

СУЧАСНИЙ СТАН ІНФОРМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА В ЗОНАХ ВПЛИВУ АЕС УКРАЇНИ

Abstract. The results of a research of the current state of informatization system of environmental monitoring in the areas of influence of the Ukrainian NPPs is executed in the article. Done the analysis of control systems of non-radiation and radiation parameters. The decision support system in the conditions of the accident and other supporting information resources used at Ukrainian NPPs for solving ecological safety are described.

Вступ

Як показує аналіз проблем атомної енергетики України, її становлення та розвиток створюють різні негативні впливи на об'єкти навколишнього природного середовища (НПС). Множини зв'язків, що виникають при будівництві та експлуатації атомних електростанцій (АЕС) і підприємств інфраструктури ядерно-паливного циклу (ЯПЦ) на сучасному рівні їх розвитку досягли такої складності, що в багатьох випадках не забезпечують дотримання умов щодо стану техногенно-екологічної безпеки, створюють складні соціально-екологічні та економічні проблеми для розвитку енергетичної галузі [14].

Один із шляхів виходу з цього складного становища полягає у: пошуку нових підходів до вирішення питань управління екологічною безпекою, вдосконаленні наявних систем моніторингу НПС в зонах впливу АЕС [16], розробці превентивних заходів попередження надзвичайних ситуацій для зменшення збитків у разі їх виникнення. Новим підґрунтям для цієї методології повинні стати нові технічні системи інформаційного забезпечення, що базуватимуться на постійно діючих моделях, створених для зон впливу АЕС. Вони повинні забезпечити вдосконалення системи моніторингу довкілля та оптимізацію управлінських рішень на основі вдосконаленої методології аналізу ризиків [15]. Вирішення зазначених задач повинно забезпечуватися шляхом використання та впровадження сучасних можливостей комп'ютерної техніки із застосуванням ГІС-технологій, систем передачі, збору і аналізу інформації [20].

Успішному вирішенню цих задач сприятиме створення та впровадження сучасної аналітичної інформаційно-експертної системи для проведення оцінок впливу АЕС на довкілля, яка стане важливою складовою превентивних заходів безпеки ядерної енергетики. Це дозволить суттєво підвищити рівень обґрунтованості управлінських рішень з екологічної безпеки та заходів цивільного захисту територій і населення, що мешкає в

зонах потенційного техногенного впливу АЕС.

Для розробки технічних вимог на створення даної системи було проведено повне дослідження сучасного стану інформатизації системи моніторингу НПС в зонах впливу ВП АЕС України, результати якого представлені в даній статті.

Результати дослідження

Сучасний стан інформатизації системи моніторингу НПС в зонах впливу АЕС України характеризується наявністю різних систем збору та накопичення інформації. За ступенем автоматизації виділяють такі системи контролю: автоматизовані, напівавтоматизовані, неавтоматизовані.

Контроль нерадіаційних параметрів

За результатами проведених досліджень встановлено, що рівень інформаційного забезпечення моніторингу нерадіаційних параметрів на всіх ВП АЕС України майже однаковий. Це викликано наступними особливостями даного контролю:

- здійснюється практично по всіх АЕС у ручному неавтоматизованому режимі;
- відсутні єдині вимоги до уніфікації спостережень і ведення баз даних;
- відсутня єдина геоінформаційна платформа для обробки моніторингової інформації і ведення баз моніторингових даних.

Для накопичення збереження зібраних даних первинної інформації працівники відділу охорони навколишнього середовища (ВОНС) використовують ресурси Microsoft Office, а саме Word та Excel. За допомогою даного програмного забезпечення створені необхідні таблиці, які заповнюються потрібними даними з подальшим їх збереженням на відповідній ЕОМ. Це в певній мірі спрощує роботу по аналізу зібраної інформації та формуванню звітної документації. Але для вирішення важливих задач моніторингу, таких як моделювання, прогнозування стану НПС в зоні впливу АЕС за різних сценаріїв, оцінка ризиків та збитків, такий формат збереження даних не прийнятний.

Нажаль, такий рівень інформаційного забезпечення для оцінки впливу нерадіаційних факторів на НПС від функціонування АЕС абсолютно не відповідає європейським вимогам, щодо інформатизації систем моніторингу довілля [4]. Тому, на першому етапі розробки інформаційно-аналітичної експертної системи для оцінки впливу АЕС на довілля необхідно створювати сучасні бази моніторингових даних з ГІС підтримкою, що дасть можливість швидко та якісно отримувати потрібну інформацію, здійснювати повний її аналіз з відповідною візуалізацією результатів на електронних картах.

Подальше вдосконалення системи екологічного моніторингу ВП АЕС України автори вбачають в її частковій чи повній автоматизації, шляхом встановлення необхідної виміральної апаратури, забезпечення її захисту від вандалізму, налагодження каналів передачі даних, налаштування

автоматичного заповнення баз даних. Це зведе до мінімуму вплив людського фактора і дозволить оперативно отримувати точну інформацію щодо стану НПС, а це є необхідною умовою для прийняття ефективних управлінських рішень для забезпечення екологічної безпеки в зоні впливу АЕС. Такий підхід повністю відповідає європейським принципам та вимогам щодо побудови систем моніторингу НПС в зонах впливу об'єктів підвищеної небезпеки.

Контроль радіаційних параметрів

Що стосується інформаційного забезпечення в області радіаційного контролю (РК) НПС в зоні впливу АЕС, то його рівень є вищим в порівнянні з контролем нерадіаційних параметрів, але суттєво відрізняється на кожній АЕС.

Нижче наводяться дані щодо рівня інформаційного забезпечення ВП АЕС України при проведенні оцінки впливу радіаційних факторів на НПС в зонах їх впливу.

На ВП ЗАЕС бази даних щодо моніторингу скидів і викидів радіоактивних речовин (РР) у НПС ведеться на базі Microsoft Excel. Основою служать таблиці Microsoft Excel, що містять інформацію за звітний рік:

- а) по газо-аерозольним викидам;
- б) по скидах РР у відкриті водойми.

База даних складається з окремих таблиць для кожного звітного року (всього – 17 таблиць по газо-аерозольним викидам, 17 таблиць по скидах) та ведеться з 1997 року. Порядок наповнення – ручний.

На ВП ХАЕС результати вимірювань проб навколишнього середовища (НС) фіксуються у вигляді файлів формату Excel та на паперових носіях і містять інформацію щодо вмісту радіонуклідів (РН) в об'єктах НС.

Інформація щодо вимірювання проб НС накопичується на 3 робочих місяцях і архівується на електронні носії починаючи з 1991 р. Об'єм інформації складає приблизно 1 ГБ в рік. Порядок наповнення – ручний.

На ЮУ АЕС контроль та облік результатів вимірювань викидів РР у НС фіксується в журналі системи радіаційного контролю (СРК). У журнал вноситься наступна інформація: номер венттруби, витрата повітря, дата, вид вимірювання, одиниця виміру, результат вимірювання.

Журнали ведуться з часу пуску АЕС в ручну після виконання вимірювань відповідно до Регламенту РК або змінних завдань, вся інформація періодично переноситься в таблиці Microsoft Office.

В порівнянні з іншими станціями Компанії, РАЕС має найвищий рівень інформаційного забезпечення РК НПС в зоні її впливу. На даному енергетичному об'єкті з 1993 р. експлуатується інформаційно-вимірювальний комплекс «АТОМ». До його складу входять 15 додатків.

В базі даних комплексу зберігається уся інформація, яка отримана при відборі, радіохімічній підготовці, радіометричних та спектрометричних вимірюваннях, а також інформація «нульового фону», результати РК з 1981 р. Даний програмний продукт виконує автоматичний контроль регламенту РК. Перед початком роботи усі користувачі даного комплексу проходять

авторизацію. Результати обліку та реєстрації, радіохімічної підготовки та вимірювання проб заносяться в БД автоматично.

Експлуатація даного програмного ресурсу дозволила в значній мірі скоротити вплив людського фактора на результати вимірювань.

Автоматизовані система контролю радіаційної обстановки

Законами України, які регламентують діяльність в сфері використання ядерної енергії та охорони НС [6, 7, 8], а також розробленими та прийнятими у відповідності з ними правилами, нормами та положеннями в області радіаційної безпеки [9, 10, 18, 19] на кожній АЕС передбачено створення автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки (АСКРО). Метою створення АСКРО є підвищення рівня радіаційної безпеки АЕС шляхом автоматизації процесів вимірювання, збору, обробки візуалізації, архівування і зберігання інформації про параметри радіаційної обстановки (РО) на проммайданчику і в районі розташування АЕС.

У 1997 р. вступив в дію галузевий стандарт України «автоматизовані системи контролю радіаційної обстановки для атомних станцій. Основні положення», який розповсюджується на АСКРО АЕС, які розроблюються та модернізуються. З врахуванням цього стандарту на всіх українських АЕС були створені АСКРО (на ЮУ АЕС знаходиться на етапі вводу у експлуатацію). На теперішній час всі вони знаходяться у робочому стані, неперервно фіксуючи РО навколо АЕС, про що можуть свідчити сайти станцій, на яких в режимі реального часу відображаються радіаційний фон та метеопараметри в зоні спостереження (ЗС).

До функцій АСКРО входить:

- здійснення безперервного контролю РО на проммайданчику АЕС, в санітарно захисній зоні (СЗЗ) та ЗС усіх режимах експлуатації АЕС (при нормальній роботі, проектних і запроектованих аваріях та зняттю з експлуатації) в обсязі, достатньому для оперативного висновку про відповідність/невідповідність РО вимогам нормативних документів, що визначають заходи та порядок забезпечення РБ на АЕС;

- забезпечення достовірною інформацією про РО в НС та прогнозуванні змін РО в часі, а також для отримання інформації необхідної для визначення активності і складу РН, які поступили за межі АЕС.

- надання рекомендацій при прийнятті рішень для ліквідації/ослаблення радіаційних наслідків аварії.

АСКРО збирає інформацію у режимі реального часу, довгостроково її зберігає і надає поточну і ретроспективну інформацію про метеорологічні параметри та радіаційний стан у встановлених місцях контролю. Такого об'єму інформації достатньо, щоб зробити висновок про перевищення або неперевищення допустимих рівнів, встановлених у НРБУ-97 для персоналу і населення на проммайданчику, СЗЗ і ЗС.

База даних АСКРО фіксується СУБД Oracle 9 у вигляді фізичних величин вимірювальних каналів; кількості імпульсів за секунду; карти

уставок; паспортних даних вимірювальних приладів; уставки параметрів вимірювальних приладів. Інформація зберігається на серверах ЦРБ. Порядок наповнення – автоматизований.

Нижче наводиться коротка характеристика АСКРО кожної ВП АЕС НАЕК «Енергоатом».

АСКРО ЗАЕС

Складовою частиною АСКРО ЗАЕС є інформаційно-вимірювальна система «Кільце» (ІВС «Кільце»). Запорізька АЕС стала першою АЕС на території СНД, де в промислову експлуатацію була введена інформаційно-вимірювальна СРК (лютий 2002 р.).

ІВС «Кільце» складається з 18 постів контролю, розташованих по периметру АЕС, у СЗЗ, у 30-кілометровій зоні спостереження і трьох локальних центрах управління. Кожний пост контролю оснащений датчиками і спеціалізованим мікрокомп'ютером, що має радіозв'язок з локальним центром управління. З двохвилинною періодичністю центр управління здійснює збирання інформації, яка потім паралельно надається оперативному персоналу і на інтернет-сайт ЗАЕС.

З 54 датчиків, які контролюють РО довкілля, 28 встановлені на території ЗАЕС, інші – в Енергодарі, Кам'янці-Дніпровській, Водяному, Івановці, Мічурині, Нікополі, Марганці. Таким чином, територія АЕС і району її розташування перебуває під постійним контролем. Саме тому система дістала назву «Кільце».

Надійність і живучість системи забезпечена наявністю автономних центрів управління, два з яких розташовані на території станції, а один – у міській лабораторії зовнішнього РК. У разі виходу з ладу одного з локальних центрів управління системою автоматично переходить в інший.

АСКРО РАЕС

АСКРО РАЕС є комплексом автоматизованих постів контролю РО, з яких 16 розміщені на території проммайданчика РАЕС і 13 – у СЗЗ і ЗС станції. Система забезпечує контроль РО на території в 3 тисячі км², де в 90 населених пунктах мешкає близько 130 тис. чол.

Спостереження ведуться безперервно в автоматичному режимі, що дозволяє оперативно отримувати інформацію з постів контролю, проводити систематичний аналіз даних, виконувати прогноз РО для усіх населених пунктів 30-кілометрової зони спостереження.

У складі АСКРО РАЕС передбачені також два пересувні пости контролю, зроблені на автомобілях високої прохідності. Пересувні пости оснащені комплектом устаткування для контролю радіаційних, хімічних і метеорологічних параметрів, а також устаткуванням для відбору проб, проведення вимірів у польових умовах і забезпечення автономного функціонування. Пересувні пости забезпечені устаткуванням для визначення координат на місцевості і передачі інформації по супутникових каналах зв'язку.

До складу АСКРО РАЕС входять два метеорологічні комплекси. За

допомогою автоматичних комплексів визначають більше 30 метеорологічних параметрів. Окрім цього, комплекси здійснюють дистанційне зондування атмосфери до висоти 3000 м з визначенням швидкості і напрямку горизонтального вітру, швидкості вертикальних рухів повітря, температури повітря по шарах, категорії стійкості атмосфери.

Для забезпечення функціонування АСКРО на проммайданчику РАЕС прокладені оптично-волоконні комунікації, що забезпечують передачу в режимі реального часу технологічних і радіаційних параметрів з усіх енергоблоків. Усього з енергоблоків передається близько 85 000 технологічних параметрів. До складу системи входить автоматична телефонна станція, пов'язана оптично-волоконними лініями зв'язку з АТС Рівненської АЕС і вузлом зв'язку м. Кузнецовська. У якості резерву передбачені супутникові канали зв'язку для передачі інформації.

Дані з системи АСКРО РАЕС передаються керівництву станції, у НАЕК «Енергоатом», Державну інспекцію ядерного регулювання України (ДІЯРУ), Рівненську облдержадміністрацію, обласні управління екології та Державної служби з надзвичайних ситуацій.

АСКРО ХАЕС

Автоматизований РК в СЗЗ і ЗС засобами АСКРО проводиться і на Хмельницькій АЕС. За допомогою блоків детектування, розміщених у СЗЗ і ЗС (в 11 постах-контейнерах) робиться безперервний контроль потужності еквівалентної дози, об'ємної активності води щодо гамма-випромінювання, аерозолів і йоду в повітрі з видачею результатів на центральний пост АСКРО і далі на центральний щит РК.

На ЮУ АЕС АСКРО знаходиться на етапі введення в експлуатацію.

Результати роботи АСКРО можна побачити на сайтах ВП АЕС [11, 12, 13].

У 1992-1994 рр. у якості технічної допомоги Україні від Комісії Європейської Спільноти у рамках програми ТАСІС англійською фірмою RA Consulting Group був розроблений проект системи раннього попередження про радіаційні аварії «Гамма-1», який мав стати частиною європейської системи раннього попередження. Реалізація проекту «Гамма-1» на конкурсній основі була доручена німецькій фірмі Ногманн. Перша черга проекту передбачала створення мережі датчиків навколо Рівненської і Запорізької АЕС, регіональних центрів у м. Рівне і в м. Запоріжжя, а також національного кризового центру в м. Києві.

У 1997 році частина системи була створена. При цьому центр збирання і обробки інформації розташували в Харкові на базі Українського науково-дослідного інституту екологічних проблем. Відповідальним суб'єктом моніторингу було визначено Мінприроди України. Після передбачуваного розширення, система «Гамма-1» повинна була додатково охопити ХАЕС, ЮУ АЕС і зону відчуження навколо Чорнобильської АЕС. Але цього зроблено не було.

Нині частина першої черги системи «Гамма-1», яка була введена в

експлуатацію в 1997 році, через відсутність фінансування знаходиться в дуже поганому стані. По суті справи, в робочому стані знаходиться тільки Харківська частина системи. Інші станції спостереження не працюють. Подальший розвиток системи в Україні знаходиться під великим знаком питання. Залишається сподіватися на те, що прийняте у зв'язку з подіями на АЕС «Фукусіма-1» рішення РНБОУ, спрямоване на підвищення рівня РБ в Україні, змінить ситуацію [1].

До недоліків мереж АСКРО АЕС України треба віднести те, що їх датчики в ЗС АЕС розташовані в населених пунктах згідно документу «Технічний проект АСКРО» ААНС.412161.0120ТП, що з точки зору радіаційно-гігієнічного підходу до забезпечення РБ та протирадіаційного захисту є вірним рішенням. Але з точки зору екологічного підходу – не відповідає принципам охорони НС. Крім того, така мережа постів АСКРО не відображає характеристик місцевості, на якій формуються дозові навантаження як на об'єкти НС, так і на населення.

При штатному режимі роботи АЕС вона не дає інформації про динаміку РО в районі розташування АЕС. В роботі [2] запропоновано методику розміщення постів РК, яка дозволяє усунути вищезазначені недоліки.

Системи підтримки прийняття рішень в умовах аварії, що використовуються на АЕС України

У ДП НАЕК «Енергоатом» у 2007 р. прийнята концепція створення комп'ютерної СППР у разі радіаційної аварії на АЕС, згідно якої СППР повинна мати дворівневу структуру і складатися з двох підсистем [3]:

- об'єктова (станційна) підсистема, розміщена на кожній АЕС України;
- центральна підсистема, розміщена в кризовому центрі ДП НАЕК «Енергоатом».

Основним елементом СППР є станційна підсистема, яка в оперативному режимі повинна виконувати завдання з підтримки прийняття рішень на ранній фазі аварії в повному обсязі, визначеному вимогами Типового аварійного плану АЕС України.

На даний час в ДП НАЕК «Енергоатом» функціонує система аварійної готовності та реагування (САР), метою якої є попередження та мінімізація радіаційного впливу на персонал, населення та НС у випадку радіаційних аварій на АЕС. САР об'єднує сили та ресурси аварійного реагування, які розподілені серед АЕС та інших підрозділів Компанії, в єдину систему.

Для забезпечення можливості інформувати місцеві та центральні органи влади про очікувані дозові навантаження населення, а також для представлення прогнозів та рекомендацій по захисту персоналу та населення АЕС НАЕК використовують СППР в аварійних ситуаціях, що розроблені для ЗС АЕС.

В даний час на АЕС України експлуатуються різні системи станційного рівня, розроблені різними авторами і в різний час. Найбільш сучасним (і такий, що відповідає вимогам НРБУ-97) з них є комплекс оперативного

аналізу дозиметричної обстановки при радіаційних аваріях на АЕС України (КАДО), створений Інститутом радіаційного захисту Академії технологічних наук України (м. Київ) і використовується на РАЕС з 2003 р. та проходить адаптацію на ХАЕС.

Загальна структура КАДО [3]

Комплекс оперативного аналізу дозиметричної обстановки призначений для розрахунку наслідків газоаерозольних викидів з АЕС в межах її зони спостереження на ранній стадії аварії. Він включає основні модулі:

- модуль розрахунку атмосферного переносу і випадінь на поверхню ґрунту;
- модуль розрахунку доз зовнішнього опромінення від радіоактивної хмари;
- модуль розрахунку доз зовнішнього опромінення від випадінь на поверхню ґрунту;
- модуль розрахунку доз внутрішнього опромінення за рахунок інгаляційного надходження;
- модуль розрахунку доз внутрішнього опромінення за рахунок перорального надходження при споживанні забруднених продуктів харчування (пілотний);
- модуль контрзаходів.

До допоміжних модулів КАДО відносяться: модуль даних про РН, інформаційно-довідковий модуль, геоінформаційний модуль.

Модуль даних про РН містить докладні радіонуклідні дані (постійні радіоактивного розпаду, ланцюги розпадів, спектральні характеристики), необхідні для виконання розрахунків радіаційної та дозиметричної обстановки.

Інформаційно-довідковий модуль виконує відображення даних (що зберігаються в модулі даних про РН), а також містить значення допустимих рівнів поступлення і концентрації для РН, наведених у НРБУ-97.

Геоінформаційний модуль містить картографічну інформацію по Рівненській і Волинській областях в радіусі 50 км від РАЕС і включає основні картографічні шари (межі областей і районів, рельєф місцевості, рослинність, водні об'єкти, населені пункти, автомобільні і залізні дороги).

Метеорологічні дані вимірюються за допомогою стаціонарної метеостанції MAWS-301, стаціонарної системи висотного зондування атмосфери SODAR PA5+RASS та двох мобільних контрольних постів: мобільної метеостанції MAWS-110 та мобільної станції SODAR PA0.

Більш детальне описання модулів КАДО та приклад його застосування для аналізу наслідків запроектованої аварії на блоці ВВЕР-1000 РАЕС наведено в роботі [3].

КАДО експлуатується з 2003 р. і отримав високу оцінку експертів Міжнародного агентства з атомної енергетики під час місії OSART (Operational Safety Review Team) і експертів трьох місій Всесвітньої асоціації

організацій, які експлуатують АЕС.

У майбутньому планується подальший розвиток та удосконалення КАДО:

1. Формування банку сценаріїв викидів в атмосферу при різних аваріях на АЕС з реакторами ВВЕР.

2. Розвиток та удосконалення блоку атмосферного переносу з метою врахування фізико-географічних особливостей району розташування АЕС (складний рельєф, наявність великих водойм і неоднорідностей підстильної поверхні).

3. Включення перорального шляху надходження РН в організм людини в блок розрахунку доз опромінення.

4. Автоматизоване введення поточної метеорологічної інформації з метою експлуатації системи в режимі реального часу.

5. Можливість асимілювати дані радіаційного моніторингу в зоні спостереження АЕС для оперативного уточнення характеристик радіоактивного забруднення місцевості та уточнення параметрів джерела викиду (рішення оберненої задачі атмосферного переносу та дозиметрії).

З урахуванням вищевикладених перспектив розширення функціональності ДП НАЕК «Енергоатом» планує в найближчому майбутньому встановлення та адаптація вказаного комплексу на ЗАЕС та ЮУ АЕС.

На ЮУ АЕС використовується СППР «Выброс». Ця система є застарілою і не здатна надавати якісну підтримку при прийнятті рішень під час радіаційної аварії. На даний час запланована установка двох метеостанцій MAWS-301 і SODAR PA-2 [17].

На ЗАЕС використовується СППР «InterRAS». Ця система не може надавати якісну підтримку прийняття рішень під час розвитку радіаційної аварії через наявність необхідності ручного вводу даних як о характеристиках та ізотопному складі передбачуваного викиду, так і о стані атмосфери, причому зміна характеристик викиду та погодних даних в процесі прогнозування не передбачено. Для метеорологічних вимірювань дві застарівші метеостанції, які введені в експлуатацію до 1995 р. Обладнання для вимірювання метеорологічних параметрів на різних висотах та мобільні установки для визначення метеорологічних та радіаційних параметрів в ЗС відсутні. Деякий час назад була розпочата робота по розробці СППР «ПРОЗА», однак у зв'язку з об'єктивними причинами завершена розробка тільки деяких модулів вказаної СППР [17].

СППР ЮУ АЕС та ЗАЕС використовують різні розрахункові методики і не здатні обробляти метеорологічні дані та дані, які характеризують радіаційний стан ядерної енергетичної установки, приміщень, будівель, споруд та НС цілому в режимі реального часу, не в повній мірі відповідають вимогам [10, п. 6.8.5] та [5, пп. 5.1.4-5.1.6, 5.2.4, 5.2.6].

Таким чином, на даний час в Україні відсутня сучасна СППР для аварійного реагування при радіаційних аваріях, яка передбачена вимогами

[21, пп. 5.21, 5.22] та перерахованими вище вимогами [5], основана на можливостях:

- отримання вихідних даних о характеристиках (включаючи ізотопний склад) викиду та скиду радіоактивних речовин в режимі реального часу, що передбачено вимогами [5, п. 5.2.6];
- використання чисельних прогнозів розповсюдження РР в атмосфері, гідросфері, осадження на поверхню землі та розповсюдження по харчових ланцюгах;
- прогнозування погоди (для моделювання атмосферного розсіювання РН) з використанням даних реального часу від метеостанцій з висотним зондуванням атмосфери спільно з даними Госкомгідромету та програм прогнозування, таких, як IMWM, WMO і їм подібних;
- використання даних реального часу, які отримуються від систем радіаційного та технологічного контролю (СППР оператора ЯЕУ, СППР РБ, АСКРО) на АЕС, для автоматичного чи інтерактивного корегування прогнозів і пропонованих заходів, які направлені на захист персоналу та населення [5, п. 5.2.6, 5.3.8].

Системою, яка в найбільш повному об'ємі готова виконувати вказані вище функції, може бути СППР «RODOS».

В роботі [17] представлено передбачуваний план модернізації та реалізації СППР на ВП АЕС та в НАЕК з врахуванням міжнародних вимог в галузі радіаційної безпеки.

Інші інформаційні ресурси

Ще одним програмним ресурсом, який використовується в ДП НАЕК «Енергоатом» для накопичення, аналізу та використання досвіду експлуатації АЕС, є «Інформаційна система по подіям в роботі АЕС України» (далі ІС «CAESAR»). Ця система включає в себе інформацію щодо подій, що сталися на АЕС України: інцидентів, порушень і відхилень, а також описує їх наслідки.

До складу ІС «CAESAR» входять:

1. програмне забезпечення для роботи з базою даних та її адміністрування;
2. БД по подіям в роботі АЕС.

Програмне забезпечення ІС «CAESAR» реалізовано в архітектурі «клієнт-сервіс»:

- серверна частина розроблена в Oracle for Windows;
- клієнтська частина – з допомогою інструментальних програмних засобів Delphi. Зв'язок з Oracle - Oracle Data Access Components (ODAC).

ІС «CAESAR» розділена на кілька окремих завдань (характер даних):

- оперативні та попередні повідомлення;
- розслідувані події;
- коригувальні заходи;
- зовнішній досвід експлуатації;
- аналіз II-го рівня;

- статистичні звіти;
- нормативні класифікатори.

Кількісні та якісні показники обсягу інформації ІС «CAESAR»:

- ведення БД щодо подій на АЕС України;
- пошук інформації по довільно заданим значенням;
- аналіз повторюваності подій;
- контроль виконання коригувальних заходів, призначених при розслідуванні подій;
- аналіз інформації про події фахівцями дирекції ДП НАЕК «Енергоатом»;
- обмін даними по подіях між АЕС і ДП НАЕК "Енергоатом";
- формування звітної документації ДП НАЕК «Енергоатом» та АЕС (статистичних довідок, додатків до річних, квартальних звітів про події на АЕС, звітів впровадження коригувальних заходів).

ІС «CAESAR» функціонує у ВП АЕС та Дирекції ДП НАЕК «Енергоатом» з 2000 року. Інформація щодо подій вноситься з початку експлуатації енергоблоків АЕС України.

Висновки

Отже, підсумовуючи виконаний аналіз, можна сказати, що на ВП АЕС України діють різні функціональні підсистеми, що здійснюють контроль та моніторинг якості окремих компонентів природного середовища та природних ресурсів в робочій зоні та в зоні впливу АЕС. Разом з тим єдиної системи управління природокористуванням, охороною НС та забезпечення екологічної та радіаційної безпеки, яка включала б у себе всі ці підсистеми, ще не створено.

Сукупність цих підсистем не можна назвати системою екологічного моніторингу АЕС, оскільки аналіз їх діяльності показав, що всі відомчі служби і системи моніторингу роз'єднані, різнорідні, апаратно-програмно несумісні, орієнтовані на спостереження та оцінку стану окремих компонентів НС і природних ресурсів. Відсутність єдиного методичного та метрологічного простору, єдиних вимог до подання інформації створює серйозні проблеми при її отриманні та інтеграції. У результаті сформованої ситуації вся отримувана інформація з екологічного моніторингу не концентрується в єдиному центрі і не управляється належним чином.

Вивчення роботи відомчих підсистем і служб моніторингу АЕС свідчить, що кожна з них функціонує в замкнутій системі, практично не забезпечує використання результатів проведення моніторингу в практичних цілях. Відсутній комплексний підхід до вивчення впливу різних антропогенних забруднень на НС, причин і джерел деформації НС, не вивчаються віддалені за часом наслідки аварійних викидів і скидів забруднюючих речовин у НС. У АЕС немає інфраструктури, що забезпечує інформаційний обмін даними моніторингу, їх узагальнення та прогноз екологічної обстановки.

Процес отримання необхідних даних про поточний стан природних

середовищ, природних і природно-техногенних об'єктах, природних ресурсах та динаміку їх зміни під впливом антропогенної діяльності, координації дій усіх учасників екологічного моніторингу, впровадження високоефективних сучасних вимірювальних засобів, створення доступного для широкого кола споживачів єдиного інформаційного простору, на основі використання ГІС-технологій, вимагає істотних фінансових витрат.

Разом з тим, використання нових інформаційних технологій і засобів спостереження, таких, як апаратура дистанційного зондування та трасових вимірювань, автоматизовані системи збору обробки даних, комп'ютерні системи обробки, аналізу та візуалізації створює передумови для інтеграції систем моніторингу на якісно новому рівні. У кінцевому підсумку це дозволить забезпечити ту якість інформації, яка необхідна для прийняття об'єктивних управлінських рішень з метою забезпечення екологічної безпеки, запобігання екологічних збитків і прогнозування стану НС на довгостроковий період.

Таким чином, створення комп'ютеризованої аналітичної інформаційно-експертної системи (ЕкоІЕС) для оцінки екологічного впливу АЕС на НС слід розглядати як важливу складову превентивних заходів безпеки ядерної енергетики, що дозволить суттєво підвищити рівень обґрунтованості управлінських рішень з екологічної безпеки та заходів цивільного захисту територій і населення, що мешкає в зонах потенційного техногенного впливу АЕС. Впровадження такої системи в практику роботи АЕС стане одним з необхідних компонентів успішного та безпечного розвитку атомної енергетики в цілому.

Система ЕкоІЕС буде потужним інструментом підтримки прийняття рішень в області екологічної безпеки НПС на території впливу АЕС.

1. *Барбашев С.В.* Світ атомної енергетики / С.В. Барбашев, Р.Г. Зібницький, С.О. Шимчев ; за ред. д-ра техн. наук Барбашева С. В. – Одеса : Астропринт, 2012. – 144 с.
2. *Барбашев С.В.* Система комплексного радиоэкологического мониторинга районов расположения АЭС Украины : дис. доктора технических наук : –05.14.14 / Барбашев Сергей Викторович. – Одесса, 2009. – 394 с.
3. *Бончук Ю.В.* Программный комплекс анализа дозиметрической обстановки при аварийных выбросах АЭС Украины / Ю.В. Бончук, Н.Н. Талерко, А.Г. Кузьменко // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. – 2009. Вип. 12. – С. 30-39.
4. Впровадження європейських стандартів і нормативів у Державну систему моніторингу довкілля України: Наук. метод. посіб. / О.І. Бондар, О.Г. Тараріко, Є.М. Варламов та ін. – К.: Інрес, 2006. – 264 с.
5. ГСТУ 95.1.01.03.024-97. Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки для атомных станций. Основные положения / ГНИЦСКАР. – 1997. – 21 с.
6. Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку» від 08.02.1995 № 39/95-ВР.
7. Закон України «Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань» від

14.01.1998 № 15/98-ВР.

8. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.07.1991 р. №1264-ХІІ.

9. Норми радіаційної безпеки України НРБУ-97, затвержені постановою МОЗ України від 01 грудня 1997 г. № 62.

10. НП 306.2.141-2008. Общие положения безопасности атомных станций / ГКЯРУ. – 2008. – 36 с.

11. Офіційний веб-сайт ВП Хмельницька АЕС www.xaes.org.ua.

12. Офіційний веб-сайт Запорізької АЕС www.npp.zp.ua

13. Офіційний веб-сайт Рівненської АЕС www.rnpp.rv.ua

14. *Попов О.О.* Концептуально-методологічні аспекти моделювання впливу об'єктів атомної енергетики на довкілля / О.О. Попов // Моделювання та інформаційні технології. – 2013. – Вип. 70. – С. 10-19.

15. *Попов О.О.* Методи аналізу ризиків в екології / О.О. Попов // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАН України. – 2013. – Вип. 69. – С. 19-28.

16. *Попов О.О.* Підходи до організації та ведення комплексного радіоекологічного моніторингу наземних екосистем у районах розташування АЕС / О.О. Попов // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАН України. – К. – 2013. – Вип. 68. – С. 11-18.

17. *Турбаевский В.В.* Системы поддержки принятия решения при радиационных авариях на АЭС: состояние и пути совершенствования / В.В. Турбаевский // Ядерна та радіаційна безпека. – 2011. – Вип. 2(50). – С. 24-28.

18. Украина. СанПи Н. ОСП 6.177.-2005-09-02. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности Украины (ОСПУ).

19. Украина. СанПи Н. Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-88).

20. *Яцишин А.В.* Використання інформаційних технологій в задачах управління екологічною безпекою / А.В. Яцишин, О.О. Попов, В.О. Артемчук // Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. – Вип. 2(41). – С. 289-294.

21. GS-R-2. Готовность и реагирование в случае ядерной и радиационной аварийной ситуации. – Вена: МАГАТЭ, 2004. – 104 с.

Поступила 12.02.2014р.

УДК 681.142 + 519.4

О. Д. Глухов, м.Київ

ОДНЕ УЗАГАЛЬНЕННЯ ВІДСТАНІ НА ГРАФАХ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ

В статье предложено одно обобщение расстояния на графах и рассмотрен пример его применения для квазислучайных графов.

The paper proposed a generalization of the distance on graphs and consider an example of its application for quasi-random graphs.