

СТРУКТУРА ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ МУНІЦИПАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

В. С. Бахарев

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, Кременчук, 39600, Україна. E-mail: v.s.baharev@gmail.com

Запропоновано структуру інформаційно-аналітичної системи (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.

Ключові слова: інформаційно-аналітична система, екологічний моніторинг, атмосферне повітря, якість, муніципальний моніторинг.

СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МУНИЦИПАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В. С. Бахарев

Кременчугский национальный университет имени Михаила Остроградского
ул. Первомайская, 20, Кременчуг, 39600, Украина. E-mail: v.s.baharev@gmail.com

Предложена структура информационно-аналитической системы (ИАС) муниципального мониторинга качества атмосферного воздуха, структуры составляющих ИАС и подсистем комплексной системы мониторинга. Комплексная система экологического мониторинга атмосферного воздуха на уровне урбосистемы (на муниципальном уровне управления экологической безопасностью) представлена в виде схемы взаимодействия ряда подсистем. Выделены следующие подсистемы: прогнозирования метеорологических условий загрязнения атмосферы и предупреждения о неблагоприятных метеоусловиях (НМУ), с дифференциацией качественных характеристик информации постов контроля; презентации результатов наблюдений, их анализа, наработанных решений с широким и дифференцированным доступом; оценки результатов наблюдений и краткосрочного прогнозирования; независимого экспертного оценивания текущей и оперативной информации о состоянии загрязнения атмосферного воздуха; накопления исходной, первичной и вторичной (в том числе разработанных организационно-управленческих решений) информации системы мониторинга (база данных). На этой основе разработаны: общая структура ИАС мониторинга качества атмосферного воздуха на муниципальном уровне; структуру ИАС в части формирования базы данных по результатам наблюдений; структуру ИАС в части работы блока визуализации данных; структуру ИАС в части обработки запросов на информацию и ее визуализации. Разработаны структурные схемы функциональных взаимосвязей подсистемы предупреждения о НМУ, организации оперативных наблюдений на основе анализа обращений граждан, экспертного оценивания текущей и оперативной информации о состоянии загрязнения атмосферного воздуха. Особое внимание уделено схемам визуализации данных работы комплексной системы мониторинга качества атмосферного воздуха с выделением блока формирования пакетной информации для авторизованных и неавторизованных пользователей.

Ключевые слова: информационно-аналитическая система, экологический мониторинг, атмосферный воздух, качество, муниципальный мониторинг.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На сьогодні в Україні діє державна система моніторингу довкілля, у тому числі – моніторингу якості атмосферного повітря. Між тим, з огляду на суттєві відмінності у завданнях системи спостережень і оцінювання якості атмосферного повітря на загальнодержавному рівні від більш практично орієнтованих завдань, що постають перед системами моніторингу

атмосферного повітря на рівні техногенно навантажених урбосистем [1], питання розробки останніх саме на муніципальному рівні є нагальною проблемою. В таких умовах актуальним постає завдання методологічного та методичного забезпечення організації систем муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря їх інтеграцією в державну систему моніторингу

довкілля [2]. Врахування розбіжностей у виконанні завдань між державною та муніципальною системами на етапі організації останньої має бути сформовано концепцію екологічного моніторингу атмосферного повітря [2]. Для цього вкрай необхідним заходом є побудова муніципальної інформаційно-аналітичної системи моніторингу з можливістю негайного сповіщення громади муніципалітету як про поточний стан так і про можливі різкі його зміни.

Таким чином метою роботи є розробка структури інформаційно-аналітичної системи (ІАС) муніципального моніторингу якості атмосферного повітря, структури складових ІАС і підсистем комплексної системи моніторингу.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Однією з вихідних задач при формуванні теоретичних аспектів для розробки будь-якої системи є необхідність встановлення зв'язку даної конкретної проблеми із базовою (загальноосвітньою) концепцією розвитку суспільства. Авторами роботи [3] аргументовано зазначено, що екологічна сталість є одним з важливих концепцій планування з моменту її започаткування в галузі економіки та екологічного мислення для оцінки міського розвитку. Зазначено, також, необхідність проведення порівняльного аналізу на основі індикаторного підходу в конкретній міській місцевості та включення в оцінювання різних місцевих проблем, тим самим підвищуючи довгострокову стійкість міст. Авторами роботи [4] під час обґрунтування системи індикаторів сталого розвитку урбосистем зроблено висновок, що у загальній сукупності індикаторів визначальна роль належить тим, що можуть характеризувати якість життя населення на урбанізованих територіях. При проведенні узагальненого аналізу проблем якості життя у великих містах [5] чітко зазначено, що індикатори, які характеризують вплив екологічних чинників внутрішнього і зовнішнього середовища є рівнозначними на рівні з іншими – економічно та соціально спрямованими. Таким чином базовою концепцією досліджень нашої роботи є концепція сталого розвитку населених міст в межах якої фактори житлового середовища розглядаються нерозривно з поняттям «якість атмосферного повітря». Загалом, під час проведення оцінювання якості життя населення урбосистем, варто враховувати, що екологічна складова береться за основу поступового і всеохоплюючого сталого розвитку людства [6]. Обґрунтувати такий вибір можна висновками ООН про те, що людина є частиною природи. При цьому в умовах необхідності здійснення багатофакторної оцінки авторами [6] обґрунтовано підхід до впровадження положень концепції сталого розвитку зі зміщенням акценту на екологічну безпеку, рівень якої має визначатися на основі як безпосереднього спостереження так й інтегрального оцінювання. Отже, враховуючи вищезазначені теоретичні підходи, можна чітко сформулювати логічну схему взаємозв'язку теоретичних концепцій: сталий розвиток людства – якість життя населення на урбанізованих територіях - екологічна безпека міського середовища – система спостереження за якістю компонентів довкілля – систе-

ма екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні. Ця логічна схема є теоретичним базисом для розробки як муніципальних систем екологічного моніторингу так і ІАС для їх практичної реалізації.

Загально прийнята структурно-логічна схема організації системи моніторингу довкілля в Україні не є цілком придатною для розв'язання завдань управління екологічною безпекою в сфері забруднення атмосферного повітря на рівні конкретних урбанізованих територій (на муніципальному рівні) [1]. У таких умовах варто сформулювати базовий перелік завдань, що має вирішувати система моніторингу на рівні урбосистем та базуючись на цій основі запропонувати структурно-логічну схему муніципальної системи моніторингу якості атмосферного повітря.

У роботі [7] встановлено, що основними завданням муніципальних органів контролю якості атмосферного повітря є:

- координація дій з питань захисту атмосферного повітря між виборними представниками, громадою та об'єктами, що формують екологічну небезпеку;
- стратегічне, довгострокове та короткострокове планування заходів, спрямованих на забезпечення належної якості атмосферного повітря;
- інформаційна та роз'яснювальна робота з питань змін стану атмосферного повітря, у тому числі, на основі результатів спостережень;
- оперативне реагування на різкі негативні зміни стану атмосферного повітря;
- організація роботи служб оперативного контролю якості атмосферного повітря, короткострокового прогнозування змін;
- інституціональне забезпечення дії системи прийняття організаційних рішень.

Аналіз наведених типових завдань місцевої влади щодо оцінювання якості атмосферного повітря вказує по перше на необхідність виконання завдань державної системи моніторингу на рівні муніципалітету, а по друге підтверджує тезис, що виконання усієї повноти завдань, що полягатимуть не лише у координації, але й у прямому управлінні ситуацією потребує створення власних муніципальних систем моніторингу.

Розв'язанню завдань побудови ІАС моніторингу якості атмосферного повітря присвячено значну кількість робіт. Так авторами [8] 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. Здійснено аналіз можливостей геоінформаційних технологій при розв'язанні завдань управління екологічною безпекою навколишнього середовища. Описано основні можливості та переваги спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем оцінки стану екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери. Наведено приклади використання цих систем. У роботі [9] представлено структуру спеціалізованої інформаційно-аналітичної системи еколого-енергетичного моніторингу (AISEEM). Яка на думку авторів є найбільш актуальною для вирішення нагальних еколо-

гічного моніторингу приземного шару атмосфери та контролю екологічного стану навколишнього середовища на рівні міста або регіону. Авторами роботи [10] презентовано ІАС екологічного моніторингу вуглевидобувного району. У роботі [11] запропоновано інформаційну технологію кластерного аналізу результатів моніторингу для обґрунтування пунктів спостережень, об'ємів і періодичності гідрохімічних випробувань та подано опис розробленої інформаційно-аналітичної системи моніторингу поверхневих вод «AnallIT». Автором роботи [12] система «Elfintest» обробки даних моніторингу довкілля на основі кластеризації. За результатами аналізу вищенаведених робіт варто зазначити, що переважна більшість з них спрямована на розв'язання конкретних завдань моніторингу шляхом адаптації та вдосконалення програмного забезпечення. Між тим питання теоретичного екоцентрованого комплексного обґрунтування структури муніципальних систем моніторингу лишається не вирішеним. Однак деякі концептуальні підходи до побудови ІАС моніторингу прийняті нами як теоретична основа власних досліджень.

Отже, базуючись на принципах системного підходу та розглядаючи систему екологічного моніторингу атмосферного повітря як самостійну одиницю мезосистеми моніторингу довкілля в макросистемі екологічної безпеки держави. Враховуючи той факт, що структура системи моніторингу має певний рівень ієрархічності та включає в себе підсистеми, які є окремими та цілком самостійними логічними її

елементами нами пропонується систему екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні як комплексний об'єкт. Базуючись на встановлених в [1] причинах недосконалості нами запропоновано такі складові комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря:

1. Підсистема прогнозування метеорологічних умов забруднення (МУЗ) та попередження про настання несприятливих метеоумов (НМУ).
2. Підсистема спостереження із диференціацією якісних характеристик інформації постів контролю.
3. Підсистема презентації результатів спостережень, їх аналізу, напрацьованих рішень із широким та диференційованим доступом.
4. Підсистема оцінювання результатів спостережень і короткострокового прогнозування змін.
5. Підсистема незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря.
6. Підсистема накопичення вихідної, первинної та вторинної (у тому числі розроблених управлінських рішень) інформації системи моніторингу (база даних).

Таким чином комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми (на муніципальному рівні управління екологічною безпекою) може бути представлена у вигляді схеми взаємодії визначених вище підсистем в її межах. Загальний вигляд схеми моніторингу представлено на рис. 1.



Рисунок 1 – Структурно-логічна схема взаємодії підсистем в межах комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми

Комплексність системи забезпечує логічне поєднання служб-підсистем у частині взаємозв'язку результатів виконання завдань із загальною метою забезпечення населення достовірною та диференційованою інформацією про стан атмосферного повітря, а також – найголовніше – одержання чітких аргументованих підстав для прийняття організаційно-управлінських рішень із забезпечення екологічної безпеки.

Враховуючи той факт, одним з найважливіших елементів представленої комплексної системи моніторингу є підсистема презентації результатів, тобто їх візуалізації, а також той факт, що сучасні системи екологічного моніторингу використовують картографічні ресурси із застосуванням ГІС-технологій нами визначено елементи «шарової» структури запропонованої ІАС, які наведено на рис. 2.

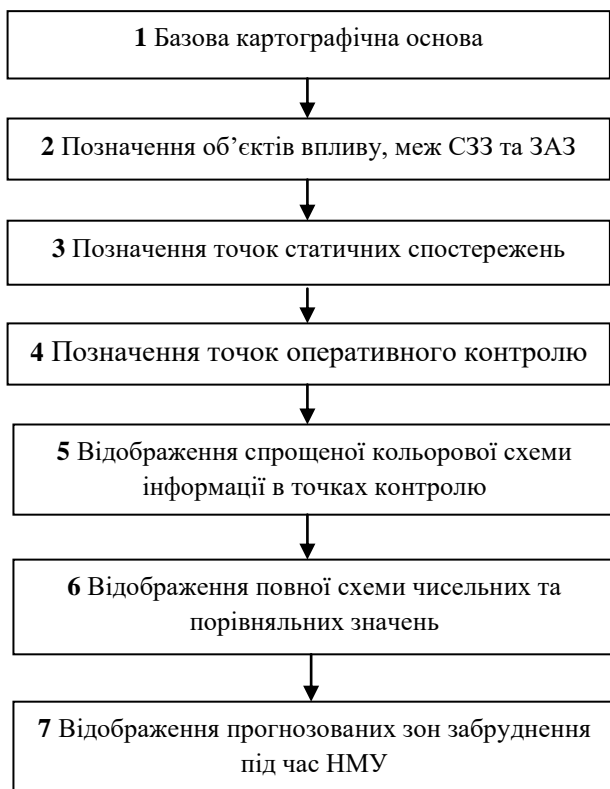


Рисунок 2 – Пошарова структура ІАС

В основу обґрунтування наведеної структури покладено такі теоретичні підстави: 1) На картографічному шарі мають бути позначені об'єкти впливу з нанесенням меж їх санітарно-захисних зон (СЗЗ) та зон активного забруднення (ЗАЗ); 2) Мають бути позначені місця розташування стаціонарних та режимних спостережень; 3) Окремо мають бути позначені точки оперативного спостереження, мобільного контролю; 4) Для категорії неавторизованих користувачів має відображатись спрощена кольорова схема візуалізації результатів спостережень; 5) Категорія авторизованих користувачів повинна мати доступ до повної схеми результатів роботи системи моніторингових спостережень; 6) У разі прогнозування МУЗ має бути відображено зону очікуваного підвищеного рівня забруднення атмосферного повітря.

Враховуючи структуру комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми, а також для визначення базової структури ІАС нами було розроблено структурно-функціональні схеми: підсистеми прогнозування МУЗ та попередження про НМУ в структурі ІАС муніципального моніторингу (рис. 3); Підсистема оцінювання результатів спостережень, оперативного реагування та короткострокового прогнозування змін. (Організація оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян) (рис. 4); Підсистеми незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря (рис. 5). А також запропоновано структуру пакету інформації для експертного оцінювання (рис. 6).

На основі структури, наведеної на рис. 2 нами було розроблено: структури ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації та у частині роботи блока візуалізації даних (рис. 7 та 8 відповідно).

Базуючись на результатах аналізу роботи існуючих систем моніторингу якості атмосферного повітря саме у частині інформації, що є результатом роботи системи спостережень [1, 7] розроблено структури ІАС у частині формування бази даних за результатами спостережень (рис. 9).

Логічне поєднання розроблених схем дозволило запропонувати загальну структуру ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні, яку наведено на рис. 10.

Запропонована нами структура ІАС на відміну від існуючих дозволить вирішити актуальні питання: обґрунтованої організації оперативних спостережень за станом довкілля, у тому числі базуючись на аналізі звернень громадян; оперативного зв'язку служби прогнозування НМУ із службою сповіщення громадян та ін.

ВИСНОВКИ. 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; структура ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації, а також структурна схема роботи блоку візуалізації даних дозволить диференціювати інформацію за різними схемами залежно від рівня доступу та авторизації користувачів системи, забезпечуючи таким чином повноту доступу до екологічної інформації відповідно до законодавства.

У подальших дослідженнях нами буде розроблено: модель ІАС, а також інформаційну технологію моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні у частині прийняття рішень із забезпечення екологічної безпеки.

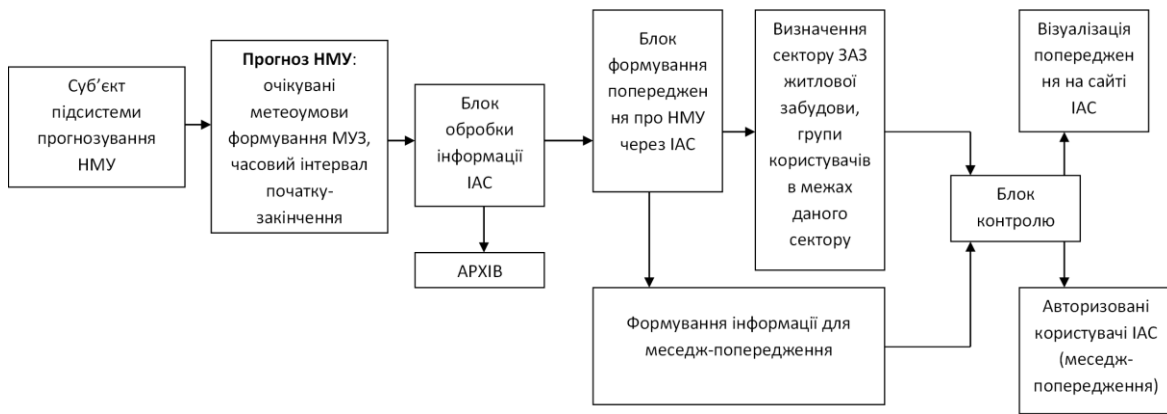


Рисунок 3 – Підсистема прогнозування МУЗ та попередження про НМУ в структурі ІАС муніципального моніторингу. (Попередження про НМУ)

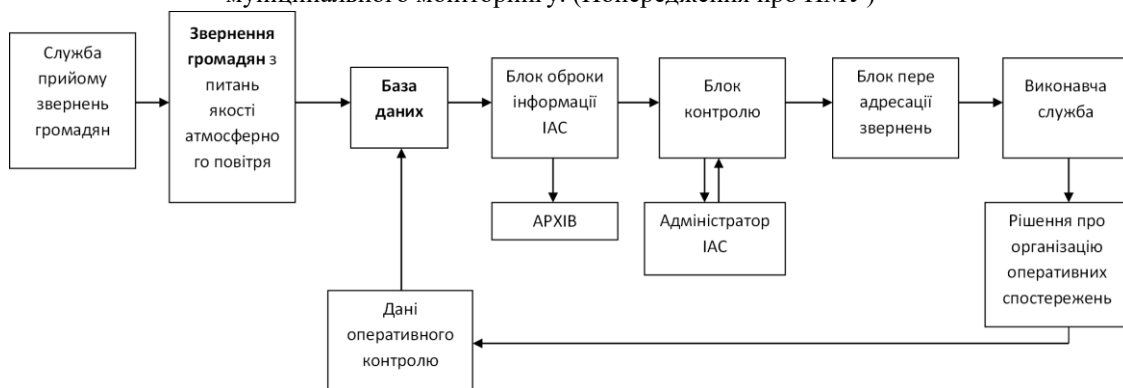


Рисунок 4 – Підсистема оцінювання результатів спостережень, оперативного реагування та короткострокового прогнозування змін. (Організація оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян)

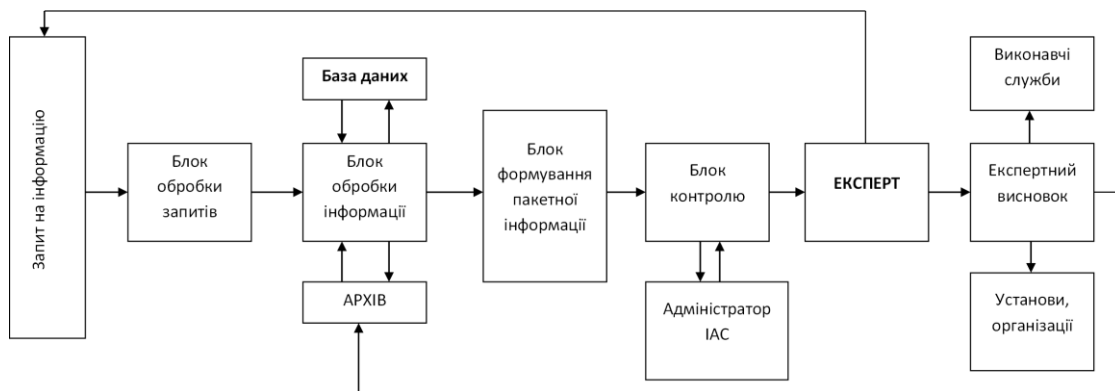


Рисунок 5 – Підсистема незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря

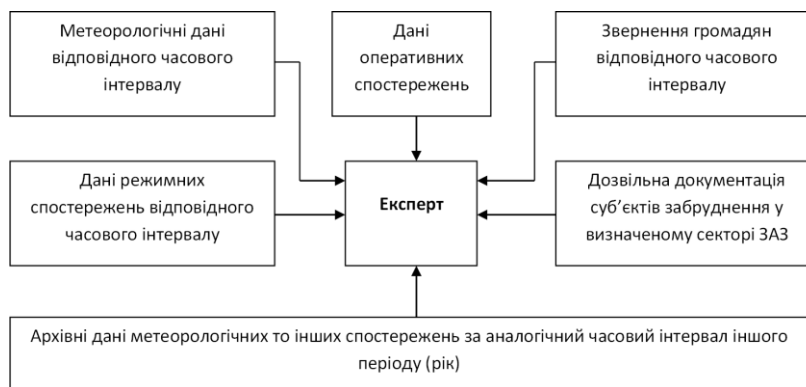


Рисунок 6 – Структура пакету інформації експерта



Рисунок 7 – Структура ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації

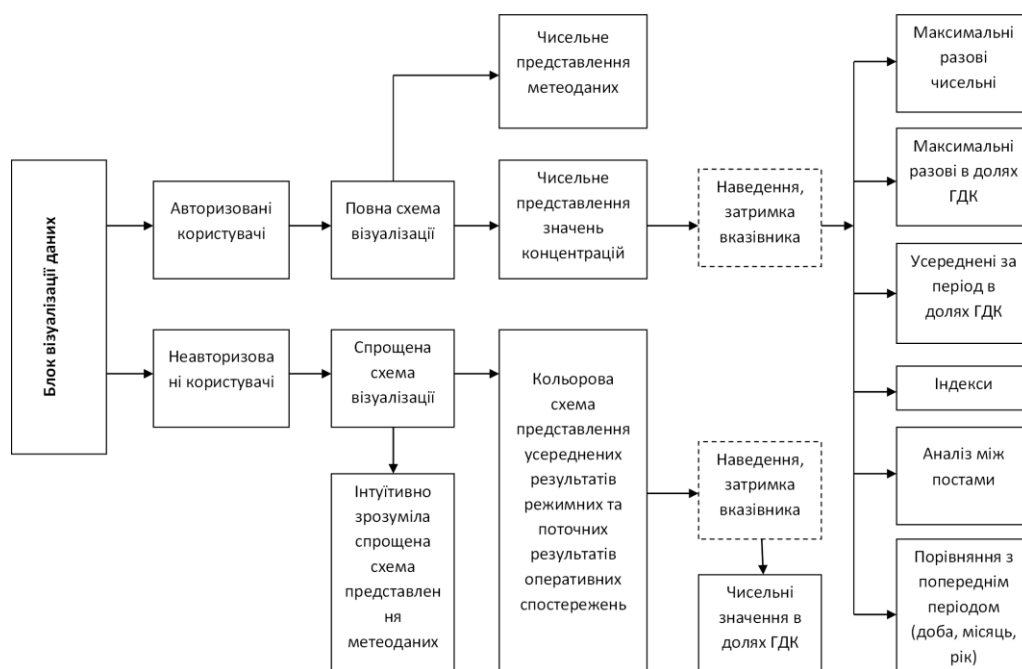


Рисунок 8 – Структура ІАС у частині роботи блока візуалізації даних

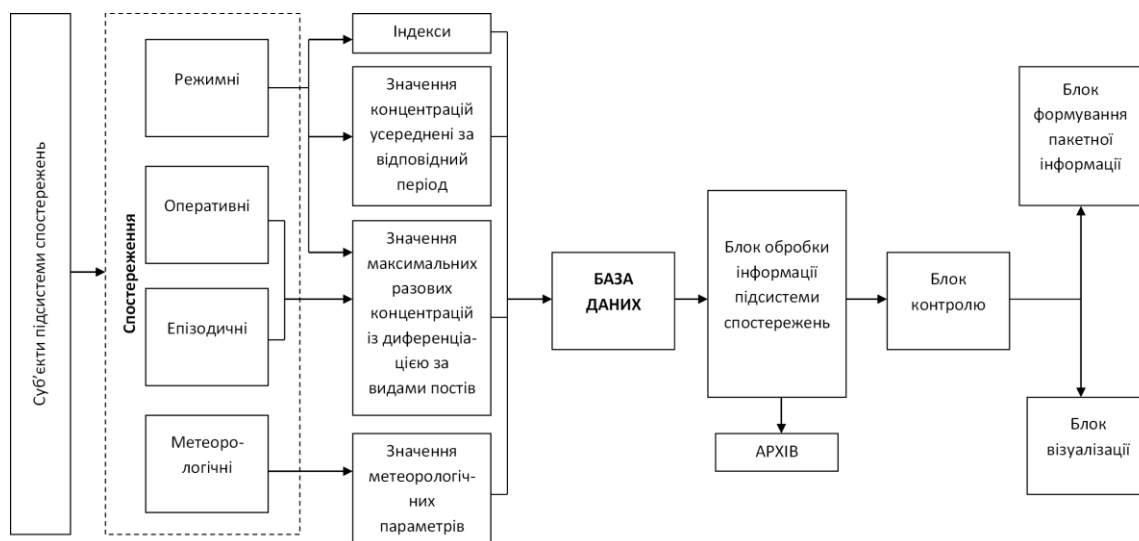


Рисунок 9 – Структура ІАС у частині формування бази даних за результатами спостережень

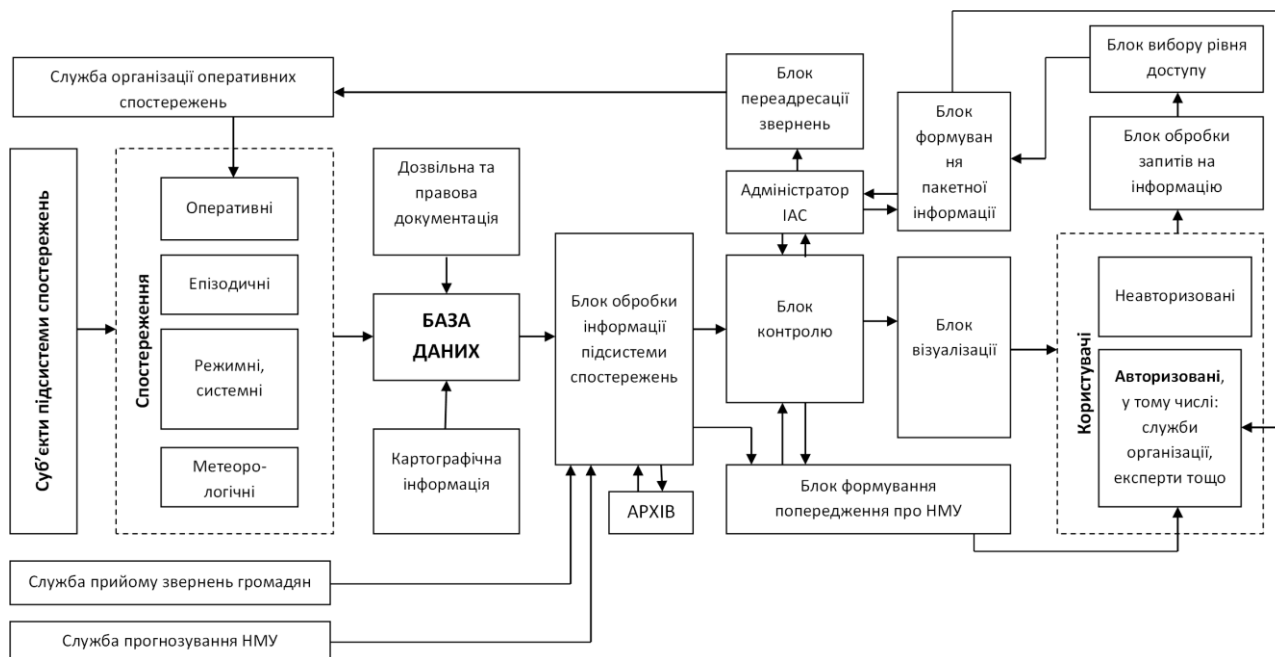


Рисунок 10 – Структура ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні

ЛІТЕРАТУРА

1. Бахарев В.С. Недосконалість існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми: причини, наслідки, шляхи вдосконалення // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2016.– Вип. 5 (100). – С. 76–81.

2. Marenych A., Sankov P, Hilov V. The key aspects of atmospheric air ecological monitoring concept formation at the urban systems level // International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology. – 2017. – Vol. 4 Issue 7. – P. 133–139.

3. Hiremath R., Balachandra P. et al. Indicator-based urban sustainability – A review // Energy for Sustainable Development. – 2013. – Vol. 17, Issue 6. – P. 555–563.

4. Huang Lu, Jianguo Wu, Lijiao Yan. Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators // Landscape Ecol. – 2015, 30. – P. 1175–1193.

5. Glebova I., Khabibrahmanova R. Life Quality Evaluation in the Million-Plus Population Cities of Russia: Results of Empirical Research // Procedia Economics and Finance. – 2014, 14. – P. 236–242.

6. Безсонов Є.М., Андреев В.І. Обґрунтування та формалізація підходу до оцінювання екологічної безпеки регіону // Восточно-Европейский журнал передових технологій. – 2016. – 2/10 (80). – С. 9–18.

7. Бахарев В.С., Маренич А.В. Теоретичний базис розробки систем моніторингу якості атмосфер-

ного повітря урбосистем з використанням пересувних лабораторних комплексів // Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КрНУ, 2016.– Вип. 5 Ч.2 (102). – С. 77–82.

8. 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.

9. Артемчук В.А., Грибан О.А. Информационно-аналитическая система эколого-энергетического мониторинга // Моделирование та інформаційні технології. – 2010. – Т. 1, спец. вип. С. 120–128.

10. 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.

11. 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.

12. Курочкін В.М. Система «ELFINTEST» обробки даних моніторингу довкілля на основі кластеризації // Наукоємні технології. – 2015. – № 2 (26). – С. 127–132.

STRUCTURE OF THE MUNICIPAL ATMOSPHERIC AIR QUALITY MONITORING INFORMATION AND ANALYTICAL SYSTEM

V. Bakharev

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

Purpose. The structure of the municipal atmospheric air quality monitoring information and analytical system (IAS) and the IAS component structure and complex monitoring system subsystems have been proposed in the article. **Methodology.** The system of atmospheric air environmental monitoring has been considered as an environmental monitoring

mesosystem independent unit in the state environmental safety macrosystem. **Results.** The integrated system of atmospheric air environmental monitoring at the municipal environmental safety management level has been presented in the form of a subsystem numbers interaction scheme within its boundaries. The following subsystems have been identified: meteorological conditions of atmospheric pollution forecasting and dangerous meteorological conditions (DMC) warning; observation with qualitative characteristics differentiation from monitoring posts information; presentations of the observations results, their analysis, elaborated solutions with open and differentiated access; estimation of observation results and short-term changes forecasting; independent expert assessment of current and operational information on the air pollution state; accumulation of initial, primary and secondary (including elaborated organizational and managerial decisions) monitoring system information (database). On this basis, the following has been developed: general IAS structure for atmospheric air quality monitoring at the municipal level; IAS structure concerning database formation according to observation results; IAS structure in terms of data visualization unit operation; IAS structure in terms of information inquiries and its visualization processing. Structural schemes of the DMC warning subsystems functional interconnections, operational observations organization on the basis of citizens' appeals analysis, expert current and operational information estimation of the atmospheric air pollution state have been developed. **Originality.** The proposed IAS structure, in contrast to those existing in the environmental monitoring system, has a branched structure of the integrated monitoring system operation result visualization block, with simple and complete visualization scheme pointing out based on authorized and unauthorized users distribution. Also it has been provided to organize atmospheric air state operational observation in the IAS structure on the basis of citizens' appeals. **Practical value.** The IAS structure, its subsystems and blocks, which have been proposed, is a theoretical basis for the integrated approach of practical implementation to municipal systems for air quality monitoring, which will allow to solve the problem of providing IAS users in terms of differentiated access with sufficient information, to streamline processes dealing with observation results processing for operational supervision, to actualize the democratic procedure of monitoring data expert evaluation. References 12, tables 0, figures 10.

Key words: information and analytical system, ecological monitoring, atmospheric air, quality, municipal monitoring.

REFERENCES

1. 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 Ostrohradskiy National University*, vol. 5, no. 100, pp. 76–81.
2. Marenych, A., Sankov, P., Hilov, V. (2017), "The key aspects of atmospheric air ecological monitoring concept formation at the urban systems level", *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, vol. 4, no. 7, pp. 133–139.
3. Hiremath, R., Balachandra, P. et al. (2013), "Indicator-based urban sustainability – A review", *Energy for Sustainable Development*, vol. 17, no. 6, pp. 555–563.
4. Huang, Lu, Jianguo, Wu, Lijiao, Yan (2015), "Defining and measuring urban sustainability: a review of indicators", *Landscape Ecol.*, vol. 30, pp. 1175–1193.
5. Glebova, I., Khabibrahmanova, R. (2014), "Life Quality Evaluation in the Million-Plus Population Cities of Russia: Results of Empirical Research", *Procedia Economics and Finance*, vol. 14, pp. 236–242.
6. Bezsonov, Ye.M., Andreiev, V.I. (2016) "Substantiation and formalization of the approach to environmental safety assessment of the region", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 2/10, no. 80, pp. 9–18.
7. Bakharev, V.S., Marenych, A.V. (2016), "The theoretical basis for the development of urban system's atmospheric air quality monitoring systems using mobile laboratory complexes", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskiy National University*, vol. 5(2), no. 100, pp. 77–82.
8. Yatsyshyn, A.V., Popov, O.O. and Artemchuk, V.O. (2013), "The use of information technologies in the tasks of management ecological safety", *Pratsi Odeskogo politekhnichnogo universytetu*, vol.2, no.41, pp.289–294.
9. Artemchuk, V.A., Griban, O.A. (2010), "Information-analytical system of ecological-energy monitoring", *Modeluvannia ta informaciyini tehnologii*, – vol. 1, special no., pp. 120–128.
10. 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.
11. Baybuz, O.G., Sidorova, M.G., Sidorova, L.P. (2015), "Information-analytical system of surface waters monitoring «ANALIT», *Aktual'ni problemi avtomatizacii ta informacijnih tehnologij*, vol 19, pp. 103 – 111.
12. Kurochkin, V.M. (2015), "Environmental data monitoring system «ELFINTEST» based on clustering", *Science-Based Technologies*, vol. 2, no. 26, pp. 127–132.

Стаття надійшла 23.05.2017.