**Барбашев Сергій Віктрович. Система комплексного радіоекологічного моніторингу районів розташування АЕС України : Дис... д-ра наук: 05.14.14 – 2009**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Барбашев С.В. Система комплексного радіоекологічного моніторингу районів розташування АЕС України. –**Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.14.14 – теплові та ядерні енергоустановки. Одеський національний політехнічний університет, Одеса, 2009.  Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливого науково-прикладного завдання радіаційної безпеки АЕС – забезпеченню представницької оцінки, виконанню адекватного аналізу і достовірного прогнозування радіаційного стану довкілля і дозових навантажень на населення у районах розташування АЕС при різних режимах їх роботи, дотриманню принципів екологічної безпеки АЕС при нормуванні величин викидів та скидів.  Обґрунтована доцільність доповнення системи радіаційної безпеки АЕС системою комплексного радіоекологічного моніторингу.  Дано науково-методологічне обґрунтування принципів, концепції та методології організації і ведення комплексного радіоекологічного моніторингу районів розташування АЕС.  Розроблені науково-прикладні основи експресного визначення хімічного забруднення об'єктів довкілля методом мас-спектрометрії вторинних іонів і на практиці показана можливість його застосування у системі комплексного радіоекологічного моніторингу.  Наведені результати практичної реалізації запропонованих у роботі підходів до організації і ведення комплексного радіоекологічного моніторингу у районах розташування Одеської АТЕЦ (в період будівництва), Чорнобильської АЕС (до і після аварії) і Запорізької АЕС, які підтверджують необхідність їх використання на АЕС у системі радіаційної безпеки, у т.ч. для превентивної готовності до аварійного реагування.  Запропоновані шляхи і способи удосконалення системи радіаційного контролю довкілля на АЕС України.  Результати роботи впроваджені на Чорнобильській, Хмельницькій і Запорізькій АЕС. | |
| |  | | --- | | Системи радіаційного контролю навколишнього середовища, що застосовуються у теперішній час на АЕС України та інших країн, будуються на головному принципі радіаційного захисту: «захищена людина – захищене навколишнє середовище». Але при цьому практично не враховується взаємозв'язок між радіаційно-технологічними характеристиками АЕС (викиди і скиди) та властивостями навколишнього середовища, який визначає формування дозових навантажень на населення і радіаційної обстановки в районі розташування АЕС.  Крім того, системи радіаційного контролю навколишнього середовища є недостатніми для того, щоб дати представницьку оцінку стану навколишнього середовища і дозових навантажень на населення, спрогнозувати негативний вплив радіації на населення і навколишнє середовище, а також для управління його станом, процесом формування доз і для своєчасного вжиття адекватних заходів у разі виникнення позаштатної ситуації на АЕС.  У даній роботі вирішене важливе науково-прикладне завдання радіаційної безпеки АЕС – створення ефективної системи радіаційного контролю на АЕС, яка забезпечить отримання представницької оцінки радіаційного стану і дозових навантажень на населення на території навколо станції, його вірного аналізу і достовірного прогнозу при всіх режимах роботи АЕС, а також дозволить встановити екологічно обґрунтовані технологічні режими викидів і скидів. Визначені недоліки систем радіаційного контролю навколишнього середовища, які застосовуються на АЕС, і запропонований спосіб їх усунення, одержали подальший розвиток принципи, концепція і методологія ведення комплексного радіоекологічного моніторингу в районах розташування АЕС, тобто створена система такого моніторингу, розроблені методи і способи отримання представницької оцінки стану навколишнього середовища і дозових навантажень на населення, запропоновані шляхи і способи вдосконалення системи радіаційної безпеки АЕС.  Узагальнення отриманих відповідно до поставлених у роботі мети та завдань результатів дозволяє зробити такі висновки:  1. Для підвищення репрезентативності та точності оцінок стану навколишнього середовища розроблена методологія, яка заснована на врахуванні екологічних чинників, що формують радіаційну обстановку і дозові навантаження на населення в районах розташування АЕС.  Показано, що основними чинниками, які визначають формування радіаційної обстановки і дозових навантажень на населення в районах розташування АЕС, є атмосферне перенесення радіоактивних речовин, ландшафти, рельєф, грунт і геохімічні особливості цих територій.  2. Розроблені науково-методологічні основи організації і ведення моніторингу навколишнього середовища в районах розташування АЕС як екологічної складової системи радіаційної безпеки АЕС.  Показано, що за своєю суттю моніторинг територій розташування АЕС повинен бути комплексним: радіаційним за чинниками впливу на екосистеми, але екологічним за методологією.  Основна концепція такого моніторингу полягає в комплексності досліджень (всі елементи навколишнього середовища і всі види забруднюючих речовин) і дотриманні еколого-гігієнічного принципу нормування впливу АЕС.  Основними методологічними принципами організації і ведення радіоекологічного моніторингу є районування території зони спостереження за ландшафтно-геохімічними та фізико-географічними характеристиками і формування з урахуванням цього мережі пунктів спостереження.  Схема ведення комплексного радіоекологічного моніторингу в районах розташування АЕС, яка запропонована у роботі, передбачає:  спостереження за чинниками впливу і станом навколишнього середовища, оцінку існуючого рівня забруднення елементів навколишнього середовища, визначення критичних чинників і шляхів впливу, критичних елементів навколишнього середовища;  моделювання поведінки критичних забруднюючих речовин, особливо РН, в навколишньому середовищі та харчових ланцюжках, визначення критичних ланок в харчових і екологічних ланцюжках з метою прогнозування рівня забруднення навколишнього середовища і дозових навантажень на населення і визначення критичних груп населення;  управління навколишнім середовищем у районах розташування АЕС.  На відміну від класичного, підхід, який запропонований у роботі, включає до складу моніторингу функцію управління, що переводить його з розряду інформаційних систем в інформаційно-управлінські.  Програма і регламент моніторингу визначаються, виходячи із завдань забезпечення безпеки населення і навколишнього природного середовища. Відповідно до цього моніторинг може провадитися з різною періодичністю, мати різні об'єкти контролю, параметри і призначення.  Показано, що у разі комунальної радіаційної аварії радіоекологічний моніторинг навколишнього середовища в районі розташування АЕС повинен враховувати особливості атмосферного перенесення аварійного викиду, фізико-географічні і ландшафтно-геохімічні характеристики місцевості, а також результати, одержані при проведенні штатного моніторингу. При цьому оцінку рівня забруднення навколишнього середовища і дозових навантажень на населення доцільно провадити для критичних РН, критичних індикаторних елементів навколишнього середовища, критичних груп населення. Прогнозування рівня забруднення навколишнього середовища, крім математичного моделювання, можна виконувати за даними моніторингу радіаційного і (або) хімічного забруднення, одержаними в доаварійний період.  Управління навколишнім середовищем у разі аварії трансформується у вибір контрзаходів, направлених на мінімізацію рівнів забруднення навколишнього середовища, доз на населення і чисельності осіб з населення, що опинилися у сфері дії аварійного опромінювання.  3.1. Вперше для застосування в системах радіаційного контролю навколишнього середовища розроблений метод урахування екологічних чинників, що полягає в спеціальній структуризації території розташування АЕС, заснований на ландшафтно-геохімічному і фізико-географічному районуванні цієї території.  Основний принцип районування території розташування АЕС полягає в розбитті її на ділянки (райони, підрайони) максимально однорідні відносно характеристик процесів надходження, міграції і накопичення радіонуклідів та (або) інших хімічних елементів і речовин.  Показано, що запропонований спосіб дає можливість вивчити і кількісно описати міграцію забруднюючих речовин, виявити місця їх можливого накопичення і сформувати представницьку мережу пунктів спостереження.  3.2. Вперше запропонований метод формування мережі пунктів спостереження (моніторингу), яка на відміну від мережі радіаційного контролю, що застосовується на АЕС, відображає характеристики навколишнього середовища навколо АЕС.  Така мережа враховує не тільки найнесприятливіші метеоумови, а й рельєф місцевості, типи ландшафтів і ґрунтів, щільність радіоактивного забруднення території спостереження, чисельність населення, що проживає в зоні контролю, та інші характеристики місцевості, що піддаються кількісним оцінкам.  При цьому репрезентативність пробовідбору досягається за рахунок відбору середніх проб, що складаються з великої кількості (25) індивідуальних проб, які відбираються за методом конверта і дозволяють врахувати всі особливості контрольованої території.  З метою підвищення оперативності, зниження вартості оцінок, пов'язаних з виконанням трудомістких і дорогих аналізів, із середніх проб можуть бути зібрані представницькі проби, що характеризують окремий підрайон або район у цілому. Така проба готується з рівних аліквот середніх проб. При виявленні аномальних значень контрольованих параметрів провадиться аналіз усіх проб, відібраних з даного елемента території.  Для досягнення рівноточності результатів вимірювань, що характеризують забруднення виділених районів і підрайонів, запропоновано кількість середніх проб між всіма елементами території розподіляти пропорційно величинам площі, щільності забруднення, чисельності населення та іншим значущим з точки зору ризику чинникам, що піддаються кількісному обліку, за допомогою вагових коефіцієнтів.  Загальна кількість пунктів спостереження в 30-кілометровій зоні навколо АЕС складає 80 – 120 од.  3.3. Запропонована модель розрахунку доз опромінювання населення, в основу якої покладені моделі наземної екосистеми і умовної людини, рекомендовані МКРЗ (Публікація №29), але на відміну від них «прив'язана» до «екологічних координат», тобто до виділених при ландшафтно-геохімічному районуванні території розташування АЕС підрайонів. Результати, одержані при застосуванні цієї моделі для розрахунку дозових навантажень на населення, що проживає в районі Запорізької АЕС, дозволили виявити ділянки із рівнем опромінювання, збільшеним відносно середнього його значення по зоні спостереження.  3.4. Розроблена інформаційно-аналітична система (ІАС) для радіоекологічного моніторингу району розташування АЕС. В основу покладена база даних про стан зони спостереження АЕС, яка побудована в «екологічних координатах», тобто «прив'язана» до виділених при районуванні територіальних одиниць. Окрім цього, ІАС включає моделі наземної екосистеми і розрахунку дозових навантажень на населення, що проживає поблизу АЕС, блок розрахунку рівнів забруднення об'єктів навколишнього середовища, модель повітряного перенесення радіонуклідів, картографічний матеріал та ін. Показано, що така ІАС може стати основою бази знань і експертних систем, за допомогою яких може оцінюватися екологічна ситуація (інформаційна функція моніторингу) і прийматися рішення, що призводять до зменшення ризику для навколишнього середовища з боку АЕС (управлінська функція моніторингу). Практична застосовність розробленої системи показана на прикладі ІАС для радіаційного контролю і моніторингу Запорізької АЕС.  3.5. Запропоновані в дисертації принципи, концепція та методологія ведення комплексного радіоекологічного моніторингу районів розташування АЕС застосовані при виконанні екологічних досліджень в зоні спостереження Одеської АТЕЦ, що будується, апробовані й впроваджені на Запорізькій АЕС, Хмельницькій АЕС і Чорнобильській АЕС (до і після аварії). Одержаний ряд важливих з точки зору радіаційної безпеки результатів, які не могли дати системи радіаційного контролю навколишнього середовища, що використовуються в даний час на АЕС України.  Наприклад, моніторинг району розташування Одеської АТЕЦ виявив існування дефіциту деяких важких металів, що може призвести до інтенсивного включення радіоактивних продуктів корозії і деяких продуктів поділу в харчові ланцюжки в процесі експлуатації станції і збільшення дозових навантажень на персонал і населення.  Моніторинг району впливу Чорнобильської АЕС (до і після аварії) виявив неоднорідність просторового розподілу радіонуклідів, яка визначається ландшафтними особливостями досліджуваної території.  Моніторинг території розташування Запорізької АЕС дозволив виявити накопичення радіонуклідів в елементах ландшафтів, що відіграють роль геохімічних бар'єрів, а також указав на необхідність контролю і врахування стічних процесів, які в деяких частинах зони спостереження станції можуть відігравати істотну роль у формуванні радіаційної обстановки, особливо при аварії на АЕС.  4. Вперше показана можливість застосування методу мас-спектрометрії вторинних іонів (МСВІ) для елементного аналізу об'єктів навколишнього середовища при проведенні комплексного екологічного моніторингу.  За своїми аналітичними характеристиками метод МСВІ не поступається, а за деякими параметрами (експресність з урахуванням підготовки проб для аналізу – до 90 хвилин, діапазон елементів, які визначаються, – всі елементи періодичної системи та їх ізотопи, чутливість – до 10-7%, простота підготовки проб для аналізу) перевершує такі широко відомі методи, як емісійний спектральний, атомно-абсорбційний і нейтронно-активаційний аналізи.  У роботі вперше розроблені основи кількісного МСВІ-аналізу об'єктів навколишнього середовища. Авторським свідоцтвом захищений спосіб підготовки мішеней з діелектричних порошкоподібних матеріалів, використаний в процесі виконання елементного аналізу об'єктів навколишнього середовища методом МСВІ. МСВІ-методика визначення важких металів в пробах ґрунту застосовувалася нами при дослідженні забруднення територій зон спостереження АЕС при проведенні комплексного моніторингу.  Роботами з розвитку методу МСВІ стосовно екології автором дисертації закладена основа нового наукового напряму – мас-спектрометрії вторинних іонів об'єктів навколишнього середовища.  5. Як підхід, за допомогою якого можна виконувати екологічне нормування радіаційного впливу АЕС на навколишнє середовище, пропонується використовувати значення екологічної (радіаційної) ємкості елементів природних систем і з їх допомогою визначати екологічно допустимі викиди і скиди радіоактивних речовин з АЕС.  6. Запропоновані шляхи і способи вдосконалення системи радіаційного контролю навколишнього середовища на АЕС України. Пропонується доповнити системи радіаційної безпеки, які застосовуються в даний час на АЕС, системою комплексного радіоекологічного моніторингу. Окрім цього, слід побудувати систему сучасного методичного забезпечення контролю, створити на АЕС банки даних радіаційного контролю і радіоекологічного моніторингу і систему превентивної готовності до аварійного реагування.  Таким чином, в даній роботі шляхом впровадження екологічних принципів до забезпечення радіаційної безпеки АЕС та навколишнього середовища у районах їх розташування вирішене важливе галузеве завдання, пов'язане із забезпеченням безпечного функціонування об'єктів ядерної енергетики.  Матеріали досліджень можуть бути використані при обгрунтуванні вибору майданчика для будівництва нових АЕС, а також при обгрунтуванні і контролі впливу діючих АЕС на навколишнє середовище в період їх експлуатації, знятті з експлуатації і в аварійних ситуаціях.  Результати роботи можуть бути застосовані на підприємствах ЯПЦ, а також на підприємствах, які є джерелами хімічних забруднювачів навколишнього середовища (ТЕС, рудники, заводи з переробки руди, металургійні та хімічні заводи і т.д.) з метою забезпечення екологічної безпеки виробництва.  Розвиток робіт екологічної спрямованості на підприємствах ЯПЦ країни допоможе, окрім підвищення їх безпеки, сформувати позитивну громадську думку стосовно ядерної енергетики. Крім того, отримані в роботі результати можуть бути корисними організаціям і відомствам, які займаються питаннями охорони навколишнього середовища, захисту здоров'я людей, раціонального природокористування. | |