

Н. В. Сосонна

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

## Управління геопросторовими даними для вирішення завдань радіогідроекологічного моніторингу на території промайданчика Чорнобильської АЕС

*Ключові слова:*

радіогідроекологічний моніторинг, база геоданих, стратиграфічна модель, цифрові карти, геоінформаційне моделювання

Під час проведення робіт з радіогідроекологічного моніторингу з 1996 р. накопичена велика кількість даних, яка зберігається як на електронних, так і паперових носіях. Постала необхідність в упорядкуванні даних в єдиній системі для обробки та аналізу, будування електронних карт, моделей і розрахунку прогнозу змін радіогідроекологічного стану. Запропоновані для використання методи цифрового картографічного аналізу та геоінформаційного моделювання сприяють оперативному отриманню повної інформації про гідрологічні умови будь-якої точки досліджуваної території.

### Вступ

Одним з видів діяльності відділення проектування об'єктів з радіаційно-ядерними технологіями Інституту проблем безпеки АЕС НАН України є проведення радіогідроекологічного моніторингу. Метою моніторингу є оцінка рівнів хімічного та радіоактивного забруднення ґрунтових вод, а також вивчення умов міграції радіонуклідів у середовище, що оточує аварійний блок, та прогноз змін екологічних умов у часі. Виконання цих робіт передбачає накопичення дуже великої кількості даних, що потребує оперативної обробки та представлення результатів. На теперішній час інститут має сотні тисяч записів даних, які зберігаються на електронних та паперових носіях. Якщо результати гідрологічних, гідрохімічних, радіохімічних режимних спостережень, що зосереджуються в програмному ресурсі Access з 1996 р. обробляються дуже швидко, то геологічні та геофізичні дані, що містяться у фондових звітах, виконаних під час гідрологічних досліджень науково-дослідними організаціями України та іншими державами, для обробки потребують дуже багато часу. Дані на паперових

носіях — карти, розрізи, паспорти свердловин — мають надзвичайну цінність і потребують переведення їх у цифровий формат для подальшого зберігання та користування результатами багаторічних досліджень.

Метою цієї роботи було упорядкування всіх доступних геологічних і геофізичних показників в єдиному геоінформаційному просторі для подальшого використання їх під час створення математичних геофільтраційних моделей території. Для вирішення цього завдання нами запропоновано створення нової бази геоданих в електронному вигляді, а саме геологічних і геофізичних характеристик, та використання методу цифрового картографічного аналізу, обробки та візуалізації даних у просторі й часі та методу геоінформаційного моделювання.

### Матеріали та методи створення бази геоданих моніторингу на території промайданчика Чорнобильської АЕС

Для вирішення завдань радіогідроекологічного моніторингу був створений проект, де для наповнення бази геопросторових даних були використані

© Н. В. Сосонна, 2021

архівні та сучасні матеріали досліджень з 1973 р. по теперішній час.

Спочатку була створена електронна карта розташування всіх свердловин, прив'язаних до Прип'ятьської системи координат, що були внесені в базу даних Access із додаванням атрибутивної інформації, яка обов'язково містила дані топографічної прив'язки до Балтійської системи висот гирла свердловин та глибини. Свердловини, пробурені під час розвідки геологічного складу території до проектування Чорнобильської АЕС, не мали сучасної прив'язки, тому вони були винесені на електронну карту безпосередньо з паперових матеріалів. Таким чином, ми отримали координати цих свердловин, які нам необхідні для побудови растрових карт поверхонь геоморфологічних та стратиграфічних шарів.

Точками на рис. 1 показано свердловини, що були вибрані з карт фондкових матеріалів 1970–1990-х років

(235 шт.). У базу геоданих були внесені необхідні відомості з фондкових матеріалів, розрізів та паспортів свердловин на території площею 714,5 км<sup>2</sup> для створення математичної чисельної геофільтраційної моделі в майбутньому.

Постійно діюча база даних результатів гідргеологічних, гідргеохімічних, радіохімічних режимних спостережень, що зосереджуються в програмі Access, з початку проведення радіогідроекологічного моніторингу містить дані вимірювання рівнів ґрунтових вод, фізико-хімічного, мікроелементного складу, вмісту радіонуклідів у блочних та ґрунтових водах, кліматичні показники тощо. За цими даними будуються карти рівнів ґрунтових вод на певну дату, гідроізогіпс для дослідження зміни напрямку потоку ґрунтових вод, визначається характер впливу об'єктів на забруднення радіонуклідами навколишнього середовища.

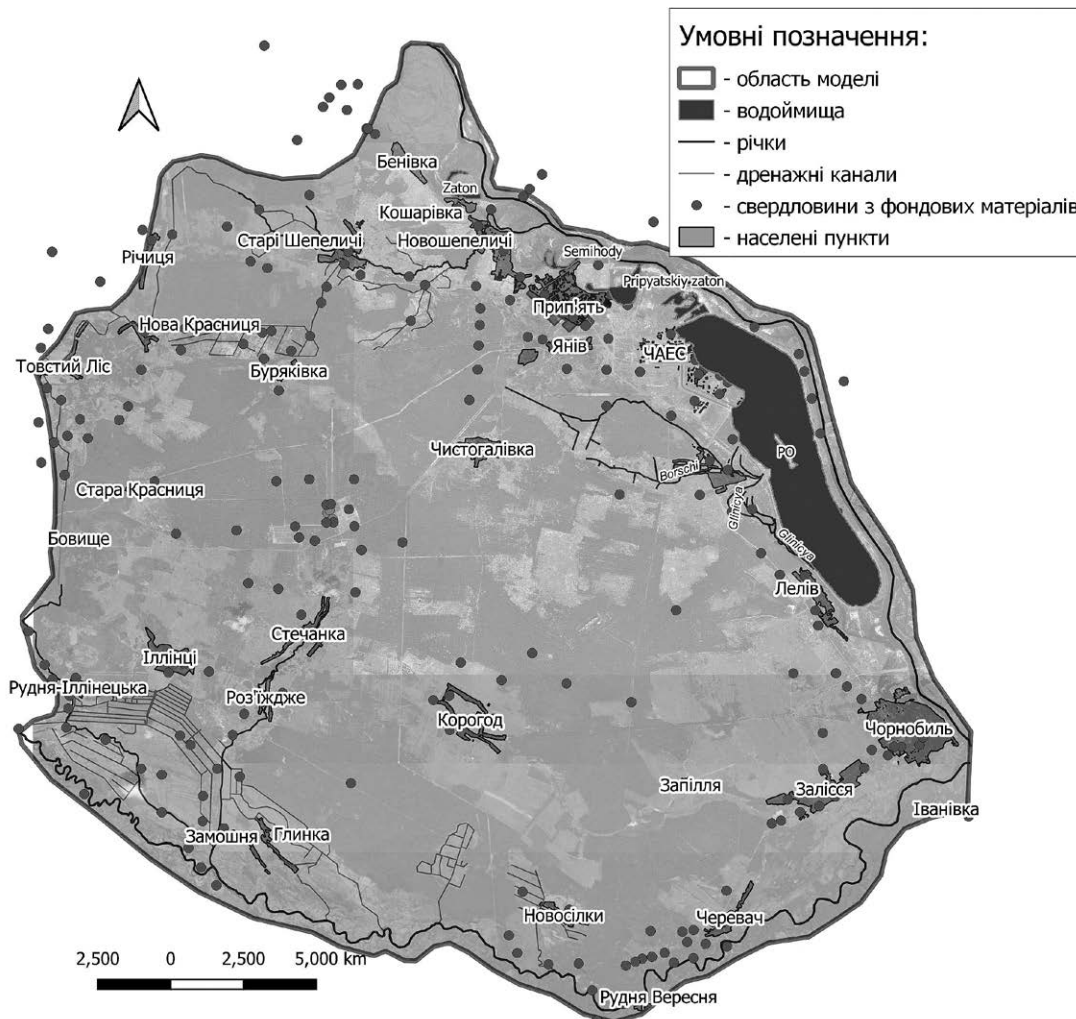


Рис. 1. Карта розташування свердловин з фондкових матеріалів 1970–1990-х років

Перед занесенням у базу геоданих з паспортів свердловин було задано проекцію, визначено координатну сітку, де було враховано не тільки координати X та Y, абсолютну відмітку рельєфу, а і Z — глибину свердловин. Сучасні програмні ресурси пропонують широкий набір методів інтерполяції не тільки поверхні, а й об'єму (voxel).

**Результати систематизації бази геоданих**

Завдяки розробленій базі геопросторових даних були систематизовані результати геофізичних та гідрогеологічних досліджень. Це дає змогу швидко та ефективно візуалізувати дані за допомогою побудови повних тривимірних стратиграфічних, літологічних та інших моделей цієї території, за допомогою інтер-

поляції отримати інформацію з будь-якої точки як на площі території, так і по глибині (рис. 2).

На рис. 2, а зображено візуалізацію свердловин та об'ємних даних — створену тривимірну модель з об'єднанням стратиграфічних даних, даних ГІС. На рис. 2, б показано свердловини та тривимірну модель з об'єднанням літологічних даних, даних ГІС із вирізаним блоком.

За допомогою організації бази геоданих ми отримали як поверхні, так і потужність кожного геологічного шару, необхідні для подальшої побудови нами максимально точної математичної геофільтраційної моделі, призначаючи кожному шару коефіцієнти фільтрації, дисперсії тощо.

Спосіб обробки отриманих даних за допомогою створених моделей забезпечує автоматизацію дуже

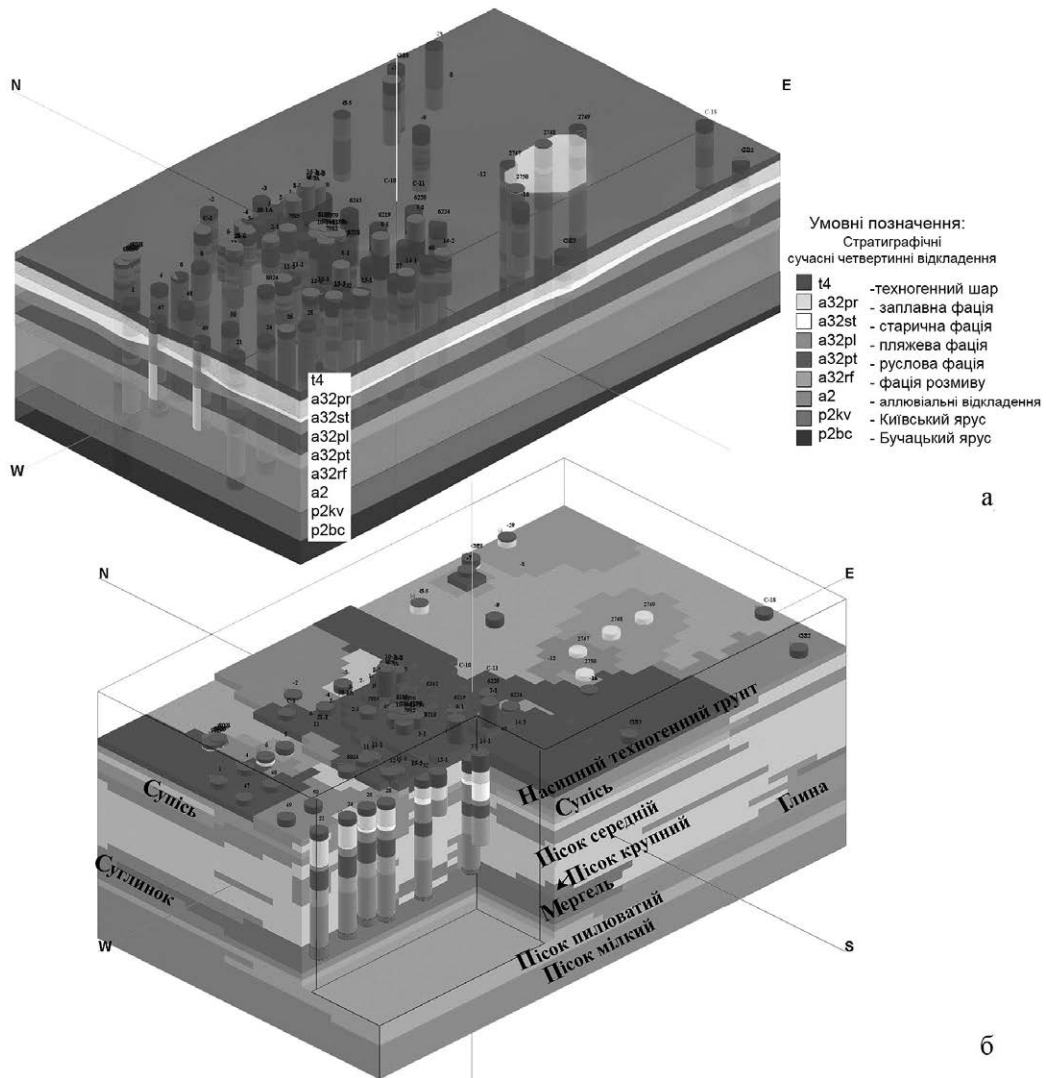


Рис. 2. Тривимірні моделі території проммайданчика Чорнобильської АЕС: а — стратиграфічна, б — літологічна



об'ємної сфери людської діяльності. За мінімальний проміжок часу можна отримати необхідні дані в будь-якій точці досліджуваної території, наприклад побудувати літологічний розріз через будь-яку лінію на карті території.

Ведення бази геоданих дає змогу оперативно отримати повну інформацію про гідрогеологічні умови, стан забруднення будь-якої точки досліджуваної території за весь період спостережень. Наприклад, цифрові карти режиму ґрунтових вод дозволили уточнити напрямок впливу радіаційно-небезпечних об'єктів після зниження рівня у водоймищі-охолоджувачі на довкілля та обґрунтувати буріння нових свердловин для більш ефективного проведення моніторингових робіт.

На рис. 3 зображено гідроізогіпси першого від поверхні водоносного горизонту, які були отримані після інтерполяції методом spline замірів ґрунтових вод у свердловинах станом на грудень 2019 р. Гідроізогіпси проведено через 5 см. Стрілки вказують на-

прямок впливу радіаційно-небезпечних об'єктів на проммайданчику Чорнобильської АЕС.

Після уточнення напрямку впливу радіаційно-небезпечних об'єктів постала необхідність у бурінні нових свердловин для більш ефективного спостереження за розповсюдженням забруднених радіонуклідами ґрунтових вод. Завдяки створеній новій базі геоданих отримано візуалізацію запроєктованих кушів свердловин на різні глибини першого водоносного горизонту.

На рис. 4 показано розміщення запроєктованих кушів свердловин з мілким, середнім та глибоким розташуванням фільтрів для вивчення радіохімічного та гідрогеологічного режимів ґрунтових вод на території проммайданчика Чорнобильської АЕС.

Гідрогеологічна інформація, що отримується на основі просторового моделювання, аналізу та прогнозу, може бути використана для вирішення численних завдань, обґрунтування геолого-гідрогеологічної бази даних майбутніх досліджень, формування та прийняття управлінських рішень.

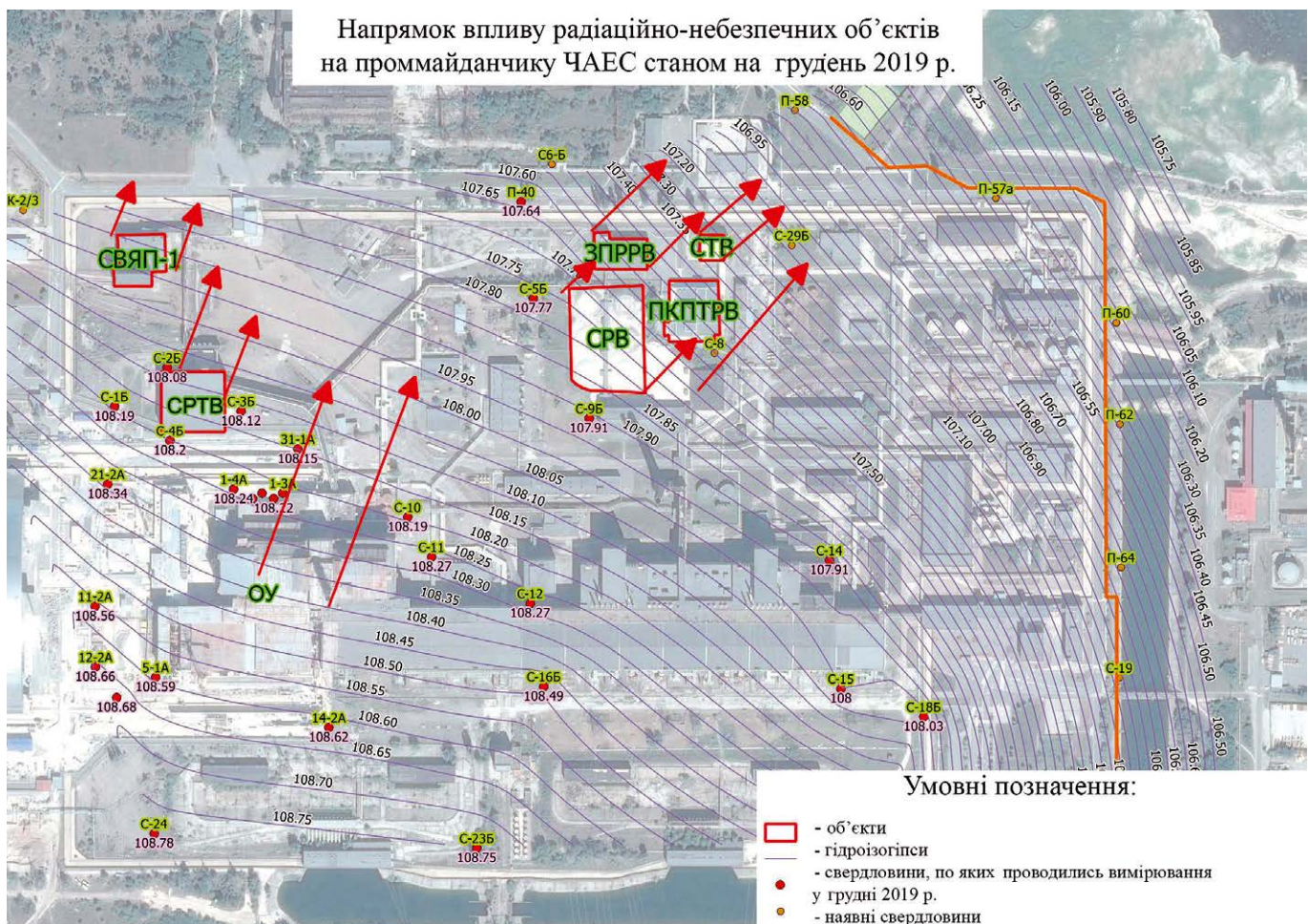


Рис. 3. Карта гідроізогіпс четвертинного водоносного горизонту станом на грудень 2019 р.

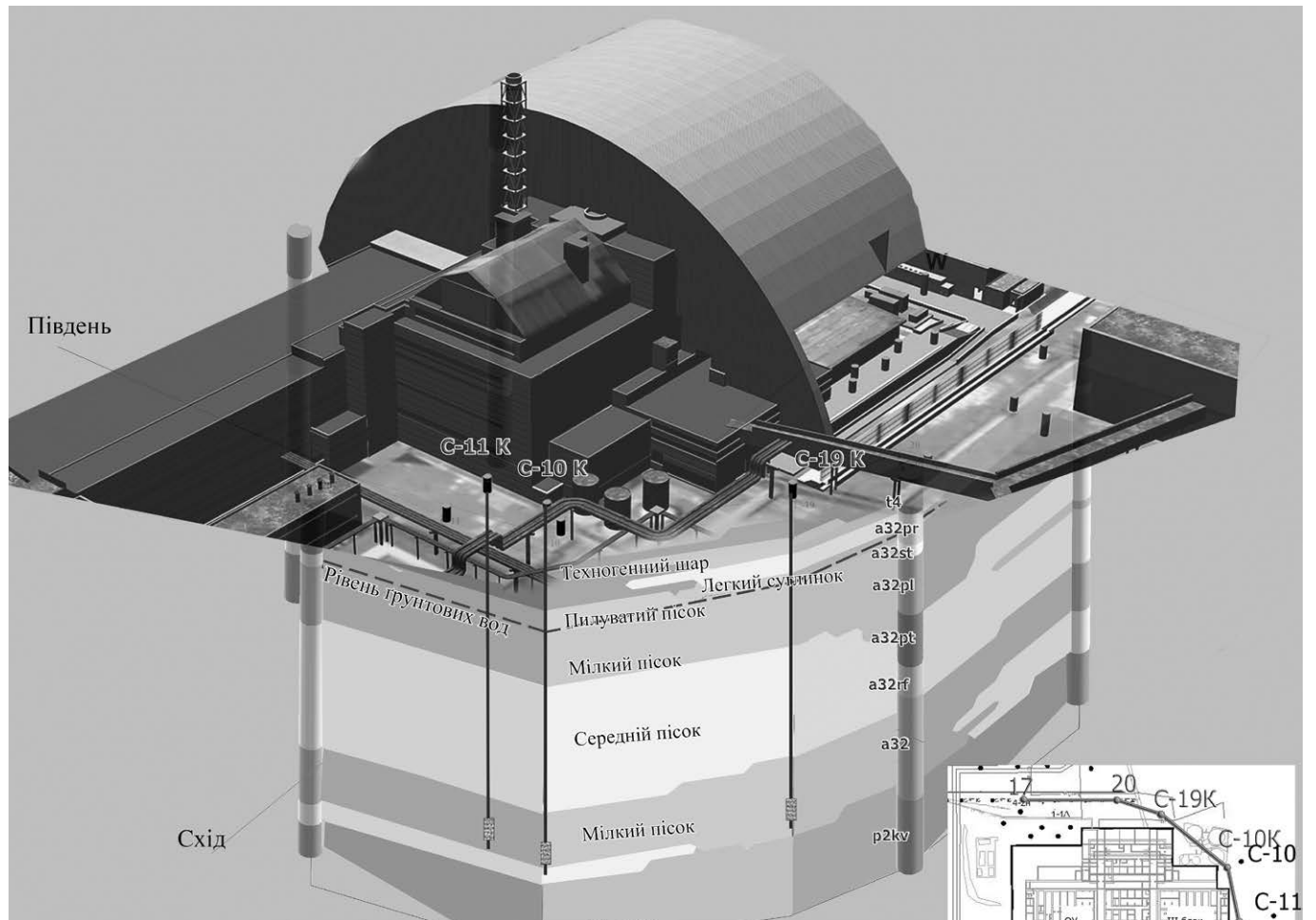


Рис. 4. Розташування нових куштів свердловин С-10к, С-11к, С-19к

## Висновки

Отримана нами нова база геоданих дозволяє: зберігати геологічні та геофізичні дані в доступному цифровому форматі, що значно полегшує і прискорює їхню обробку; створювати постійно діючу систему формування та оперативного оновлення картографічної інформації, візуалізувати зміни, що відбуваються в просторі та часі на досліджуваній території;

забезпечувати геоінформаційну підтримку систем прийняття управлінських рішень, моніторингу довкілля;

обґрунтовувати геолого-гідрогеологічну базу даних майбутніх досліджень.

Ці дані є вихідними для побудови максимально точних математичних геофільтраційних моделей, що дає змогу сьогодні повністю автоматизувати весь процес моделювання, а саме від створення моделі до представлення результатів прогнозу поведінки природних та антропогенних процесів.

**N. V. Sosonna**

*Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants, NAS of Ukraine, 36a, Kirova st., Chornobyl, 07270, Ukraine*

## Geospatial Data Management to Solve the Problems of Radiohydroecological Monitoring on the Territory of the Chornobyl NPP Industrial Site

Radiohydroecological monitoring has been carried out by the Department of Design of Facilities for Radiation-Nuclear Technologies of the Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of the National Academy of Sciences of Ukraine since 1996. Implementation of these activities involves the accumulation of a large amount of data. Hundreds of thousands of data are stored on electronic and paper media. Therefore, there is a problem of processing and analysis of various

data groups for decades, geospatial data management. To solve this problem, we propose the use of digital cartographic analysis, data processing and visualization in space and time and the method of geoinformation modeling.

To solve the problems of radiohydroecological monitoring, a project was created, where all archival and modern research materials from 1973 to the present were used to fill the geospatial database. Maintaining a geodatabase allows you to quickly obtain complete information on the hydrogeological conditions, the state of pollution of any point of the study area for the entire

period of observations. For example, digital maps of the groundwater regime allowed clarifying the direction of the impact of radiation-hazardous objects after the reduction of the level in the cooling reservoir on the environment, and justifying the drilling of new wells for more effective monitoring. The use of GIS tools allows increasing labor productivity, reducing the cost of cartographic products and services for the creation and updating of cartographic products.

*Keywords:* radiohydroecological monitoring, geodatabase, stratigraphic model, digital maps, geoinformation modeling.

Надійшла 05.08.2021

Received 05.08.2021