

ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ПОТУЖНОСТІ ДОЗИ ВІД ПРИЛЕГЛОЇ РАДІОАКТИВНО ЗАБРУДНЕНОЇ ТЕРИТОРІЇ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО СХОВИЩА ВІДПРАЦЬОВАНОГО ЯДЕРНОГО ПАЛИВА

Запропоновано модель просторового розподілу потужності дози. Завдяки цьому були визначені місця на промайданчику комплексу споруд централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива, в яких є суттєвий вплив на дозу зовнішнього опромінення персоналу від навколишньої радіоактивно забрудненої території, що знаходиться у чорнобильській зоні відчуження.

Ключові слова: радіаційна обстановка, централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива, чорнобильська зона відчуження.

Вступ

Централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП) призначено для розміщення та довготривалого зберігання (не менше 100 років) відпрацьованого ядерного палива (ВЯП) реакторів ВВЕР АЕС України. У рамках проекту будівництва ЦСВЯП планується реалізація технології сухого зберігання ВЯП, що передбачає зберігання його в інертному середовищі з природним повітряним охолодженням.

Майданчик для будівництва ЦСВЯП в адміністративно-територіальному відношенні розташований в Іванківському районі Київської області й знаходиться на території зони відчуження і зони безумовного (обов'язкового) відселення (ЗВіЗБ(О)О). Територія ЦСВЯП межує в західному напрямку з майданчиком "Вектор", у східному з високовольтною мережею, з півдня обмежена під'їзною автосторогом до майданчика "Вектор", північна частина майданчика займає лісову територію. При створенні комплексу споруд ЦСВЯП роботи можна розділити на два етапи: підготовчі роботи і основні роботи.

Проектом підготовчих робіт передбачається виконання підготовки майданчика, створення необхідної інфраструктури, а також нормальних, безпечних (у тому числі радіаційних) і комфортних умов праці та відпочинку при виконанні робіт із будівництва основних об'єктів ЦСВЯП на основному етапі. Підготовка майданчика ЦСВЯП включає в себе роботи з очищення території майданчика від зелених насаджень (вирубка лісу, корчування пнів), які є джерелом радіоактивного забруднення різного ступеня, і плануванні цієї території (видалення радіоактивного ґрунту, шляхом зрізання техногенного шару, засипка ям і тощо). Ці та інші роботи пов'язані з підйомом радіоактивно забрудненого пилу. У роботі [1] була проведена оцінка колективної дози внутрішнього опромінення при виконанні цих робіт – це 0,195 люд.-мЗв, що відповідає 0,13 % від сумарної колективної дози, тобто це є знехтовно малий внесок.

На етапі виконання основних робіт передбачається будівництво споруд прийому та перезавантаження ВЯП, майданчик зберігання контейнерів з ВЯП, об'єктів підсобного та обслуговуючого призначення, а також інших об'єктів інфраструктури. Ці роботи проводитимуться на відносно "чистій" території з "чистими" матеріалами. Тому радіоактивно забруднений пил не буде утворюватися, а колективна доза внутрішнього опромінення персоналу на цьому етапі буде значно нижче, ніж на етапі виконання підготовчих робіт. Тому дозою внутрішнього опромінення на етапі основних робіт можна знехтувати.

Доза зовнішнього опромінення на етапі основних робіт буде формуватися в основному радіоактивно забрудненою територією ЗВіЗБ(О)О, що знаходиться навколо майданчика ЦСВЯП. У даній роботі проведена оцінка впливу цієї забрудненої території ЗВіЗБ(О)О на формування дози зовнішнього опромінення персоналу на етапі основних робіт із будівництва комплексу споруд ЦСВЯП.

Опис майданчика ЦСВЯП

Ділянка будівництва ЦСВЯП має форму, близьку до прямокутника. Рельєф майданчика має м'яко виражений ухил з півночі на південь і характеризується позначками 142,00 – 139,00 м у північній частині і 138,50 – 137,00 м у південній. Майданчик будівництва практично не освоєно. Значна частина території майданчика зайнята сосновим лісом. Організація рельєфу передбачає суцільне планування території на позначку 138,50 м із подальшим виконанням мікропланівки майданчика.

© Л. І. Павловський, П. О. Бахмачук, О. І. Стоянов, 2016

Потужність дози (ПД) гамма-випромінювання на майданчику будівництва ЦСВЯП і на прилеглий території в основному формується радіоактивно забрудненим ґрунтом і визначається випромінюванням ^{137}Cs . Внесок ^{137}Cs , який мігрує в інші середовища (повітря, вода, біологічні об'єкти), незначний.

За час, що минув з моменту аварії на ЧАЕС, ПД на непорушених земельних ділянках знизилася за рахунок радіоактивного розпаду і поглиблення радіонуклідів у ґрунті порівняно з червнем 1986 р. приблизно в 100 разів. Кратність зменшення ПД тільки у зв'язку з поглибленням радіонуклідів у ґрунті за даними спостережень і розрахунковими оцінками досягла 2 [2].

Вимірювання ПД гамма-випромінювання виконувалося по сітці 25×25 м на висоті 1 м і 0,1 м з використанням дозиметра-радіометра МКС-07 "Пошук". За результатами гамма-зйомки були виявлені ділянки з підвищеними (аномальними) значеннями ПД. На цих ділянках вимірювання ПД гамма-випромінювання виконувалося по сітці 10×10 м на висоті 1 м і 0,1 м. Більш детальна інформація представлена в роботі [3]. На базі цих вимірювань у роботі [3] були зроблені картограми розподілу ПД (рис. 1).

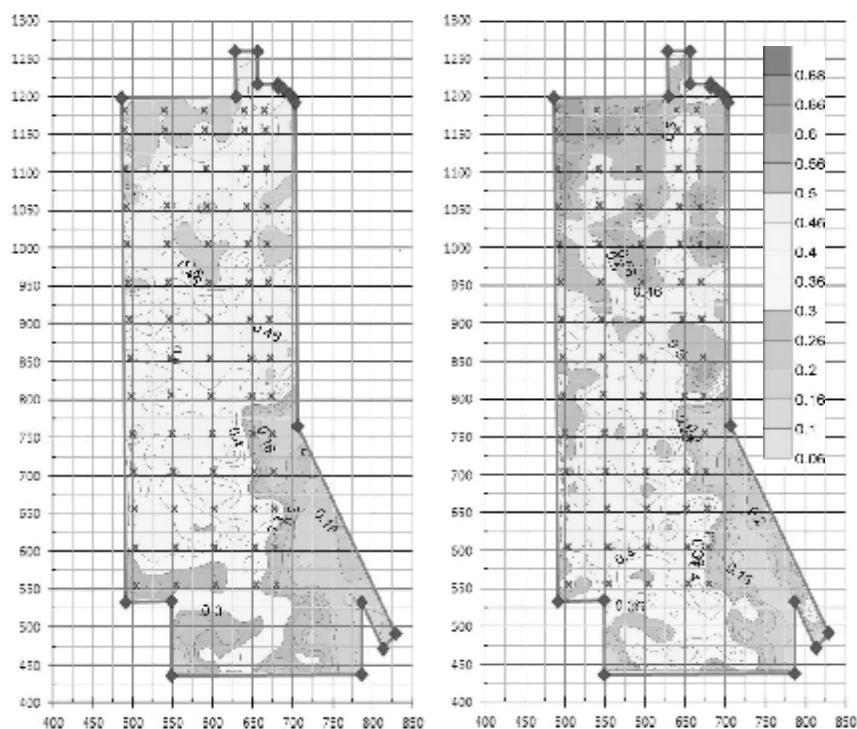


Рис. 1. Картограма розподілу ПД (мкЗв/год) на висоті 1 м (ліворуч) і 0,1 м (праворуч).

Аналіз даних картограм дозволяє зробити такі висновки:

із зростанням відстані від ґрунту ПД зменшується;

максимальне значення ПД на висоті 0,1 м дорівнює 0,70 мкЗв/год, а на висоті 1 м – 0,66 мкЗв/год;

середнє значення ПД на майданчику дорівнює 0,41 мкЗв/год на висоті 0,1 м і 0,37 мкЗв/год на висоті 1 м;

площа ділянки з ПЕД більше 0,5 мкЗв/год відносно невелика і зосереджена у північній межі ділянки.

Прогнозна оцінка формування дози зовнішнього опромінення

Будівельно-монтажні роботи будуть проводитися на очищеній від радіоактивного забруднення майданчику ЦСВЯП. Тому оцінка формування дози зовнішнього опромінення персоналу, який знаходиться на майданчику ЦСВЯП, базувалася на припущенні, що основний внесок у цю дозу вносить прилегла радіоактивно забруднена територія.

В основу моделі було покладено ослаблення інтенсивності гамма-випромінювання із збільшенням відстані до радіоактивно забрудненої площини. Забруднена зона має форму квадрата (рис. 2), сторони якого залежать від лінійної довжини ділянки майданчика на якому проводиться моделюван-

ня. Розрахунки впливу забрудненої зони на майданчик ЦСВЯП були проведені для всіх сторін, що мають спільні межі.

Таким чином навколо всього майданчика ЦСВЯП створюється модель забрудненої зони. Значення ПД в точках розраховується із суми значень від кожної сторони майданчика ЦСВЯП. Розрахунки проводилися за допомогою програми MicroShield v5.05.

Джерелом забруднення обраний радіонуклід ^{137}Cs . Розрахунки проводили для точок, що розташовані на різних відстанях від радіоактивно забрудненої площини на висоті 1 м від поверхні ґрунту (див. рис. 2).

Розрахована таким чином залежність коефіцієнта зменшення ПД представлено на рис. 3. Цю залежність було використано при моделюванні.

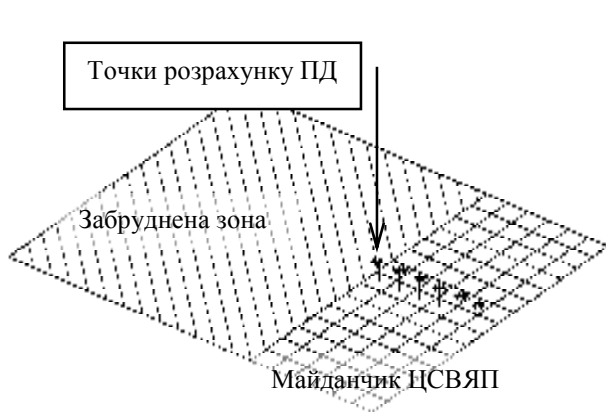


Рис. 2. Схематичне зображення розрахункової моделі

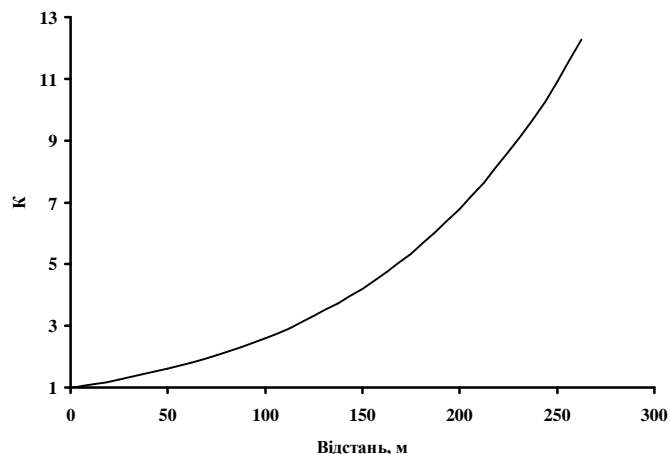


Рис. 3. Залежність коефіцієнта зменшення ПД від відстані до радіоактивно забрудненої площини

Підхід є оціночним, оскільки немає даних про джерело випромінювання: геометричний розмір, активність і розташування. Запропонована модель має розбіжність із реальною ситуацією, ступінь якої складно оцінити. Тому необхідно ввести граничні умови, які задавали б діапазон значень ПД.

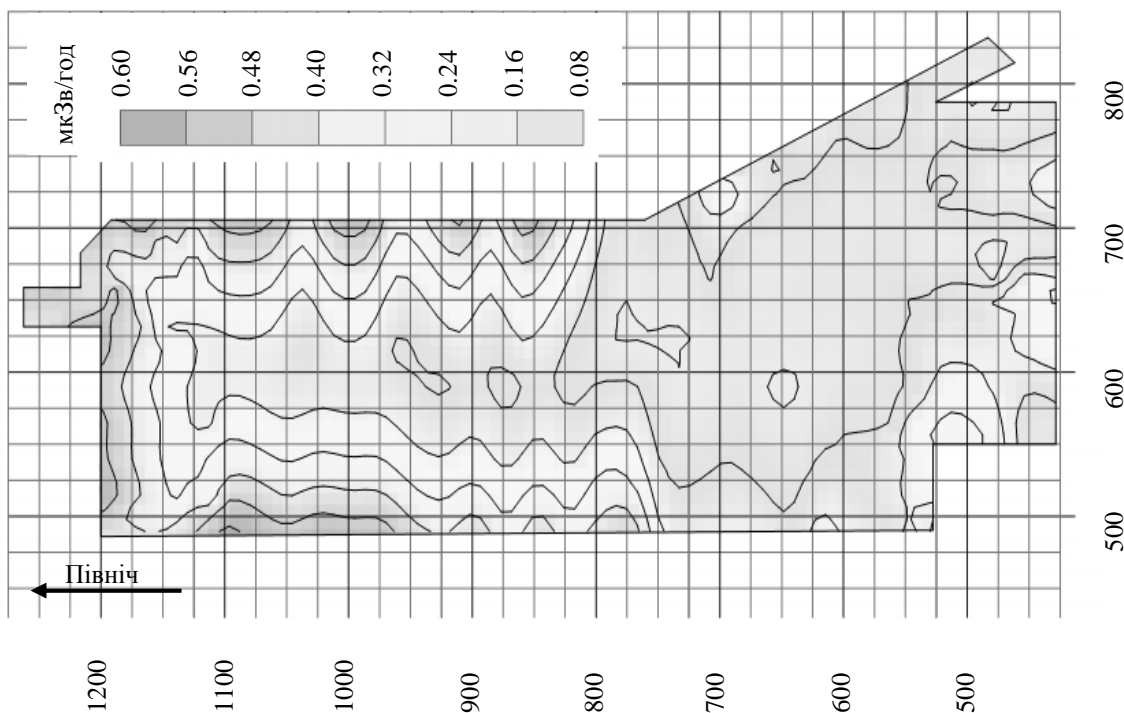


Рис. 4. Прогнозна оцінка розподілу ПД (мкЗв/год) на майданчику ЦСВЯП на висоті 1 м.

Мінімальне значення ПД було визначено на підставі двох критеріїв:
 мінімальне значення ПД повинно бути не менше мінімального значення "прямих" вимірювань, проведених у роботі [3];
 мінімальне значення ПД повинно бути не менше значень ПД на "чистій" території (виміряних за межами ЗВіЗБ(О)О).

Для визначення значення першої граничної умови був проведений аналіз експериментальних вимірювань ПД [3] для виявлення мінімального значення. Було проаналізовано 378 точок. Мінімальним значенням ПД є 0,08 мкЗв/год. Це значення також задовольняє другий критерій. Тому це значення було обрано в якості нижньої граничної умови.

Критерієм верхньої межі діапазону значень ПД є умова неперевищення експериментально вимірюваного значення ПД у даній точці. Дана умова впливає з припущення незмінної конфігурації розташування джерел випромінювання за межами майданчика ЦСВЯП, а також незбільшення їхньої активності за рахунок привнесення джерел ззовні.

На підставі цих умов було розраховано розподіл ПД на майданчику ЦСВЯП (рис. 4). Аналіз картограми показує, що найбільші значення ПД (перевищення мінімальних значень у 6 разів) спостерігаються в окремих місцях північно-західної, північної та північно-східної частини периметра майданчика будівництва ЦСВЯП. Джерела випромінювання, що обумовлюють відносно високі значення ПД, знаходяться за межами майданчика, що необхідно враховувати під час планування робіт зі створення комплексу споруд ЦСВЯП.

Висновки

Радіаційна обстановка на майданчику будівництва ЦСВЯП після виконання заходів із дезактивації ґрунту буде в цілому нормальною та обумовленою лише джерелами випромінювання, що знаходяться за її межами. Найбільший вплив спостерігатиметься в північній частині ділянки, що необхідно враховувати під час будівництва та експлуатації ЦСВЯП.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Строительство* централизованного хранилища отработавшего ядерного топлива реакторов ВВЭР АЭС Украины. Т. 17. Проект подготовительных работ. Часть 1. Пояснительная записка. 571402.201.017-ППР01. - К., КИЭП, 2014.
2. *Деревец В. В., Кірсев С. І., Образін С. М. та ін.* Радіаційний стан зони відчуження. 15 років після аварії // Бюлетень екологічного стану зони відчуження та зони безумовного (обов'язкового) відселення. – 2001. – Вип. 17.
3. *Павловський Л. І., Городецький Д. В., Холодюк А. О. та ін.* Комплексна оцінка радіаційної обстановки на майданчику будівництва централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП) на території Чорнобильської зони відчуження // Проблеми чорнобильської зони відчуження. – 2015. – Вип. 13 – 14. - С. 62 – 69.

Л. І. Павловський, П. О. Бахмачук, А. І. Стоянов

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, ул. Кірова, 36а, Чорнобиль, 07270, Україна

ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ДОЗЫ ОТ БЛИЗЛЕЖАЩЕЙ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХРАНИЛИЩА ОТРАБОТАННОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

Предложена модель пространственного распределения мощности дозы. Благодаря этому были определены места на промплощадке комплекса сооружений централизованного хранилища отработанного ядерного топлива, в которых в формирование дозы внешнего облучения персонала вносит существенный вклад близлежащая территория чернобыльской зоне отчуждения.

Ключевые слова: радиационная обстановка, ЦХОЯТ, Чернобыльская зона отчуждения.

L. I. Pavlovsky, P. O. Bakhmachuk, A. I. Stojanov

Institute for Safety Problems of NPP NAS Ukraine, Kirova str., 36a, Chornobyl, 07270, Ukraine

AREA DOSE DISTRIBUTION PREDICTIVE ESTIMATE FROM A NEARBY TERRITORY AT BUILDING OF CENTRALIZED STORAGE FACILITY FOR SPENT NUCLEAR FUEL

The area distribution model of a dose was proposed. Basis on this model the place of centralized storage facility for spent nuclear fuel site was determined, in which the contribution from the nearby contaminated areas will be essential in the formation of the external exposure dose of personnel.

Keywords: radioactive situation, CSFSF, Chernobyl exclusion zone.

REFERENCES

1. *Building* a centralized repository for spent nuclear fuel from VVER nuclear power plants in Ukraine. V.17. Project preparatory works. P.1. Explanatory note. 571402.201.017-PPR01.-К., КІЕР, 2014. (Rus)
2. *Derevec V. V., Kireyev S. I., Obrazin C. M. et a6l.* Radiation Exclusion Zone in 2012 // Buletен ekologicного станu zoni vidchugennya ta bezumovного (obov'yaskovого) vidseleння. – 2001. – Iss. 17. (Ukr)
3. *Pavlovsky L. I., Gorodetsky D. V., Kholodyuk A. A. et al.* Complex assessment of radiation situation at construction site centralized storage facility for spent nuclear fuel (CSSNF) in the Chernobyl exclusion zone // Problems of Chernobyl exclusion zone. – 2015. – Iss. 13 – 14. - P. 62 – 69. (Ukr)

Надійшла 09.11.2016

Received 09.11.2016