

ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ В СИСТЕМАХ МУНІЦИПАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**В. С. Бахарев, І. В. Шевченко, С. С. Коваль, О. Л. Корцова**Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600, Україна. E-mail: v.s.baharev@gmail.com

Роботу присвячено розробці моделі інформаційно-аналітичної системи (ІАС), а також інформаційної технології моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні у частині прийняття рішень із забезпечення екологічної безпеки. Встановлено деструктивні причини, що формують певні негативні наслідки, які у кінцевому випадку впливають на ефективність роботи підсистеми розробки та прийняття управлінських рішень в системах екологічного моніторингу. Визначено базові задачі для розробки моделі ІАС моніторингу екологічний обстановки в регіоні та відповідної інформаційної технології. Проаналізовано методологічні проблеми побудови ІАС моніторингу. На цій основі визначено сучасні принципи побудови ІАС, що базуються на перспективних технологіях для автоматизованого збору, інтеграції та комплексного аналізу всіх видів інформації, що характеризує стан урбосистеми. Розроблено теоретико-множинну модель, як основу побудови структури інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу (ІАС ЕМ). Обґрунтовано структуру деталізованої моделі ІАС ЕМ, у складі якої чітко визначені функціональні підсистеми ІАС, комплекси що забезпечують функціонування ІАС, відносини, що пов'язують елементи ІАС в єдину структуру. Визначено склад і структуру основних функціональних елементів ІАС ЕМ. Розроблено загальну схему інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень з управління екологічною безпекою в системі муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря.

Ключові слова: екологічна безпека, інформаційно-аналітична система, екологічний моніторинг, атмосферне повітря, модель, інформаційна технологія моніторингу, урбосистема.

ИНФОРМАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ В СИСТЕМАХ МУНИЦИПАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**В. С. Бахарев, И. В. Шевченко, С. С. Коваль, Е. Л. Корцова**Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, г. Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: v.s.baharev@gmail.com

Работа посвящена разработке модели информационно-аналитической системы (ИАС), а также информационной технологии мониторинга атмосферного воздуха на муниципальном уровне в части принятия решений по обеспечению экологической безопасности. Установлены деструктивные причины, формирующие определенные негативные последствия, которые в конечном итоге влияют на эффективность работы подсистемы разработки и принятия управленческих решений в системах экологического мониторинга. Определены базовые задачи для разработки модели ИАС мониторинга экологической обстановки в регионе и соответствующей информационной технологии. Проанализированы методологические проблемы построения ИАС мониторинга. На этой основе определены современные принципы построения ИАС, основанные на перспективных технологиях для автоматизированного сбора, интеграции и комплексного анализа всех видов информации, характеризующей состояние урбосистемы. Разработана теоретико-множественная модель построения структуры информационно-аналитической системы экологического мониторинга (ИАС ЭМ). Обосновано структуру детализированной модели ИАС ЭМ, в составе которой четко определены функциональные подсистемы ИАС, комплексы обеспечивающие функционирование ИАС, взаимосвязи элементов ИАС в единую структуру. Определен состав и структура основных функциональных элементов ИАС ЭМ. Разработана общая схема информационной технологии мониторинга и поддержки принятия оперативных решений по управлению экологической безопасностью в системе муниципального экологического мониторинга атмосферного воздуха.

Ключевые слова: экологическая безопасность, информационно-аналитическая система, экологический мониторинг, атмосферный воздух, модель, информационная технология мониторинга, урбосистема.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Аналіз робіт [1–3] чітко вказує на той факт, що питання організації, технічного забезпечення та підвищення ефективності систем екологічного моніторингу атмосферного повітря є актуальними протягом останніх років. В Україні останні 25 років діє державна система моніторингу якості атмосферного повітря. Між тим інформаційно-технічне забезпечення даної системи потребує суттєвого вдосконалення та адаптації до імплементації активів Європейського Союзу у цій галузі. Актуальність розв'язання питань вдосконалення діючої системи моніторингу достатньо повно

відображено у роботах [4, 5]. При цьому зазначено, що задачі, які має розв'язувати державна система моніторингу якості атмосферного повітря є вельми відмінними від задач оцінювання якості атмосферного повітря на рівні техногенно-навантажених урбосистем (муніципальному рівні) [6]. Отже, в умовах децентралізації влади в нашій країні єдиним шляхом забезпечення повноти інформації про стан атмосферного повітря та ефективності прийняття та реалізації управлінських рішень є розробка систем муніципального моніторингу атмосферного повітря. На сьогодні основним елементом зазначених систем є

інформаційно-аналітичні системи (далі – ІАС) моніторингу з можливістю негайного сповіщення громади муніципалітету як про поточний стан так і про можливі різкі його зміни. Розв'язанню завдань побудови ІАС моніторингу якості атмосферного повітря присвячено значну кількість робіт. Так авторами робіт [7–11] показано, що в Україні одним із основних питань реалізації сучасної екологічної політики на всіх рівнях є якісне інформаційне забезпечення прийняття рішень у галузі екологічного управління. У результаті в роботі [12] запропоновано структуру ІАС муніципального моніторингу якості атмосферного повітря та структури складових ІАС і підсистем комплексної системи моніторингу. Комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми (на муніципальному рівні управління екологічною безпекою) представлена у вигляді схеми взаємодії ряду підсистем в її межах. Виділені такі підсистеми: прогнозування метеорологічних умов забруднення атмосфери та попередження про небезпечні метеоумови (НМУ); спостереження, із диференціацією якісних характеристик інформації постів контролю; презентації результатів спостережень, їх аналізу, напрацьованих рішень із широким та диференційованим доступом; оцінювання результатів спостережень і короткострокового прогнозування змін; незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря; накопичення вихідної, первинної та вторинної (у тому числі розроблених організаційно-управлінських рішень) інформації системи моніторингу (база даних). На цій основі розроблено: загальну структуру ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні; структуру ІАС у частині формування бази даних за результатами спостережень; структуру ІАС у частині роботи блока візуалізації даних; структуру ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації. Розроблено структурні схеми функціональних взаємозв'язків підсистеми попередження про НМУ, організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян, експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря. Особливу увагу приділено схемам візуалізації даних роботи комплексної системи моніторингу якості атмосферного повітря із виокремленням блоку формування пакетної інформації для авторизованих та неавторизованих користувачів. Між тим варто зазначити, що ефективність практичної реалізації розробленої ІАС має бути забезпечено розробкою моделі ІАС, а також моделі інформаційної технології моніторингу атмосферного повітря.

Метою роботи є розробка моделі ІАС, а також інформаційної технології моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні у частині прийняття рішень із забезпечення екологічної безпеки.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. У роботі [5] зазначено, що основною проблемою у спробах підвищення ефективності систем моніторингу екологічного середовища на муніципальному рівні є недосконалість організації підсистем спостереження

й оцінки, що у кінцевому випадку призводить до недостатньої обґрунтованості в підсистемі підтримки прийняття управлінських рішень, яка безпосередньо пов'язана з управлінням якістю компонентів довкілля. Встановлено базові причини недосконалість системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні, а саме відсутність:

- диференціації постів спостережень за характером інформації, що одержується.

- належної експертної оцінки результатів спостережень.

- прогнозування метеоумов, що формують забруднення атмосферного повітря (МУЗ) та попередження об'єктів промисловості про НМУ.

- структурованої бази даних системи моніторингу.

- широкого доступу громадськості до зрозумілих усім верствам населення міста результатів спостережень та їх аналізу.

Ці причини формують певні негативні наслідки, що впливають на ефективність роботи підсистеми розробки та прийняття управлінських рішень в системах екологічного моніторингу.

Таким чином, розробка моделі інформаційно-аналітичної системи моніторингу екологічний обстановки в регіоні та відповідної інформаційної технології є актуальною проблемою. Зазначена проблема ставить перед дослідниками ряд важливих задач:

- структуризація і формалізація неповних, нечітких, різнотипних і навіть суперечливих вихідних даних і знань про об'єкт на етапі збору інформації та формування бази знань (БЗ);

- обробка великих потоків інформації, які містять значну кількість контрольованих параметрів;

- забезпечення достовірності та інформативності даних на етапі їх обробки;

- забезпечення функціонування системи моніторингу в режимі реального часу.

Існують і методологічні проблеми побудови систем моніторингу. Основною з яких є відсутність єдиної концептуальної основи в побудові інформаційних технологій і систем моніторингу, які функціонують у різних умовах застосування та цільового призначення.

Проведений аналіз показує очевидну необхідність використання сучасних принципів, що базуються на перспективних інтелектуальних інформаційних технологіях для автоматизованого збору, інтеграції та комплексного аналізу всіх видів інформації, що характеризує стан екосистеми. Досвід розробки систем моніторингу складних процесів показує, що така система повинна забезпечувати виконання наступних функцій [13]:

- збір даних про первинні параметри процесів;
- моделювання найбільш важливих процесів в реальному часі;

- непряме вимірювання значень параметрів, недоступних для прямих вимірювань і виведення результатів вимірювань і обчислень на монітори операторів;

- перетворення значень первинних параметрів процесу в значення ознак ситуації;

- розпізнавання ситуації і підтримка прийняття оперативних рішень щодо корекції ситуації;

– періодичне уточнення параметрів моделей і поповнення бази знань;

– ведення бази даних моніторингу та історії випадків повідомлень і рекомендацій для користувачів.

При розробці системи моніторингу необхідно керуватися такими основними принципами:

– організаційна, інформаційна та функціональна єдність системи моніторингу;

– застосування методів і моделей обчислювального інтелекту для отримання даних непрямих вимірювань;

– уніфікація програмних, інформаційних і технічних засобів, забезпечення сумісності елементів підсистеми моніторингу;

– сукупність спільно функціонуючих модулів (компонентів) має забезпечувати взаємодію через єдине інформаційне середовище.

Для максимального задоволення всіх перерахованих суперечливих вимог, що пред'являються до автоматизованих систем моніторингу, необхідно відійти від традиційно використовуваних при проектуванні таких систем технологій і архітектур, і врахувати наступні сучасні тенденції та перспективи розвитку інформаційних технологій:

– перехід від класичних обчислень до альтернативних інтелектуальних способів організації обчислювального процесу;

– багатоагентний підхід до побудови систем моніторингу та підтримки прийняття рішень.

З урахуванням сказаного вище, необхідно розробити теоретико-множинну модель, як основу побудови структури інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу (ІАС ЕМ).

У загальному вигляді модель ІАС ЕМ можна представити коротко:

$$M_{ic} = \langle F, K3, R \rangle,$$

де F – функціональні підсистеми ІАС, K3 – комплекси що забезпечують функціонування ІАС; R – відносини, що зв'язують елементи ІАС в єдину структуру.

Вказану модель може бути деталізовано, наприклад, для розв'язання проблем недосконалості систем моніторингу атмосферного повітря. Деталізована модель повинна включати такі функціональні підсистеми: підсистему моніторингу параметрів екосистеми; підсистему підтримки прийняття рішень; наступні комплекси: інформаційний – бази даних значущих параметрів, комплекс якості екологічної обстановки, комплекс математичних моделей, що використовуються для вирішення задач моніторингу та розпізнавання ситуацій, комплекс алгоритмів розв'язання задач моніторингу, розпізнавання та підтримки прийняття рішень, комплекс інструментальних програмних засобів, що реалізують функціональні завдання ІАС ЕМ, організаційний комплекс ІАС ЕМ, тобто організаційні принципи і документи, що регламентують контроль екологічної обстановки; наступні взаємопов'язуючі відношення: відображення множини показників якості управління на множині показників якості екологічної обстановки, розподіл моделей по підсистемам, відношення впливу функціональних підсистем на якість екологічної обстановки. Варто зазначити, що структуру представ-

леної моделі може бути уточнено залежно від особливостей практичного застосування процесу моделювання.

Для синтезу підсистеми підтримки прийняття рішень потрібно розробити її модель, а також модель пошуку оперативних рішень для особи, що приймає рішення (ОПР). Для цього, насамперед, сформулюємо задачу прийняття рішень з урахуванням специфіки предметної області. Задача пошуку рішень формулюється наступним чином: задається деяка підмножина початкових станів, підмножина кінцевих станів і множина правил перетворення станів. Потрібно знайти таку послідовність правил, яка дозволяє керованому об'єкту перейти з поточного стану в бажане чи припустиме.

Основоположними елементами інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) є моделі представлення проблемних ситуацій, моделі пошуку рішень, а також засоби організації діалогової взаємодії з користувачем (експертом, ОПР) і засоби зв'язку з іншими інформаційними системами. Проблема ситуація може описуватися за допомогою деякої виділеної множини ознак або за допомогою деякої структури, що дозволяє відображати різні зв'язки (відносини) між елементами проблемної області. В якості таких структур можна використовувати будь-які відомі моделі знань. Модель пошуку рішень визначає допустимі перетворення ситуацій і набір стратегій застосування цих перетворень.

Приклад розробки нечіткої моделі розпізнавання ситуації в процесі моніторингу наведений у роботі [14].

Послідовність дій щодо побудови моделі, що дозволяють визначити склад і структуру основних функціональних елементів ІАС ЕМ представлено на блок-схемі (рис. 1).

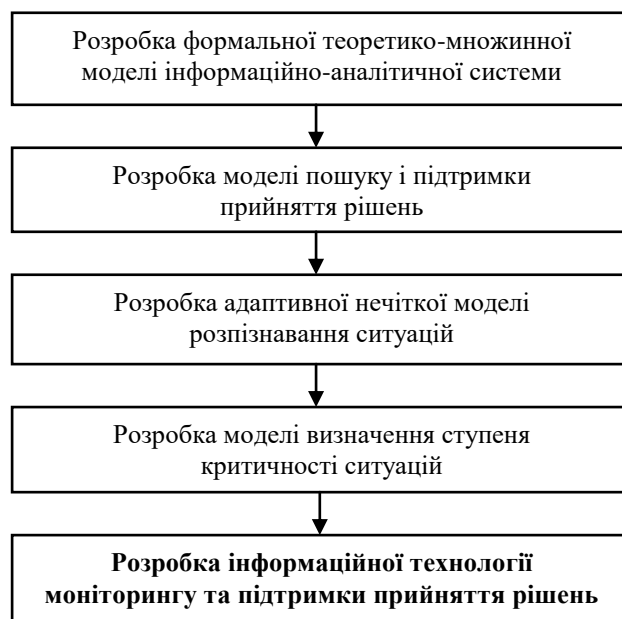


Рисунок 1 – Блок-схема алгоритму розробки інформаційної технології та підтримки прийняття рішень в системі муніципального екологічного моніторингу

У разі розробки зазначених вище складових ІАС на муніципальному рівні буде сформовано базис підсистем комплексної системи моніторингу, що дозволить забезпечити її ефективність. Наявність розгалужених безпосередніх взаємозв'язків підсистем у комплексі мають забезпечувати єдність системи моніторингу для раціонального виконання поставлених завдань.

На рис. 2 показано загальну схему інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень щодо екологічної безпеки.

Розглянемо процеси збору, обробки і передачі інформації, що показані на рис. 2.

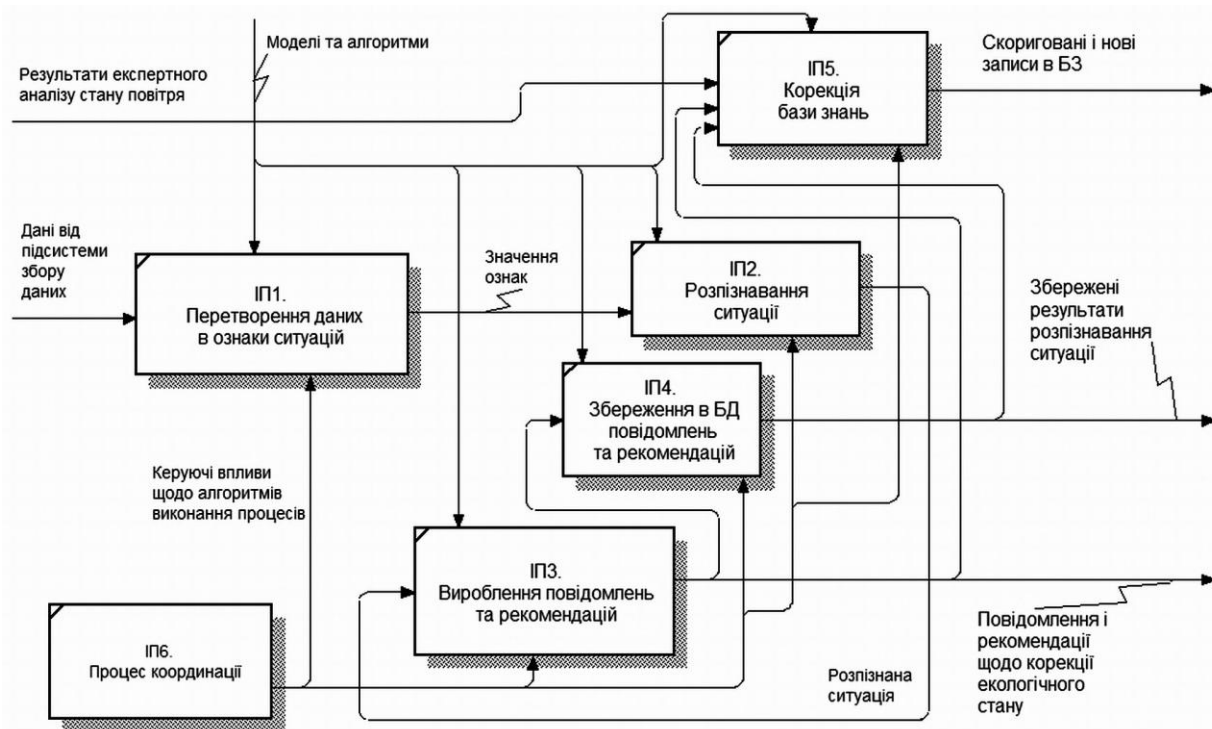


Рисунок 2 – Загальна схема інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень

ІП1. Обчислення трендів по часових рядах даних. Перетворення даних в значення ознак ситуацій.

ІП2. Розпізнавання ситуацій. При використанні нечіткої моделі розпізнавання та бази знань (БЗ) процес виконується за наступним алгоритмом:

КРОК 1. Фіксація поточних значень ознак ситуацій.

КРОК 2. Розрахунок поточних значень ступенів належності для ознак ситуацій.

КРОК 3. Обчислення ступенів істинності лівих частин правил в БЗ розпізнавання ситуацій.

КРОК 4. Акумуляція результатів, отриманих на кроці 3. Визначення правила, що має найбільший ступінь істинності.

КРОК 5. Обчислення числового і лінгвістичного значення ступеня критичності ситуації.

КРОК 6. Генерація повідомлення для ОПР із зазначенням поточної ситуації і ступеня критичності.

Кінець.

ІП3. Вироблення повідомлень і рекомендацій. Процес виконується за наступним алгоритмом:

За запитом до підсистеми збору даних в підсистемі моніторингу надходять поточні значення даних (виміряних значень параметрів навколишнього середовища в відповідних точках підконтрольної урбосистеми). Отримані значення у відповідних форматах передаються в оперативну пам'ять ЕОМ і зберігаються в окремих масивах БД з відповідним значенням дискретного часу t_i .

Проводиться нормування даних і їх агрегація – розподіл даних за таблицями БД СППР.

КРОК 1. Фіксація результатів розпізнавання ситуації.

КРОК 2. Обчислення ступенів істинності лівих частин правил в БЗ з видачі рекомендацій.

КРОК 3. Визначення правила, що має найбільший ступінь істинності.

КРОК 4. Видача повідомлення і рекомендації для ОПР відповідно до обраного правила.

Кінець.

ІП4. Збереження в БД повідомлень і рекомендацій.

ІП5. Корекція вмісту БЗ за результатами порівняння оцінок експертів і висновків СППР.

ІП6. Координація виконання процесів ІП1-ІП5.

Таким чином, розроблено загальну схему інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень з управління екологічною безпекою в системі муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря.

ВИСНОВКИ. Встановлено, що загально прийнята структурно-логічна схема організації системи мо-

ніторингу атмосферного повітря в Україні на сьогодні не є такою, що адекватно відображає сукупність підсистем, які мають забезпечувати її ефективність, тобто адекватну та своєчасну реакцію на прогнозовані проблеми, що пов'язані з екологічною безпекою в сфері забруднення атмосферного повітря на рівні конкретних урбанізованих територій (на муніципальному рівні). Розроблено модель структури інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень щодо заходів, які забезпечують екологічну безпеку урбанізованих територій. Розроблено загальну схему інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень з управління екологічною безпекою в системі муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря.

Результати роботи мають бути застосовані при розробці інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень з екологічної безпеки на рівні конкретних урбосистем в техногенно навантажених регіонах України.

ЛІТЕРАТУРА

1. Bhargava, R. (1998), "Atmospheric air pollution monitoring", *Indian Journal of Engineering and Material Sciences*, vol. 5, pp. 249–254.
2. Namieśnik, J., Wardencki W. (2002), "Monitoring and Analytics of Atmospheric Air Pollution", *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 11, no. 3, pp. 211–218.
3. Thunis1, P., Degraeuwe1, B., Pisoni, E., Meleux, F., Clappier, A. (2017), "Analyzing the efficiency of short-term air quality plans in European cities, using the CHIMERE air quality model", *Air Qual Atmos Health*, vol. 10, pp. 235–248.
4. Бахарев В.С., Журавська М.К., Маренич А.В. Аналіз адекватності діючої мережі та обґрунтування пропозицій щодо розміщення стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря у м. Кременчук // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2016. – Вип. 4 (99). – С. 80–87.
5. Бахарев В.С. Недосконалість існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистем: причини, наслідки, шляхи вдосконалення // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2016.– Вип. 5 (100). – С. 76–81.
6. Бахарев В.С., Маренич А.В. Теоретичний базис розробки систем моніторингу якості атмосферного повітря урбосистем з використанням пересувних лабораторних комплексів // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2016.– Вип. 5 Ч.2 (102). – С. 77–82.
7. Яцишин А.В., Попов О.О., Артемчук В.О. Використання інформаційних технологій в задачах управління екологічною безпекою // Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. – Вип. 2/2013(41). – С.289–294.
8. Артемчук В.А., Грибан О.А. Информационно-аналитическая система эколого-энергетического мониторинга // Моделирование та інформаційні технології. – 2010. – Т. 1, спец. вип. С. 120–128.
9. Koryagin M., Marinova O., Izhmulkina E. Information-analytical system of environmental monitoring technologically disturbed landscapes // 3rd Conference with International Participation Conference VIVUS – 14th and 15th November 2014, Slovenia. P. 460–468.
10. Байбуз О.Г., Сидорова М.Г., Сидорова Л.П. Інформаційно-аналітична система моніторингу поверхневих вод «ANALIT» // Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. – 2015. Том 19. – С. 103–111.
11. Курочкін В.М. Система «ELFINTEST» обробки даних моніторингу довкілля на основі кластеризації // Наукоємні технології. – 2015. – № 2 (26). – С. 127–132.
12. Бахарев В.С. Структура інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2017.– Вип. 3 (104). Ч.1. – С. 85–92.
13. Шевченко І.В. Проблемы мониторинга сложных технологических процессов и систем // Актуальні питання та організаційно-правові основи міжнародного співробітництва у сфері високих технологій : матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. – Київ, 2014. – С. 81–84.
14. Шевченко І.В., Дымченко Н.Н., Грицаков С.А. Диагностика неблагоприятных ситуаций в процессе выращивания монокристаллов полупроводников // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2014.– Вип. 1(84). Ч.1. – С. 85–92.

INFORMATIONAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF ECOLOGICAL SAFETY MANAGEMENT IN MUNICIPAL ATMOSPHERIC AIR MONITORING SYSTEMS

V. Bakharev, I. Shevchenko, S. Koval, O. Kortsova

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine. E-mail: v.s.baharev@gmail.com

Purpose. To develop the IAS model and the model of information monitoring technology for atmospheric air at the municipal level in terms of making decisions on environmental safety. **Methodology.** General scientific methods for the development of fuzzy recognition model situation have been used. **Results.** The composition and structure of the IAS monitoring main functional elements have been determined. The modern IAS construction principles based on advanced technologies for automated collection, integration and complex analysis of all types of information characterizing the urban system condition have been determined. The general scheme of information technology and support of making

operational decisions on environmental safety management in the municipal environmental atmospheric air monitoring system has been developed. **Originality.** A theoretical-plural model as the basis for constructing the ecological monitoring information-analytical system structure have been developed. **Practical value.** The results of the work should be applied in developing an information and analytical system for monitoring and supporting decision-making on environmental safety at the level of concrete urban systems in technogenically loaded regions of Ukraine. References 13, tables 0, figures 3.

Key words: environmental safety, information-analytical system, ecological monitoring, atmospheric air, model, information monitoring technology, urban system.

REFERENCES

1. Bhargava, R. (1998), "Atmospheric air pollution monitoring", *Indian Journal of Engineering and Material Sciences*, vol. 5, pp. 249–254.
2. Namieśnik, J., Wardencki W. (2002), "Monitoring and Analytics of Atmospheric Air Pollution", *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 11, no. 3, pp. 211–218.
3. Thunis, P., Degraeuwe, B., Pisoni, E., Meleux, F., Clappier, A. (2017), "Analyzing the efficiency of short-term air quality plans in European cities, using the CHIMERE air quality model", *Air Qual Atmos Health*, vol. 10, pp. 235–248.
4. Bakharev, V., Marenych, A., Zhuravska, M. (2016), "The adequacy of the existing network and justification of proposals for the of stationary atmospheric air state observation posts location in Kremenchuk", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 4, no. 99, pp. 80–87.
5. Bakharev, V. (2016), "The imperfection of the existing system of atmospheric air ecological monitoring at the level of urbosystem: causes, consequences, ways of improving", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 5, no. 100, pp. 76–81.
6. Bakharev, V., Marenych, A. (2016), "The theoretical basis for the development of urban system's atmospheric air quality monitoring systems using mobile laboratory complexes", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 5(2), no. 100, pp. 77–82.
7. Yatsyshyn, A., Popov, O. and Artemchuk, V. (2013), "The use of information technologies in the tasks of management ecological safety", *Pratsi Odeskogo politekhnichnogo universytetu*, vol.2, no.41, pp. 289–294.
8. Artemchuk, V., Griban, O. (2010), "Information-analytical system of ecological-energy monitoring", *Modeluvannia ta informaciyini technologii*, – vol. 1, special no., pp. 120–128.
9. Koryagin, M., Marinova, O., Izhmulkina, E. (2014), "Information-analytical system of environmental monitoring technologically disturbed landscapes" *3rd Conference with International Participation Conference VIVUS – 14th and 15th November 2014, Slovenia*, pp. 460–468.
10. Baybuz, O., Sidorova, M., Sidorova, L. (2015), "Information-analytical system of surface waters monitoring «ANALIT», *Aktual'ni problemi avtomatizacii ta informacijnih tehnologij*, vol 19, pp. 103 – 111.
11. Kurochkin, V.M. (2015), "Environmental data monitoring system «ELFINTEST» based on clustering", *Science-Based Technologies*, vol. 2, no. 26, pp. 127–132.
12. Bakharev, V. (2017), "Structure of the information-analytical system of municipal monitoring of the quality of atmospheric air", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 3(1), no. 104, pp. 85–92.
13. Shevchenko, I. (2014), "The problems of monitoring complex technological processes and systems", *Current issues and organizational and legal basis for international cooperation in high technology, Proceedings of the 10th International Conference*, Kyiv, pp. 81–84.
14. Shevchenko, I., Dymchenko, N., Gricakov, S. (2014), "Diagnosis of unfavorable situations in the process of growing single crystals of semiconductors", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, vol. 1(1), no. 84, pp. 34–43.

Стаття надійшла 27.06.2017.