

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДОЗОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ПЕРЕСУВАННІ В НЕОДНОРІДНИХ РАДІАЦІЙНИХ ПОЛЯХ

Є. В. Батій, В. Т. Котляров

Інститут проблем безпеки АЕС НАН України, Чорнобиль

У межах створення інформаційної моделі об'єкта «Укриття» побудовано програмний модуль для обробки даних з просторового розподілу потужності експозиційної дози гамма-випромінювання. На прикладі створення цієї програми показано перспективність застосування сучасних технологій програмування (NET., ObjectARX) для інтеграції різних моделей радіаційно-небезпечних умов в інженерну електронну документацію (AutoCAD).

Вступ

У даний час починається одна з найважливіших фаз перетворення об'єкта "Укриття" на екологічно безпечну систему – проектування та будівництво нового безпечного конфайнмента. Наступною фазою буде демонтаж нестабільних будівельних конструкцій та підготовка до вилучення паливовмісних матеріалів. Для забезпечення радіаційної безпеки при проведенні всіх цих робіт необхідно акумулювати наявні знання про об'єкт "Укриття" та створити умови для найбільш ефективного використання даних, у першу чергу з радіаційних умов. Для вирішення цих задач в ПБ АЕС створюється інформаційна модель об'єкта "Укриття", в яку входять не тільки самі дані, але й програми для їхньої обробки.

У даній роботі описано один з таких модулів, розроблений для обробки даних з просторового розподілу потужності експозиційної дози (ПЕД) гамма-випромінювання.

Постановка задачі та алгоритм

Однією з головних задач при плануванні робіт у радіаційно-небезпечних умовах, зокрема на об'єкті «Укриття» ЧАЕС, є зменшення дозових навантажень на персонал. При великих розмірах району виконання робіт час, витрачений на пересування по робочій ділянці, може складати значну частину від загального часу роботи, і, відповідно, доза, отримана на маршруті, дає великий внесок у загальну колективну дозу.

За результатами проведених у 2004 р. вимірювань просторового розподілу ПЕД у зоні монтажу «Арки» [1] було виявлено велику неоднорідність. При цьому площа ділянки монтажу «Арки» складає $240 \times 145 \text{ м}^2$, а загальний об'єм зон виконання робіт – більше ніж 4 млн м^3 (рис. 1).

Проблема, пов'язана з обчисленням великих масивів даних, вирішується за допомогою комп'ютерних програмних засобів. Задача розрахунку дози на маршруті, який пролягає по поверхні, де попередньо проведено заміри ПЕД, вирішена в інформаційній системі, відомій як франко-німецька ініціатива [2], завдяки можливостям інженерної програми Arc View.

Програми для розробки інженерної документації, такі як вищезгадана Arc View, AutoCAD та ін., мають математичний модуль, який дає можливість інтерполювати функцію двох аргументів; для даної задачі це координати точки, в якій моделюється ПЕД.

Реальний маршрут до місця роботи в зоні монтажу «Арки» може не обмежуватись однією поверхнею. Для подальшого розрахунку дозових навантажень необхідно мати засіб для моделювання ПЕД у будь-якій точці об'єму зони робіт. Для цього необхідно побудувати інтерполяційну функцію з вузлами інтерполяції в точках вимірювань. У математичних модулях інженерних програм не закладена можливість подібного інтерполювання (інтерполювання функції трьох аргументів), через це виникла потреба в розробці програмного модуля для моделювання значення ПЕД у будь-якій точці робочого об'єму та подальшого обчислення дозового навантаження на маршрутах доступу до місць роботи в зоні монтажу «Арки». З урахуванням того, що проектна документація розробляється в середовищі програми AutoCAD, додатковою умовою була максимальна інтеграція з цією інженерною програмою.

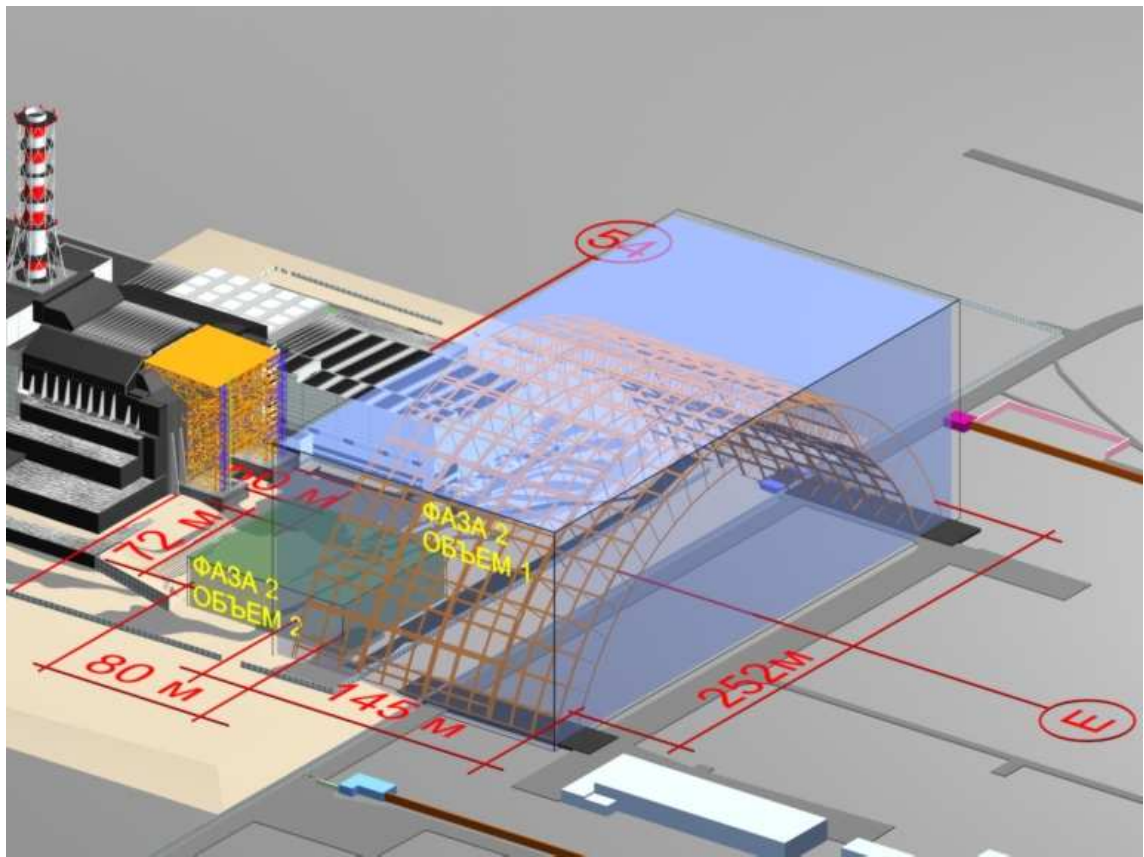


Рис. 1. Зона монтажу «Арки» та об'єми зон виконання робіт.

У даній роботі проведено аналіз існуючих експериментальних даних, побудовано алгоритм обчислювальної програми розрахунку доз персоналу при пересуванні в неоднорідному полі та першу версію програми.

Проведено аналіз можливості використання методів лінійної та сплайнової інтерполяції на прикладі ділянки найбільшого градієнта ПЕД. Різницю в точності методів було визнано відносно невеликою – 1 %. Для порівняння: похибка вимірювання вузлів інтерполяції (експериментальних вимірювань ПЕД) становить 20 %, похибка виносу точок на натуру в плані - ± 2 м. А використання для вимірювань аеростата та метеорологічних оболонок ще збільшило похибку визначення просторових координат точок вимірювання ПЕД. Тому в розрахунках використовувалось лінійне інтерполювання, програмна реалізація якого витрачає значно менше комп'ютерного ресурсу при обчисленні.

З урахуванням вищенаведеного аналізу складено алгоритм знаходження дози при завданих координатах маршруту та часу проходження. Алгоритм програми будувався за такою логікою: для пошуку дозового навантаження маршрут було розбито на відрізки, у межах яких зміну ПЕД можна вважати лінійною; доза, отримана при проходженні маршруту, є сумою доз всіх відрізків, з яких складається маршрут; на кожному з відрізків потужність еквівалентної дози розраховується як середнє значення ПЕД за час проходження. Задача знаходження значення ПЕД кінцевих точок кожного відрізка вирішується за допомогою використання вищезгаданого методу інтерполяції. Оскільки ж застосування інтерполяції можливе лише за умов наявності регулярної сітки значень, даний алгоритм дає змогу розраховувати дозове навантаження лише в об'ємах, в яких проводились просторові вимірювання ПЕД через однакові інтервали. Перспективною є розробка алгоритму (можливо із застосуванням нейромережових технологій), який би перетворював неупоряджені в межах регулярної просторової сітки дані в регулярну тривимірну сітку значень ПЕД, що суттєво розширило б межі використання програми.

Реалізація обчислювального модуля

Використовуючи об'єктно-орієнтований підхід, спроектовано об'єктну модель, написано та відкомпільовано код програми. В якості інструментарію для побудови модуля використано технологію .NET (програму написано за допомогою мови програмування C#).

Подібний підхід відкриває великі можливості для інтеграції електронної бібліотеки, що динамічно приєднується (dynamic link library - dll) до великої кількості програм, у тому числі й звичної для інженерів-проектувальників AutoCAD. При вирішенні питання інтеграції розробленого програмного модуля до середовища AutoCAD (див. рис. 1) було апробовано застосування технології програмування ObjectARX.

Інтерфейс програми має вигляд допоміжної панелі у середовищі AutoCAD і складається з трьох частин: панелі інструментів, багатосторінкової таблиці даних та вікна звітів. На панелі інструментів (рис. 2) розташовано керуючі елементи (кнопки), що дає змогу організувати нове обчислення, записати результат, розрахувати змодельоване значення ПЕД по заданих у таблиці «Текущий маршрут» координатах та розрахувати дозове навантаження на маршруті доступу. Сторінка таблиці даних «Замеры МЭД» дає можливість оперативно отримати значення експериментальних дослідів. Результати вимірювань відображаються у вікні звітів.

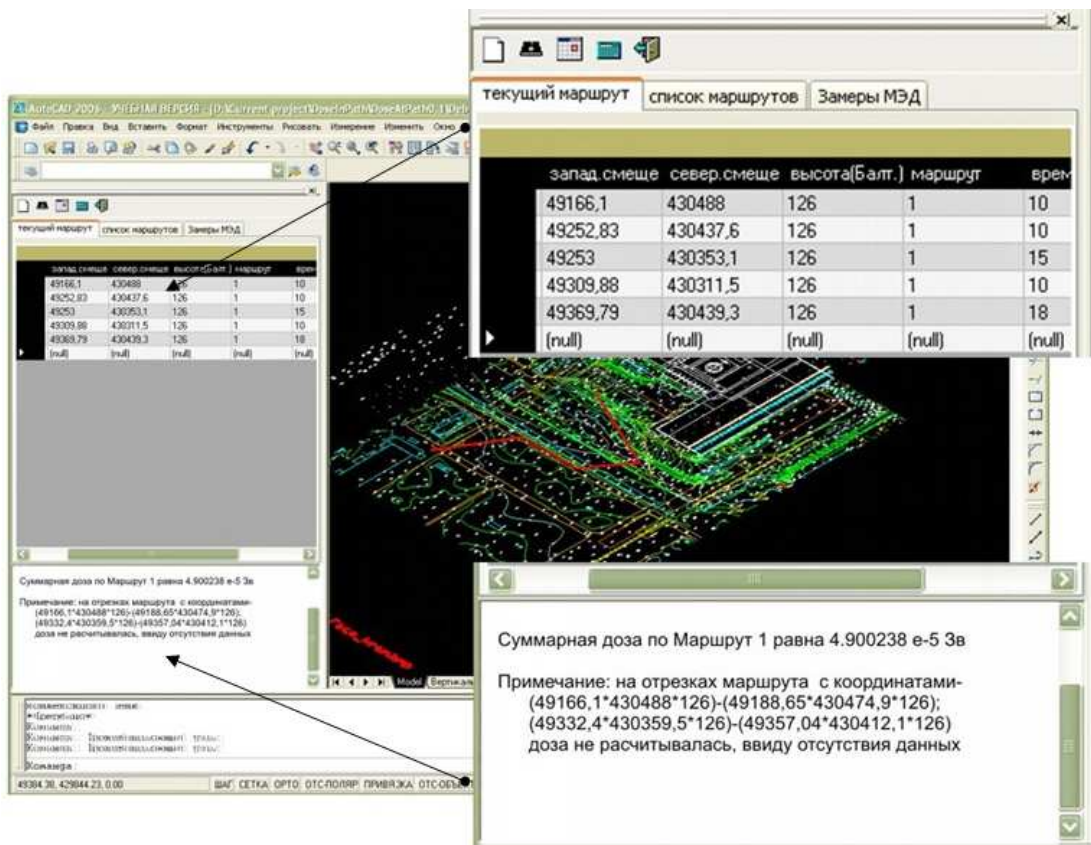


Рис. 2. Головне вікно програми з розрахунку доз на маршрутах доступу, інтегрованої в AutoCAD2006.

Висновки

Розроблений математичний модуль розрахунку ПЕД у зоні монтажу «Арки» дає змогу оптимізувати маршрути доступу при оптимізації протирадіаційного захисту під час проведення робіт.

Використання при розробці платформи .NET дозволить у випадку необхідності розбудувати програму до багатокористувальницької (розподіленої) системи [3]. Таким чином, програмою та базою даних, що знаходяться в одному місці, можуть користуватися віддалені

користувачі, які працюють через LAN або Internet та мають відповідні права доступу. Описана вище програма може бути корисною для розробників проекту виконання робіт при побудові конфаймента, а також безпосередніх виконавців робіт для оперативної оцінки дозових навантажень.

Успішний досвід використання нової технології, яка поєднує в собі технології .NET та ObjectARX, відкриває величезні перспективи використання математичних моделей при проектуванні робіт у небезпечних для життя умовах, у тому числі і в радіаційно-небезпечних.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Довидьков А.И., Краснов В.А, Мышковский Н.М., Павлюченко Н.И.* Экспериментальные исследования мощности экспозиционной дозы гамма-излучения в воздушном пространстве вблизи объекта "Укрытие" // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. - 2005. - Вип. 2. - С. 69 - 72.
2. *Pretzsch G., Lhome V, Seleznev A.N., Seredin E.S.* The Chernobyl Sarcophagus project of the German-French Initiative // Проблемы Чернобиля. - 2002. - Вип. 10, ч. 1. - С. 219 - 229.
3. *Батий В.Г., Батий Е.В., Котляров В.Т., Рудько В.М.* Современные WEB-технологии и экологическая безопасность объектов атомной энергетики // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. - 2004. - Вип. 1. - С. 113 - 117.

Поступила в редакцию 15.03.06

8 МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ В НЕОДНОРОДНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ПОЛЯХ

Е. В. Батий В. Т. Котляров

В рамках построения информационной модели объекта «Укрытие» был создан программный модуль для обработки данных пространственного распределения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения. На примере создания этой программы показана перспективность применения современных технологий программирования (NET., ObjectARX) для интеграции разных моделей радиационно-опасных условий в электронную инженерную документацию (AutoCAD) .

8 DOSE LOADING MATHEMATICAL MODELLING OF MOVING THROUGH HETEROGENEOUS RADIATION FIELDS

E.V. Batiy, V. T. Kotlarov

Software component for management of data on gamma exposition dose spatial distribution was created in the frameworks of the Ukrytya information model creation. Availability of state-of-the-art programming technologies (NET., ObjectARX) for integration of different models of radiation-hazardous condition to digital engineer documentation system (AutoCAD) was shown on the basis of the component example.