

Віктор Мовенко

## МОНІТОРИНГ РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ТЕРИТОРІЇ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ

**Актуальність теми дослідження.** Минуло тридцять п'ять років після аварії на Чорнобильській АЕС. За цей час у навколишньому середовищі відбувалися постійні зміни під впливом природних і зумовлених діяльністю людини факторів. Пізнання цих змін неможливе без відокремлення антропогенних процесів від природних, для чого й організовують спеціальні спостереження за різноманітними параметрами біосфери, які змінюються внаслідок людської діяльності. Саме в спостереженні за довкіллям, оцінюванні його фактичного стану, прогнозуванні його розвитку полягає сутність моніторингу радіаційного забруднення території Чорнобильської зони в сучасних умовах.

**Постановка проблеми.** Дослідження сучасних технологічних процедур та технічних засобів проведення моніторингу, для подальшого створення системи комплексного радіологічного контролю навколишнього середовища, забезпечить попередження та усунення негативних змін стану навколишнього середовища на території як Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), так і всієї України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Були розглянуті останні публікації та звіти у відкритому доступі, присвячені проблемам моніторингу радіаційного забруднення території Чорнобильської зони в сучасних умовах.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Ведення комплексного радіоекологічного моніторингу навколишнього середовища в районах розташування об'єктів радіаційної небезпеки потребує постійного контролю і спостереження за радіаційною ситуацією в навколишньому середовищі з метою визначення рівня його забруднення та швидкого реагування на надзвичайні події та попередження можливих радіаційних аварій, а також зменшення їх наслідків для населення і навколишнього природного середовища.

**Постановка завдання.** Проведення комплексного моніторингу радіаційного забруднення потребує адаптування системи RODOS для умов Чорнобильської зони відчуження та потенційних специфічних джерел викиду в ЧЗВ, створення повного реєстру зібраних даних для адаптації системи RODOS до умов території ЧЗВ, систематизованого опису джерел викиду при лісових пожежах, смерчах, затопленнях у ЧЗВ та під час робіт зі зняття з експлуатації ЧАЕС.

**Виклад основного матеріалу.** У статті розглянуто питання ведення комплексного радіоекологічного моніторингу навколишнього середовища в районах розташування об'єктів радіаційної небезпеки, використання автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки (АСКРО), впровадження системи підтримки прийняття рішень у реальному часі при реагуванні на ядерні аварії – RODOS в Чорнобильській зоні відчуження.

**Висновки відповідно до статті.** Впровадження систем АСКРО та RODOS в Чорнобильській зоні дозволило створити цілісну систему радіоекологічного моніторингу навколишнього природного середовища державного, регіонального й локального рівнів, яка призначена для вирішення основних завдань управління екологічною безпекою, зокрема й на об'єктах підвищеної небезпеки.

**Ключові слова:** Чорнобильська зона відчуження (ЧЗВ); система контролю за радіаційною ситуацією (АСКРО); автоматизована система RODOS.

Рис.: 4. Бібл.: 12.

**Актуальність теми дослідження.** Минуло тридцять п'ять років після аварії на Чорнобильській АЕС. За цей час у навколишньому середовищі відбувалися постійні зміни під впливом природних і зумовлених діяльністю людини факторів. Пізнання цих змін неможливе без відокремлення антропогенних процесів від природних, для чого і організовують спеціальні спостереження за різноманітними параметрами біосфери, які змінюються внаслідок людської діяльності. Саме в спостереженні за довкіллям, оцінюванні його фактичного стану, прогнозуванні його розвитку полягає сутність моніторингу радіаційного забруднення території Чорнобильської зони в сучасних умовах [1].

**Постановка проблеми.** Дослідження сучасних технологічних процедур та технічних засобів проведення моніторингу, для подальшого створення системи комплексного радіологічного контролю навколишнього середовища, забезпечить попередження та усунення негативних змін стану навколишнього середовища на території як Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), так і всієї України [2; 3].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** При підготовці статті були розглянуті нормативні документи, дослідження та публікації у відкритому доступі [4; 5; 6; 7; 8], присвячені проблемам моніторингу радіаційного забруднення території Чорнобильської зони в сучасних умовах.

**Виділення недосліджених частин загальної проблеми.** Ведення комплексного радіоекологічного моніторингу навколишнього середовища в районах розташування об'єктів радіаційної небезпеки потребує постійного контролю і спостереження за радіаційною ситуацією

в навколишньому середовищі з метою визначення рівня його забруднення та швидкого реагування на надзвичайні події та попередження можливих радіаційних аварій, а також зменшення їхніх наслідків для населення і навколишнього природного середовища.

**Постановка завдання.** Проведення комплексного моніторингу радіаційного забруднення потребує адаптування системи RODOS для умов Чорнобильської зони відчуження та потенційних специфічних джерел викиду в ЧЗВ, створення повного реєстру зібраних даних для адаптації системи RODOS до умов території ЧЗВ, систематизованого опису джерел викиду при лісових пожежах, смерчах, затопленнях у ЧЗВ та під час робіт зі зняття з експлуатації ЧАЕС.

**Виклад основного матеріалу.** Моніторинг системи радіаційного контролю Чорнобильської АЕС здійснюється відповідно до вимог проєктної та нормативної документації для етапу експлуатації атомних електростанцій. Такий контроль на Чорнобильській АЕС був реалізований шляхом створення системи радіаційного (радіоекологічного) моніторингу [9].

Комплексна система радіаційного моніторингу й раннього попередження (КСРМіРП) у Чорнобильській зоні відчуження розроблена з метою розширення функцій модернізованої автоматизованої системи контролю за радіаційною ситуацією (АСКРО) та удосконалення процесів постійного контролю та моніторингу радіаційного (радіоекологічного) стану навколишнього природного середовища в Чорнобильській зоні відчуження (ЗВ) і зоні безумовного (обов'язкового) відселення, а також за її межами.

КСРМіРП об'єднує мережу з автоматизованих постів контролю, які безперервно здійснюють моніторинг навколишнього середовища і передають отримані дані за допомогою радіоканалу, використання якого найбільш доцільно на території Чорнобильської зони відчуження. Загальна площа покриття мережі КСРМіРП становить понад 2000 км<sup>2</sup>.

Державною інспекцією ядерного регулювання України виданий Наказ «Про затвердження загальних положень безпеки при поводженні з радіоактивними відходами до їх захоронення», де одним із пунктів є ведення радіаційно-дозиметричного контролю суб'єктів, які проводять свою діяльність у сфері поводження з радіоактивними відходами (РАВ) [4].

Суб'єкт РАВ забезпечує ведення радіаційно-дозиметричного контролю, моніторингу навколишнього природного середовища та індивідуального дозиметричного контролю персоналу під час провадження діяльності з поводження з РАВ до їх захоронення.

Суб'єкт РАВ:

- призначає з числа керівництва особу, відповідальну за ведення радіаційно-дозиметричного контролю та моніторингу, збереження та аналіз отриманих результатів;
- затверджує положення про службу радіаційної безпеки (особу або підрозділ, відповідальну(ий) за радіаційний контроль);
- встановлює контрольні рівні.

Суб'єкт РАВ забезпечує ведення бази даних результатів радіаційно-дозиметричного контролю, моніторингу навколишнього природного середовища та індивідуального дозиметричного контролю персоналу, збереження відповідних даних, а також аналіз отриманих результатів. Аналіз отриманих результатів враховується при переоцінках рівня безпеки об'єкта, призначеного для поводження з РАВ, розробці і впровадженні заходів із підвищення безпеки діяльності та оптимізації радіаційного впливу на персонал, населення та навколишнє природне середовище.

Зона відчуження і зона безумовного (обов'язкового) відселення (далі – зона відчуження) є частиною території, що зазнала найбільшого радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, з особливою формою управління, землі якої виведені з господарського обігу й відмежовуються від суміжної території.

На території зони відчуження розміщені радіаційно-ядерні об'єкти, система радіаційно-екологічного контролю та моніторингу, об'єкти інфраструктури, які потребують зняття з експлуатації, переведення в екологічно безпечний стан та забезпечення розвитку з урахуванням інтересів держави, зокрема ядерно-енергетичного комплексу.

Земельні, водні та лісові ресурси зони відчуження, які виконують функцію природного бар'єру на шляху розповсюдження радіоактивного забруднення за її межі, потребують постійного контролю, обслуговування і використання з дотриманням вимог радіаційної безпеки.

Сьогодні діяльність у зоні відчуження здійснюється за такими напрямками:

- підтримка бар'єрної функції та забезпечення функціонування об'єктів інфраструктури;
- зняття Чорнобильської АЕС з експлуатації та перетворення об'єкта «Укриття» на екологічно безпечну систему;
- безпечне поводження з радіоактивними відходами, зокрема тими, що утворилися внаслідок Чорнобильської катастрофи, та відпрацьованим ядерним паливом;
- підтримання в безпечному стані побудованих після Чорнобильської катастрофи об'єктів локалізації радіоактивних відходів;
- очищення та дезактивація забрудненої території.

Широке використання ядерної енергії в Україні, що почалося в 50-х роках ХХ сторіччя, супроводжується утворенням радіоактивних відходів, різних за активністю, ізотопним та агрегатним станом. Безпечне поводження з цими відходами є важливою складовою загальної системи забезпечення безпеки при використанні ядерної енергії. Україна успадкувала від колишнього СРСР інфраструктуру поводження з радіоактивними відходами, яка відповідала підходу, особливостями якого були мінімізація витрат на переробку й захоронення відходів і недооцінка масштабу проблем, вирішення яких покладалося на майбутні покоління.

Ситуація з радіоактивними відходами набагато ускладнилася після Чорнобильської катастрофи, у результаті якої утворилися сотні тисяч кубічних метрів радіоактивних відходів різних категорій та типів.

Радіоактивні відходи чорнобильського походження знаходяться нині на пунктах захоронення радіоактивних відходів, пунктах тимчасової локалізації радіоактивних відходів, на об'єкті «Укриття» і поза зоною відчуження. Велика кількість радіоактивних відходів чорнобильського походження є довгоіснуючими. Значна їх частина зберігається в умовах, які не повністю відповідають нормам, правилам і стандартам радіаційної безпеки.

За час незалежності в Україні підходи щодо забезпечення безпеки поводження з радіоактивними відходами були переглянуті на основі рекомендацій МАГАТЕ та інших міжнародних організацій, що акумулювали досвід країн, які мають значний практичний досвід і розвинену інфраструктуру для безпечного поводження з радіоактивними відходами.

Нові підходи знайшли відображення в національних законодавчих і нормативно-правових актах України. Однак залишається необхідність у подальшому їх впровадженні і застосуванні в практичній діяльності.

На рис. 1 наведені кругові діаграми щодо загальних обсягів радіоактивних відходів, накопичених в Україні станом на 01.01.2018.

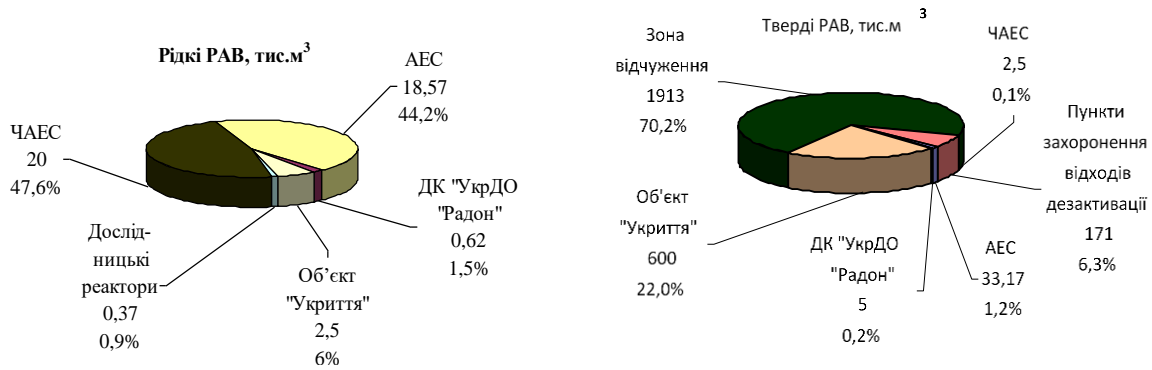


Рис. 1. Діаграми загального обсягу рідких і твердих радіоактивних відходів, накопичених в Україні

Контроль зняття з експлуатації здійснюється відповідно до Програми радіаційно-екологічного моніторингу зняття з експлуатації (ПРЕМ). При цьому визначені основні напрями спостережень:

- моніторинг за рівнем води у водоймищі;
- метеорологічні спостереження;
- моніторинг радіаційного забруднення ґрунтів;
- моніторинг якості повітря (радіоактивне забруднення в приземному шарі атмосфери на прилеглих територіях і додаткове забруднення територій);
- моніторинг підземних вод;
- моніторинг поверхневих вод;
- моніторинг екосистемних змін, проведення гідробіологічних спостережень.

Спорудження нового безпечного конфайнмента (НБК) над об'єктом «Укриття» не припускає організації нових джерел викиду тепла або вологи в навколишнє середовище. Тому для нормальних умов будівництва НБК, а також при аварійних ситуаціях і аваріях при будівництві будь-які істотні зміни мікроклімату не прогноуються.

Після завершення будівництва НБК його вплив на мікроклімат проявляється у вигляді змін:

- відбитої і поглинутої сонячної радіації;
- повітряних потоків на прилеглий до НБК частини проммайданчика ЧАЕС;
- температури й вологості навколишнього середовища в безпосередній близькості до НБК;
- вітрових навантажень на найближчі об'єкти ДСП ЧАЕС.

При експлуатації НБК будь-які істотні зміни існуючих нерадіаційних впливів на повітряне середовище не прогноуються.

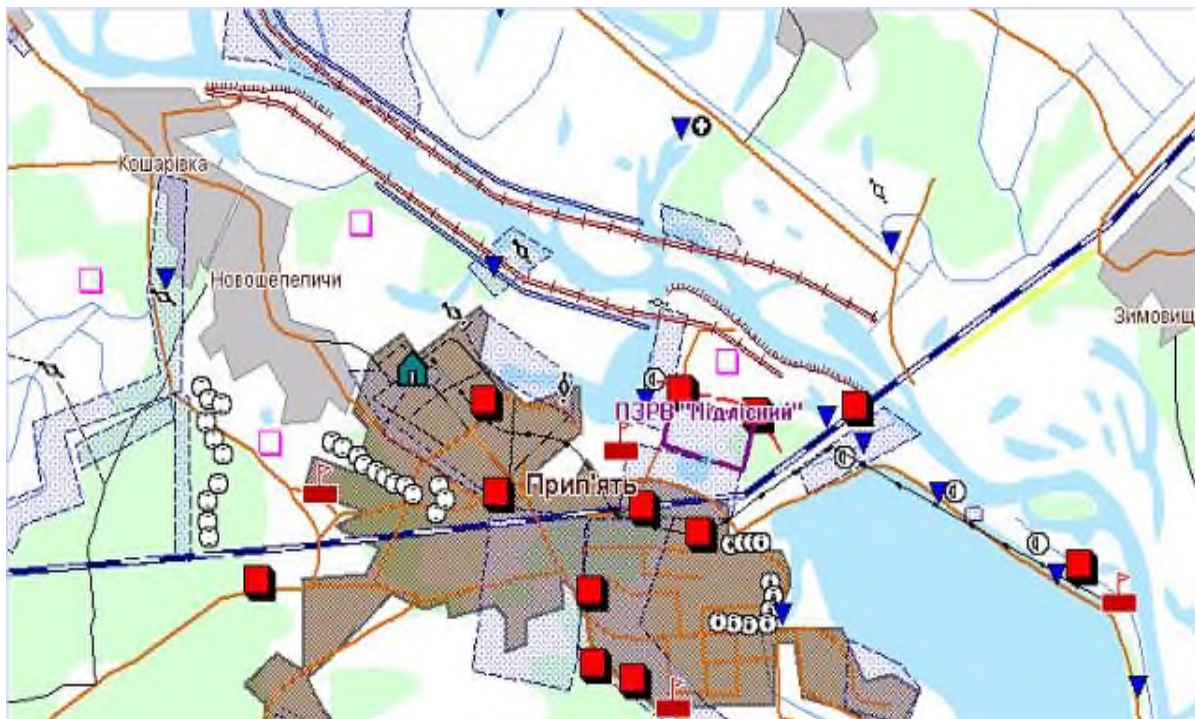
При нормальних умовах експлуатації НБК сумарна активність організованих і неорганізованих викидів з НБК за рахунок викидів об'єкта «Укриття» буде зменшена на кілька порядків в порівнянні з такими викидами, що відбуваються нині.

Додаткові нерадіаційні впливи на ґрунти при експлуатації НБК теж не прогноуються. Оскільки при будівництві та експлуатації НБК радіаційний вплив на повітряне середовище не прогноується, то додаткове забруднення ґрунтів за рахунок радіоактивних випадінь буде на багато менше наявного фонового забруднення чорнобильського походження, навіть з урахуванням накопичення протягом усього проєктного періоду експлуатації НБК (100 років).

Жоден із можливих джерел радіаційних впливів (забруднення повітряного середовища і територій у результаті викидів, додаткове опромінення персоналу) не приведе до якого-небудь значущого додаткового негативного впливу на техногенні об'єкти ЗВ за нормальних умов будівництва і експлуатації НБК на тлі впливів чорнобильського походження.

Моніторинг забруднення радіонуклідами приземного шару атмосфери (на висоті 1 м від поверхні землі) в ЗВ здійснюється за такими параметрами:

- концентрація радіонуклідів в приземному шарі атмосфери (виконується в 4 пунктах спостережень у ближній зоні ЧАЕС і 9 пунктах в далекій зоні ЧАЕС, а також на двох виробничих підприємствах (рис. 2);
- інтенсивність атмосферних радіоактивних випадінь (виконується в 29 пунктах спостережень);
- змісту «гарячих» частинок в приземному шарі атмосфери (виконується в 9 пунктах спостережень).



- - пости розміщення контролю радіоактивного забруднення повітря Чорнобильської зони
- ▼ - пости розміщення контролю радіоактивного забруднення водоймищ Чорнобильської зони

*Рис. 2. Розміщення постів радіаційного контролю радіоактивного забруднення приземного шару повітря та водоймищ Чорнобильської зони*

Регламентні роботи з контролю радіаційного забруднення приземного шару атмосфери в далекій зоні спостереження виконуються на пунктах контролю АСКРО (рис. 3). Сюди відносяться також місця найбільш тривалого перебування персоналу зони відчуження – м. Чорнобиль і КДМ «Дитятки».

Протягом всього часу моніторингу зони відчуження спостерігається стійка тенденція до зменшення концентрації радіонуклідів «чорнобильського» походження в повітрі і як, наслідок, зменшення загального радіоактивного забруднення приземного шару атмосфери як у ближній, так і в далекій зоні ЧАЕС.

Радіаційно-екологічний моніторинг на ЧАЕС організований відповідно до нормативних документів, що повинно забезпечити екологічну безпеку персоналу і населення, раціональне використання природних ресурсів, дотримання встановлених нормативів шкідливого впливу на навколишнє природне середовище. Для виконання вимог законодавства на ЧАЕС створені системи контролю викидів, скидів, поводження з відходами.



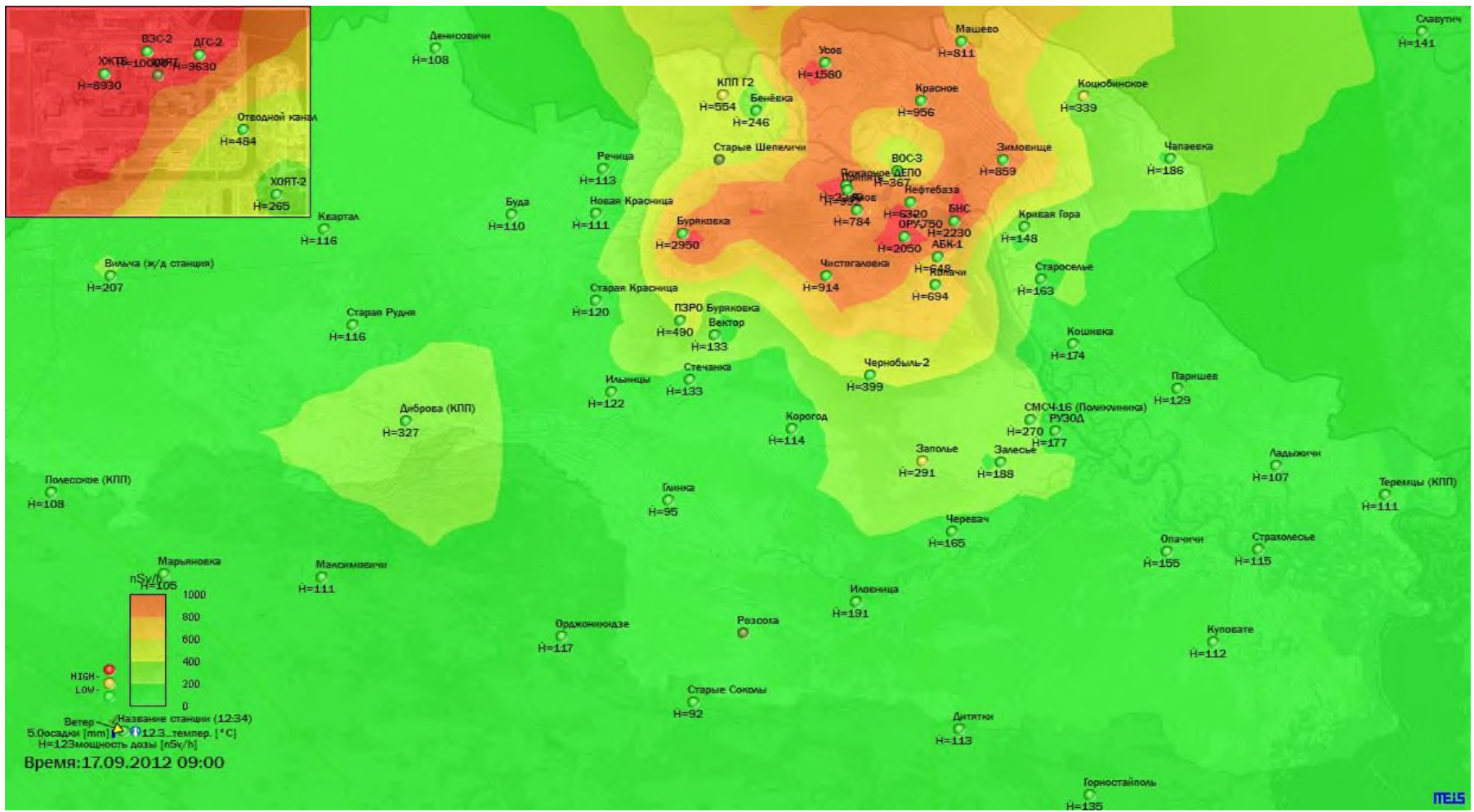


Рис. 3. Карта розподілу потужності доз радіації на території зони відчуження

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

У межах проекту ТАСІS U4.01/03S корпорацією «Укратомприлад» була впроваджена нова, модернізована Автоматизована система контролю радіаційної обстановки (АСКРО) в Чорнобильській зоні відчуження (рис. 4) [7].

Система АСКРО ДСП ЧАЕС призначена для:

- контролю радіаційної обстановки на промисловому майданчику ДСП ЧАЕС;
- визначення перевищення значень параметрів потужності експозиційної дози (ПЕД) над контрольними рівнями.

Склад обладнання системи АСКРО ДСП ЧАЕС:

- установка СРРМ-2 (система радіаційної розвідки місцевості);
- модем;
- персональний комп'ютер;
- монітор;
- клавіатура.

АСКРО виконана на датчиках «RADIO-Gamma TRACER - Basic». Усього в зоні встановлено 39 датчиків для визначення потужності дози на місцевості. Місця розташування та установки датчиків «RADIO-Gamma TRACER» наведені на рис. 3. Одиниці виміру – мкЗв/год. RADIO-Gamma TRACER – це зонд «Gamma TRACER», обладнаний радіо модулем «Sky Link», який передає вимірювані дані. Крім регулярного вимірювання і запису рівня доз радіації, «RADIO-Gamma TRACER» транслює дані на базову станцію по лінії радіозв'язку. Енергозберігаюча електронна технологія забезпечує постійне використання «Gamma TRACER» протягом п'яти років без будь-якого технічного обслуговування.

Основними функціями АСКРО є:

- автоматизований контроль радіаційної обстановки в зоні контролю і передача інформації на центральний пост у Чорнобильській зоні відчуження;
- збір, відображення та зберігання інформації у вигляді карт, таблиць, баз даних про вимірюваних радіаційних, метеорологічних і інших параметрах з можливістю їх відтворення, повторного деталізованого аналізу;
- контроль зміни параметрів контролю, відхилення від встановлених контрольних рівнів та прогнози радіаційної ситуації при погодних і техногенних аномаліях у контрольованій зоні;
- видача вихідних даних для моделювання розвитку радіаційної ситуації в зоні контролю і за її межами для попередження радіоактивного опромінення працюючого персоналу й населення;
- порівняння поточних значень контрольованих параметрів із заданими граничними рівнями і видача попереджувальних і аварійних сигналів перевищення значень параметрів оператору.

Завдяки сучасній технології цифрової обробки сигналу, споживання передавача мінімально і становить 10 мВт, забезпечуючи автономну роботу «RADIO-Gamma TRACER» протягом декількох років.

У зоні відчуження і безумовного (обов'язкового) відселення введена в дію модернізована автоматизована система контролю радіаційної обстановки АСКРО «Sky Link». Модуль «Sky Link» це УКХ (ультра коротко хвильовий) передавач, спеціально сконструйований для «Gamma TRACER». Модуль дозволяє здійснювати передачу вимірюваних «Gamma TRACER» значень по радіо на відстань до 100 км. Модуль «Sky Link» включає в себе антену, розташовану в спеціальній насадці на корпусі. Вона щільно закріплена на верхньому кінці «Gamma TRACER» і утворює з корпусом постійно закритий герметичний блок. З боку центрального поста аналізуються сигнали, послані модулем «Sky Link», приймаються приймачем з високими характеристиками. Тут сигнали декодуються з використанням цифрових методів обробки сигналу. Після цього отримані з

«Gamma TRACER» виміряні значення можуть бути використані для поточного представлення результатів. Вид уявлення і обробка поточних даних можуть бути модифіковані відповідно до вимог користувача.

Переваги даної системи:

– унікальна система бездротового зв'язку SkyLINK з передачею даних із незалежного радіоканалу на відстань до 100 км;

– датчики GammaTRACER: повна автономність, живлення від вбудованих батарей до 5 років, пам'ять вимірювань до трьох років.

Принципи, закладені при створенні АСКРО в Чорнобильській зоні відчуження (автономність, інформативність, надійність, низькі експлуатаційні витрати) актуальні не тільки для зони відчуження, але і при створенні інших подібних територіальних і регіональних систем радіаційного екологічного моніторингу.

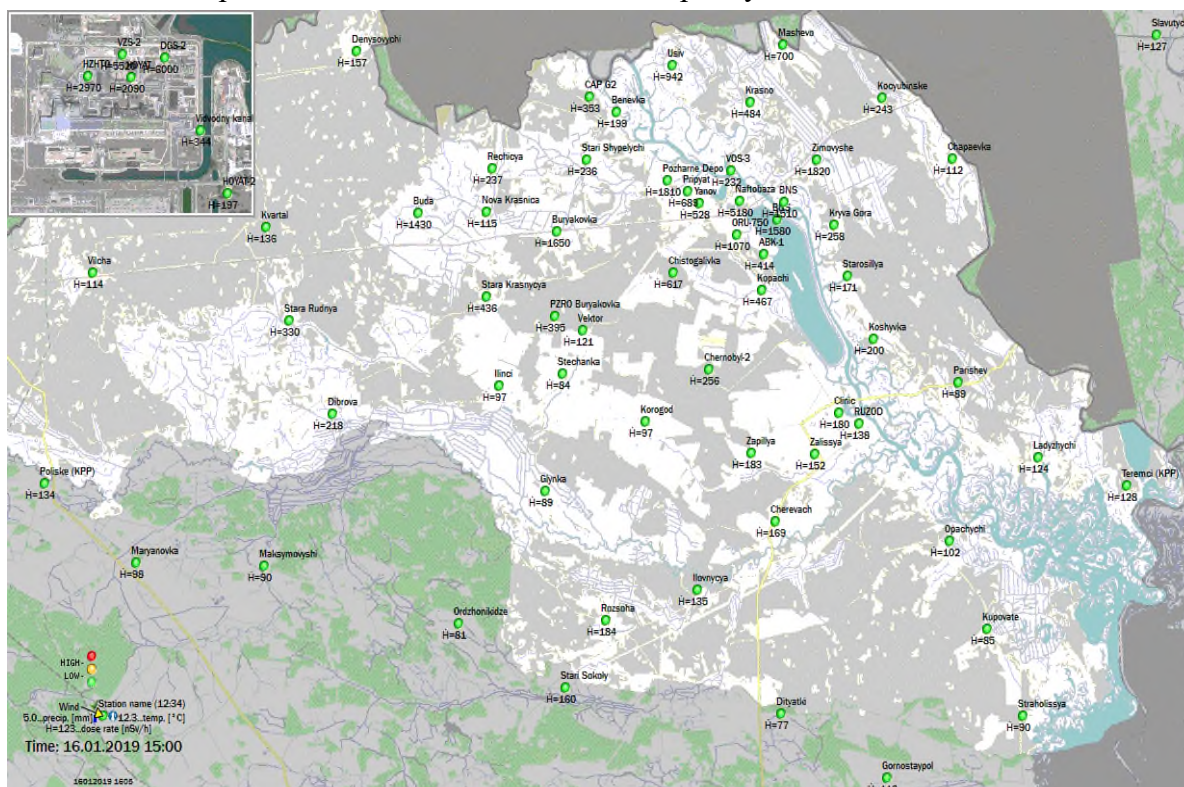


Рис. 4. Комплексна система радіаційного моніторингу Чорнобильської зони відчуження

Європейський Союз у межах програми “TACIS” паралельно з системою ГАММА розробив і впровадив систему підтримки прийняття рішень в реальному часі при реагуванні на ядерні аварії – RODOS [10]. Основними завданнями системи є забезпечення засобами для оброблення і управління великими об’ємами інформації метеорологічного та радіаційного характеру, оцінювання і прогнозування радіаційної ситуації, а також моделювання використання контрзаходів і варіантів дій у випадку аварії.

Таким чином, основним завданням ядерно-радіаційного моніторингу є контроль за станом ядерно-радіаційних об’єктів і напрацювання заходів щодо зниження ступеня їх шкідливості, оцінювання і прогнозування радіаційної обстановки на об’єктах природного середовища.

Впроваджена у більшості країн ЄС та інших країнах світу як інструментарій підвищення аварійної готовності, підтримки тренувань і розробки планів аварійного реагування, і - найважливіше - для використання в кризових центрах для прогнозування у випадку аварії на АЕС (інших ядерних об’єктах), наслідків таких аварій на основі даних



## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

оперативного моніторингу радіаційного стану довкілля, прогнозу погоди і водності річок, радіоактивного забруднення і доз для населення, а також прогнозу ефективності після аварійних контрзаходів [11].

RODOS створено як комплексну систему, що включає моделі і бази даних для моделювання і оцінок наслідків протягом всього після аварійного періоду.

RODOS забезпечує прогнозування: розповсюдження радіонуклідів в повітрі та випадках на поверхню; забруднення поверхневих вод і продуктів харчування; доз зовнішнього і внутрішнього опромінювання, а також забезпечує підтримку прийняття управлінських рішень з аварійного реагування на основі деталізованого аналізу переваг і недоліків різних стратегій і дозволяє проводити їх ранжирування з урахуванням вимог нормативно-правових та санітарно-гігієнічних актів особам, які приймають рішення.

RODOS дає можливість оцінювати ситуацію від моменту загрози аварії протягом всього терміну довгострокових заходів, що впроваджуються місяці і роки після аварії.

Завдання розробки RODOS – це система підтримки прийняття рішень і управління при надзвичайних ситуаціях на ядерних об'єктах на урядовому і регіональному рівнях; пропонує інструменти та засоби, що можуть бути ефективно застосовані на стадії доаварійної підготовки.

Таким чином, впровадження RODOS в Україні дозволить гармонізувати систему аварійного реагування в Україні з сусідніми європейськими країнами і підніме рівень аварійного реагування в Україні до європейських стандартів [12].

**Висновки і пропозиції.** Впровадження системи RODOS в Чорнобильській зоні дозволило створити цілісну систему радіоекологічного моніторингу навколишнього природного середовища державного, регіонального й локального рівнів, яка призначена для вирішення основних завдань управління екологічною безпекою, зокрема на об'єктах підвищеної небезпеки.

У процесі моніторингів, які проводяться в Чорнобильській зоні відчуження, отримані результати можна сформулювати таким чином:

- комплексний радіоекологічний моніторинг ґрунтується на інформації, отриманій внаслідок здійснення базових видів радіаційного моніторингу;
- ядерно-радіаційний моніторинг забезпечує система спостережень і контролю за станом потенційно небезпечних радіаційних об'єктів, до яких належить АЕС, а також об'єкт «Укриття».

Необхідно розширити систему RODOS так, щоб вона мала змогу опрацювати наступну інформацію:

- збирати дані щодо Чорнобильської зони відчуження. (передбачити збирання всіх відповідних даних, специфічних для території Чорнобильської зони відчуження);
- встановити спеціалізоване програмне забезпечення для детального розрахунку на майданчику в ЧЗВ;
- організувати передачу даних від станцій моніторингу в ЧЗВ до бази даних в Українському гідрометцентру;
- визначити джерела викиду для класів пожеж та смерчів, які повинні бути включені до бази даних RODOS. Ці джерела викиду можуть ґрунтуватись на емпіричному підході;
- інтегрувати Чорнобильську АЕС у список АЕС системи RODOS з поточним переліком радіонуклідів;
- інтегрувати джерела викиду від можливих сценаріїв аварій для нового безпечного конфайнмента.

Достовірність і точність отриманої у процесі радіологічного контролю інформації забезпечує використання методів радіаційного контролю.

Така система, побудована на основі передових сучасних науково-технічних досягнень у галузі радіаційної безпеки та радіоекології, здатна визначати критичні джерела й фактори радіаційного впливу на персонал, населення й навколишнє середовище як у штатному режимі роботи об'єктів, так і у випадку аварій на них; оперативно оцінювати процеси первинного та вторинного радіаційного забруднення довкілля; прогнозувати дози та ризики опромінення персоналу та населення, суттєво підвищувати рівень готовності до реагування на важкі радіаційні аварії на об'єктах атомної енергетики і промисловості України; забезпечити пріоритетність та підвищити оперативність контрзаходів у випадку можливої радіаційної аварії, в першу чергу на її початковій стадії, і може стати невід'ємною частиною державної системи моніторингу.

### Список використаних джерел

1. Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку : Закон України від 08.02.1995 № 39/95-ВР.
2. Про захист людини від іонізуючого випромінювання : Закон України від 14.01.1998 № 15/98-ВР.
3. Про охорону навколишнього середовища : Закон України від 25.06.1991 № 1264-ХІІ.
4. Про затвердження Загальних положень безпеки при поводженні з радіоактивними відходами до їх захоронення : Наказ Державної інспекції ядерного регулювання України від 01.08.2017 № 279.
5. Маренець А. О. Моніторинг радіаційного забруднення території Чорнобильської зони відчуження в сучасних умовах : автореф. випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього рівня магістра за спеціальністю 193 «Геодезія та землеустрій» / ЧНТУ. Чернігів, 2019. 16 с.
6. Іванов Є. А. Радіоекологічні дослідження. Радіоекологічний моніторинг в Україні : навч. посіб. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. 149 с.
7. Інструкція із експлуатації АСКРО ДСП ЧАЕС.
8. Моніторинг довкілля та охорона навколишнього середовища : навч. посіб. / уклад. канд. техн. наук, доц. О. В. Булгакова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017.
9. Норми радіаційної безпеки України. Доповнення: радіаційний захист від джерел потенційного опромінення НРБУ-97/Д-2000 (ДГН 6.6.1.-6.5.061-2017).
10. Програма тестування RODOS, що встановлюється в окремих користувачів системи. // Технічний проект системи підтримки прийняття рішень ДП «НАЕК «Енергоатом» і ВП АЕС для ефективного і скоординованого аварійного реагування, заснованої на програмному забезпеченні RODOS, 2018.
11. Стандарти безпеки МАГАТЕ. Система управління для установок і робіт. (Вимоги безпеки). GS-R-3.
12. Технічне завдання: Розширення системи підтримки рішень RODOS в Україні на Чорнобильську зону відчуження. Контракт 2016/374-667.

### References

1. Pro vykorystannia yadernoi enerhii ta radiatsiinu bezpeku [On the Use of Nuclear Energy and Radiation Safety]. № 39/95-VR (08.02.1995).
2. Pro zakhyst liudyny vid ionizuiuchoho vuprominiuvannia [On protection of man from ionizing radiation]. № 15/98-VR (14.01.1998).
3. Pro okhoronu navkolyshnoho seredovyscha [On Environmental Protection]. № 1264-XII (25.06.1991).
4. Pro zatverdzhennia Zahalnykh polozhen bezpeky pry povodzhenni z radioaktyvnymy vidkhodamy do yikh zakhoronennia [On approval of the General safety regulations for the management of radioactive waste before disposal]. № 279 (01.08.2017).
5. Marenets, A. O. (2019). *Monitorynh radiatsiinoho zabrudnennia terytorii Chornobylskoi zony vidchuzhennia v suchasnykh umovakh* [Monitoring of radiation pollution of the Chernobyl Exclusion Zone in modern conditions]. (Author's abstract of the final qualifying work for the master's degree in specialty 193 "Geodesy and Land Management"). ChNTU. Chernihiv [in Ukrainian].
6. Ivanov, Ye. A. (2004). *Radioekolohichni doslidzhennia. Radioekolohichni monitorynh v Ukraini* [Radioecological research. Radioecological monitoring in Ukraine]. Lviv: Vydavnychiy tsentr LNU imeni Ivana Franka [in Ukrainian].

## TECHNICAL SCIENCES AND TECHNOLOGIES

7. Instruksiiia iz ekspluatatsii ASKRO DSP ChAES [Operating instructions ASKRO ChSP NPP].
8. Bulhakova, O. V. (2017). *Monitorynh dovkillia ta okhorona navkolysnogo seredovyscha [Environmental monitoring and environmental protection]*. Kharkiv: KhNUMH im. O. M. Beketova [in Ukrainian].
9. Normy radiatsiinoi bezpeky Ukrainy. Dopovnennia: radiatsiinyi zakhyst vid dzherel potentsiinoho oprominennia NRBU-97/D-2000 (DHN 6.6.1.-6.5.061-2017) [Radiation safety standards of Ukraine. Additions: radiation protection from potential radiation sources NRBU-97 / D-2000].
10. Prohrama testuvannia RODOS, shcho vstanovliuietsia v okremykh korystuvachiv systemy. // Tekhnichniy proekt systemy pidtrymky pryiniattia rishen DP «NAEK «Enerhoatom» i VP AES dlia efektyvnoho y skoordynovanoho avariinoho reahuvannia, zasnovanoi na prohramnomu zabezpechenni RODOS, 2018 r. [RODOS testing program installed in individual system users // Technical design of the decision support system of NNEGEC Energoatom and NPP for effective and coordinated emergency response based on RODOS software] (2018).
11. Standarty bezpeky MAHATE. Systema upravlinnia dlia ustanovok i robit. (Vymohy bezpeky). GS-R-3 [IAEA safety standards. Control system for installations and works. (Security requirements)].
12. Tekhnichne zavdannya: Rozshyrennia systemy pidtrymky rishen RODOS v Ukraini na Chornobylsku zonu vidchuzhennia. Kontrakt 2016/374-667 [Terms of reference: Expansion of the RODOS decision support system in Ukraine to the Chernobyl Exclusion Zone].

UDC 502.504

Victor Movenko

**MONITORING OF RADIATION POLLUTION  
OF THE TERRITORY OF THE CHORNOBYL ZONE**

**Urgency of the Research.** Thirty-five years have passed since the Chernobyl accident. During this time, the environment has undergone constant changes under the influence of natural and human factors. Knowledge of these changes is impossible without the separation of anthropogenic processes from natural, which is why they organize special observations on various parameters of the biosphere, which change as a result of human activity. It is in the observation of the environment, the assessment of its actual state, and the forecasting of its development, that the essence of monitoring of radiation pollution of the territory of the Chernobyl zone is under the present conditions.

**Target setting.** Investigation of modern technological procedures and technical means of monitoring to further create a system of integrated radiological control of the environment will ensure the prevention and elimination of negative changes in the state of the environment in the territory of both the Chernobyl Exclusion Zone (ChEZ) and throughout Ukraine.

**Actual scientific researches and issues analysis.** Recent publications and reports on open access concerning the problems of monitoring of radiation pollution of the Chernobyl zone in the current conditions have been considered.

**Uninvestigated parts of general matters defining.** Maintaining integrated radio-ecological environmental monitoring in areas where radiation hazards are located requires constant monitoring and monitoring of the radiation environment in the environment in order to determine its level of contamination and respond quickly to emergencies and prevent possible radiation accidents, as well as to prevent their occurrence. and the environment.

**The research objective.** Comprehensive monitoring of radiation pollution requires the adaptation of the RODOS system to the conditions of the Chernobyl Exclusion Zone and potential specific sources of emissions in the ChEZ, the creation of a complete register of collected data for the adaptation of the RODOS system to the conditions of the ChEZ, a systematic description of sources of emissions from forest fires, fires, during the decommissioning of the ChNPP.

**The statement of basic materials.** The article deals with the issues of integrated radio-ecological monitoring of the environment in the areas of radiation hazard objects, the use of an automated radiation monitoring system (ASCRO), the implementation of a real time decision support system in response to nuclear accidents - RODOS in Chernobyl.

**Conclusions.** The implementation of ASCRO and RODOS systems in the Chernobyl zone has allowed to create a comprehensive system of radio-ecological environmental monitoring of the state, regional and local levels, which is intended to solve the main tasks of environmental safety management, including, at high risk objects.

**Keywords:** Chernobyl Exclusion Zone (ChEZ); radiation monitoring system (ASCRO); automated RODOS system.

Fig.: 4. References: 12.

**Мовенко Віктор Іванович** – старший викладач кафедри геодезії, картографії та землеустрою, Національний університет Чернігівська політехніка (вул. Белова 4, м. Чернігів, 14027, Україна).

**Movenko Victor** – senior lecturer of Department of Geodesy, Cartography and Land Management, Chernihiv National University of Technology (4 Bielova Str., 14035 Chernihiv, Ukraine).

**E-mail:** viktor.movenko@gmail.com

**ORCID:** [orcid.org/0000-0003-3395-3476](https://orcid.org/0000-0003-3395-3476)

**ResearcherID:** <http://www.researcherid.com/rid/H-2364-2016>

**Google Scholar:** <https://scholar.google.com.ua/citations?user=YNglHagAAAAJ&hl=uk>