

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ КАРТОГРАФУВАННЯ НЕБЕЗПЕК ТА РИЗИКІВ, ОБУМОВЛЕНИХ АВАРІЯМИ НА АЕС

У статті досліджено теоретико-методичні основи та підходи щодо картографування техногенних небезпек та ризиків, зокрема небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС. Розглянуто основні об'єкти та показники картографування. Проведено аналіз необхідних та наявних інформаційних ресурсів та джерел для складання карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС. Коротко розглянуто процес розробки знакових систем, вибору та застосування способів картографування при створенні карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС.

Ключові слова: надзвичайна ситуація (НС), аварія, небезпека, ризик, радіоекологічна ситуація, атомна електростанція (АЕС), картографічний метод дослідження.

Вступ. Сучасний стан навколишнього середовища і соціально-економічний розвиток України визначають необхідність постійної уваги з боку держави і наукових установ до питань екологічної безпеки.

Питанням природної та техногенної безпеки в Україні приділяється останніми роками все більше уваги. Міністерство України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи робить важливі кроки з аналізу основних чинників, що призводять до виникнення надзвичайних ситуацій (НС) та відповідного інформування владних структур та населення. Відповідними діями з боку держави є проведення конференцій, присвячених чинникам, небезпекам та ризикам виникнення надзвичайних ситуацій, створення нормативно-правової бази, розроблення методик, рекомендацій, наукової літератури з даної тематики.

Більше половини НС в Україні зумовлюються техногенними явищами [3], основними причинами яких є високий рівень зношеності устаткування, а також неврахування природних чинників, які при певних обставинах можуть спровокувати техногенні катастрофи [7]. Особливої уваги серед НС техногенного характеру заслуговують такі НС, що пов'язані з атомної енергетикою. Адже у випадку аварії на АЕС межа комплексного забруднення навколишнього середовища сягає багато сотень кілометрів і призводить до важких екологічних наслідків. Сумний досвід аварії на ЧАЕС 1986 року

надає змогу усвідомити надзвичайну важливість різнобічного аналізу та вивчення небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, зокрема за допомогою картографічного методу дослідження.

Постановка проблеми. Зростання небезпеки та ризиків виникнення НС збільшує актуальність просторових досліджень генезису, можливих ризиків виникнення та наслідків природних та техногенних НС із широким застосуванням картографічного методу. Проте, у нашій країні дані дослідження тільки набувають активного розвитку. Наявні картографічні твори даної тематики [11-22] є недостатніми для проведення масштабних досліджень, а динамічність розвитку надзвичайних ситуацій потребує постійного оновлення існуючих карт та швидкого створення оперативних картографічних творів, що стало можливим нині завдяки застосуванню комп'ютерної техніки та геоінформаційних систем (ГІС). Також, останнім часом актуальним стало оціночно-прогнозне картографування, завданням якого є цілеспрямована оцінка об'єктів картографування і передбачення їх подальшого розвитку в просторі та часі з точки зору вирішення конкретних проблем та задач [2].

Важливою частиною картографічного вивчення даної проблематики стало створення атласу надзвичайних ситуацій як інструменту керування ризиками, що було розпочато Інститутом географії НАН України [6]. До складу одного з підрозділів даного атласу входять карти, присвячені радіоекологічній ситуації в країні та надзвичайним ситуаціям на об'єктах радіоекологічної безпеки.

Виклад основного матеріалу. Картографування небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, як і картографування надзвичайних ситуацій загалом, належить до такого порівняно нового проблемного напрямку тематичного картографування як екологічне картографування. Еколого-географічне картографування (екологічне картографування) – це проблемний напрям у дослідженні територіальних відмінностей в умовах життєдіяльності населення, виявлення закономірностей формування та прояву еколого-географічних проблем і ситуацій шляхом розробки, складання та цілеспрямованого використання карт [7]. Це карти різноманітних зв'язків та відношень суб'єктів та середовища і процесуальних циклів в цілому: потреби, ресурси, умови існування, джерела впливу на систему «суб'єкт-середовище» («суспільство-природа»), зміни, викликані в підсистемі «середовище», наслідки для суб'єкта, викликані цими змінами тощо.

При картографуванні небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС застосовуються традиційні підходи до екологічного картографування, а саме: компонентний, проблемний, комплексний, регіональний, географічний, екологічний, ландшафтний, генетичний, історичний, типологічний, конструктивний, а також системний підхід, який ґрунтується на синтезі усіх вищезазначених підходів і може бути визначений як основний в екологічному

картографуванні [3]. Слід зазначити, що застосування системного підходу у картографії має два аспекти. Перший полягає у використанні системного підходу як основи для розкриття складних географічних систем з урахуванням різних зв'язків між елементами системи, що картографується, а також картографічне відображення системного підходу безпосередньо у процесі розробки та створення карт. Другий аспект полягає власне в розробці системи взаємопов'язаних карт [9]. Обидва зазначені аспекти реалізуються у процесі картографування небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС.

Об'єкти та показники картографування. Об'єктами картографування небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС є перш за все радіаційно-небезпечні об'єкти, які розміщені на території України, зокрема:

- чотири діючі атомні електростанції з 15 енергоблоками (Табл. 1);
- 3 енергоблоки на етапі зняття з експлуатації Чорнобильської АЕС;
- 2 діючих сховища відпрацьованого ядерного палива Запорізької та Чорнобильської АЕС, та сховище, що будується на Чорнобильській АЕС;
- два дослідницькі реактори (у м. Києві та Севастополі);
- об'єкт «Укриття» та післяаварійні відходи у 30-км зоні Чорнобильської АЕС;
- підприємства з видобутку та переробки уранової руди (Дніпропетровська, Кіровоградська та Миколаївська обл.);
- підприємства, діяльність яких пов'язана із радіоактивними відходами: 6 спецкомбінатів ДО «Радон», ДСП «Комплекс», ДСП «Техноцентр»;
- підприємства, що використовують джерела іонізуючого випромінювання та радіаційно-небезпечні технології [10].

Як відомо, найбільш небезпечними за дією та наслідками є аварії на АЕС з викидом радіонуклідів у навколишнє середовище. При дослідженні та прогнозуванні цієї небезпеки важливим є ранжирування підприємств атомної енергетики за рівнем техногенно-екологічної безпеки, а також визначення параметрів зони імовірного радіаційного зараження території (конфігурація, площа, кількість населення, що проживає в її межах). Зазначені параметри можуть бути розраховані на основі наступних даних: тип і потужність реактора, потужність вибуху і тривалість періоду викиду радіоактивних речовин, метеоумови на час початку аварії, рельєф місцевості, інформація про розміщення різних народногосподарських об'єктів. Картографічний метод дає змогу наочно та метрично представити результати розрахунку показників у їх поєднаннях.

Загалом, картографування радіаційної небезпеки, зокрема небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, слід здійснювати за наступними показниками: тип об'єкта, його місце розташування та основні характеристики (потужність, обсяг виробництва тощо), зони можливого радіаційного ураження, кількість населення у зоні, імовірна кількість

Таблиця 1

Характеристика атомних електростанцій

АЕС	Номер енергоблоку	Електрична потужність, МВт	Тип реакторної установки	Дата введення в дію	Рік закінчення проектного терміну експлуатації
Запорізька	1	1000	V-320	Жовтень 1984 р.	2014
	2	1000	V-320	Липень 1985 р.	2015
	3	1000	V-320	Грудень 1986 р.	2016
	4	1000	V-320	Грудень 1987 р.	2017
	5	1000	V-320	Серпень 1989 р.	2019
	6	1000	V-320	Жовтень 1995 р.	2025
Південно-українська	1	1000	V-302	Грудень 1982 р.	2012
	2	1000	V-338	Січень 1985 р.	2015
	3	1000	V-320	Вересень 1989 р.	2019
Рівненська	1	420	V-213	Грудень 1980 р.	2010
	2	415	V-213	Грудень 1981 р.	2011
	3	1000	V-320	Грудень 1986 р.	2016
	4	1000	V-320	Жовтень 2004 р.	2034
Хмельницька	1	1000	V-320	Грудень 1987 р.	2017
	2	1000	V-320	Серпень 2004 р.	2034

потерпілих, збитки у разі НС на об'єкті.

Важливим при створенні карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, є вивчення досвіду картографування наслідків аварії на ЧАЕС 1986 року [11,15, 16, 22].

Аналіз інформаційних ресурсів для складання карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС. Серед основних джерел даних для створення карт можна виділити наступні: картографічні (загальногеографічні та тематичні карти, кадастрові дані, плани, карти), дані

ДЗЗ, дані безпосередніх натурних спостережень і вимірювання, матеріали екологічного та інших видів моніторингу, статистичні дані, результати лабораторних аналізів, літературні (текстові) джерела. Всі ці дані можуть бути як в електронному, так і в аналоговому вигляді і мати дані як про просторові об'єкти, так і атрибутивні дані [4].

Аналіз наявних картографічних джерел, як сучасних так і складених раніше [11-20] показує, що карти, тематикою яких є небезпеки та ризики, обумовлені аваріями на АЕС, нині представлені у недостатній кількості, а їх зміст є неповним. Так, у [18] та [20] подано карти «Радіаційний ризик» та «Потенційна радіаційна небезпека».

На карті «Радіаційний ризик» подано розміщення по території України радіаційно-небезпечних об'єктів (уранові родовища, гідрометалургійні заводи, хвостосховища, відвали пустих порід, науково-дослідні реактори, атомні електростанції, пункти захоронення радіоактивних відходів), інтегральні показники радіаційного ризику по населених пунктах, імовірнісна оцінка антропоєкологічного ризику за сумарною щільністю радіаційної забрудненості території, що подано в умовних одиницях картограмою по областях. Дана карта може бути використана як одне із джерел для складання карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, а особливо розміщення по території України радіаційно-небезпечних об'єктів, що може бути подано як на інвентаризаційних, так і на прогнозних картах. Інші закартографовані показники також можуть бути використані у якості джерел, проте дані, відповідно до року видання карти, є вже дещо застарілими, тому більш вірогідним є використання методик розрахунку показників антропоєкологічного та радіаційного ризиків, використаних для складання карти «Радіаційний ризик».

Карта «Потенційна радіаційна небезпека», автором якої є к.г.н Підкамінний І.М., відображає потенційну радіаційну небезпеку, що обумовлена можливими техногенними катастрофами на об'єктах ядерного паливного циклу в умовних одиницях по областях України. Дана карта також може бути залучена при складанні карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, проте невідомою є методика розрахунку показника, що ускладнює оцінку його вірогідності та можливості інтеграції з іншими показниками.

Решта картографічних творів на радіоекологічну тематику є переважно картами забруднення території радіонуклідами: цезієм-137, стронцієм-90, ізотопами плутонію, сумарна радіаційна забрудненість. У [18] містяться також карти «Природна радіоактивність» та «Біогенна активність радіонуклідів». Деякі картографічні твори [14, 17] містять карту «Моніторинг природного середовища», який включає в себе і радіаційний моніторинг.

Щодо інших джерел для створення карт небезпек та ризиків,

обумовлених аваріями на АЕС, таких як: дані безпосередніх натурних спостережень і вимірювання, матеріали екологічного та інших видів моніторингу, статистичні дані, результати лабораторних аналізів, літературні (текстові) джерела, то такі дані є присутніми у щорічних звітах (які також містять деякі картографічні зображення), доповідях Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, Державного комітету ядерного регулювання України, у періодичних виданнях на цю тематику, на офіційних Інтернет-сайтах міністерств та відомств, у спеціальній літературі тощо. Проте, часто інформація є неповною та недостатньою для укладання карт, а отримати конкретні та однорідні дані, зокрема, результати моніторингу, детальну інформацію про АЕС тощо, є проблематичним або фактично неможливим.

Знакові системи та способи картографування на картах небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС. Розробка знакових систем для відображення показників картографування при складанні карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, повинна базуватися на положеннях традиційної картографії, геоінформаційного картографування та технічних можливостях їх реалізації. Так, наприклад, для картографування радіаційно-небезпечних об'єктів (або інших точкових об'єктів) доцільно застосовувати традиційні значки, що використовуються для даних об'єктів на інших картах відповідної тематики [18, 20]. Для відображення метричних показників (кількість небезпечної речовини, кількість потерпілих, збитки тощо) доцільно використовувати діаграми різної форми та конфігурації. Площинні показники (забруднення ґрунтів та вод радіонуклідами, площі ураженої території та ін.) можуть бути подані кольором чи штриховкою відповідно до розробленої класифікації та шкали.

Наступним етапом при складанні карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, як і будь-яких тематичних карт взагалі, є обрання способів картографування, які, як відомо, є тією основою, яка дозволяє здійснити перехід від реальної дійсності (об'єктів картографування) до картографічної моделі.

При створенні карт небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, слід застосовувати способи картографічного зображення як традиційної картографії, так і геоінформаційного картографування (які, як відомо, також базуються на традиційних). Так, як і на будь-якій тематичній карті, на радіоекологічних картах доцільним є спосіб локалізованих значків, яким подають територіальне розміщення різних об'єктів, що є важливими на карті даної тематики, наприклад: АЕС, уранові родовища, пункти захоронення радіоактивних відходів, хвостосховища тощо.

Для відображення відносних показників можна використовувати спосіб картограм. Прикладом для реалізації даного способу можуть бути такі показники, як потенційна радіаційна небезпека, радіаційний ризик.

Широким є застосування пошарового зафарбування, при якому інтенсивність зафарбування контурів відображає ступінь радіаційної забрудненості території (окремими видами радіонуклідів та сумарна забрудненість). Забрудненість територій радіонуклідами (реальну чи імовірну) добре відображають карти полів щільності, які дають змогу перейти від дискретного подання інформації до континуального. Забрудненість території радіонуклідами може бути відображена також способом локалізованих діаграм, картодіаграм, які передають кількісні характеристики забруднення по певних населених пунктах, областях тощо і дають можливість отримання з карти числових значень.

Картографування динаміки явищ можливе шляхом складання серії різночасових карт, або застосуванням на одній карті діаграм (наприклад, стовпчикових) різного кольору чи структури для різних років. Нові можливості та способи показу динаміки пов'язані з розвитком комп'ютерної картографії та ГІС (анімаційні, тримірні ефекти тощо).

Загалом, для картографування небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС можуть бути використані й інші способи та засоби традиційної та комп'ютерної картографії.

Висновки. Картографування небезпек та ризиків, пов'язаних із надзвичайними ситуаціями, а зокрема обумовлених аваріями на АЕС, є новим, проте надзвичайно актуальним напрямом картографічних досліджень. Як відомо, аварії на АЕС характеризуються низькою імовірністю та частотою, проте шкода та збитки, які можуть завдати такі катастрофи є дуже масштабними. Сумний досвід аварії на ЧАЕС 1986 року надає змогу усвідомити надзвичайну важливість різнобічного аналізу та вивчення небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, зокрема за допомогою картографічного методу дослідження.

Аналіз наявних картографічних джерел радіоекологічної тематики, як сучасних так і складених раніше, показує, що карти, тематикою яких є безпеки та ризики, обумовлені аваріями на АЕС нині представлені у недостатній кількості, а їх зміст є неповним. Тому постає завдання розробки теоретико-методичних засад картографування небезпек та ризиків, обумовлених аваріями на АЕС, та створення у рамках цього відповідних картографічних моделей з метою їх практичного застосування. Створення таких карт повинно базуватися на підходах та методах традиційної картографії, а також широко застосовувати геоінформаційні технології та можливості комп'ютерної картографії.

Рецензент – кандидат географічних наук, доцент Т. М. Курач

Література:

1. Безпека регіонів України і стратегія її гарантування: монографія у

2 т./ Данилишин Б.М., Степаненко А.В., Ральчук О.М. – К.: Наукова думка, 2008. – Т.1 Природно-техногенна (екологічна) безпека. – 2008. – 389 с.

2. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 272 с.

3. Наукові основи прогнозування природно-техногенної (екологічної) безпеки: Монографія / Данилишин Б.М., Ковтун В.В., Степаненко А.В. – К.: Лекс Дім, 2004. – 552 с.

4. Національний атлас України. Наукові основи створення та їх реалізація / За ред. Руденка Л.Г. – К.: Академперіодика, 2007. – 408 с.

5. Пересадько В.А. Картографічне забезпечення екологічних досліджень і охорони природи: Монографія. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2009. – 242 с.

6. Путренко В.В. Підходи до формування бази даних Атласу надзвичайних ситуацій // Просторовий аналіз природних і техногенних ризиків в Україні: зб. наук. праць. – К., 2009. – 272 с.

7. Руденко Л.Г., Бочковська А.І. Концептуальні основи еколого-географічних досліджень та еколого-географічного картографування // Український географічний журнал. – 1995. - №3. – С.56-62.

8. Руденко Л.Г., Дишлик О.П., Дронова О.Л., Чабанюк В.С. ГІС-аналіз можливостей виникнення надзвичайних ситуацій в Україні (сутність і технологічні рішення) // Просторовий аналіз природних і техногенних ризиків в Україні: зб. наук. праць. – К., 2009. – 272 с.

9. Тітова С.В. Системний підхід у картографічних дослідженнях екологічного стану компонентів природи та радіологічної ситуації в Україні // Вісник геодезії та картографії. – 2001. - №4. – С. 43-47.

10. Державний комітет ядерного регулювання України. Доповідь про стан ядерної та радіаційної безпеки в Україні у 2008 році. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.snrc.gov.ua>.

Карти та атласи:

11. Атлас Чорнобильської зони відчуження. – К.: НВП «Картографія», 1996. – 32 с.

12. Барановський В.А. Екологічний атлас України. – К.: Видавнича фірма «Географічка», 2002. – 42 с.

13. Барановський В.А., Руденко Л.Г., Горленко І.О., Разов В.П. Україна. Екологічна ситуація, масштаб 1:1 000 000. – К.: НВП «Картографія», 1995.

14. Екологічний атлас України. – К.: «Центр екологічної освіти та інформації», 2009. – 104 с.

15. Карта радиационной обстановки на территории Украины, масштаб 1:1 000 000, М.: Комитет геодезии и картографии СССР, 1991.

16. Карта щільності забруднення ґрунтів цезієм-137 території м. Києва // Чорнобильський синдром (спец. Випуск газети «Вечірній Київ»), 1991,

вересень. – с. 2-3.

17. Национальний атлас України. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.

18. Україна: Еколого-географічний атлас. – К.: «Вагра», 2006. – 45 с.

19. Україна: Екологічна небезпека, масштаб 1: 3 000 000 – К.: Військово-картографічна фабрика, 2001.

20. Україна: Радіаційна небезпека, масштаб 1: 3 000 000 – К.: Військово-картографічна фабрика, 2003.

21. Україна. Природне середовище і людина: Серія карт, масштаб 1:6 000 000. – К.: ІГ НАНУ, 1993. – 56 с.

22. Чорнобиль і здоров'я України: Медико-екологічний атлас. – Випуск 2-ий / Шевченко В.О., Барановський В.А., Молочко А.М. та інші. – К.: Видво газ. «Зелений Світ», 1996. – 32 с.

С.В.Титова, Ю.В.Даниленко.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ, ОБУСЛОВЛЕННЫХ АВАРИЯМИ НА АЭС.

Исследовано теоретико-методические основы и подходы к картографированию техногенных опасностей и рисков, в частности опасностей и рисков, обусловленных авариями на АЭС. Рассмотрено основные объекты и показатели картографирования, Проведено анализ необходимых и существующих информационных ресурсов и источников для составления карт опасностей и рисков, обусловленных авариями на АЭС. Коротко рассмотрено процесс разработки знаковых систем, выбора и применения способов картографического изображения при создании карт опасностей и рисков, обусловленных авариями на АЭС.

Ключевые слова: чрезвычайная ситуация (ЧС), авария, опасность, риск, радиоэкологическая ситуация, атомная электростанция (АЭС), картографический метод исследования.

S.Titova, Y.Danilenko.

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL POSITIONS OF MAPPING THE HAZARDS AND RISKS CAUSED BY THE NPP ACCIDENTS

The article examines the theoretical and methodological foundations and approaches to the mapping of hazards and risks, including hazards and risks caused by accidents at nuclear power plants. The main objects and parameters of mapping are investigated. It is made the analysis of the necessary and available information resources and sources for mapping hazards and risks caused by accidents at nuclear power plants. It is briefly examined the process of developing sign systems, selection and application of mapping methods of mapping hazards

and risks caused by accidents at nuclear power plants.

Keywords: emergency situation, accident, hazard, risk, radiological situation, nuclear power plant (NPP), cartographic research method.

Надійшла до редакції 25 лютого 2011 р.