієнт використання

встановленої потужності; кількість спрацьовувань АЗ за 7000 годин; кількість непередбачених зупинок, включаючи спрацьовування АЗ; спрацьовування системи безпеки примусового захисту — Forced Safety Systems Actuation.

2. Надійність захисних систем. До цієї групи входять два показники, які характеризують надійність та готовність захисних систем: кількість відмов систем безпеки; показник неготовності систем безпеки.

3. Цілісність бар'єрів. Ця група охоплює два показники, які надають інформацію щодо цілісності бар'єрів безпеки: робота систем охолодження реактора; сумарний рівень протікання теплоносія реактора.

4. Радіаційний вплив. Ця група містить інформацію про радіоактивний вплив на персонал і найманих працівників: колективний радіаційний вплив; кількість твердих радіоактивних відходів низького та середнього рівня; активність рідких радіоактивних відходів; активність газоподібних радіоактивних відходів.

**Рекомендації МАГАТЕ.** Розробка МАГАТЕ програмної структури системи показників розпочалася розглядом концепції виконання робіт з безпеки АЕС [1]. Для забезпечення якнайповнішого комплексу показників експлуатаційної безпеки було запропоновано структуру, вершиною якої є забезпечення експлуатаційної безпеки, а наступним рівнем — складові експлуатаційної безпеки, на підставі яких створюється комплекс індикаторів експлуатаційної безпеки (рис. 2).

Для визначення ключових характеристик розглядалися три важливі аспекти: нормальний режим експлуатації АЕС, аварійний режим роботи АЕС та ставлення персоналу АЕС до безпеки. На цій основі було відібрано три характеристики: станція працює без перебоїв; станція працює з мінімальним ризиком; станція працює з позитивним ставленням персоналу АЕС до безпеки.

За результатами вивчення характеристик безпеки для кожної з них встановлено показники загального характеру. З кожним показником загального характеру пов'язано рівень показників стратегічного характеру. Кожний показник стратегічного характеру підтримується рядом специфічних показників.

Показники *загального* характеру, або показники відповідної площадки (ключові показники), передбачені для загальної оцінки аспектів діяльності з безпеки. До цієї групи показників належать функціональні заходи, які піддаються кількісній оцінці. Показники *стратегічного* характеру

призначені для зв'язку загальних та специфічних аспектів. Специфічні показники, за допомогою яких можна швидко ідентифікувати тенденції функціональних відхилень та проблемних питань, призначені для запровадження керівництвом коригувальних заходів із запобігання погіршенню безпеки після відповідного розслідування.

Впроваджуючи програму контролю характеристик експлуатаційної безпеки, слід враховувати якість інформації від кожного показника. Під час «розробки показників експлуатаційної безпеки як превентивного засобу» було виявлено низку ідеальних характеристик показників експлуатаційної безпеки, які рекомендовано керівництвом МАГАТЕ [1]:

- існування прямого зв'язку між показниками та безпекою;
- наявність необхідних даних;
- можливість подання показників у якісному виразі;
- відсутність протиріч показників один одному;
- розуміння важливості показників;
- керованість комплексу показників;
- осмисленість показників;
- можливість показників бути частиною робіт у режимі нормальної експлуатації;
- валідованість показників;
- можливість встановлення зв'язку між показниками та причинами погіршення роботи;
- перевірюваність точності даних кожного рівня.

Для підтримки програми контролю експлуатаційної безпеки має бути відібраний комплекс показників, які відображають реальний стан виконання робіт та завчасно попереджають про відхилення в роботі. Показники специфічного характеру мають визначати проблеми нижнього рівня, що дозволить проводити своєчасне втручання з метою попередження погіршення експлуатаційної безпеки.

**Пілотний проект OECD/NEA.** У 1998 р. Комітет з діяльності ядерного регулювання (Committee on Nuclear Regulatory Activities — CNRA) Агентства ядерної енергетики (Nuclear Energy Agency — NEA) під егідою Організації економічної співпраці та розвитку (Organization for Economic Co-operation and Development — OECD) ініціював обговорення того, як виміряти та поліпшити ефективність регуляторної діяльності на ядерних установках. Група, яка складалася з представників регулюючого органу дев'яти країн-членів NEA, розробила набір показників ефективної регулюючої діяльності [2].

Виділення груп показників ґрунтувалось на національному досвіді, доступності інформації та зацікавленості в можливості подальшої реалізації запропонованих категорій індикаторів на практиці. До відповідного переліку показників пілотного проекту увійшли такі:

**1.** Показники, які гарантують, що необхідний рівень безпеки буде забезпечений експлуатуючою організацією:

- 1.1. Керівництва та інші регулюючі документи, які були розроблені, були розроблені своєчасно, зрозумілі та в повному обсязі.
- 1.2. Заплановані перевірки проведено в повному обсязі.
- 1.3. Проведені оцінки безпеки.
- 1.4. Порушення в роботі АЕС зафіксовані та проаналізовані.
- 1.5. Аварійні тренування були заплановані та проведені.
- 1.6. На виявлені питання вжито відповідних заходів.
- 1.7. Проведена повна оцінка безпеки.
- 1.8. Зниження рівня безпеки зафіксовано та відкориговано.

**2.** Розвиток та підтримання необхідного рівня компетенції:

- 2.1. Відповідні ресурси, людські та фінансові, для регулюючого контролю за ядерної безпекою є визначеними та використовуються відповідно до плану.

2.2. Проводиться професійний розвиток персоналу регулюючого органу.

2.3. Підтримується необхідна кваліфікація.

2.4. Завантаженість персоналу регулюючого органу відповідає вимогам.

**3.** Прийняття відповідних дій для запобігання зниженню рівня безпеки та впровадження вдосконалень щодо безпеки:

3.1. Впроваджуються відповідні заходи щодо періодичної оцінки безпеки.

3.2. Накопичуваний досвід від експлуатаційних подій, вадмов та ремонтів є доступним для регулюючих програм.

3.3. Діючі програми досліджень, пов'язаних з безпекою, впроваджуються та виконуються відповідно до плану.

3.4. Контроль за управлінням безпекою здійснюється експлуатуючими організаціями.

**4.** Вчасне та ефективне здійснення функцій регулювання, забезпечення довіри з боку експлуатуючої організації, населення та уряду:

4.1. Вихідні регулюючі цілі (місії та задачі) адекватно визначені.

4.2. Регулюючі рішення приймаються згідно з критеріями.

4.3. Встановлені вчасні, зрозумілі та відкриті регулюючі процеси та їх критерії, а також цілі.

4.4. Система контролю за регулюючими документами відповідає стандартам якості.

4.5. Вихідна регулююча реакція на аномальні та аварійні події визначена згідно з узгодженим планом.

4.6. Примусові дії регулюючий орган вживає за встановленою стратегією (або курсом).

4.7. Регулюючі зобов'язання стосовно інформування та (або) сповіщення зацікавлених сторін відповідають встановленій стратегії.

4.8. Міжнародні регулюючі зобов'язання відповідають узгодженому плану.

4.9. Управління контрактами відповідає виробленій стратегії.

4.10. Керівництво є відповідальним та підтримує погляди, задачі та цінності організації.

**5.** Наміри щодо безперервного удосконалення діяльності:

5.1. Досвід процесу регулювання від зацікавлених сторін та ліцензіата отримується, аналізується та переробляється регулярно та систематично.

5.2. Ефективність будь-яких діючих програм, розроблених у відповідь на зворотний від ліцензіатів та інших зацікавлених сторін досвід, визначається за встановленими критеріями.

5.3. Результати регулюючої діяльності регулярно розглядаються, оцінюються за встановленими критеріями та використовуються для покращення стратегічних напрямків у наступному році.

5.4. Регулююча діяльність оцінюється спираючись на загальну місію визначити межі регулюючого впливу.

5.5. Регулюючі плани та пов'язані з ними показники оцінюються регулярно з метою перевірки відповідності впроваджуваних заходів очікуваним та раціонального й ефективного використання ресурсів.

5.6. Система управління діє формально та (або) з неналежною якістю.

Після завершення у 2004 р. Агентством ядерної енергетики пілотного проекту робочою групою було висунуто декілька рекомендацій щодо вдосконалення майбутньої роботи, якісного застосування отриманих результатів та рекомендовано NEA розповсюдити результати пілотного проекту іншим зацікавленим організаціям країн-членів Організації економічної співпраці та розвитку.

## Обговорення результатів аналізу та висновки

Міжнародні підходи до розробки інтегральної системи та визначення показників безпеки можуть стати основою національної системи показників безпеки, однак лише з урахуванням специфіки українських АЕС (відмінностей у компоновці, системах та обладнанні, показниках надійності основного обладнання, наявності специфічних даних тощо) та вимог норм і правил, що регулюють ядерну та радіаційну безпеку в Україні.

Отже, в Україні необхідно провести дослідження з розробки власної науково обґрунтованої інтегральної системи показників безпеки та методики їх використання для системи державного нагляду за станом безпеки на українських АЕС. Під інтегральністю системи показників безпеки розуміється те, що в рамках одного процесу потрібно об'єднати моніторинг рівня безпеки українських АЕС та регуляторний контроль, зосереджившись на аспектах, які мають найбільший вплив на безпеку.

Зазначимо, що, на відміну від інших систем, за інтегральною системою показників безпеки планується виконувати аналіз тенденцій змін безпеки АЕС і, таким чином, проводити прогнозовану оцінку змін у безпеці АЕС та більш обґрунтовано й своєчасно приймати відповідні рішення щодо коригування експлуатації. Під час розробки інтегральної системи показників слід:

розробити перелік показників та провести їх систематизацію;

виконати теоретичне обґрунтування і розробити математичний апарат для визначення показників;

зібрати та проаналізувати дані з експлуатаційної безпеки ядерних установок;

визначити зони експлуатації, граничні значення показників та критерії оцінки системи показників безпеки;

створити методику з використання системи показників безпеки тощо.

Розробка та впровадження власної національної інтегральної системи показників безпеки дасть змогу:

виявити дефіцити безпеки та виконати оцінку значущості виявлених проблем;

суттєво вдосконалити наглядову діяльність в цілому;

вдосконалити систему планування та проведення інспекцій з використанням показників безпеки;

вдосконалити процес прийняття регуляторних рішень на основі інтегрованих оцінок безпеки;

застосувати науково обґрунтовані методи оцінки безпеки;

зменшити вплив суб'єктивних оцінок та рішень при регулюванні безпеки тощо.

Експлуатаційну безпеку важко виміряти та оцінити, однак саме така оцінка може дозволити підвести підсумки роботи та вжити заходів для її поліпшення та вдосконалення. Система показників безпеки є інструментом для проведення оцінки рівня безпеки експлуатації АЕС під час здійснення регулюючої та управлінської діяльності у сфері використання ядерної енергії. З аналізу міжнародного досвіду випливає, що впровадження системи показників безпеки є актуальним майже у всіх країнах, хоча й перебуває на різних стадіях — від розробки пілотних проектів до вже багаторічного застосування.

У рамках цієї роботи проведено огляд систем показників, які застосовуються у США, Канаді, Фінляндії, Іспанії, а також рекомендацій МАГАТЕ та результатів пілотного проекту Агентства з ядерної енергетики OECD/NEA «Прямі показники оцінки ефективності ядерного регулювання».

Аналіз міжнародних підходів до розробки системи показників безпеки показав, що вони не можуть бути використані безпосередньо, тому в Україні необхідно створити власну інтегральну систему показників безпеки. Для її створення необхідно провести дослідження, метою яких буде розробка власної науково обґрунтованої інтегральної системи показників безпеки та методики їх використання для системи державного нагляду за станом безпеки на українських АЕС.

Розробка та впровадження власної національної інтегральної системи показників безпеки дозволить суттєво вдосконалити наглядову діяльність в цілому, вдосконалити систему планування та проведення інспекцій з використанням показників безпеки, вдосконалити процес прийняття регуляторних рішень на основі інтегрованих оцінок безпеки, застосувати сучасні інструменти та методи оцінки безпеки, зменшити вплив суб'єктивних оцінок та рішень при регулюванні безпеки.

## Список літератури

1. IAEA-TECDOC-1141. Operational safety performance indicators for nuclear power plants. ISSN 1011-4289. IAEA 2000.
2. OECD 2004 NEA No. 3669. Direct Indicators of Nuclear Regulatory Efficiency and Effectiveness. Pilot Project Results, JT00185488.
3. Шарафутдинов Р. Б., Кузнецов Л. А., Богданова Т. Ю. Использование систем индикаторов безопасности зарубежными органами регулирования ядерной и радиационной безопасности // Ядерная и радиационная безопасность. — М., 2008. — № 2. — С. 3–10.
4. СТП 0.41.066-2006. Система оценки уровня эксплуатационной безопасности и технического состояния АЭС с ВВЭР.
5. Постанова Колегії Держатомрегулювання України за № 12 від 28 травня 2009 р. щодо впровадження показників безпеки АЕС в регулюючу діяльність.
6. Summary Report on Nrc's Historical Efforts to Develop and Use Performance Indicators, William D. Travers. 2002, SECY-02-0030. USA NRC.
7. Technical Basis for Performance Indicators, USA NRC 2004-2005.
8. Rector Oversight Process, NUREG-1649. Rev.3 July 2000, NRC USA.
9. NRC Inspection Manual. Rector Oversight Process (ROP). Basis Document. Attachment 1 «Technical Basis For Performance Indicators», NRC USA.
10. Regulatory Assessment Performance Indicator Guideline, NEI 99-02, Rev.5.
11. Development of risk-based performance indicators, NRC USA.
12. Annual CNSC Staff Report for 2006 on the Safety Performance of the Canadian Nuclear Power Industry. Canadian Nuclear Safety Commission. June 2007.
13. Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 2007. STUK-B 92.
14. Regulatory control of nuclear safety in Finland. Annual report 2006. STUK-B 79.
15. TACIS Project UK/TS/33 — Task 1. Analysis of current Regulatory Framework Establishing Requirements on Safety Analysis Report and Development of Recommendations for Improvement. Second meeting in Helsinki 23-27 June 2008. presentation — Use of Safety Performance Indicators at the Regulatory Body of Finland. Seija Suksi.
16. Specialist Meeting on Safety Performance Indicators. October 17-19 2000, Madrid, Spain — Marono M. CIEMAT.
17. Spanish Nuclear Safety Council report to the Parliament. Year 2004 Summary. CSN.
18. Spanish Nuclear Safety Council report to the Parliament. Year 2006 Summary. CSN.

Надійшла до редакції 02.09.2009.