УДК 615.849-614.7:613

ГРИГОР'ЄВА Л.І., ТОМІЛІН Ю.А., Науково-методичний центр екобезпеки Миколаївського державного гуманітарного університету ім. Петра Могили, м. Миколаїв
БЛОХІН О.І., Південноукраїнська АЕС, м. Південноукраїнськ

СТУПІНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДОМЧОГО РАДІАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕРИТОРІЇ НАВКОЛО ПІВДЕННОУКРАЇНСЬКОЇ АЕС ТА ЗАХОДИ ЙОГО УДОСКОНАЛЕННЯ

Викладено матеріали аналізу методів і способів забезпечення радіаційної безпеки території поблизу АЕС через постійний моніторинг службами ПУ АЕС та іншими установами. Визначено засоби покращення забезпечення радіаційного моніторингу довкілля навколо АЕС.

Materials of analysis methods and methods of providing of radiation safety by territory are expounded near-by AEPS through the permanent monitoring by services of SU AEPS and other establishments. Certainly facilities of improvement of the radiation monitoring of environment round AEPS.

Вступ

У всіх випадках здійснення радіаційного моніторингу у районах розташування АЕС у центрі уваги повинні знаходитися радіонукліди, які дають головний внесок у дозу опромінення людини через різні шляхи їх надходження до людини. Виходячи з цього, на основі відомостей про фізико-хімічні і біологічні властивості вищеозначених радіонуклідів, закономірностей їх поведінки в об'єктах навколишнього середовища, з урахуванням конкретної ситуації необхідно ідентифікувати як ці радіонукліди, так і відповідні групи населення. Такий захід дозволяє зменшити витрати сил і часу на здійснення контролю та підвищення його ефективності.

У різних ситуаціях в якості "основних" можуть виступати різні радіонукліди. Так само і склад "критичної" групи населення за опроміненням від цих радіонуклідів можуть бути представлений різними категоріями. Так, до радіонуклідів, що знаходяться у станційних газоаерозольних викидах звичайно відносять ^{131}I і радіоактивні інертні гази (^{41}Ar, ^{85}Kr, ^{133}Xe). Перший представляє небезпеку як джерело внутрішнього опромінення щитоподібної залози, в першу чергу малят, дітей, які у даному випадку виступають "критичною" групою населення. Другі є джерелом і зовнішнього, і внутрішнього опромінення, тому "критичною" у цьому випадку групою виступає населення, яке мешкає у зоні факелу газоаерозольних викидів. Отже, радіаційний контроль за викидами АЕС повинен бути спрямований переважно на визначення вмісту ^{131}I і радіоактивних інертних газів безпосередньо у викидах, а також на виміри радіаційного фону, створюваного гамма-випромінюючими радіонуклідами на території у секторі розповсюдження факелу викидів.

Безпосереднє завдання відомчого радіаційного контролю діяльності АЕС, як чинника радіоактивних надходжень у довкілля, є отримання конкретної інформації про активність газоаерозольних викидів і активності радіоактивних речовин у рідких скидах АЕС. Ця інформація і оцінює небезпечність роботи АЕС. Відомчий контроль організується так, щоб він мав можливість спостереження за рухом радіоактивних відходів від місця їх створення до виходу за межі АЕС, а також накопичення їх в об'єктах зовнішнього середовища [1, 2, 4, 5].

З часом об'єм і характер радіаційного контролю потребує коректування з урахуванням можливих змін кількісного і якісного складу радіоактивних відходів, характеру використання об'єктів довкілля, в які надходять ці відходи, умов життя населення, появи інших об'єктів впливу на довкілля, а також появи нових методів контролю.

Матеріали та методи досліджень

Матеріалами досліджень слугували результати багаторічного моніторингу територій навколо ПУ АЕС [6, 14]. Відбір та підготовка проб здійснювалися за офіційними (стандартними) методиками. Методи досліджень: радіометричні, спектрометричні та математико-статистичні, методи моделювання переносу станційних радіонуклідів в екосистемі, кореляційно-регресійні методи [3, 5, 8].

Результати та їх обговорення

Відповідно до чинних регламентуючих документів [4, 5] під час будівництва ПУ АЕС було проведено необхідний об'єм радіаційних досліджень з метою оцінки радіаційної ситуації району розташування ПУ АЕС, а також розробки структурної схеми організації радіаційного контролю навколо ПУ АЕС (рис. 1).

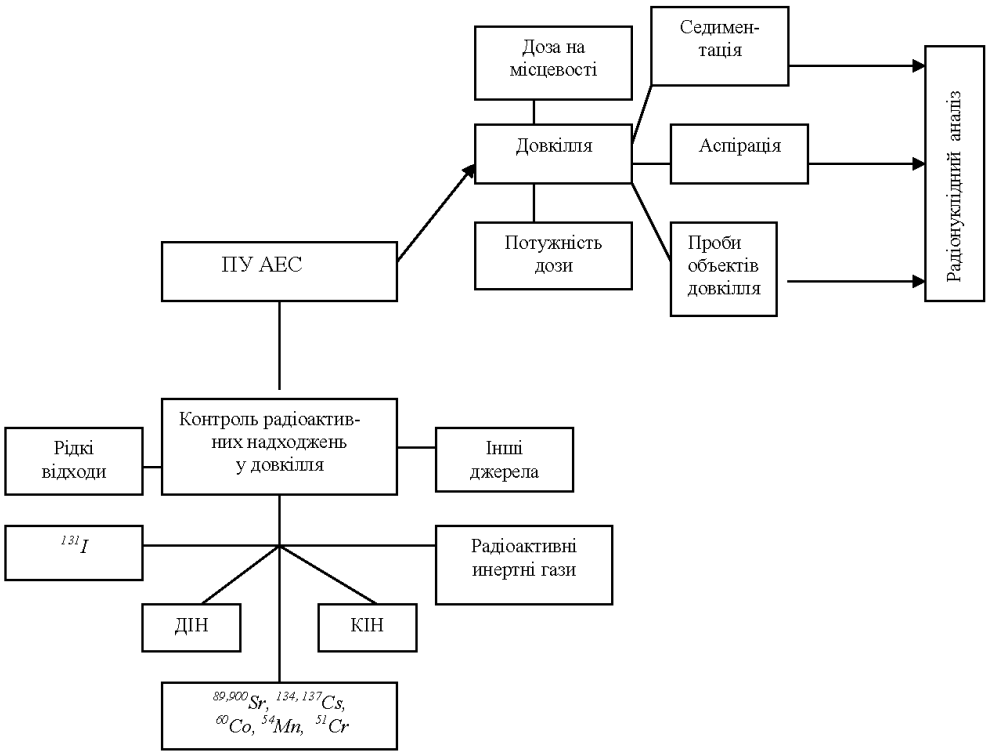

Рис. 1. Структурна схема організації радіаційного контролю на АЕС та у довкіллі

Під час проведення досліджень, поряд з розв'язком традиційних радіаційно-гігієнічних і радіоекологічних питань, пов'язаних з визначенням вмісту "станційних" радіонуклідів у різних об'єктах зовнішнього середовища і оцінкою індивідуальних і колективних дозових навантажень на населення за рахунок прямих і непрямих шляхів їх надходження до людини, особливу увагу було приділено харчовим ланцюгам: з питною водою, з сільгосппродукцією, отриманої зі зрошуваних масивів, з рибою.

Об'єктами моніторингу виступали радіоактивні опади, атмосферне повітря, ґрунт, водойми, рослинність, харчові продукти і питна вода. Поряд з проведенням досліджень з визначення рівня забруднення радіоактивними речовинами об'єктів довкілля і обумовлених цим забрудненням доз опромінення населення, здійснено збір матеріалів, дозволяючих виявити особливості і оцінити величини впливу різних факторів на процеси міграції дозостворюючих радіонуклідів з атмосфери, ґрунтів, водних об'єктів – у харчові продукти.

За результати 25-річного періоду проведення радіаційного моніторингу у районі ПУ АЕС відомчими службами АЕС та іншими компетентними установами [7, 9, 12-14] визначено основні шляхи міграції "станційних" радіонуклідів у довкіллі (рис. 2), закономірності процесів перерозподілу радіонуклідів між об'єктами довкілля, властивості об'єктів довкілля щодо утримання радіоактивних речовин, шляхи потрапляння "станційних" радіонуклідів до людини та розміри дозового навантаження на населення прилеглого до АЕС регіону. Для оцінки розповсюдження радіоактивних речовин у довкіллі і міграційних процесів радіонуклідів між відповідними об'єктами довкілля використано відомі методи системного аналізу, які передба-

чають розбиття усього міграційного ланцюга на системи ланок (камер, блоків) (блоки 1-5 на рис. 2), встановлення математичних моделей динаміки поведінки радіонуклідів у системі, яка об'єднує компоненти в єдину систему (концентрації радіонуклідів в окремих блоках C_i, коефіцієнти переходу між блоками k_{ij}, рис. 2). Так, наприклад, моделювання процесів надходження ^3H з "продувними" і фільтраційними водами Ташликського водоймища ($C_2 = f(C_1, k'_{12}, k''_{12})$, рис. 2) [14] дозволило визначити розміри потрапляння цього радіонукліду у довкілля: за 10 років скиду вод з біоставків ГФК ПУ АЕС до р. Арбузинка надійшло близько 34,6 ТБк ^3H, а до р. Південний Буг за перші роки "продувки" (1994-1996 рр.) винесено зі ставка-охолоджувача АЕС близько 37,9 ТБк ^3H, а врахування різниці фізико-хімічних і гідрологічних умов скиду: в умовах р. Арбузинки – значна перевага обсягу каналізаційних вод (11 млн. м^3/рік) понад річкових (6 млн. м^3/рік), для р. Південний Буг навпаки – значна перевага річкових вод (річне стікання р. Південний Буг – 1 млрд. м^3/рік), над "продувними" водами (63 млн. м^3/рік) та фільтраційними (3 млн. м^3/рік) водами з Ташликського водоймища – визначити різницю екологічного навантаження на екосистеми двох річкових басейнів [14].

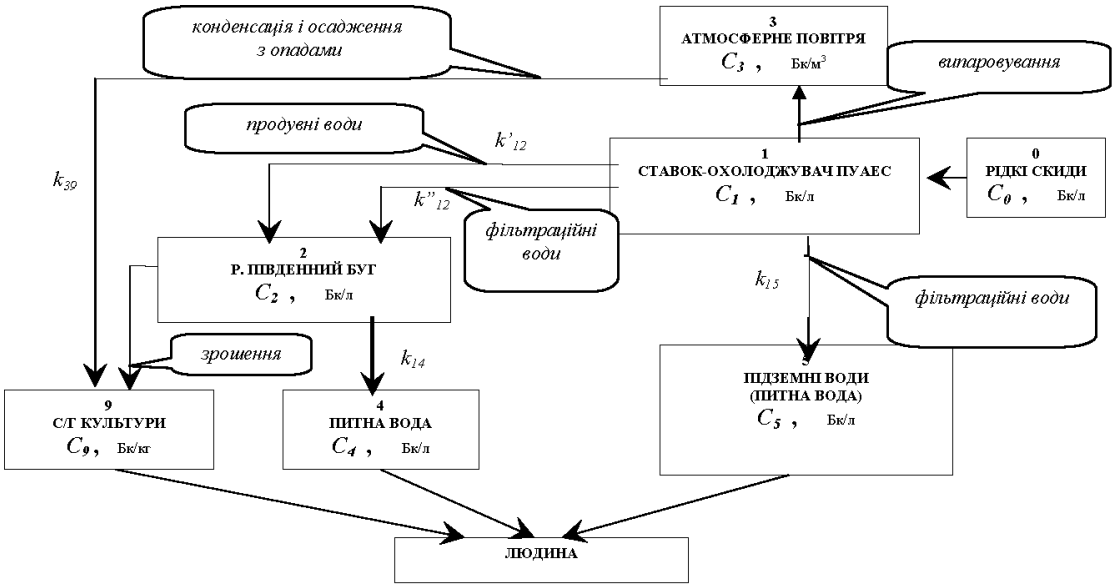

Рис. 2. Схема основних шляхів міграції радіонуклідів, які потрапляють у довкілля при роботі ПУ АЕС

Оцінка результатів щільних спостережень за надходженням радіонуклідів у водну систему Південного Бугу з "продувними" водами ставка-охолоджувача ПУ АЕС свідчила на наявність зв'язку між активностями ^{137}Cs і ^3H у водній системі: Ташликське водоймище – р. Південний Буг, а також наявність зміни радіоекологічної ситуації у цих водоймищах під впливом фізико-хімічних, гідрологічних та інших процесів, що потрібно врахувати при оцінці балансу радіонуклідів, які надійшли у навколишнє середовище за цим шляхом [10, 13].

Моделювання розповсюдження радіонуклідів у водному середовищі (блоки 0-1-2, 0-1-5) використовуючи при цьому відомі моделі молекулярної дифузії та врахування наявності і інтенсивно діючих процесів сорбції-десорбції радіонуклідів донними відкладеннями і водяними рослинами водойм [14] дозволило визначити модель депонування донними відкладеннями річки Арбузинки ^{137}Cs, що надходив з ПУ АЕС у річку протягом 10 років:

$$A_{дон} = V \int_{r=0}^{10} (C''_{дон} - C'_{дон}) e^{-0,51 r} dr ,$$

де $A_{дон}$ – загальна активність ^{137}Cs, сорбованого донними відкладеннями р. Арбузинка, Бк; V – об'єм забруднених ^{137}Cs донних відкладень, м^3; $C'_{дон}$, $C''_{дон}$ – об'ємна активність ^{137}Cs у донних відкладеннях р. Арбузинка до і після місця скиду вод ГФК АЕС, Бк/м^3; r – відстань від місця скиду, км, і встановити баланс розподілу цього радіонукліду у навколишньому середовищі: 87% (7,4 ГБк) осіло у донних відкладеннях, 13% – перенесено з водами річки.

Використовуючи встановлені експериментальним шляхом коефіцієнти переходу радіонуклідів між компонентами водного середовища району ПУ АЕС [14] визначено величини радіоємності (максимальна кількість радіонуклідів, яку може утримувати водоймище без помітної шкоди для себе) водних об'єктів регіону, за допомогою яких проведено спостереження за факторами радіоємності (показник утримання радіоактивності біотичною компо-

нентою водоймища) водних об'єктів. Отримані результати: різке підвищення чинників радіємності водоймищ у літньо-осінні місяці через високий питомий вміст водяної рослинності, як основного депо радіонуклідів у водоймі і, навпаки, зниження чинників радіоємності у зимові місяці, а також при зміні хімічного складу водойми у кислий бік – свідчили про можливість управління радіоємністю водойм, які приймають на себе скиди АЕС [11-13], і необхідність регулювання кількісного і якісного складу скидів залежно від умов водного середовища. Це дозволило внести відповідні корективи у програму радіаційного контролю.

Крім цього, в останні роки лабораторія зовнішньої дозиметрії придбала сучасну апаратуру для вимірювання ^{3}H, що надало змогу приступити до виконання необхідного об'єму досліджень з встановлення вмісту цього біологічно значимого радіонукліду в об'єктах довкілля.

Для підвищення достовірності радіаційного контролю за газоаерозольними викидами АЕС у кінці 90-х років додатково до стаціонарних аспіраційних установок, змонтованих на пунктах спостереження у 30-ти км зоні, був застосований метод відбору проб атмосферного повітря за допомогою пересувних аспіраційних установок, що надало можливість проводити контроль повітря вздовж шляху пересування факелу газоаерозольних викидів з труби АЕС на різній відстані від неї.

У той же час, потрібно відмінити і деякі фактори, які негативно вплинули на ефективність радіаційного моніторингу. Так, рішення облдержадміністрації у 2000 р. про ліквідацію автоматизованої системи радіаційного контролю на території області (АСРК), яка знаходилася в оперативному управлінні і технічному забезпеченні науково-дослідної лабораторії з проблем радіаційної безпеки населення (НДЛ "Ларані") значно знизило ефективність радіаційного контролю атмосферного повітря і рівень радіаційної безпеки населення: не стало 26 радіометричних комплексів (ТІК-88), які цілодобово реєстрували рівень гамма-фону у населених пунктах області, що помітно доповнювали інформацію про радіаційну ситуацію не лише у 30-ти км зоні, а і за її межами (до 100-130 км), не стало і апаратурної основи у програмі своєчасного проведення йодної профілактики населення області під час аварії на АЕС.

Висновки

1. Існуюча структура відомчого радіаційного контролю на ПУ АЕС дозволяє визначати ступінь забезпечення радіаційної безпеки населення, яке мешкає навколо ПУ АЕС.
2. При сучасному підході безпорووогості залежності "доза – ефект" для іонізуючого випромінювання ця структура потребує постійного удосконалення і корективи.
3. Необхідно якнайшвидше реанімувати систему АСРК.

ЛІТЕРАТУРА

1. Егоров Ю.А. Радиационный экологический мониторинг в регионе АЭС – цели и задачи. Радиационная безопасность и защита АЭС. – М.: Энергоатомиздат. – 1986. – Вып. 10. – С. 56.
2. Егоров Ю.А., Казаков С.В. Радиационный экологический мониторинг в регионе АЭС. Радиационная безопасность и защита АЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – Вып. 9. – С. 49.
3. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР от 03.12.79. – М., 1980.
4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97). – К.: МОЗ України, 1998. – 135 с.
5. Основні санітарні правила ОСП-97. – К., 1997.
6. Отчет по радиационной обстановке в районе расположения ЮУ АЭС (за 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 гг.) // Звіт ПУ АЕС, м. Южноукраїнськ. – 2001-05 рр.
7. Радиационная обстановка вокруг ЮУ АЭС в предпусковой период // Звіт НДР. – К., 1980. – 146 с.
8. Рекомендации по дозиметрическому контролю в районах расположения атомных электростанций. ПНАЭ, Г, направление 2, 1988.
9. Томилин Ю.А. О задачах и объеме радиологических исследований лаборатории облСЭС в районе АЭС // Гигиена и санитария. – М., 1986. – № 6. – С. 74-76.
10. Томілін Ю.А. Динаміка активності ^{137}Cs в водній системі: Ташликське водосховище – р. Південний Буг // Наукові записки НаУКМА. – 2006. – № 54. – С. 57-63.
11. Томілін Ю.А. Управління радіоємністю водойм для зниження радіоактивного забруднення водної екосистеми // Науковий вісник Чернівецького державного університету імені Юрія Федьковича. Серія: Біологія. – 2006. – № 298. – С. 204-210.
12. Томілін Ю.А., Григор'єва Л.І., Блохін О.І. Динаміка активності радіонуклідів у водоростях річкових екосистем, гідродинамічно пов'язаних з ПУ АЕС за двадцятирічний термін її роботи // Науковий вісник Волинського державного університету ім. Лесі Українки. – 2006. – № 5. – С. 98-102.
13. Томілін Ю.А., Григор'єва Л.І., Блохін О.І. Рівні концентрації ^{137}Cs в період 1999-2004 рр. // Наукові праці: Науково-методичний журнал. – Т. 53. Вип. 40. Екологія. – Миколаїв, 2006.
14. Томілін Ю.А., Григор'єва Л.І. Радіонукліди у водних екосистемах південного регіону України: міграція, розподіл, накопичення, дозове навантаження на людину і контрзаходи: Монографія. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. Петра Могили, 2008. – 320 с.

Надійшла до редколегії 14.11.07.