

КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БАХАРЄВ ВОЛОДИМИР СЕРГІЙОВИЧ

Прим. № 2

УДК: 502.3:502.175:351.777(477)(043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ

**КОМПЛЕКСНА СИСТЕМА ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБОСИСТЕМ**

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

Галузь знань – технічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

 В.С. Бахарєв

Науковий консультант **Шмандій Володимир Михайлович**,
доктор технічних наук, професор

Кременчук – 2018

АНОТАЦІЯ

Бахарєв В.С. Комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 21.06.01 «Екологічна безпека». Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського Міністерства освіти і науки України, Кременчук, 2018.

Захист дисертації відбудеться на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 55.051.04. Сумський державний університет Міністерства освіти і науки України, Суми, 2018.

У результаті проведення комплексу теоретичних і експериментальних досліджень у дисертації запропоновано та обґрунтовано нові наукові положення, висновки та рекомендації, які дозволяють підвищити ефективність процесу розроблення та прийняття управлінських рішень з екологічної безпеки у сфері забезпечення якості атмосферного повітря шляхом розробки комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем.

Результати роботи пройшли достатню апробацію та мають впровадження, що підтверджено відповідними актами.

Загалом у дисертаційній роботі одержано наступні результати.

Проаналізовано наукові та практичні результати попередніх досліджень з функціонування, як систем моніторингу в цілому, так і окремих їх складових. На цій основі визначено, що з точки зору реалізації переважної більшості пропонованих методів удосконалення систем спостереження за станом довкілля в Україні, основною передумовою є технічне переоснащення спостережних систем, які здатні надавати інформацію щодо якості компонента довкілля у будь-який період часу. Також зазначено, що існуючій державній системі моніторингу атмосферного повітря притаманна

інерційність у прийнятті управлінських рішень, яка зумовлена необхідністю імплементації нової регламентної документації, створеної з урахуванням вимог директив Європейської співдружності. Доведено, що існуючий теоретичний базис реалізації систем екологічного моніторингу потребує удосконалення у частині формування єдиного концептуального антропоцентричного підходу до вирішення проблем, як ефективного оцінювання якості компонентів довкілля, так і повноцінного інформування громадськості про їх стан. Здійснено аналіз результатів наукових досліджень з проблем шумового та електромагнітного забруднення атмосферного повітря з метою формування методології екологічного моніторингу. Розглянуто аспекти оцінки та прогнозування негативного впливу шуму та електромагнітного випромінювання на природно-заповідні та рекреаційні території. Проаналізовано реакції біологічних систем на дію шуму та магнітного поля.

На цій основі визначено перелік завдань для сучасних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем в Україні, серед яких виділено такі:

- технічне переоснащення з можливістю одержувати об'єктивну інформацію підсистеми спостережень 24 години на добу, 7 днів на тиждень в автоматичному режимі;
- формування та розвиток систем моніторингу відповідно до розроблених теоретичних концепцій і стратегічних планів реалізації завдань спостережень на муніципальному рівні;
- забезпечення громади в цілому, окремих громадян, зацікавлених організацій незалежно від форми власності достатнім обсягом інформації про якість атмосферного повітря на території муніципалітету;
- забезпечення контролю за станом атмосферного повітря в місті, як за рахунок систематичних спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом оцінювання внеску конкретних джерел негативного впливу з організацією та проведенням оперативних і епізодичних спостережень;

– одержання диференційованої інформації від систем спостереження в обсязі і якості, достатніх для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря та здоров'я громадян міста;

– забезпечення інтеграції програм системних спостережень на рівні урбосистем з даними інших державних і громадських організацій.

Визначено основні причини недосконалості сучасної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря в Україні. Розроблено алгоритм впливу чинників недосконалості системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на ефективність підсистеми розробки та прийняття управлінських рішень.

Розглянуто аспекти формування концепції екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні. Запропоновано базову схему побудови концепції. Зазначено, що концепція повинна базуватись на антропоцентричному підході. Визначено роль соціогенних аспектів в процесах реалізації завдань систем екологічного моніторингу. Конкретизовано складові концепції з виділенням цілей, задач, стратегічних результатів, статичних та динамічних індикаторів її реалізації.

Сформовано теоретичний базис для побудови інформаційних сайтів та запропоновано вимоги до їх структури як частини інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми. Запропоновано структуру публічної частини інформаційно-аналітичної системи, що дозволить повноцінно використати потужності Web-ресурсів для розв'язання задач підвищення рівня екологічної безпеки на муніципальному рівні.

На основі аналізу відмінностей основних завдань державної системи моніторингу та практичних аспектів їх реалізації на рівні техногенно навантажених урбосистем обґрунтовано необхідність створення власних муніципальних систем моніторингу якості атмосферного повітря. Визначено пріоритетні завдання функціонування муніципальних систем моніторингу, серед яких, зокрема, встановлено доцільність мобільного контролю із

застосуванням пересувних лабораторних комплексів, необхідність поточного інформування громадян і органів муніципальної влади та забезпечення термінового реагування на запити членів громади.

Поведено експериментальні та аналітично-розрахункові дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах сучасних змін забудови населених міст. Особливу увагу приділено впливу автомобільного транспорту на стан інгредієнтного та шумового забруднення атмосферного повітря, як в межах магістральних вулиць, так і в «спальних» зонах сельбищної забудови. Обґрунтовано методи визначення зон активного забруднення, використання яких дозволить оптимізувати мережу стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря для ведення екологічного моніторингу урбанізованих територій.

Розроблений спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу, визначення їх кількості та місць розташування для оцінювання якості атмосферного повітря в системі моніторингу забруднення атмосферного повітря. Запропонований спосіб дозволяє чітко встановити кількість стаціонарних постів спостережень на території населеного пункту незалежно від кількості мешканців, а також, визначити місця розташування стаціонарних постів з одержанням диференційованої інформації від системи спостережень: в зонах сельбищної забудови, що знаходяться в межах зон активного забруднення промислових об'єктів I-III класів небезпеки, автотранспортних магістралей (доріг) та в зонах сельбищної забудови, які розташовані поза зонами активного забруднення промислових об'єктів і транспорту. Одержана таким чином інформація мережі спостережень дозволить визначати внесок джерел забруднення різного виду у загальний рівень забруднення атмосферного повітря урбосистеми.

Розроблено структуру комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми (на муніципальному рівні управління екологічною безпекою), яка ґрунтується на взаємодії 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). Обґрунтовано базові вимоги щодо практичної реалізації зазначених підсистем. Особливу увагу приділено експертному оцінюванню результатів моніторингу. Встановлено доцільність організації незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря в системі екологічного моніторингу урбосистем за принципом «indoor-outdoor» (внутрішнє (житлове) – зовнішнє (навколишнє) середовище). Це дозволяє на першому етапі надати бальну оцінку значимості чинників екологічної небезпеки житлового середовища, а на другому із застосуванням методів нечіткої логіки встановити визначальний чинник екологічної небезпеки зовнішнього середовища. Обговорено багатокритеріальні системи, принципи оптимізації, ієрархічні структури і нечіткий логічний підхід стосовно до експертних систем екологічного моніторингу. Обґрунтовано необхідність дослідження питань організації обробки інформації та управління із застосуванням експертних систем і створенням архітектури, яка дозволяє в стислий термін адаптувати систему до програмного забезпечення моніторингу.

Обґрунтовано вимоги до організації та проведення вимірювань якості атмосферного повітря із застосуванням пересувних муніципальних екологічних лабораторій (ПМЕЛ), розроблено програми системних, оперативних та епізодичних спостережень.

Запропоновано структуру інформаційно-аналітичної системи (ІАС) муніципального моніторингу якості атмосферного повітря та структури складових ІАС і підсистем комплексної системи моніторингу. На цій основі розроблено структури ІАС: загальну – моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні; у частині формування бази даних за результатами спостережень; у частині роботи блока візуалізації даних; 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.

Визначено задачі для розробки моделі ІАС моніторингу екологічний обстановки та відповідної інформаційної технології. На цій основі визначено сучасні принципи побудови ІАС, що базуються на технологіях 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.

На прикладі урбосистеми техногенно навантаженого міста Кременчука

розроблено програму постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегровану з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука. Також, розроблено функціональну схему реалізації програми постійного муніципального моніторингу якості атмосферного повітря, практичне використання якої дозволить систематизувати результати спостережень та забезпечити організацію оперативних моніторингових досліджень. Здійснено практичне застосування розробленої інформаційної технології моніторингу, в частині розпізнавання критичних ситуацій, для умов м. Кременчука.

Ключові слова: екологічна безпека, моніторинг, система, управління, атмосферне повітря, якість, спостереження, інформаційно-аналітична система, інформаційна технологія моніторингу.

Список публікацій здобувача:

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Бахарєв В.С., Шевченко І.В., Коваль С.С., Корцова О.Л. Інформаційно-технологічні аспекти управління екологічною безпекою в системах муніципального моніторингу атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 4 (105). С. 68–73.

2. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V., Tretyakov O., Nesterenko S. Development of the method of evaluation the level of environmental safety of housing accommodation and its approbation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, Issue 10 (88). P. 61–69.

3. Bakharev V., Kortsova O., Marenych A., Kyrylaha N., Moroz M. Some aspects of the analysis of citizens' appeals to municipalities on environmental issues. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*.

2017. Vol. 4, Issue 8. P. 272–278. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s8/IJSET_V4_I08_29.pdf
(Last accessed: 25.08.2017).

4. Бахарев В.С. Структура інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 3 (104). Ч.1. С. 85–92.

5. Bakharev V., 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*. 2016. Vol. 4, Issue 7. P. 133–139. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s7/IJSET_V4_I07_18.pdf
(Last accessed: 15.07.2017).

6. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V. Prediction of Acoustic Pollution in the Conditions of Reconstruction of Industrial Enterprise. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017. Vol. 4, Issue 5. P. 356–363. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s5/IJSET_V4_I05_54.pdf (Last accessed: 25.05.2017).

7. Бахарев В.С., Маренич А.В., Мороз М.М. Виконання комплексу завдань моніторингу атмосферного повітря за допомогою пересувної муніципальної екологічної лабораторії в м. Кременчук. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 1 (23). С. 32–39.

8. Бахарев В.С., Маренич А.В., Обґрунтування вимог до організації та проведення режимних, оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря із застосуванням пересувних екологічних лабораторій. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 1 (102). С. 88–97.

9. Бахарев В.С., Маренич А.В., Саньков П.Н., Гилёв В.В. Определение зон активного загрязнения атмосферного воздуха от промышленных предприятий и транспорта для организации систем экологического мониторинга урбанизированных территорий. *Научно-методический журнал*

«Наука, техника и образование». Москва: Проблемы науки, 2016. № 12 (30). С. 33–37.

10. Bakharev V.S., Marenych A.V., Voloshyna V.G. The environmental electromagnetic pollution problems analysis in the context of this type of environmental hazard environmental monitoring methodology formation. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 6 (101). С. 96–103.

11. Бахарєв В.С., Маренич А.В. Аналітичний огляд результатів наукових досліджень з проблем моніторингу довкілля в Україні. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 2 (22). С. 35–42.

12. Бахарєв 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. № 5. Ч.2 (100). С. 77–82.

13. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Гилёв В.В., Макарова В.Н. Определение достоверности метода экспресс–оценки состояния экологической безопасности примагистральных территорий селитебных зон по уровню загазованности. *Бюллетень науки и практики: электрон. науч. журн.* 2016. № 12 (13). С.107–113. URL: <http://www.bulletennauki.com/sankov-1> (дата обращения: 15.11.2016). DOI:10.5281/zenodo.205132.

14. Бахарєв В.С. Недосконалість існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми: причини, наслідки, шляхи вдосконалення. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 5 (100). С. 76–81.

15. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Журавська М.К. 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. № 4 (99). С. 80–87.

16. Bakharev V.S., Marenych A.V., Zhuravska M.K. To the question of stationary air sampling stations location and number determination in urban agglomerations ecological monitoring system. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 1 (21). С. 42–45.

17. Екологічні пріоритети Кременчука: сучасний стан і перспективи: колективна монографія. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2016. 100 с.

18. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Макарова В.Н., Гільов В.В., Ткач Н.А. Определение достоверности метода экспресс-оценки шумового загрязнения сельских территорий по результатам экспериментальных исследований. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2015. № 2 (20). С. 96–100.

19. Бахарев В.С., Макарова В.М., Гилев В.В., Трошин М.Ю. Метод экспресс-оценки урбанизированных территорий по фактору загазованности выхлопными газами автотранспорта. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2015. № 10 (16). С. 62–64.

20. Бахарев В.С., Сакун О.А., Никифоров В.В. Оцінка та прогнозування впливу шумового та електромагнітного забруднення на природно-заповідні та рекреаційні території. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2015. № 4 (93). С. 90–96.

21. Бахарев В.С., Саньков П.М., Ткач Н.О. Рекомендації щодо організації екологічно безпечного розміщення місць паркування для транспортних засобів з урахуванням фактору шуму. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2014. № 2 (18). С. 35–42.

22. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Маковецкий Б.И., Ткач Н.А. Шумовой режим внутриквартальной автостоянки для временного хранения автотранспорта. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2014. № 4. С. 24–27.

23. Бахарев В.С., Дмитриков В.П. Структурные приоритеты экспертной системы экологического мониторинга. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2013. Вип. 2 (16). С. 28–31.

24. Бахарев В.С., Котенко Е.О., Полищук Д.В., Полищук В.С. Расчет эффективности снижения уровня аэродинамического шума газового потока перфорированной пластиной. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2013. Вип. 1 (15). С. 103–106.

25. Бахарев В.С., Корцова О.Л., Костира В.В., Маринін Д.В. Дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах змін сучасної забудови населених міст. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2012. № 1 (13). С. 43–47.

26. Бахарев В.С., Єлізаров О.І., Дейна І.П. Способи та методи оцінки зниження рівнів шумового забруднення атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2012. № 2 (73). С. 156–158.

27. Бахарев В.С., Смагін Д.М., Луговой А.В. Дослідження процесу розповсюдження домішок у верхніх прошарках атмосфери. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2009. № 1 (54). Ч. 1. С. 111–113.

28. Бахарев В.С., Сараненко І.І., Корольова Л.В., Костенко П.П. Використання комп'ютерного графічного моделювання при проектуванні санітарно-захисної зони підприємства. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2008. № 6 (47). Ч. 2. С. 53–56.

29. Бахарев В.С., Шмандий В.М., Шмандий Е.В. Особенности формирования экологической опасности на региональном уровне и социогенные аспекты управления экологической безопасностью. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: Міжрегіональні проблеми екологічної безпеки*. Одеса: ОДАБТА, 2008. № 29. Ч.1. С. 381–388.

Наукові праці, які свідчать про апробацію матеріалів дисертації:

30. Бахарев В.С. Моделі інформаційної технології та підтримки прийняття рішень в системі муніципального моніторингу атмосферного повітря. *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XV*

Міжнародної науково-технічної конференції. (Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р.). Кременчук: КрНУ, 2017. С. 79.

31. Бахарєв В.С. Функціональні особливості створення муніципальних систем моніторингу атмосферного повітря в Україні. *Екологія – 2017: збірник наукових праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю.* (Вінниця, 20–22 вересня 2017 р.). Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 87.

32. Бахарєв В.С. До питання визначення зон активного забруднення атмосферного повітря від техногенних об'єктів. *Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки: матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції.* (Кременчук, 01–03 червня 2017 р.). Кременчук: КрНУ, 2017. С. 87.

33. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Корцова О.Л. Аналіз звернень громадян як засіб організації оперативного моніторингу якості атмосферного повітря. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017: збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції.* (Харків, 19–22 квітня 2017 р.). Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 33–34.

34. Бахарєв В.С., Маренич А.В. Організація режимних, оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря з використанням мобільних екологічних лабораторій. *ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції.* (Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р.). Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2017. С. 262–264.

35. Бахарєв В.С., Маренич А.В. Методика визначення внеску різноякісних джерел у загальний рівень забруднення атмосферного повітря урбосистем. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: тези доповідей IV міжнародної наукової конференції молодих учених.* (Харків, 1–2 грудня 2017 р.). Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2016. С. 70–71.

36. Бахарєв В.С. Визначення місць розташування постів моніторингу атмосферного повітря з урахуванням сценарію відсутності зовнішнього впливу на територію міської агломерації. *Архітектура та Екологія: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції*. (Київ, 31 жовтня – 01 листопада 2016 р.). Київ: НАУ, 2016. С. 25–27.

37. Бахарєв В.С., Гільов В.В. Методика бальної оцінки впливу чинників екологічної небезпеки на стан довкілля шляхом експертного оцінювання. *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції*. (Кременчук, 12–14 жовтня 2016 р.). Кременчук: КрНУ, 2016. С. 18.

38. Бахарєв В.С., Маренич А.В. До питання визначення місць розташування та кількості стаціонарних пунктів відбору проб атмосферного повітря в системі муніципального екологічного моніторингу. *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: збірник матеріалів IV міжнародного конгресу*. (Львів, 21–23 вересня 2016 р.). Львів: НУ «Львівська політехніка», 2016. С. 67.

39. Бахарєв В.С. Базові причини недосконалості існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні. *Актуальні проблеми енергетики та екології: матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції*. (Одеса, 05–07 жовтня 2016 р.). Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2016. С. 172.

40. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Дейна І.П. Проблемні питання екологічного моніторингу шумового та електромагнітного забруднення в межах сельбищних територій. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції*. (Харків, 04 грудня 2015 р.). Х.: НУНЦЗУ, 2015. С.153–154.

41. Бахарєв В.С., Маренич А.В. Проблемні питання екологічного моніторингу електромагнітного забруднення. *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XIII міжнародної науково-технічної конференції*. (Кременчук, 06–08 жовтня 2015 р.). Кременчук: КрНУ, 2015. – С.47.

42. Бахарєв В.С., Маренич А.В. Оцїнка цїлодобового безперервного впливу електромагнїтного випромїнювання на стан здоров'я людини – базис для розробки системи екологїчного монїторингу. *Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку регіонів*: матеріали XVI міжнародної наук.-практ. конф. (Кременчук, 14–15 травня 2015 р.). Кременчук: КрНУ, 2015. С. 82–83.

43. Бахарєв В.С., Дейна І.П. Шумове забруднення компонентів довкілля як чинник техногенної небезпеки. *Прикладні аспекти техногенно-екологїчної безпеки*: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. (Харків, 6 грудня 2013 р.). Х.: НУНЦЗУ, 2013. С. 190–191.

44. Бахарєв В.С., Романенко С.С., Приходько А.С. Використання можливостей інтернет-сервісів YandexMaps та GoogleMaps для графічного відображення екологїчної інформації. *Ідеї академіка Вернадського та науково-практичні проблеми стійкого розвитку регіонів*: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. (Кременчук, 29–30 вересня 2011 р.). Кременчук: КрНУ, 2011. С. 129.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

45. Спосіб побудови мережі стаціонарних постів монїторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх кількості та місць розташування: пат. 119268 Україна: МПК(2006) G01W1/00, G01N21/94(2006.01) № 201700145; заявл. 03.11.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18 (кн. 1). 4 с.

ABSTRACT

Bakhariev V.S. Integrated system of environmental monitoring of urbosystem atmospheric air. – Qualifying scientific work on the manuscript right.

Thesis for a Doctor of Technical Sciences Degree by specialty 21.06.01 – ecological safety. Kremenchuk Mikhailo Ostrohradskyi National University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kremenchuk, 2018.

The defense of the dissertation will be held at the Specialized Academic Council D 55.051.04 meeting. Sumy State University of the Ministry of Education and Science of Ukraine, Sumy, 2018.

As a result of the theoretical and experimental research complex carried out, some advanced scientific statements, conclusions and recommendations have been proposed and substantiated in the dissertation which allow to increase the efficiency of development process and managerial decision-making on environmental safety in the field of atmospheric air quality control by means of laying-out a complex system of atmospheric air environmental monitoring of technogenically loaded urbosystems.

The results of the work have been sufficiently tested and implemented, which have been confirmed by the relevant acts.

In general, the following results have been obtained in the dissertation.

The scientific and practical results of previous researches on functioning of monitoring systems as a whole as well as their separate components have been analyzed. On this basis, it has been determined that in terms of the implementation of the overwhelming majority of the proposed methods for the environmental monitoring systems improving in Ukraine, the main prerequisite is the technical re-equipment of observing systems that can provide with the information on the environmental component quality at any time. It has also been indicated that the existing state system for atmospheric air monitoring is characterized by inertia in making managerial decisions, which is due to the need for the implementation of

new regulatory documents, created in accordance with the European Community directives requirements. It has been proved that the existing theoretical basis for the environmental monitoring systems implementation requires improvement in the formation of a unified conceptual anthropocentric approach to solving problems concerning effective assessment of the environment components quality as well as comprehensive informing of the public about their state. The analysis of the results of scientific research on atmospheric air noise and electromagnetic pollution with the purpose of ecological monitoring methodology formation has been carried out. The aspects of estimation and forecasting of noise and electromagnetic radiation negative influence on natural reserve and recreational territories have been considered. The reactions of biological systems to the noise and magnetic field effect have been analyzed.

On this basis, a list of tasks for modern systems of urbosystem atmospheric air environmental monitoring in Ukraine has been determined, among which the following have been highlighted:

- technical re-equipment with the possibility to receive objective information of
the observation subsystem 24 hours a day, 7 days a week in automatic mode;
- monitoring systems formation and their development in accordance with the developed theoretical concepts and strategic plans for the monitoring tasks realization at the municipal level;
- providing the community as a whole, its individual citizens, concerned organizations, regardless of the ownership form, with a sufficient amount of information concerning the atmospheric air quality on the municipality territory;
- providing control over the town atmospheric air state, either at the expense of systematic monitoring of the general pollution level, or by estimating the contribution of specific sources of negative influence along with the organization and carrying out operational and occasional observations;
- obtaining differentiated information from observing systems in extent and quality, sufficient for substantiation of administrative decisions in the sphere of

atmospheric air and residents' health protection;

– ensuring the integration of system observations programs on the municipal level with the data of the other state and public organizations.

The main reasons of imperfection of the modern system of atmospheric air environmental monitoring in Ukraine have been determined. The algorithm of influence of factors of the atmospheric air environmental monitoring system imperfection on the efficiency of the subsystem development and managerial decisions making has been developed.

The aspects of forming the atmospheric air environmental monitoring concept at the municipal level have been considered. The basic scheme of concept construction has been proposed. It has been noted that the concept should be based on anthropocentric approach. The role of sociogenic aspects in the processes of implementation environmental monitoring systems tasks has been determined. The concept components with the allocation of goals, tasks, strategic results, static and dynamic indicators of its realization have been specified.

The theoretical basis for the information sites creation has been formed and the requirements for their structure as part of the information-analytical system of urbosystem atmospheric air environmental monitoring have been proposed. The structure of the information-analytical system public part has been proposed, which will allow use the power of Web-resources properly to solve the problems of the environmental safety grade increasing at the municipal level.

Based on the analysis of the differences between the main tasks of the state monitoring system and the practical aspects of these tasks implementation at the level of technogenically loaded urbosystems, the necessity of creating their own municipal systems for the atmospheric air quality monitoring has been substantiated. The priority tasks of the municipal monitoring systems functioning have been identified, among them, in particular, the expediency of mobile control with the use of mobile laboratory complexes, the need for the residents' and municipal authorities' awareness and providing urgent response to the requests of community members have been established.

The experimental and analytical-calculated studies of atmospheric air pollution in the conditions of modern changes in the urban settlements building have been conducted. Particular attention has been paid to the impact of road transport on the state of the atmospheric air ingredient and noise pollution, within the main streets as well as in the "sleeping" zones of residential construction. The methods of determination active pollution zones, the use of which will allow to optimize the atmospheric air stationary observation posts network for conducting urbanized territories environmental monitoring have been substantiated.

A method for stationary monitoring stations network constructing, determining their number and locations for the atmospheric air quality assessing in the atmospheric air pollution monitoring system has been developed. The proposed method allows us to establish clearly the number of stationary observation posts in the residential area, regardless of the inhabitants number, as well as to determine the stationary posts locations with the obtaining differentiated information from the observation system: in the residential area located within the zones of industrial objects I-III classes of danger active pollution, motor transport highways (roads) and in areas of rural development located outside the zones of active industrial pollution facilities and transportation. The information obtained by means of the observation network will determine the contribution of different pollution sources to the overall urbosystem atmospheric air pollution level.

The structure of the complex atmospheric air environmental monitoring system at the urbosystem level (at the municipal level of environmental safety management), which is based on the subsystems and their boundaries interaction, has been developed. The following subsystems have been identified: forecasting of atmospheric pollution meteorological conditions and warning about dangerous meteorological conditions (DMC); observation with the differentiation of the monitoring posts information quality characteristics; presentations of the observations results, their analysis, solutions worked out with wide and differentiated access; estimation of the observations results and changes short-term forecasting; independent expert assessment of current and operational information

on the air pollution state; accumulation of output primary and secondary (including developed organizational and managerial decisions) information monitoring system (database).

The basic requirements for these subsystems practical implementation have been substantiated. Special attention has been paid to expert evaluation of monitoring results. The expediency of organizing an independent expert assessment of current and operational information on the air pollution state in the urban systems' environmental monitoring system on the principle of "indoor-outdoor" (internal (residential) - external (surrounding) environment) has been established. Multicriteria systems, optimization principles, hierarchical structures and fuzzy logical approach to ecological monitoring expert systems have been discussed. The necessity of studying information processing and management organization with the expert systems use and architecture creation, which allows adapt the system to the monitoring software in a short time, has been substantiated.

The requirements for organizing and carrying out atmospheric air quality measurements with the use of mobile municipal environmental laboratories (MMEL) have been substantiated, the programs of systemic, operational and episodic observations have been developed.

The structure of the information-analytical system (IAS) of atmospheric air quality municipal monitoring and the structure of IAS components and subsystems of the complex monitoring system have been proposed. On this basis, IAS structures have been developed: the general one which is air quality monitoring at the municipal level; in the part of the database formation by the observations results; in part of the data visualization unit; parts of processing requests for information and its visualization.

The structural schemes of functional interconnections between the DMC warning subsystem, the organization of operational observations on the basis of the citizens' appeals analysis, expert evaluation of current and operational information on the atmospheric air pollution state have been developed. Particular attention has been paid to the schemes of visualization of the complex system operation data for

the atmospheric air quality monitoring with the selection of a packet information block for authorized and unauthorized users.

The tasks for the IAS model development for monitoring the environmental situation and related information technology have been identified. On this basis, modern principles of IAS construction have been determined, based on the automated collection technologies, integration and complex analysis of all types of information characterizing the urbosystem state. The theoretical-multiple model as the basis for constructing the structure of the information-analytical system of ecological monitoring (IAS EM) has been developed. The structure of the IAS EM detailed model has been substantiated, which clearly defines the IAS functional subsystems, the complexes that ensure the IAS functioning, the relations that connect the IAS elements to an integrated structure. The composition and structure of the IAS EM main functional elements have been determined. The general scheme of information technology for monitoring and support of operational decisions making on environmental safety management in the municipal atmospheric air environmental monitoring system has been developed.

On the example of the urbosystem of the technogenically loaded town of Kremenchuk, the program of constant monitoring and observation of atmospheric air pollution for the compliance of the pollutants content with the MPC (maximum permissible concentration) norms, integrated with the existing monitoring system of the air pollution observation laboratory (APOL) for Kremenchuk, has been developed. Also, a functional scheme for the implementation of the program of continuous municipal monitoring of the atmospheric air quality has been developed, the practical use of which will allow systematize the observation results and provide the organization of operational monitoring research. Practical application of the developed monitoring information technology, in the part of recognition of critical situations, for the conditions of Kremenchuk has been carried out.

Key words: environmental safety, monitoring, system, management, atmospheric air, quality, observation, information-analytical system, monitoring

information technology.

List of publications:

Scientific works, in which the main scientific results of the dissertation are published:

1. Bakharev V.S., Shevchenko I.V., Koval S.S., Kortsova O.L. Informational and technological aspects of ecological safety management in atmospheric air municipal monitoring systems. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2017. Issue 4 (105). P. 68–73.

2. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V., Tretyakov O., Nesterenko S. Development of the method of evaluation the level of environmental safety of housing accommodation and its approbation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, Issue 10 (88). P. 61–69.

3. Bakharev V., Kortsova O., Marenych A., Kyrylaha N., Moroz M. Some aspects of the analysis of citizens' appeals to municipalities on environmental issues. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017. Vol. 4, Issue 8. P. 272–278. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s8/IJSET_V4_I08_29.pdf (Last accessed: 25.08.2017).

4. Bakharev V.S. Structure of the municipal atmospheric air quality monitoring information and analytical system. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2017. Issue 3 (104). P.1. P. 85–92.

5. Bakharev V., Marenych A., Sankov P., Hilyov V. The key aspects of atmospheric air ecological monitoring concept formation at the urban systems level. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2016. Vol. 4, Issue 7. P. 133–139. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s7/IJSET_V4_I07_18.pdf (Last accessed: 15.07.2017).

6. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V. Prediction of acoustic pollution in the conditions of reconstruction of industrial enterprise. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017.

Vol. 4, Issue 5. P. 356–363. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s5/IJSET_V4_I05_54.pdf (Last accessed: 25.05.2017).

7. Bakharev V.S., Marenych A.V., Moroz M.M. The realization a set of tasks of atmospheric air monitoring with the using mobile municipal environmental laboratory in the city of Kremenchuk. *Scientific Journal "Ecological safety"*. Kremenchuk: KrNU, 2017. Issue 1 (23). P. 32–39.

8. Bakharev V.S., Marenych A.V. Justification of requirements to the organization and realization of systematic, efficient and episodic air quality observations with the use of mobile environmental laboratories. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2017. Issue (102). P. 88–97.

9. Bakharev V.S., Marenych A.V., Sankov P.N., Hilyov V.V. Determination the zones of active atmospheric air pollution from industrial enterprises and transport for organization the systems of ecological monitoring of urbanized territories. *Science, Technology and Education*. Moscow, 2016. Issue 12 (30). P. 33–37. DOI: 10.20861/2312-8267-2016-30-008.

10. Bakharev V.S., Marenych A.V., Voloshyna V.G. The environmental electromagnetic pollution problems analysis in the context of this type of environmental hazard environmental monitoring methodology formation. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2016. Issue 6 (101). P. 96–103.

11. Bakharev V.S., Marenych A.V. Analytical review of research issues environmental monitoring in Ukraine. *Scientific Journal "Ecological safety"*. Kremenchuk: KrNU, 2016. Issue (22). P. 35–42.

12. Bakharev V.S., Marenych A.V. 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*. Kremenchuk: KrNU, 2016. Issue 5 (100). P.2. P. 77–82.

13. Bakharev V.S., Sankov P.N., Hilyov V.V., Makarova V.N. Definition of

the reliability of method for express–assessment of environmental security on areas located near highways depending on the level gassed residential zones. *Bulletin of science and practice*. 2016. Vol. 13. P. 107–113. DOI:10.5281/zenodo.205132.

14. Bakharev V.S. 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*. Kremenchuk: KrNU, 2016. Issue 5 (100). P. 76–81.

15. Bakharev V.S., Marenych A.V., Zhuravska M.K. 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*. Kremenchuk: KrNU, 2016. Issue 4 (99). P. 80–87.

16. Bakharev V.S., Marenych A.V., Zhuravska M.K. To the question of stationary air sampling stations location and number determination in urban agglomerations ecological monitoring system. *Scientific Journal “Ecological safety”*. Kremenchuk: KrNU, 2016. Issue 1 (21). P. 42–45.

17. Environmental priorities of Kremenchuk: current state and prospects. Kremenchuk: Sherbatych O.V., 2016. 100 p.

18. Bakharev V.S., Sankov P.N., Makarova V.N., Hilyov V.V., Tkach N.A. Determination reliable of the method of express-assessment of noise pollution residential areas from experimental studies results. *Scientific Journal “Ecological safety”*. Kremenchuk: KrNU, 2015. Issue 2 (20). P. 96–100.

19. Bakharev V.S., Makarova V.M., Hilyov V.V., Troshyn M.Yu. The method of rapid assessment in urban areas by the factor of gas pollution by exhaust gases of vehicles. *“Science, Technology and Education” Scientific and Methodological Journal*. Moscow: Problemy Nauki, 2015. Issue 10 (16). P. 62–64.

20. Bakharev V.S., Sakun O.A., Nykyforov V.V. Assessment and forecasting influence of electromagnetic noise And pollution on protected territory and leisure. *Kremenhuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2015. Issue 4 (93). P. 90–96.

21. Bakharev V.S., Sankov P.M., Tkach N.O. Recommendations for the organization of environmentally safe vehicles parking places taking into account noise factors. *Scientific Journal "Ecological safety"*. Kremenchuk: KrNU, 2014. Issue (18). P. 35–42.

22. Bakharev V.S., Sankov P.N. Makoveckiy B.I., Tkach N.A. Noise mode of the inner-block car park for vehicles temporary storage. *"Science, Technology and Education" Scientific and Methodological Journal*. Moskow: Problemy Nauki, 2014. Issue 4. P. 24–27.

23. Bakharev V.S., Dmytrykov V.P. Structural priorities of the environmental monitoring expert system. *Scientific Journal "Ecological safety"*. Kremenchuk: KrNU, 2013. Issue 2 (16). P. 28–31.

24. Bakharev V.S., Kotenko E.O., Plyshuk D.V., Polushuk V.S. Calculation of the efficiency of reducing gas stream aerodynamic noise with a perforated plate. *Scientific Journal "Ecological safety"*. Kremenchuk: KrNU, 2013. Issue 1 (15). P. 103–106.

25. Bakharev V.S., Kortsova O.L., Kostyria V.V., Marynin D.V. Investigation of the atmospheric air pollution state in conditions of changes of modern inhabited areas development. *Scientific Journal "Ecological safety"*. Kremenchuk: KrNU, 2012. Issue 1 (13). P. 43–47.

26. Bakharev V.S., Yelizarov O.I., Deyna I.P. Means and methods for assessing the reduction of atmospheric air noise pollution levels. *Transactions of Kremenhuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2012. Issue 2 (73). P. 156–158.

27. Bakharev V.S., Smagin D.M., Lugovoy A.V. Investigation of the impurity spreading process in the atmospheric upper layers. *Transactions of Kremenhuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*. Kremenchuk: KrNU, 2009. Issue 1 (54). P.1. P. 111–113.

28. Bakharev V.S., Saranenko I.I., Korol'ova L.V., Kostenko P.P. Use of computer graphic modeling in the enterprise sanitary-protective zone design. *Transactions of Kremenhuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*.

Kremenchuk: KrNU, 2008. Issue 6 (47). P.2. P. 53–56.

29. Bakharev V.S., Shmandii V.M., Shmandii E.V. Features of the environmental danger formation at the regional level and sociogenic aspects of environmental safety management. *Bulletin of Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture: Interregional Environmental Safety Issues*. Odesa: OSACEA, 2008. Vol. 29. P.1. P. 381–388.

Scientific works, testifying the approbation of dissertation materials:

30. Bakharev V.S. Models of information technology and decision support in the system of municipal atmospheric air monitoring. *Problems of environmental safety: XV International scientific and technical conference*. (Kremenchuk, 11–13 October 2017). Kremenchuk: KrNU, 2017. P. 79.

31. Bakharev V.S. Functional features of the creation of municipal atmospheric air monitoring systems in Ukraine. *Ecology – 2017: VI All-Ukrainian Congress of Ecologists with international participation*. (Vinnytsia, 20–22 September 2017). Vinnytsia: VNTU, 2017. P. 87.

32. Bakharev V.S. On the issue of definition active atmospheric air pollution zones from technogenic objects. *Ideas of Academician V. I. Vernadsky and problems of sustainable development of education and science: XVIII International scientific and practical conference*. (Kremenchuk, 01–03 June 2017). Kremenchuk: KrNU, 2017. P. 87.

33. Bakharev V.S., Marenych A.V., Kortsova O.L. Analysis of citizens' appeals as a means of operational air quality monitoring organization. *Ecology, environmental protection and sustainable use of natural resources: education-science-production-2017: XX International scientific and practical conference*. (Kharkiv, 19-22 April 2017). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2017. P. 33–34.

34. Bakharev V.S., Marenych A.V. Organization of standart, operational and episodic observations on the atmospheric air quality by using mobile environmental laboratories. *Actual problems and innovations: International scientific and practical conference* (Ivano-Frankivsk, 22-25 March 2017). Ivano-

Frankivsk: Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, 2017. P. 262–264.

35. Bakharev V.S., Marenych A.V. Method for determining the contribution of various sources in the general level of urbosystem atmospheric air contamination. *Ecology, neecology, environmental protection and sustainable use of nature: IV International scientific conference of young scientists*. (Kharkiv, 1-2 December 2017). Kharkiv: V. N. Karazin Kharkiv National University, 2016. P. 70–71.

36. Bakharev V.S. Determination of the locations of atmospheric air monitoring posts taking into account the scenario of the absence of external influence on the urban agglomeration territory. *Architecture and Ecology: International scientific and practical conference*. (Kyiv, 31 October – 01 November 2016). Kyiv: NAU, 2016. P. 25–27.

37. Bakharev V.S., Hilov V.V. Methodology for the point assessment of the environmental hazards impact on the environment state by means of expert evaluation. *Problems of Environmental Safety: XIV International scientific and technical conference*. (Kremenchuk, 12–14 October 2016). Kremenchuk: KrNU, 2016. P. 18.

38. Bakharev V.S., Marenych A.V. On the issue of determining the location and number of stationary points of atmospheric air sample collection in the municipal environmental monitoring system. *Environmental Protection. Energy saving. Balanced nature management: IV International Congress*. (Lviv, 21-23 September 2016). Lviv: Lviv Polytechnic National University, 2016. P. 67.

39. Bakharev V.S. The basic causes of imperfection of the existing system of atmospheric air environmental monitoring at the municipal level. *Relevant Problems of Energy and Ecology: XVI All-Ukrainian scientific and technical conference*. (Odesa, 05–07 October 2016). Odesa: Odessa National Academy of Food Technologies, 2016. P. 172.

40. Bakharev V.S., Marenych A.V., Dejna I.P. Problematic issues of ecological monitoring of noise and electromagnetic pollution within the boundaries

of the country's territories. *Applied aspects of technogenic and ecological safety: International scientific and practical conference.* (Kharkiv, 04 December 2015). Kharkiv: National University of Civil Protection of Ukraine, 2015. P. 153–154.

41. Bakharev V.S., Marenych A.V. Problematic issues of environmental monitoring of electromagnetic pollution. *The problems of ecological safety: XIII International scientific and technical conference.* (Kremenchuk, 06-08 October 2015). Kremenchuk: KrNU, 2015. – P. 47.

42. Bakharev V.S., Marenych A.V. Estimation of round-the-clock continuous influence of electromagnetic radiation on human health - a basis for elaboration of an ecological monitoring system. *Ideas of Academician V.I. Vernadsky and problems of sustainable development of the regions: XVI International scientific and practical conference* (Kremenchuk, 14-15 May 2015). Kremenchuk: KrNU, 2015. P. 82–83.

43. Bakharev V.S., Dejna I.P. Noise pollution of the environment components as a factor of technogenic danger. *Applied Aspects of Technogenic and Ecological Safety: All-Ukrainian scientific and practical conference.* (Kharkiv, 6 December 2013). Kh.: NUCPU, 2013. P. 190–191.

44. Bakharev V.S., Romanenko S.S., Pryhod'ko A.S. The using of the YandexMaps and GoogleMaps Internet services capabilities for graphic display of environmental information. *Ideas of Academician V.I. Vernadsky and problems of sustainable development of the regions: XIII International scientific and practical conference* (Kremenchuk 29–30 September 2011). Kremenchuk: KrNU, 2011. P. 129.

Scientific works, which additionally reflect the scientific results of the dissertation:

45. The method of stationary stations network construction for the settlement atmosphere pollution monitoring, determining the number of stationary stations and their location: pat. 119268 Ukraine: MPK(2006) G01W1/00, G01N21/94(2006.01) № 201700145; stat. 03.11.2017; pub. 25.09.2017, bull. № 18 (1). 4 p.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	34
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРІОРИТЕТНИХ ЗАВДАНЬ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА МУНІЦИПАЛЬНОМУ РІВНІ.....	45
1.1 Стислий аналіз стану державної системи екологічного моніторингу в Україні.....	45
1.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері моніторингу довкілля	51
1.2.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері моніторингу шумового забруднення атмосферного повітря.....	65
1.2.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері моніторингу електромагнітного забруднення атмосферного повітря.....	70
1.2.3 Аналіз останніх досліджень із визначення рівня екологічної безпеки житлового середовища як частини експертної системи оцінювання результатів спостережень в системі моніторингу довкілля.....	87
1.3 Сучасні підходи до розробки та реалізації систем екологічного моніторингу атмосферного повітря.....	91
1.3.1 Підходи до розробки концепції екологічного моніторингу.....	91
1.3.2 Підходи до розробки інформаційно-аналітичних систем екологічного моніторингу.....	95
1.3.3 Принципи розробки інформаційної технології моніторингу....	96
1.3.4 Приклади практичної реалізації сучасних муніципальних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря.....	99
1.4 Висновки до розділу 1.....	105
РОЗДІЛ 2. МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ МУНІЦИПАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	106

	30
2.1 Вимоги до розміщення та кількості постів спостережень.....	106
2.2 Причини недосконалості існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря в Україні.....	110
2.3 Концепція екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні.....	116
2.4 Теоретична основа побудови інформаційних сайтів як частини інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми.....	122
2.5 Відмінності базових завдань систем моніторингу атмосферного повітря на державному та муніципальному рівнях.....	124
2.6 Методологія встановлення меж зон активного забруднення атмосферного повітря.....	127
2.6.1 Визначення лінійного розміру ЗАЗ від промислових об'єктів на основі методики ОНД-86.....	129
2.6.2 Встановлення лінійного розміру ЗАЗ від промислових об'єктів розрахунковим шляхом на основі теорії турбулентної дифузії А.Н. Колмогорова.....	131
2.6.3 Дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах змін сучасної забудови населених міст.....	137
2.6.4 Дослідження впливу автомобільного транспорту та промислових об'єктів на стан інгредієнтного та шумового забруднення атмосферного повітря.....	146
2.6.5 Формалізація розробленого підходу до встановлення меж зон активного забруднення атмосферного повітря.....	162
2.7 Спосіб вибору місць розташування та визначення кількості стаціонарних постів відбору проб для оцінки якості атмосферного повітря.....	163
2.8 Висновки до розділу 2.....	171
РОЗДІЛ 3. СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБОСИСТЕМ.....	173

	31
3.1 Комплекс підсистем в структурі системи муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря.....	173
3.2 Вимоги щодо практичної реалізації підсистем системи моніторингу.....	176
3.3 Підсистема незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря.....	180
3.3.1 Експертне оцінювання рівня екологічної безпеки житлового середовища.....	182
3.3.2 Основи експертного оцінювання рівня екологічної небезпеки, сформованої дією чинників навколишнього середовища.....	195
3.4 Організація та проведення спостережень за якістю атмосферного повітря із застосуванням пересувних муніципальних екологічних лабораторій.....	200
3.5 Висновки до розділу 3.....	214
РОЗДІЛ 4. ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА МУНІЦИПАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	216
4.1 Базова структура інформаційно-аналітичної системи (ІАС) муніципального моніторингу якості атмосферного повітря.....	216
4.2 Формування бази даних за результатами спостережень.....	219
4.3 Структурна схема функціональних взаємозв'язків при роботі блоку візуалізації даних.....	220
4.4 Обробка запитів на інформацію та її візуалізація.....	222
4.5 Структурна схема функціональних взаємозв'язків підсистеми попередження про НМУ.....	224
4.6 Структурна схема функціональних взаємозв'язків підсистеми організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян.....	225
4.7 Структурна схема функціональних взаємозв'язків підсистеми експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан	

	32
забруднення атмосферного повітря.....	226
4.8 Висновки до розділу 4.....	227
РОЗДІЛ 5. ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОНІТОРИНГУ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ.....	228
5.1 Задачі для розробки моделі ІАС моніторингу екологічної обстановки та відповідної інформаційної технології.....	229
5.2 Теоретико-множинна модель, як основа структури інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу.....	233
5.2.1 Модель інформаційно-аналітичної системи.....	233
5.2.2 Модель підтримки прийняття рішень.....	235
5.2.3 Модель розпізнавання ситуацій.....	237
5.3 Загальна схема інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень.....	241
5.4 Висновки до розділу 5.....	244
РОЗДІЛ 6. ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ПРИКЛАДІ М. КРЕМЕНЧУК.....	245
6.1 Обґрунтування вибору урбосистеми м. Кременчук для практичної реалізації розроблених елементів системи моніторингу.....	245
6.2 Аналіз існуючої схеми розміщення стаціонарних постів спостереження у м. Кременчук.....	256
6.3 Вплив основних кліматичних умов на просторове поширення домішок в урбосистемі міста.....	265
6.4 Обґрунтування вибору місць розташування постів спостережень оновленої мережі моніторингу.....	270
6.5 Розробка програми постійного контролю та спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчук.....	276
6.5.1 Концептуальні завдання для реалізації програми спостережень за станом атмосферного повітря.....	276

	33
6.5.2 Вибір кількості та місць розташування маршрутних точок спостережень для проведення системних досліджень.....	277
6.5.3 Обґрунтування програми і схеми системних спостережень.....	281
6.5.4 Обґрунтування мети, завдань і схеми проведення оперативних і епізодичних спостережень.....	286
6.5.5 Аналіз бази даних звернень громадян з питань погіршення якості атмосферного повітря.....	289
6.5.6 Дооснащення пересувної муніципальної екологічної лабораторії м. Кременчук.....	298
6.6 Інтегрування розробленої програми постійного контролю та спостереження з існуючою державною системою моніторингу.....	310
6.7 Практичне застосування моделі розпізнавання ситуацій та підтримки прийняття рішень системи моніторингу.....	317
6.8 Висновки до розділу 6.....	331
ВИСНОВКИ.....	332
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	336
Додаток А.....	367
Додаток Б.....	368
Додаток В.....	369
Додаток Г.....	370
Додаток Д.....	371
Додаток Е.....	372
Додаток И.....	380
Додаток К.....	392
Додаток Л.....	398

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження (актуальність). На сьогодні в Україні діє державна система моніторингу атмосферного повітря, суб'єкти якої сумлінно виконують поставлені перед ними завдання. Станом на кінець 2014 року Українським гідрометеорологічним центром Державної служби України з надзвичайних ситуацій (УкрГМЦ) здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 30 містах України на 125 стаціонарних постах спостережень. Між тим, питання недосконалостей в організації даної системи, технічному забезпеченні процесу спостережень, імплементації даної системи до вимог європейських директивних документів останнім часом стають усе більш актуальними. Особливого занепокоєння викликає стан системи оцінювання якості атмосферного повітря в техногенно навантажених урбанізованих регіонах. Це обумовлено рядом чинників: відсутністю концептуального підходу до організації спостережень та розробки завдань системи моніторингу, техноцентричністю діючих керівних документів в сфері контролю за якістю атмосферного повітря, незгодженістю дій між суб'єктами системи спостережень, недостатньою інституціональною підтримкою прийняття управлінських рішень за результатами роботи системи спостережень. Частково це зумовлено тим, що в процесах реформування структури державної влади в Україні шляхом децентралізації все більшої ролі набувають аспекти забезпеченості оперативною інформацією про стан компонентів довкілля, саме на рівні техногенно навантажених урбосистем (муніципальному рівні). Адже у переважній більшості країн ЄС питання довкілля є сферою зобов'язань муніципальної влади. При цьому існування систем окремо державного і муніципального моніторингу довкілля закріплено в цих країнах на законодавчому рівні. Фактично, в Україні процеси децентралізації вже запуснені і муніципальна влада, місцеві ради народних депутатів беруть на себе відповідальність перед громадою за стан компонентів довкілля в межах

муніципалітету, територіального об'єднання. За таких умов створення дієвих муніципальних систем моніторингу, у тому числі атмосферного повітря, максимально інтегрованих із завданнями діючих суб'єктів державної системи є питанням найближчого майбутнього для нашої країни. Однак це потребує розробки нових та удосконалення існуючих підходів щодо організації систем екологічного моніторингу атмосферного повітря. Такі системи мають базуватись на принципах комплексного підходу до процесу обґрунтування, розробки та прийняття рішень з управління екологічною безпекою щодо забезпечення якості атмосферного повітря урбосистем.

Таким чином, удосконалення методологічного підходу до розробки структури систем муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря, що включають ряд підсистем, які у сукупності забезпечують комплексне розв'язання завдань управління екологічною безпекою є актуальною *науково-прикладною проблемою*, вирішенню якої присвячена дана дисертація.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до «Основних засад (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2020 року», затверджених Законом України від 21.12.2010 № 2818-VI; Директиви ЄС 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи»; «Концепції реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього середовища в Україні», схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31.05.2017 № 616-р.; «Програми заходів (дій) з недопущення перевищення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в м. Кременчуці», затвердженої рішенням XVII сесії Кременчуцької міської ради від 22.12.2016, автор є членом робочої групи з розробки програми та контролю за її реалізацією. А також – плану науково-дослідних робіт Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського (КрНУ) та кафедри екологічної безпеки та організації природокористування

(ЕБОП). В основу роботи покладено результати науково-дослідних робіт, у яких автор брав участь: як виконавець – «Наукові дослідження у галузі охорони і раціонального використання водних ресурсів, земель, тваринного світу, охорони атмосферного повітря, збереження природно-заповідного фонду, у сфері поводження з відходами з розробкою природоохоронних заходів для програми охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки з урахуванням пріоритетів міста Кременчука на 2016–2020 роки «ДОВКІЛЛЯ – 2020» (№ держреєстрації 0116u002299); як відповідальний виконавець – «Розробка програми постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегровану з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука» (№ держреєстрації 0117u001768); як керівник – «Обґрунтування місць розташування стаціонарних постів спостереження за станом забруднення атмосферного повітря в м. Кременчуці для ведення екологічного моніторингу» (№ держреєстрації 0117u002522).

Об'єктом дослідження є: комплекс процесів в системах екологічного моніторингу атмосферного повітря.

Предметом дослідження є: структурні елементи систем екологічного моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем, що у сукупності забезпечують розробку ефективних управлінських рішень у сфері екологічної безпеки.

Метою наукового дослідження є розробка комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем.

Для досягнення мети роботи поставлені такі *завдання*:

- провести аналіз функціонування сучасних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні;
- розробити нові методологічні підходи щодо формування концепції екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем;

- обґрунтувати структуру комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем;
- розробити структуру інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря;
- розробити інформаційну технологію моніторингу та підтримки прийняття рішень з управління екологічною безпекою;
- розробити та практично реалізувати (на прикладі конкретної техногенно навантаженої урбосистеми) програму муніципального моніторингу якості атмосферного повітря.

Методи дослідження. Теоретичну основу дисертаційного дослідження складають класичні методи наукового пізнання: аналіз інформації та наукове узагальнення – при формулюванні наукової проблеми. Практичну основу роботи формують такі методи: аналітичні – для оцінювання характеру розподілу забруднень атмосферного повітря в межах зон сельбищної забудови урбосистем; приладозабезпечені експериментальні – для оцінювання рівнів хімічного (інгредієнтного) та параметричного (шумового та електромагнітного) забруднення атмосферного повітря; розрахункові – для обґрунтування лінійних розмірів зон активного забруднення; статистичні – для обробки результатів експериментальних досліджень та аналізу бази даних звернень громадян. Також у роботі використано ряд спеціальних методів досліджень: методи кваліметрії та метод трикутника Фуллера – для оцінювання якості житлового середовища; системного аналізу – для постановки задач теоретичних досліджень, розробки теоретико-множинних моделей, інформаційної технології моніторингу; теорії нечіткої логіки та нечітких множин – для розробки моделей розпізнавання екологічно небезпечних ситуацій та підтримки прийняття рішень; математично-статистичні методи – для тестування моделі розпізнавання ситуацій тощо.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в такому:

- *вперше* створено наукові засади розробки комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем, взаємодія

підсистем в межах якої забезпечує логічне поєднання особливостей їх функціонування з метою гарантування актуальності, достовірності та диференційованості моніторингової інформації, що є науковим підґрунтям для обґрунтування організаційно-управлінських рішень з екологічної безпеки;

– *вперше* науково обґрунтовано структуру інформаційно-аналітичної системи (ІАС) моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні у складі якої виділені схеми функціональних взаємозв'язків підсистем попередження про несприятливі метеоумови, організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян, експертного оцінювання поточних та оперативних даних моніторингу; деталізовано структуру блоку обробки запитів на інформацію та її візуалізації, що дозволить диференціювати результати роботи системи залежно від рівня доступу та авторизації користувачів, забезпечуючи при цьому повноту та доступність екологічної інформації;

– *вперше* на основі теоретичних узагальнень і результатів натурних досліджень встановлено доцільність організації незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря в системі екологічного моніторингу урбосистем за принципом «внутрішнє (житлове) – зовнішнє (навколишнє) середовище», що дозволяє встановити визначальні чинники екологічної небезпеки знівелювавши при цьому ефект суб'єктивності експертного оцінювання;

– *вперше* запропоновано теоретико-множинну модель інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні, що включає підсистеми моніторингу параметрів урбосистеми, підтримки прийняття рішень, інформаційний комплекс «база даних параметрів – база знань ситуацій» та дозволяє оперативно розпізнавати екологічно небезпечні ситуації та приймати адекватні рішення щодо їх корекції;

– *набули подальшого розвитку* теоретичні аспекти управління екологічною безпекою техногенно навантажених урбосистем шляхом створення інформаційних технологій моніторингу в умовах неповної визначеності ситуацій, що забезпечує інформаційно-технічну підтримку прийняття управлінських рішень;

– *набули подальшого розвитку* наукові уявлення щодо концепції екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем, а саме запропоновано її структуру із виділенням блоку статичних та динамічних індикаторів, що дозволить в процесі побудови на цій основі стратегії не лише визначити терміни її реалізації, а й обґрунтовано встановити чисельні значення індикаторів ефективності роботи системи моніторингу;

– *удосконалено* методологію формування мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту із розробкою алгоритму визначення їх достатньої кількості та оптимальних місць розташування, що дозволить отримувати диференційовану інформацію за результатами спостережень і на цій основі визначати внесок конкретних джерел впливу у загальний рівень забруднення атмосферного повітря урбосистем.

Практичне значення отриманих результатів:

1. Розроблено інформаційну технологію моніторингу та підтримки прийняття рішень, що включає сукупність інформаційних процесів збору, обробки та передачі інформації в ІАС, практична реалізація якої дозволить підвищити ступінь обґрунтованості організаційних рішень з управління екологічною безпекою в сфері муніципального екологічного моніторингу.

2. Детальний аналіз бази даних звернень громадян з питань різкого погіршення якості атмосферного повітря дозволить обґрунтовувати доцільність проведення оперативних моніторингових спостережень, а також використовувати їх у моделях розпізнавання ситуацій з метою генерації організаційних рішень з управління екологічною безпекою.

3. Практична реалізація одержаних на основі теоретичних узагальнень і

результатів експериментальних досліджень закономірностей із встановлення розмірів зон активного забруднення довкола техногенних об'єктів та визначення їх внеску у формування загального рівня екологічної небезпеки, сформованої забрудненням атмосферного повітря, дозволить суттєво підвищити рівень аргументації управлінських рішень із забезпечення екологічної безпеки в межах урбосистем.

4. Розроблено функціональну схему взаємодії суб'єктів системи екологічного моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря на рівні урбосистем, а також схему виконання програми постійного муніципального моніторингу, практична реалізація яких дозволить упорядкувати міжгалузеві взаємовідносини, забезпечити ефективність муніципального контролю за якістю атмосферного повітря, систематизувати результати та забезпечити організацію оперативних моніторингових спостережень.

5. Практична реалізація розробленого комплексу системних, оперативних та епізодичних спостережень у складі системи моніторингу забруднення атмосферного повітря із застосуванням пересувних екологічних лабораторій дозволить розробляти ефективні організаційні та управлінські рішення із забезпечення екологічної безпеки в техногенно навантажених урбосистемах.

Технічну новизну запропонованих у роботі рішень із розробки способу побудови мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх кількості та місць розташування підтверджено деклараційним патентом України на винахід (пат. № 119268, *додаток А* роботи).

Результати дисертаційних досліджень впроваджено в практичну роботу Комунального підприємства «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» м. Кременчука з метою підвищення ефективності використання пересувної муніципальної екологічної лабораторії, що є на балансі підприємства (акт впровадження від 30.12.2016, *додаток Б*).

Розроблені у дисертаційній роботі схеми та програми реалізації комплексу спостережень за якістю атмосферного повітря використані відділом екологічної безпеки виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області (акт впровадження від 07.07.17, *додаток В*). Розроблену «Програму постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці...» затверджено рішенням Виконавчого комітету Кременчуцької міської ради (копія №7 рішення №1159 від 30.10.2017, *додаток Г*).

Результати наукових досліджень використанні при викладанні лекційного матеріалу з дисципліни «Екологічний моніторинг забруднення довкілля» для здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – «Екологія» на кафедрі ЕБОП Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського, а також при проведенні аудиторних занять з дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів напряму підготовки «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» в КрНУ (акт впровадження від 06.02.17, *додаток Д*).

Особистий внесок здобувача. У дисертації узагальнені результати досліджень за період з 2008 по 2017 роки, в яких автор брав безпосередню участь. Особисто дисертанту належить формулювання наукової проблеми, мети й основних завдань досліджень, обґрунтування положень наукової новизни, встановлення практичної значимості результатів, формування загальних висновків. Автором проведений аналіз літературних джерел за темою дисертаційної роботи; обґрунтовані методи дослідження; проведено ряд розрахунково-експериментальних досліджень; здійснено обробку даних та їх аналіз; визначено причини недосконалості існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистем та запропоновано шляхи вдосконалення; розроблено структурно-логічну схему взаємодії підсистем в межах комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем; сформовано концепцію екологічного

моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні; розроблено структуру ІАС муніципального моніторингу якості атмосферного повітря.

Внесок автора у роботи, які виконані у співавторстві, полягає: у формулюванні мети, обґрунтуванні напрямків досліджень, плануванні експериментальних досліджень і натурних спостережень, інтерпретації результатів, формулюванні висновків [2,3,5,6,13, 25–28]; участі у розробці теоретико-множинних моделей інформаційно-аналітичної системи, алгоритму інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття рішень [1]; розробці системи екологічного моніторингу щодо визначення впливу шуму та магнітних полів на біологічні тест-об'єкти [20]; постановці основних задач для експертних систем екологічного моніторингу та участі у розробці варіанту компонування експертної системи, формулюванні висновків [23]; науковому обґрунтуванні математичного методу для розрахунку ефективності зниження рівня аеродинамічного шуму газового потоку перфорованою пластиною [24]; розробці ієрархічної структурно-логічної схеми дії соціальних чинників забезпечення екологічної безпеки [29]. У колективній монографії [17] автору належить виконання підрозділів: 4.3, 4.6, 4.8 та 5. Під час оформлення патенту [45] автором проведено критичний аналіз відомих аналогів заявленого способу та сформульовано формулу винаходу.

У дисертації було також використано результати спільних робіт співавторів: Маренича А.В. (автор є науковим керівником) [7–12,15,16], тема дисертаційної роботи: «Розробка системи моніторингу атмосферного повітря урбосистем із застосуванням пересувних екологічних лабораторій» (http://www.kdu.edu.ua/spec_rada/vidguk/diss_marenych.pdf); Гільова В.В. [18,19], тема дисертаційної роботи «Експрес-оцінка стану екологічної безпеки примагістральних територій сельбищних зон» (http://www.kdu.edu.ua/spec_rada/vidguk/DissHilyov.pdf); Ткач Н.О. [21,22], тема дисертаційної роботи «Оцінка та прогнозування впливу автомобільного транспорту на стан шумового забруднення сельбищних територій»

(http://www.kdu.edu.ua/spec_rada/vidguk/dis_Tkach.pdf). В роботах у співавторстві з Гільовим В.В. та Ткач Н.О. автор брав участь у постановці завдань, плануванні експериментальних досліджень, обробці їх результатів, формулюванні висновків.

Список праць дисертанта наведено у *додатку Е* роботи. Вищезазначена нумерація робіт у співавторстві відповідає списку, представленому у додатку.

Апробація результатів роботи. Основні наукові та практичні результати дисертаційних досліджень доповідалися та отримали позитивну оцінку на таких конференціях: XIII, XIV, XV Міжнародній науково-технічній конференції *«Проблеми екологічної безпеки»* (Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р., 12–14 жовтня 2016 р. та 06–08 жовтня 2015 р. відповідно); VI Всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю *«Екологія – 2017»* (Вінниця, 20–22 вересня 2017 р.); XVII, XVI, XIII Міжнародній науково-практичній конференції *«Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки»* (Кременчук, 01–03 червня 2017, 14–15 травня 2015 р., 29–30 вересня 2011 р. відповідно); XX Міжнародній науково-практичній конференції *«Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017»* (Харків, 19–22 квітня 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції *«ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації»* (Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р.); IV Міжнародній науковій конференції молодих учених *«Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»* (Харків, 1–2 грудня 2017 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції *«Архітектура та Екологія»* (Київ, 31 жовтня – 01 листопада 2016 р.); IV Міжнародному конгресі *«Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»* (Львів, 21–23 вересня 2016 р.); XVI Всеукраїнській науково-технічній конференції *«Актуальні проблеми енергетики та екології»* (Одеса, 05–07 жовтня 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції

«Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» (Харків, 04 грудня 2015 р. та 6 грудня 2013 р.).

Публікації. Основні положення дисертації опубліковано в 45 наукових роботах, з яких: 1 монографія, 28 статей: 20 статей у фахових наукових виданнях України з технічних наук, 7 статей у закордонних наукових періодичних виданнях; 15 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських конференціях, 1 деклараційний патент України.

Структура і обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний текст із 45 таблицями та 85 рисунками викладено на 296 сторінках, список використаних джерел з 243 найменувань розміщено на 31 сторінці, 9 додатків – на 36 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 402 сторінки.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПРІОРИТЕТНИХ ЗАВДАНЬ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА МУНІЦИПАЛЬНОМУ РІВНІ

Порівняльний аналіз динаміки вирішення проблем екологічного моніторингу з динамікою розвитку державних установ свідчить, що останні не завжди спроможні здійснювати ефективний екологічний моніторинг, внаслідок превалювання необхідності виконання поставлених протокольних завдань над ефективністю для кінцевих користувачів. Вирішення цієї проблеми може полягати у створенні окремих моніторингових агентств [1].

1.1 Стислий аналіз стану державної системи екологічного моніторингу в Україні

На сьогодні в Україні діє державна система моніторингу довкілля, у тому числі – моніторингу якості атмосферного повітря. Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища» [2] (ст.20, 22) передбачено створення державної системи моніторингу довкілля (далі – ДСМД) та проведення спостережень за станом навколишнього природного середовища, рівнем його забруднення. Виконання цих функцій покладено на Мінприроди та інші центральні органи виконавчої влади, які є суб'єктами державної системи моніторингу довкілля, а також підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану довкілля.

Основні принципи функціонування ДСМД визначені у постанові Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» [3].

На даний час, у державній системі моніторингу довкілля функції і

задачі спостережень та інформаційного забезпечення виконують 8 суб'єктів системи моніторингу: Мінприроди, МНС, МОЗ, Мінагрополітики, Мінжитлокомунгосп, Держводгосп, Держкомлісгосп, Держкомзем.

Кожний із суб'єктів ДСМД здійснює моніторинг тих об'єктів довкілля, що визначаються Положенням про державну систему моніторингу довкілля та порядками і положеннями про державний моніторинг окремих складових довкілля.

Основні нормативні акти, що регламентують моніторинг об'єктів довкілля:

– постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 № 343 «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [4];

– постанова Кабінету Міністрів України від 20.07.1996 № 815 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод» [5];

– постанова Кабінету Міністрів України від 20.08.1993 № 661 «Про затвердження Положення про моніторинг земель» [6];

– постанова Кабінету Міністрів України від 26.02.2004 №51 «Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення» [7].

З метою координації діяльності міністерств та відомств, визначення основних принципів державної політики з питань розвитку системи моніторингу навколишнього середовища, забезпечення її функціонування на основі єдиного нормативно-методологічного забезпечення постановою Кабінету Міністрів України від 17.11.2001 № 1551 утворено Міжвідомчу комісію з питань моніторингу довкілля.

Функціонування ДСМД здійснюється на трьох рівнях, що розподіляються за територіальним принципом :

– загальнодержавний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах всієї країни;

– регіональний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання в

масштабах територіального регіону;

– локальний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах окремих територій з підвищеним антропогенним навантаженням [2].

Станом на кінець 2014 року Українським гідрометеорологічним центром Державної служби України з надзвичайних ситуацій (УкрГМЦ) здійснюються спостереження за забрудненням атмосферного повітря у 53 містах України на 162 стаціонарних, двох маршрутних постах спостережень та двох станціях транскордонного переносу [9]. Станом на 08.12.16 спостереження здійснюються в 30 містах на 125 пунктах відповідно [10]. Ведуться спостереження за хімічним складом атмосферних опадів та за кислотністю опадів. Державна екологічна інспекція (Мінприроди) здійснює вибірковий відбір проб на джерелах викидів. Вимірюється понад 65 параметрів. Санітарно-епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я (МОЗ) здійснює спостереження за якістю атмосферного повітря у житловій та рекреаційній зонах [9]. При цьому варто зазначити, що в Україні налічується 460 міст, де станом на 1 січня 2014 року мешкало 60,5 % загальної чисельності населення країни (без урахування населених пунктів, підпорядкованих міськрадам), таким чином спостерігається дисонанс між кількістю міст де здійснюється моніторинг якості атмосферного повітря – 8% від загальної кількості. Такий стан в умовах процесів децентралізації влади та євроінтеграції українського природоохоронного законодавства (у т.ч. у галузі моніторингу якості атмосферного повітря є неприйнятним. Санітарно-епідеміологічну службу де-юре ліквідовано [11]. Державна екологічна інспекція суттєво обмежена у своїх контрольних функціях та згідно анонсованого документу «Концепція реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього середовища в Україні» [12] теж має бути ліквідованою. Отже на рівні державного управління, в умовах євроінтеграції, моніторинг якості атмосферного повітря здійснює лише УкрГМЦ.

Недоліки в системі спостережень УкрГМЦ висвітлено та проаналізовано в [13], де, зокрема, зазначено такі:

- визначення кількості та місць розташування постів спостережень здійснюється безапеляційно на підставі застарілого документу [14] залежно від чисельності населення та з орієнтацією на збір інформації щодо впливу конкретних джерел забруднення довкілля з розташуванням стаціонарних постів у безпосередній близькості від об'єктів впливу;

- програма спостережень (повна – о 1-00, 7-00, 13-00 та 19-00 год за місцевим часом, неповна – о 7-00, 13-00 та 19-00 год відповідно [14]) обґрунтована відомчими інструкціями та можливістю існуючої технічної бази здійснення вимірювань залишає промисловим об'єктам значний проміжок часу для інтенсифікації процесів наслідком реалізації яких можуть бути значні рівні забруднення, а також може спричинити труднощі при аналізі великих масивів даних, знаходженні кореляційних залежностей та подальшому прогнозуванні стану забруднення атмосферного повітря;

- оцінювання впливу фізичних чинників формування екологічної небезпеки забруднення атмосферного повітря – не здійснюється внаслідок значної динаміки рівнів забруднення та недоцільності їх фіксації цих параметрів на стаціонарних постах мережі спостережень;

- співпраця різних установ на муніципальному рівні – не координована.

Авторами роботи [15] зазначено: «...Основними недоліками існуючої системи моніторингу в Харківській області є: відсутність узгодженості та уніфікованості інформаційних технологій, недостатнє забезпечення мереж засобами інформаційного обміну і, як наслідок, недостатня оперативність у наданні інформації користувачам; відсутність єдиної комплексної мережі спостережень регіонального рівня, до складу якої мають входити мережі суб'єктів моніторингу, мережа автоматизованих постів та центр збору та обробки інформації за результатами моніторингу; недостатній рівень технічного та методичного забезпечення функціонування мереж

спостережень».

В інших аналітичних матеріалах [16] стосовно недосконалості системи моніторингу, зазначено конкретно: «...Стан державної системи моніторингу довкілля за її структурою, рівнем організації, можливостями вимірювання якісних та кількісних параметрів стану навколишнього середовища, способом передачі та агрегації даних не відповідає завданням, що поставлені перед нею, і сучасним вимогам».

Отже, за результатами попередніх досліджень визначено суттєві недоліки діючої системи моніторингу якості атмосферного повітря [17]. Переважна більшість визначених недоліків має організаційно-технічний характер та може бути усуненою завдяки реформуванню законодавчої бази та створенню автоматичних інформаційно-аналітичних систем. Між тим теоретичний базис вдосконалення систем моніторингу на рівні урбосистем (урбанізованих територій) не є достатньо опрацьованим. Моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації щодо викидів забруднюючих речовин та рівня забруднення атмосферного повітря, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря [18].

Загальноприйнята схема реалізації завдань системи моніторингу довкілля в Україні [19] представлена на рис.1.1.

Аналізуючи зазначену схему, із урахуванням ряду визначених попередньо недоліків, можна чітко зазначити, що основною проблемою реалізації цієї схеми на рівні урбосистеми є саме недосконалість організації підсистем спостереження й оцінки, що у кінцевому випадку призводить до недостатньої обґрунтованості в підсистемі підтримки (по суті – розробки) прийняття управлінських рішень, яка безпосередньо пов'язана з управлінням якістю компонентів довкілля.

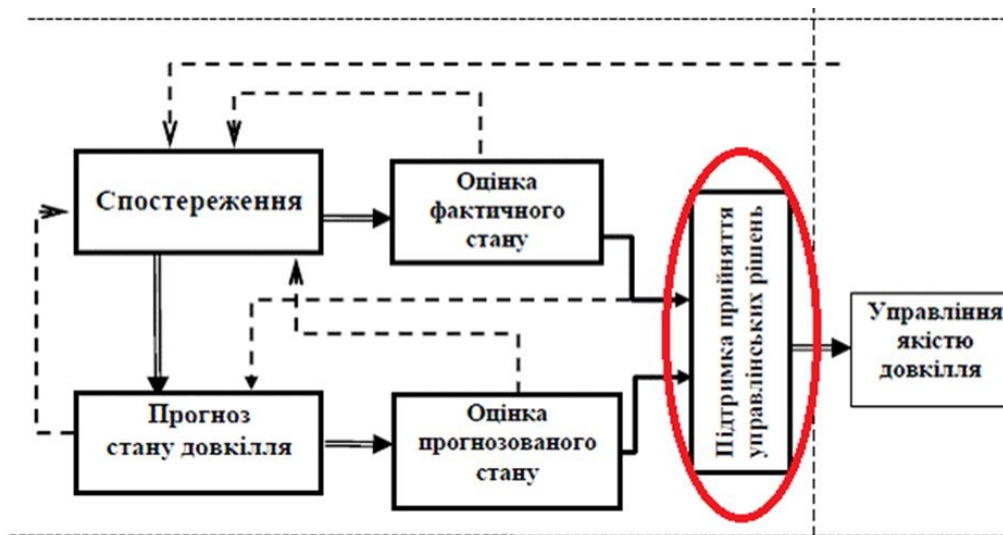


Рисунок 1.1 – Блок-схема моніторингу довкілля [1]

В таких умовах тимчасовим заходом, спрямованим на забезпечення рівня відповідальності місцевої влади перед громадою в частині оцінювання якості атмосферного повітря є організація системи екологічного моніторингу атмосферного повітря за допомогою пересувних муніципальних екологічних лабораторій (ПМЕЛ). Однак практична реалізація такого рішення, знов таки, ускладнюється недосконалістю методологічної бази організації роботи ПМЕЛ, особливо у частині розробки програм спостереження, які б дозволили реалізувати увесь спектр моніторингових досліджень (режимні, оперативні та епізодичні) за допомогою по суті лише маршрутного посту відбору проб [20].

Отже, законодавчими документами, що складають інституціональну основу державної системи моніторингу не передбачено функціонування суб'єктів системи на рівні окремих урбосистем. Така ситуація з огляду на реалізацію положень Постанови Верховної ради України «Про попереднє схвалення законопроекту про внесення змін до Конституції України щодо децентралізації влади» [8] у частині прав місцевих громад не є такою, що об'єктивно відображає можливості розвитку моніторингових систем довкілля в Україні. Між тим зрозуміло, що громади, сформовані в містах України на принципах децентралізації влади, будуть мати право вирішувати питання контролю за станом довкілля на власній території самостійно, залучаючи до цього суспільні фінансові ресурси.

В таких умовах актуальним постає завдання методологічного та методичного забезпечення організації систем муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря їх інтеграцією в державну та загальноєвропейську системи моніторингу довкілля. Варто зазначити, що державна система моніторингу атмосферного повітря має дещо відмінні акценти на виконанні першочергових власних базових завдань. Так державна система послуговується масивом статистичної інформації результатом аналізу якої є оцінювання стану атмосферного повітря в цілому в країні з ранжуванням найбільш несприятливих місць за чисельними значеннями статистичних індексів. Між тим, основою для виконання завдань системами муніципального моніторингу є оцінювання поточної локальної ситуації (на основі разових значень концентрацій забруднюючих речовин), що виникає в межах зон сельбищної забудови конкретної урбосистеми. 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.

Отже, для врахування цих розбіжностей на етапі організації муніципальних систем має бути розроблено концепцію екологічного моніторингу атмосферного повітря [21].

1.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері моніторингу довкілля

Термін «моніторинг» у наукову літературу увійшов на початку 80-х років ХХ століття і означає (у перекладі з латинської мови) нагадування, попередження, зосередження. Цей термін з'явився перед проведенням Стокгольмської конференції ООН по довкіллю (Стокгольм, 1972 р.). Перші пропозиції з приводу такої системи були розроблені експертами спеціальної комісії SCOPE (Науковий комітет з проблем довкілля) в 1979 році. Систему повторних досліджень одного та більшої кількості елементів довкілля в

просторі та часі з визначеною метою і відповідно до підготовленої програми було запропоновано назвати – моніторингом [19].

Пізніше було визначено інше поняття. Так, екологічний моніторинг природно-антропогенних екосистем – це система спостережень, збору, обробки, передавання та аналізу інформації про стан екологічних систем, що розвиваються як природним шляхом, так і під впливом антропогенного навантаження [19].

З того часу проблеми навколишнього середовища і моніторингу займають чільне місце в наукових пошуках, їм присвячені численні фундаментальні дослідження: загальний моніторинг, агрокліматичний, ґрунтовий, водний, лісовий, медичний, моніторинг природних комплексів, ландшафтний моніторинг, паспортизаційний моніторинг тощо.

Дослідники всебічно вивчають тему моніторингу навколишнього природного середовища та пропонують різноманітні його методи проведення: за допомогою біоіндикації [22], аерофотозйомки [23], теорії фракталів [24], геоінформаційних систем [25–32], більш розвинутих комп'ютерних програм [22, 28, 33] та ін. Розглянемо останні дослідження та публікації за цією темою.

У ряді досліджень, що спрямовані на якісне виявлення забруднюючих хімічних речовин у атмосферному повітрі, відмітимо праці У. Марікуци [33] та Дмитрикова В. П. [34].

Вчені Національного університету Львівська політехніка [33] на основі аналізу існуючих проблем моніторингу навколишнього середовища розробили алгоритми роботи системи аналізу, які передбачають два режими роботи (навчання або моніторинг), два види моніторингу (пошук заданої речовини або розпізнавання відомої), використання яких залежить від інтенсивності дестабілізуючих факторів та вимог тривалості контролю. Так, за розробленими алгоритмами, описана система може працювати у двох режимах:

– режимі «навчання», за якого наповнюється бібліотека еталонних

відгуків хімічних речовин;

– режимі «моніторинг», за якого виявляють у повітряному середовищі хімічні речовини.

На відміну від розробок У. Марікуци, В. П. Дмитриков [34] дослідив проблему виявлення мікродомішок поліциклічних сполук у атмосферному повітрі, а саме, використав цифрову обробку хроматографічних сигналів із застосуванням фільтру Бесселя, яка за рахунок збільшення точності вимірів (на 35 %) дозволила вирішити проблему надійного визначення мікрокількостей забруднювачів повітряного середовища. Це дало змогу запропонувати інженерні методики визначення забруднювачів на практиці.

Важливою є тема кількості постів спостереження на відповідній території. Цій темі присвятили свої праці декілька науковців [35–37]. Н. Лазаренко-Гевель [35] зазначає, що однією з основних вимог для ефективного функціонування системи моніторингу атмосферного повітря є рівномірне просторове розміщення постів спостереження по всій території об'єкта дослідження. Автор математично виявив рівномірність розподілу об'єктів моніторингу за допомогою геоінформаційного аналізу просторових розподілів.

Автором [36] розглянуто економічний підхід щодо кількості датчиків моніторингу за атмосферним повітрям у невеликому місті. І. Степанченко вважає, що за статистичними даними можливо побудувати розу вітрів, за якою повною мірою можна побачити, що у деяких напрямках вірогідність вітру не значна. Це дозволяє зменшити кількість датчиків у даному напрямку без втрати необхідної інформації.

В.О. Ковач у [37] також стверджує, що за допомогою запропонованої математичної моделі можливо аргументувати, яку саме кількість постів потрібно встановити на досліджуваній території, щоб при найменших економічних затратах контролювати радіаційну обстановку у місті.

Технології йдуть уперед, а отже для проведення моніторингу навколишнього середовища повинно відбуватися переоснащення приладів, а

також і сама система у повній мірі. Деякі автори [28, 29, 31, 38] пропонують нестандартні рішення, щодо моніторингу, пропонуючи новітні методи та комп'ютерні програми.

У статті [38] В.Б. Мокін стверджує, що мережа постів моніторингу стану атмосферного повітря в містах є недостатньо щільною, крім того складно синхронізувати дані цих постів із кількістю транспортних засобів (далі – ТЗ), які є джерелом його забруднення. Для усунення цих проблем, автор пропонує застосовувати інформаційно-вимірювальну систему (далі – ІВС) універсального типу, що ґрунтується на використанні мобільних пристроїв, яку було адаптовано до вимірювання концентрації СО в атмосферному повітрі. Автор пояснює, що така ІВС – це система, усі операції обробки якої здійснюються на основі універсальних мобільних комп'ютерних пристроїв (смартфон, планшет, нетбук, ноутбук тощо) та яку можна встановити на транспортному засобі та проводити спостереження просто у транспортному потоці синхронно зі спостереженнями кількості ТЗ у цьому потоці. Результати тестування цієї технології на вулицях м. Вінниця (Україна), підтвердили її працездатність.

Автор [29] пропонує структуру регіональної системи комплексного моніторингу навколишнього природного середовища, де первинні дані про стан складових докільця накопичуються у суб'єктах моніторингу та передаються до регіонального інформаційно-аналітичного центру системи, у вищій інстанції – управління, міністерства і комітети, де використовуються для вирішення завдань більш високого рівня. Також пропонує розробку Web сайту регіональної системи моніторингу навколишнього середовища, де по запиту користувача в реальному часі опрацьовуються дані визначеного суб'єкта та складової компоненти природного середовища.

В роботі [28] Поповим О.О. та Яцишиним А.В. виконано дослідження найбільш розвинутих вітчизняних та закордонних інформаційних систем екологічного та радіаційного моніторингу, які можуть бути адаптовані для використання в розроблюваній ними системі «ЕкоІЕС». Використання даного

програмного продукту дозволяє вирішувати наступні задачі:

- визначення розподілів концентрацій забруднення за різними сценаріями (середнє забруднення за період, вибіркоче забруднення, аномальна конвекція, штиль тощо);
- обчислення екологічних і техногенних ризиків;
- оптимізація вибору координат раціонального розміщення пунктів спостережень мережі моніторингу стану атмосферного повітря;
- визначення залежностей впливу дії забруднювальних речовин на інші фактори;
- візуалізація різноманітних екологічних даних за допомогою графіків, діаграм, електронних карт.

Зокрема у праці [28] була розглянута моделююча система «AERMOD», розроблена співробітниками компаній «Lakes Environmental» (Канада) і «BREEZE» (США) яка призначена для моделювання поширення забруднюючих речовин від різних джерел забруднення (наземних, висотних) в умовах довільного рельєфу місцевості.

Дослідники у [32] стверджують, що за допомогою програми «Surfer» стає можливим візуалізація результатів екологічних досліджень у вигляді карт і картосхем забруднення території, які на топографічній основі мають вигляд точок відбору проб, а база даних наповнена результатами їх аналізу. Автори вважають, що це дає змогу описати сучасну екологічну ситуацію міста в комплексі з аналізом ландшафтних одиниць. Підсумком їх роботи є побудова комп'ютерної моделі урбоєкосистеми – картосхеми забруднення міста Івано-Франківська.

Достатньо гостро серед науковців піднімається тема вдосконалення системи моніторингу та застаріле обладнання, яке не в змозі оцінювати реалії сучасних забруднень атмосферного повітря.

Так, у праці [39] автори наголошують, що для розробки заходів, спрямованих на усунення негативних наслідків втручання людини у навколишнє природне середовище і поліпшення екологічної ситуації,

застосування методів оптимізації природокористування при одночасному збереженні довкілля, необхідне постійне удосконалення екологічного моніторингу, створення, на основі вже існуючих, нових методик розрахунку, забезпечення суб'єктів моніторингу сучасними приладами.

Зокрема, Н.С. Бордюг [40], який також вважає модернізацію системи моніторингу передовою проблемою, звертає особливу увагу на наявні проблеми при викладанні курсу «Моніторинг довкілля», де необхідно більш досконало розглядати системи моніторингу довкілля та можливі шляхи їх вирішення для того, щоб майбутні екологи змогли впроваджувати знання та вміння на практиці.

Також не можна не приділити увагу праці Тимченко І.В. [41], де в результаті проведених досліджень розв'язане наукове завдання: вдосконалення та впровадження системи комп'ютеризованого екологічного моніторингу процесів перевантаження шкідливих рідин для підвищення рівня екологічної безпеки функціонування морських портів. Удосконалена система дозволяє в умовах невизначеностей апріорної інформації на етапах накопичування досвіду та імітаційно-тренажерного навчання персоналу програвати можливі сценарії аварійних ситуацій, оцінювати їх ризик та наслідки для довкілля, і на етапі попередження небезпеки формувати рішення, а також аналізувати сформовані варіанти рішень.

Серед комплексу заходів, які визначають умови функціонування цієї системи, найголовнішим є технічне забезпечення, загальні принципи якого знайшли відображення в теорії складних систем і потребують подальшого розвитку.

У [30] дисертант виконав комплексну експертно-аналітичну оцінку стану системи моніторингу навколишнього природного середовища (далі – НПС) в Україні, яка показала, що її технічне забезпечення не в повній мірі відповідає сучасним вимогам. А також зробив висновки, що аналітичні лабораторії потребують технічного переоснащення з урахуванням єдиних вимог до ДСМД та вимог міжнародних стандартів з питань контролю стану

НПС.

Надважливим вихідним етапом реалізації систем промислового моніторингу є процедура проведення оцінки впливу на довкілля. Деякі з науковців вважають систему оцінки впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище (далі – ОВНС) в Україні не досконалою, та пропонують докорінно змінити цю процедуру, як, наприклад, у праці Я.О. Адаменко [31]. Автор, використовуючи світовий досвід екологічної оцінки (далі – ЕО), розробив науково-теоретичні основи ОВНС, впровадив їх на кількох підприємствах різних галузей і пропонує застосовувати цю процедуру в Україні. В загальному, у процесі ЕО дисертант виділяє наступні процедури:

- попередня екологічна оцінка впливів – скринінг;
- визначення задач екологічної оцінки – скоупінг;
- генералізація, порівняння та вибір альтернатив;
- оцінка параметрів навколишнього середовища;
- пом'якшення впливів;
- прийняття рішення.

Таким чином, усі стадії ЕО супроводжуються залученням громадськості та зацікавлених сторін, що є різкою відміною від процесу вітчизняного ОВНС.

Доцільно відмітити праці [42, 43], що стосуються попередження та знешкодження наслідків аварійних викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря.

На базі отриманих рівнянь у [42] автором знайдені рішення задач, які дозволяють виявити зміну концентрації забруднювача у часі та просторі, що дає можливість оцінити межі розповсюдження екологічної кризової ситуації. Виконано теоретичне обґрунтування методів, які дозволяють розподілити забруднювач у просторі з метою його дезактивації у місцях накопичення або очищення від забруднювача якоїсь області простору, що буде сприяти поліпшенню екологічної ситуації.

Дисертант у праці [43] розробив тривимірну числову модель для прогнозу рівня забруднення атмосфери у разі аварійних виливів (викидів) хімічно небезпечних речовин з урахуванням впливу будівель на процес переносу токсичних речовин, метеоумов, місця та типу аварійного викиду. А також удосконалив модель для розрахунку процесу нейтралізації токсичного газу в атмосфері, яка, на відміну від наявних, дозволяє розрахувати даний процес за умов забудови.

Неодноразово науковці та дослідники у сфері моніторингу за НПС стверджують про те, що геоінформаційні системи (далі – ГІС) відіграють невід’ємну роль у достовірності результатів моніторингу. Це підтверджують праці [25, 27–30, 31] та багато інших. А саме у [25] здійснено аналіз можливостей геоінформаційних технологій при розв’язанні завдань управління екологічною безпекою навколишнього середовища та описано основні можливості та переваги спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем оцінки стану екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери.

Автор [30] в програмно-інформаційному комплексі розробив критерії оптимізації пунктів спостережень і пошукові критерії даних за допомогою ГІС технологій на електронній карті.

Також дослідники активно використовують метод створення екологічних карт, для чіткого бачення території забруднення, як наприклад [24, 32, 44].

Дисертант у праці [44] проаналізував процедури інженерно-геологічного районування процесонебезпечних територій на прикладах середньомасштабних картографічних моделей.

Наголошуючи на те, що нафтогазодобування є екологічно небезпечним процесом, В.С. Скрипник у своїй дисертації [45] вважає за необхідність проводити локальний екологічний моніторинг у промислових районах. Для його організації автором на прикладі Надвірнянського нафтогазопромислового району розроблена система моніторингу із 153 точок спостережень на 14 профілях. Для оцінки екологічних станів компонентів

довкілля (грунтового і рослинного покривів, поверхневих і ґрунтових вод, атмосферного повітря та опадів снігу, донних відкладів, тваринницької продукції) відбирались та аналізувались проби 12 забруднювачів, а результати оброблялись з використанням сучасних ГІС-технологій і виносились на екологічні карти. Виконувались розрахунки фонових вмістів, порівнювались з ГДК та виявлялись геоекологічні зони і смуги з різним ступенем забруднення. Це дало змогу оцінити вплив нафтогазодобування на сучасну екологічну ситуацію та розробити рекомендації для її стабілізації та покращенню.

Між тим, сьогодні існує ряд чинників, що не дозволяють забезпечити належну ефективність графічного відображення екоінформації. Це – відсутність універсальної методики та інструментарію, обмежений доступ користувачів до інформації при значному узагальненні останньої, значна вартість ліцензійних засобів обробки картографічного матеріалу (ZuLu, Map-Info, ArcCad, ArcGIS та ін.), законодавчі обмеження у використанні електронних карт загального призначення, зосередженість вище зазначених засобів при спеціалізованих комунальних підприємствах міських рад. Реалізовані в Україні проекти зі створення екологічних електронних карт у більшості випадків було фінансовано стовідсотково за рахунок коштів державного бюджету при майже нульовому кінцевому результаті. При цьому слід констатувати суто локальне розповсюдження одержаної екоінформації.

Авторами [46] питання візуалізації інформації систем екологічного моніторингу пропонується розв'язувати за допомогою глобальних картографічних інтернет-сервісів. Пропозицію сформовано з огляду вирішення задачі повномасштабного забезпечення доступу зацікавленої громадськості до інформації екологічного характеру, даних екологічного моніторингу, що є однією з основних та важливих задач при реалізації регіональних систем управління екологічною безпекою.

Для прикладу розглянуто можливості сервісів GoogleMaps та YandexMaps. Останній має інструмент API YandexMaps, який надає

можливість відвідувачам сайту управляти картами та їх вмістом. На веб-сторінці можна розмістити інтерактивну або статичну карту. Інтерактивна карта (Javascript API) дозволяє відвідувачам веб-сторінки взаємодіяти з картою за допомогою елементів управління. Карту можливо доповнити графічними об'єктами, які накладаються на зображення місцевості. Інтерактивна карта (Javascript API) доповнюється мітками (геокодерами), ламаними лініями, багатокутниками. Для опису об'єктів на карті застосовується YMapsML. На рис. 1.2 відображено абстрактно проведені зони можливого екологічного впливу техногенних елементів урбосистем на стан навколишнього природного середовища. Графічна візуалізація еконіформації можлива навіть при найменшому доступному масштабуванні.

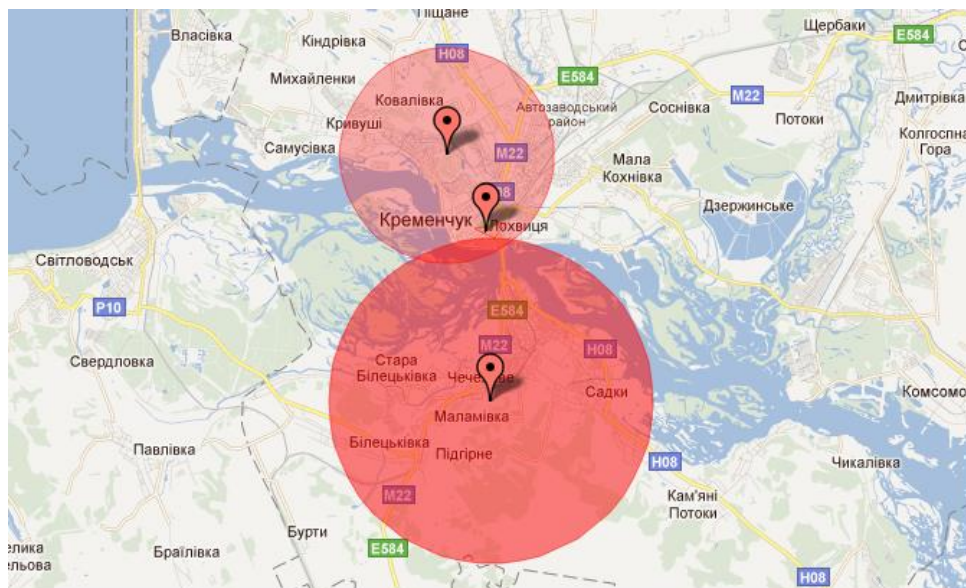


Рисунок 1.2 – Приклад візуалізації зон можливого антропогенного впливу за допомогою інтернет-сервісу YandexMaps

Отже, для ознайомлення, огляду та моніторингу інформації, що має екологічний характер та графічно відображає екологічний стан компонентів довкілля на будь-якій території, будь-яким користувачем можуть бути застосовані найвідоміші картографічні інтернет-сервіси. Запропонований нами варіант повномасштабного ознайомлення зацікавленої громадськості з екологічною ситуацією має низку переваг, на відміну від результатів роботи з

професійними графічними редакторами, а саме: безкоштовність розміщення, необмежений доступ до інформації, високий рівень візуалізації.

Деякі науковці досліджують систему моніторингу саме у містах з обмеженим бюджетом та сприятливою екологічною ситуацією. Наприклад, в [47] автором пропонується можливість адаптації параметрів системи виробничих екологічних обмежень до поточної екологічної ситуації у місті з урахуванням поточних значень метеорологічних параметрів, врегулювання автотранспортних потоків та ідентифікації недоступних безпосередньому виміру фактичних об'ємів викидів з промислових стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря за територією санітарно-захисної зони (СЗЗ) підприємств. Інформаційну підтримку системи екологічного моніторингу пропонується забезпечити тільки засобами мобільної екологічної лабораторії.

Достатня кількість наукових праць присвячена рівню екологічного ризику в техногенно навантажених урбанізованих екосистемах [22, 44, 45, 47–50].

Так, у роботі [48] розроблено теоретичні засади методу розрахунку територіального екологічного ризику, в якому наявні екологічні нормативи (ГДК_{с.д.} і ЛК₅₀) відіграють роль реперних точок, що формують координатну базу відліку системи «доза – ефект». А також, теоретично обґрунтовано метод оцінки скорочення очікуваної майбутньої тривалості життя, який базується на принципі низхідних ефектів від впливу техногенних факторів і умовах нормування ризику відносно середньо-смертельних рівнів впливу.

У роботі [44] досліджені умови і фактори розвитку ризику небезпечних геологічних процесів та їх геодинаміка (зсуви, карст, ерозія, підтоплення).

У праці В.І. Бендюга [50] вирішено задачу створення методології оцінки техногенної безпеки промислових підприємств. В основу створеної методології був покладений метод індексних оцінок техногенного ризику, який на відміну від інших, менш критичний до недостатньої кількості і нечіткості вихідних даних, більш простий з математичної точки зору, його

можна використовувати як для оцінки небезпеки частих, так і досить рідких подій, якими є надзвичайні ситуації (НС) з тяжкими наслідками.

Дисертантом у [24] вперше теоретично обґрунтовано алгоритм та запропоновано метод оцінювання екологічного ризику, обумовленого забрудненням атмосферного повітря при спалюванні кам'яного вугілля, який дозволяє визначити внески хімічної та радіаційної складових у формуванні екологічного ризику.

У праці [51] подано модель комплексної бальної оцінки та прогнозування впливу гідротехнічних споруд (ГТС) на довкілля та населення, в якій вперше враховується ризик впливу споруд на основі порівняння різних альтернатив і невизначеність експертних оцінок щодо впливу споруд.

У статті [48] проаналізовано необхідність проведення екологічного моніторингу для запобігання та усунення екологічних загроз та ризиків, котрі виникають внаслідок здійснення будівельної діяльності.

Деякі дослідники гостро піднімають тему сміттєзвалищ на території населених пунктів. Наприклад, автори праці [52] представили сучасний стан розробки ГІС екологічного моніторингу та комплексного аналізу стану довкілля у Закарпатській області. У роботі побудовано (як складову РГІС) спеціалізовану ГІС «Місця утворення і видалення відходів». Зокрема, сформовано її базу геоданих, а також шляхом геокодування визначено місцезнаходження всіх підприємств і сміттєзвалищ. Ця система дозволяє одержувати вичерпну довідкову інформацію про:

- задіяні та ще не задіяні в моніторингу створи спостережень;
- показники якості поверхневих вод, у тому числі групові показники;
- ГДК, сформовані за різними критеріями;
- формули для кількісного оцінювання якості води за конкретними показниками.

За результатами проведених досліджень Новохацької Н.А. у дисертації [29] було розроблено:

- метод виявлення та розпізнавання сміттєзвалищ, який ґрунтується на дистанційному зондуванні Землі;
- створено базу даних (БД) характеристик полігонів побутових відходів за різними класами та БД еталонних об'єктів з тих полігонів для твердих побутових відходів (ТПВ), які паспортизовані та мають систему моніторингу;
- синтезовано просторову картографічну модель інвентаризації сміттєзвалищ засобами ГІС, шляхом обробки та аналізу інформації, одержаної методами космічного моніторингу та гідрогеологічних даних;
- результати досліджень використано під час формування реєстру місць видалення відходів в Київській області.

Достатньо результативною є праця М.В. Крихівського [53], де розвинено методологію оцінювання рівня екологічної безпеки від забруднень навколишнього середовища мікроелементами, а також встановлено статистичну залежність між концентраціями мікроелементів у ґрунтах і захворюваністю та смертністю населення, знайдено функціональні залежності, що адекватно моделюють ці зв'язки на основі створеної математичної моделі. У роботі вперше створено інформаційну аналітичну систему екологічних служб для прогнозування захворюваності залежно від екологічних чинників.

Цікавою для аналізу є праця М.М. Біляєва та Т.І. Русакової [54]. Автори стверджують, що емпіричні моделі, які в Україні використовуються для прогнозування у масштабі «urban», не враховують процес атмосферної дифузії, нерівномірність полів швидкості вітрового потоку у забудові, а також вплив споруд на формування зони забруднення на вулицях міста. На противагу цьому, вони пропонують використовувати чисельні моделі, що є потужним теоретичним інструментом для вирішення складних задач у сфері оцінки забруднення атмосферного повітря, зокрема, викидами автотранспорту на вулицях міста. Розроблена методика дозволяє оперативно прогнозувати рівні забруднення атмосферного повітря викидами

автотранспорту за розміщення споруд та автомагістралі за типом «вуличний каньйон» з урахуванням хімічних перетворень забруднюючих речовин.

На думку автора [55] в Україні має місце недостатній рівень екологічної культури населення, тому у своїй праці дисертант пропонує вирішення цієї проблеми.

Також варто звернути увагу на праці у сфері забезпечення автоматизованої систем моніторингу параметрів довкілля [56, 57, 30].

Автоматизація є невід'ємною частиною для вдосконалення систем моніторингу. Вона допоможе підвищити оперативність відбору та чіткість замірів проб атмосферного повітря на наявність забруднюючих речовин.

Зокрема, у праці [56] описано апаратне і програмне забезпечення автоматизованої системи моніторингу параметрів довкілля та наведено головні технічні характеристики системи, параметри, які можна вимірювати, передавати, опрацьовувати за її допомогою. Також детально розглянуто режими роботи автоматизованої системи, її функціональну схему, призначення всіх складових. Описано алгоритм передавання вимірних даних по бездротовому зв'язку, формат посилань, а також розроблений графічний інтерфейс «Weather Station», призначений для керування системою за допомогою персонального комп'ютера.

Автори наукової статті [57] відмічають, що традиційні міські системи моніторингу атмосферного повітря не дозволяють здійснювати оперативний відбір, обробку, передачу і використання даних спостережень в задачах контролю та врегулювання рівнів забруднення атмосфери. Сучасні автоматизовані системи моніторингу дозволяють вирішити ці проблеми, у той же час відповідають усім нормативним вимогам.

Отже, за результатами літературного аналізу [58], враховуючи сучасний стан розвитку автоматизованих систем моніторингу та їх технічного забезпечення, встановлено доцільність організації міських (муніципальних) систем екологічного моніторингу, що будуть здатні оперативно оцінювати стан компонентів довкілля, у тому числі –

атмосферного повітря, в межах конкретних урбосистем.

Згідно [18] чинниками забруднення атмосферного повітря окрім традиційно інгредієнтного (хімічного) є фактори фізичного та біологічного забруднення. Аналіз представлених нижче наукових досліджень показує, що найбільшого занепокоєння у населення урбосистем викликає стан шумового та електромагнітного забруднення атмосферного повітря.

1.2.1 Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері моніторингу шумового забруднення атмосферного повітря

В останні роки проблема зменшення рівня шумового забруднення довкілля в багатьох країнах світу посідає одне з найважливіших місць. Уведення нових та механізація існуючих технологічних процесів, збільшення промислових потужностей, підвищення кількості транспортних засобів та неймовірне різноманіття побутової техніки призвели до збільшення рівня небезпеки пагубного впливу шуму на здоров'я людини. Саме тому питання механізму дії шумового забруднення і способів його мінімізації має зайняти одне з провідних місць у програмах, як регіональної, так і державної екологічної політики.

Проблемі шумового забруднення міських територій автотранспортом сьогодні присвячена значна кількість досліджень. Так, в [59] проведено аналіз особливостей транспортного шуму на основі безперервних даних моніторингу за 15 років, а також виділено основні особливості і фактори, що впливають на рівень шумового забруднення в межах міських агломерацій. До них віднесено:

- об'єм перевезень за рік;
- різноманітність транспортного складу;
- стан дороги (структура дорожнього покриття, ширина проїжджої частини, форма вулиці, наявність та кількість естакад);
- організація дорожнього руху (наявність об'їзних доріг для

вантажного автотранспорту, транзитні дороги, відрізки з обмеженням швидкості руху).

В [60] було проведено подібне дослідження, але за інший період – 6 років. Його метою було порівняння допустимого рівня шуму на десяти навантажених вулицях центральної частини міста з затвердженою в державі граничною нормою. Результати дослідження показали, що найменше перевищення гранично допустимого рівня шумового навантаження складає 10 дБ, а найбільше майже 20 дБ.

Автори роботи [61] за результатами чотирирічного моніторингу шумового забруднення міста в денний і нічний час прийшли до висновку, що кількість автомобільного транспорту становить приблизно 80% від загальної його чисельності, а отже і основним джерелом міського шуму.

Окрім доріг і рівня шумового навантаження на них суттєве занепокоєння викликає стан міських парків, які місцеве населення відвідує заради відпочинку, оздоровлення, огляду пам'яток. Здавалося б, що території відпочинку в межах міста мають відповідати усім державним нормам, але чи так це насправді? Автори дослідження [62] провели вимірювання рівня шумового забруднення у 6 найбільш відвідуваних парках міста (Бразилія), виділивши 303 точки, розташованих безпосередньо на стежках або поруч з ними. Вимірювання проводилося з 17:00 до 19:00 години за умови відсутності опадів і вітру (ідеальні метеорологічні умови), для виключення помилок при замірах. Результати вимірювань показали, що лише три з досліджуваних об'єктів відповідали державним нормам шумового навантаження в паркових зонах, а отже було висунуто такі пропозиції:

- населення міста має бути проінформовано про рівні шуму на території парків міста і про потенційний ризик для здоров'я;

- розміщувати міські зони відпочинку потрібно так, щоб вони знаходилися на великій відстані від доріг з найбільш інтенсивним рухом автотранспорту, так як він є основним джерелом міського шуму;

- при наближенні до зелених зон мають бути розташовані знаки, що

вказують на обмеження швидкості і заборону використання сигналу.

Значну увагу присвячено дослідженням шумового навантаження поблизу спальних кварталів (житлових районів) і зон тиші (лікарні, санаторії та інші оздоровчі заклади, школи), промислових і ділових районів, відповідності їх значень гранично допустимим [63].

Окрім транспортних засобів джерелами шуму також є усі види промислових виробництв, до того ж визначено, що факторами підвищення шуму від технологічних процесів може бути зношеність обладнання, інтенсивність роботи та ін. [64, 65].

Сьогодні існує незліченна кількість досліджень, що доводить негативний характер впливу шуму на організм людини. Звичайно, ступінь його впливу залежить від характеру і тривалості дії подразника, а також особливостей організму (віку, статі, чутливості, стану здоров'я).

Автор дослідження [66] виділяє наступні прояви впливу шуму на організм людини:

- гострі ефекти (порушення сну, дратівливість, стрес, пониження концентрації уваги, тимчасова зміна слуху);
- хронічні ефекти (підвищення кров'яного тиску, зменшення працездатності, порушення в ендокринній системі);
- довгострокові ризики (хвороби серця, перманентна втрата слуху, шум у вухах).

Враховуючи, що шум може викликати такі негативні наслідки в організмі людини, важливим постає питання про його вплив на працівників, що піддаються йому постійно.

Дослідження [67] спрямовано на виявлення ефектів шумового забруднення по імуноглобулінам сироватки крові в робітників аеропорту. У ході роботи було виявлено збільшення IgA в лінійному порядку протягом дня з поступовим його зменшення до кінця робочої зміни (7 годин). Це говорить про дискомфорт у робочих зонах і недостатній рівень захисту від шуму, що в свою чергу є важливою умовою дотримання безпеки працівника, адже

незручність робочих місць може призвести до порушень концентрації уваги робочих і нещасних випадків.

Авторами роботи [68] за допомогою анкетування та соціологічного опитування водіїв, що в силу своєї професійної діяльності змушені проводити не менше 8 годин на добу в середовищі з підвищеним рівнем шуму було підтверджено наявність фактів погіршення стану здоров'я – безсоння, порушення сну, зниження концентрації уваги, головні болі, мігрені. До того ж, згідно з опитуванням, працівники старшої вікової групи є більш схильними до прояву негативних ефектів впливу шуму. Загалом, в роботі виділено наступні прояви впливу шуму на організм людини:

- аудіологічні ефекти (якщо тривалість шуму невелика і він не є гучним, то поступово слуховий апарат людини відновлюється, а при постійній дії шуму з високими рівнями відновлення не відбувається і в системі спостерігаються порушення);

- на серце (підвищення тиску, уповільнення серцевого ритму);

- на кровообіг (збільшення глюкози, зміна реакції організму на інфекції);

- на мозок (секреція гормонів);

- на гормони (підвищене вироблення гормонів гіпофізу).

Окрім біологічних впливів автори цієї роботи також виділяють прояв ефектів з боку психологічної складової (параноя, збудженість, дратівливість, дезорієнтація). Особливої уваги заслуговує питання про наслідки впливу шуму на здоров'я і нормальний розвиток дітей. Діючи на вразливий до подразників організм, шум може розвинути в дитини почуття неповноцінності і відсутність впевненості у собі.

Шумові карти міст створюються з метою виявлення рівнів шумового забруднення і розробки управлінських рішень щодо його зменшення. Вони можуть бути використані в якості інструменту для міського планування, з метою покращення якості життя населення і передбачення майбутніх сценаріїв.

Так, авторами роботи [69] було розраховано показник L_{Aeq} – еквівалентний рівень безперервного шуму, дБ(А), на основі якого знайдено акустичні діапазони для досліджуваного міста, з наступним їх нанесенням на карту.

Шумові карти можна створювати за допомогою різних комп'ютерних програм, але при цьому варто враховувати суттєві відмінності у алгоритмі їх роботи. Дослідження [70] ставить за мету порівняти два найбільш часто застосовувані програмні продукти для побудови акустичних карт міст на основі відомих показників рівня шумового забруднення. Експеримент показав, що отримані шумові карти мають невелику відмінність (на 95,5% точок різниця коливається в межах 3 дБ), але програмне забезпечення мають різний алгоритм побудови. Загалом, відрізняється принцип розрахунку поширення звукових хвиль і залежність шумового забруднення від метеорологічних параметрів.

Рослинний покрив в межах міста, а також кліматичні умови досліджуваної території мають велике значення для поширення звукових хвиль, а отже, і рівня шуму загалом. В роботі [71] визначено, що швидкість вітру і рослинність позитивно впливають на рівень шумового забруднення, тобто зменшують його (на 5-10 дБ), тоді як температура, навпаки, підвищує. Тому, ефект впливу метеорологічних параметрів і зелених насаджень на рівень шумового забруднення урбанізованих територій варто враховувати при плануванні, розробці моделей поширення шуму в містах, формуванні екологічної політики.

Для створення шумових карт і прогнозування рівня шумового забруднення на певних дорогах, районах і містах загалом можна використовувати емпіричну модель, розглянуту в дослідженні [72]. Сутність її полягає у підрахунку кількості вантажних і легкових автотранспортних засобів із наступним розрахунком еквівалентного рівня шуму. Таке рішення дасть змогу враховувати рівень шуму на міських автошляхах при розробці містобудівної документації.

Авторами роботи [73] виявлено, що під впливом підвищених показників рівня шуму перебуває переважно населення урбосистем. Встановлено, що існуючі методи оцінки енергетичного забруднення не дозволяють повною мірою врахувати різні чинники та джерела шумового забруднення. Проведено оцінку різних методів розрахунку звукового тиску, що створюють декілька джерел шуму. Виявлено, що пріоритетними джерелами шумового забруднення довкілля урбанізованих територій є автотранспорт. Проаналізовано способи зниження рівнів шумового забруднення. Встановлено, що зниження шумового забруднення можливе, в основному, у місцях його виникнення шляхом зниження фонових значень шумового забруднення, але без його ліквідації.

Таким чином, чинники шумового забруднення атмосферного повітря урбосистем мають бути невід'ємним об'єктом підсистеми спостережень муніципальних систем екологічного моніторингу.

1.2.2 Аналіз останніх досліджень і публікацій у сфері моніторингу електромагнітного забруднення атмосферного повітря

Електромагнітне забруднення довкілля є чинником формування екологічної небезпеки на локальному рівні. У зв'язку з безупинним зростанням попиту на пристрої, що є джерелами електромагнітного випромінювання, не тільки в побуті, а й в промисловості, дослідження даної тематики в останні роки набирає стрімких обертів. З'являються, поглиблюються і конкретизуються дослідження щодо визначення рівня електромагнітного забруднення в районах радіо- і телекомунікаційних башт, мобільних комунікацій, промислових підприємств, ліній електропередач [74]. Разом з цим проводяться дослідження щодо визначення рівня забруднення побутовими пристроями щоденного використання – безпроводними маршрутизаторами Wi-Fi, мікрохвильовими печами, телевізорами, комп'ютерами, смартфонами [75] та прогнозування негативного впливу

такого виду обладнання на живі організми. На сьогодні в Україні відсутні сталі санітарно-гігієнічні нормативи для оцінювання негативного впливу джерел електромагнітного забруднення на живі організми. Відсутня методологія та конкретна методика екологічного моніторингу даного виду забруднення атмосферного повітря. Державний контроль у галузі використання джерел електромагнітного випромінювання до 2014 року здійснювали санітарно-епідеміологічна служба та екологічна інспекція. Дані державні служби проходять процедури реформування, їх кінцеві повноваження з даного питання ще невідомі. Таким чином виникає обґрунтована потреба для проведення ряду досліджень, спрямованих на вивчення методологічних особливостей, концептуальних завдань системи екологічного моніторингу електромагнітного забруднення. Зважаючи на той факт, що ефективне управління екологічною безпекою можливе лише за умови всебічного, детального та досконального аналізу умов формування екологічної небезпеки, вихідною передумовою для проведення ряду досліджень є аналіз результатів попередніх досліджень у цій галузі.

Аналіз попередніх досліджень проведено у трьох напрямках: електромагнітне забруднення як фактор виникнення і прискорення захворюваності, методи зниження рівня впливу електромагнітного випромінювання, електромагнітний моніторинг урбанізованих територій.

Найважливішим напрямком досліджень було і залишається питання щодо впливу електромагнітних хвиль на живі організми [76]. У наукових колах і досі не припиняється дискусія про ефект впливу «невидимого електромагнітного смогу» [77]. Автор наукового експерименту [78] шляхом розробки модулятора зі зміною частоти довів, що за допомогою електромагнітного випромінювання можна досягти зменшення злоякісних ракових утворень до 50%. Усупереч такому відкриттю існує велика кількість робіт, у яких детально описано хід, як польових, так і лабораторних експериментів, що доводять протилежну думку – вплив хвиль може призводити не лише до розвитку уже існуючої хвороби, а й викликати

хронічні захворювання [79]. Так, в [80] обґрунтовано зв'язок між електромагнітним забрудненням і виникненням серцево-судинних захворювань, викликаних зміною швидкості згортання крові.

Автори робіт [81, 82, 83] виявили і обґрунтували вплив низькочастотного електромагнітного випромінювання на:

- клітини мозку, що викликає безсоння і порушення сну, стурбованість і нервовість;

- розмір і швидкість росту злоякісних ракових утворень, при чому учасникам дослідження [84] вдалося довести, що щоденно присутні в людському організмі ракові клітини під впливом електромагнітних хвиль можуть згуртовуватися в пухлини;

- розвиток ракових пухлин молочної залози у жінок.

Вплив випромінювання не обмежується лише проявом негативних наслідків у здоров'ї і життєдіяльності людей і ссавців, він торкається також нижчих організмів [85]. Дослідним шляхом визначено, що тривалий вплив електромагнітної радіації знижує швидкість ділення клітин, темпи росту і розвитку, а у деяких випадках потомство може мати генетичні відхилення.

Рослини, піддаючись постійному електромагнітному впливу, починають змінюватися на клітинному рівні, внаслідок чого виникають порушення біохімічних процесів, змінюється робота активних ферментів [86].

Отже, можна стверджувати, що тривалий вплив джерел електромагнітного забруднення може сприяти виникненню системних розладів у діяльності живих організмів, які на нашій планеті не мають природного захисту від дії електромагнітної радіації, сформованої техногенними джерелами понад природний фон. При цьому попередніми дослідженнями не встановлено, які саме соціальні верстви населення є показовими з точки зору достовірності статистичного врахування рівня навантаження, що створюється електромагнітним забрудненням на їх організми.

Швидкий розвиток інформаційного суспільства приніс значну популярність електронного обладнання, що призвело до все більш і більш серйозного високочастотного електромагнітного радіаційного забруднення. Електромагнітна радіація не тільки втручається в нормальне функціонування електронних пристроїв, але також і завдає шкоди здоров'ю людини, тому електромагнітний радіаційний захист став злободенним питанням у дослідженнях міжнародного рівня [87].

Вчені зі всього світу досліджують способи, та методи захисту від впливу електромагнітних хвиль, шляхом використання матеріалів з високими абсорбційними характеристиками. Найкращим поглиначем електромагнітних хвиль, що справляють негативний вплив на людину (в діапазоні 2-4 ГГц) на сьогоднішній день є піноцементи. Вони є новим типом теплових будівельних матеріалів ізолювання, який широко використовується у внутрішньому будівельно-художньому оформленні. Цементну групу піни використовують як діелектричні структури, а також поглинач S-групи, який був розроблений методом відповідності діелектрика [88].

Основними перевагами цього методу захисту від електромагнітної радіації є: використання в якості традиційної акустичної ізоляції; широке застосування в будівництві, загальнодоступність, ефективний захист, низька вартість матеріалу, легкість і висока теплоізоляція, простий процес підготовки, придатний для індустріалізації.

Не менш ефективним методом захисту від впливу електромагнітних хвиль автори роботи [89] вважають використання зелених бар'єрів у вигляді деревинних насаджень. Дослідження було засновано на виборі придатних дерев для створення захисного екрану, шляхом підбору видів з великою густою кроною і достатньою висотою для зменшення кута між передавачем і приймачем електромагнітних хвиль. Результатом дослідження став перелік найбільш придатних для захисту від радіохвиль різновидів дерев, а саме *Pittosporum tenuifolium* (зазвичай відомий як *karo*), японська айва *Cryptomeria* (японський кедр), айва японська (камелія), и *Malus pumila* (яблуня). В ході

експерименту було зроблено висновок, що площа листового пластини значно впливає на затримання потоку електромагнітних хвиль.

Автори роботи [90] пропонують застосовувати ці зелені бар'єри не тільки в житлових районах міста, а й поблизу закладів охорони здоров'я, дошкільної і шкільної освіти. Найбільшій кількості висунутих критеріїв відповідає Камелія (*Pittosporum tenuifolium*). Окрім того, що такі насадження будуть перешкоджати розповсюдженню електромагнітних полів, вони зможуть суттєво зменшити розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, рівень шуму та вібраційного навантаження.

Одним із найбільш розповсюджених джерел електромагнітного випромінювання сьогодні є мобільний телефон. Ним користуються не тільки дорослі, а й діти, що не можуть обійтися без нього, а батьки, не зважаючи на ствердження вчених про небезпеку засобів зв'язку, не можуть відмовити дитині у користуванні цим пристроєм у повсякденному житті [91].

Тому для захисту від згубного впливу електромагнітних випромінювань у [91] запропоновано дотримуватися наступних правил:

- батьки повинні заборонити своїм дітям використовувати телефон без нагальної потреби;
- при телефонній розмові тримати пристрій на відстані 2-5 см від вуха;
- при можливості використовувати Bluetooth-гарнітуру;
- не використовувати мобільний телефон у громадських місцях і транспорті аби не допустити пасивного впливу на інших людей;
- вночі не залишати телефон біля себе, а в день носити його так, щоби він не мав безпосереднього контакту з тілом;
- не використовувати мобільний телефон для довготривалих розмов;
- не використовувати пристрій при русі на великій швидкості (потяг, автомобіль), адже при цьому рівень електромагнітного випромінювання збільшується.

Таким чином, чітко встановлено, що технічні методи захисту від дії електромагнітних випромінювань принципово не відрізняються від

аналогічних, що застосовуються для зниження негативного впливу на здоров'я людини інших видів забруднювачів атмосферного повітря, наприклад шуму. У той же час зрозуміло, що основними методами захисту є організаційні, як науково обґрунтовані обмеження при дії електромагнітних полів (ЕМП). При цьому варто зазначити, що основні дослідження в галузі організації та проведення екологічного моніторингу електромагнітного забруднення спрямовані на урахування «outdoor» ефектів впливу, а організаційні рекомендації на зниження впливу «indoor» джерел. Методика збалансованого врахування цих різних впливів на сьогодні відсутня.

Як відомо для одних технічних засобів генерація електромагнітної енергії є специфічною особливістю, що пов'язано з їх функціональним призначенням, а для других – навпаки, побічним явищем [92]. Однак, в обох випадках, випромінювані поля є активним фактором забруднення навколишнього середовища. Ці питання відносяться до специфічної області знань – електромагнітної екології і, традиційно, проблеми з ними пов'язані, вирішуються за допомогою електромагнітного моніторингу, що включає в себе [92]:

- розрахункове прогнозування ЕМП, що дуже важливо для стадій розробки, проектування і розміщення технічних засобів міста, що є джерелами ЕМП;

- інструментальний контроль електромагнітної ситуації на стадії експлуатації об'єктів і їх комплексів;

- розробка заходів і рекомендацій із захисту від ЕМП та нормалізація міської електромагнітної ситуації.

У загальному випадку електромагнітний моніторинг повинен включати в себе спостереження за фактором впливу, оцінку стану довкілля за відповідними критеріями, прогнозування ситуації за цим фактором і створення інформаційних систем цільового призначення. В залежності від поставленої мети електромагнітного моніторингу у його складі можна виділити декілька видів [92]:

– моніторинг електромагнітної обстановки: здійснюється для цілей санітарно-гігієнічної оцінки, проводиться на етапах проектування, будівництва і експлуатації випромінюючих технічних засобів;

– геоекологічний електромагнітний моніторинг: велика кількість різномірних технічних засобів, просторова розрізненість випромінюючих об'єктів, вплив рельєфу місцевості і забудови на електромагнітну ситуацію;

– соціально-орієнтований електромагнітний моніторинг: включає своєчасне і оперативне інформування населення про рівень електромагнітного забруднення будь-якої території.

Виявлення джерел електромагнітного випромінювання є, безумовно, невідкладною справою, але в той же час тягне за собою великі витрати (коштовне обладнання), вимагає постійної присутності оператора (безпосередньо біля джерела забруднення) з професійними навичками. Тому на початковому етапі розвитку цього різновиду екологічного моніторингу важливо розробити методичні та практичні основи для його автоматизації.

Так, авторами роботи [93] запропонована і реалізована структура програмно-апаратного комплексу моніторингу рівня електромагнітного поля з ряду розроблених автономних мобільних вимірювальних терміналів і центрального терміналу. Разом з цим розроблено методику вимірювання ЕМП на території дії мережі стільникового зв'язку стандарту GSM, завдяки чому стало можливим збільшити кількість вимірювань за 1 хвилину, а також зробити прив'язку отриманих даних до конкретних географічних координат.

Необхідним елементом автоматизації моніторингу є мобільні станції-лабораторії, що здатні проводити вимірювання напруженості та щільності електромагнітного потоку в русі, зберігати вимірювані величини в базі разом з географічними координатами. Тому авторами роботи [94] обґрунтовано масштабне використання мобільної станції «АРГУМЕНТ-И», що обладнана панорамним вимірювальним приймачем, виносним конвертором і приладами для вимірювання рівня радіаційного забруднення та шуму.

Недоліком нині існуючих засобів електромагнітного моніторингу є те, що вони забезпечують вимірювання рівня забруднення лише на окремо визначених частотах (системи зв'язку стандарту GSM) в діапазоні робочих рівнів ЕМП, ігноруючи значення, що перевищують цей діапазон [95].

За думкою авторів [95] для отримання достовірної картини електромагнітного забруднення вимірювальний пристрій має забезпечувати:

- можливість інтегрального вимірювання потужності випромінювання сукупності одночасно працюючих антен декількох операторів у різних діапазонах частот;
- прив'язку вимірних параметрів до часу, дати, географічних координат, висоти;
- збереження результатів вимірювань в енергозалежній пам'яті;
- можливість автономної роботи (без участі оператора);
- можливість роботи в закритих приміщеннях (квартири, будинки).

З урахуванням вищевказаних вимог в [95] запропоновано модель вимірювального пристрою, що забезпечує вимірювання щільності електромагнітного потоку від 0,01 до 20 мкВт/см² в діапазоні 0,1–2,7 ГГц. Для зменшення похибки одночасно використовуються два датчики, розраховується оцінка математичного очікування, а потім дані передаються у пам'ять приладу.

З метою розвитку електромагнітного моніторингу урбанізованих територій в [96] теоретично обґрунтовано і розроблено розрахунковий метод визначення електромагнітного забруднення, а на основі сплайн-інтерполяції експериментальних даних винайдено модель, алгоритм і програму для електронно-обчислювальних машин «Розрахунок електромагнітних полів ліній електропередач». Програмне забезпечення дозволяє провести розрахунок електромагнітного напруження на різній відстані від ліній електропередач при лінійному розташуванні траси, а також її поворотах.

У зв'язку з тим, що велика кількість промислового обладнання може бути джерелом електромагнітного забруднення виникла потреба у розробці

комп'ютерної програми, що зможе дати достовірний результат про наслідки негативного впливу на працюючих. В [97] запропоновано до використання програмне забезпечення, що після математичного розрахунку виводить на екран діаграму ЕМП на робочому місці і містить характеристику доцільності його розміщення. За умови використання програми можна розрахувати рівень негативного впливу електромагнітного забруднення на працівника, мінімізувати його або уникнути взагалі, а також зменшити матеріальні затрати на проведення регулярного контролю за умовами роботи.

Окремим напрямком досліджень обраного напрямку є створення електромагнітних карт. Безумовно, дані про електромагнітну обстановку в масштабах сучасного міста представляють собою великий масив даних. Тому невід'ємною частиною електромагнітного моніторингу є технологія візуалізації і графічної обробки отриманих даних [98].

В останні роки широкого розповсюдження набула практика використання ГІС технологій та електронних карт, в наслідок чого виникло поняття «геоекологічне картографування». Основи візуальної подачі результатів екологічного моніторингу за допомогою ГІС технологій включають [89]:

- створення бази даних, в яку заносяться усі необхідні для подальших операцій параметри випромінюючих об'єктів;
- розміщення об'єктів бази даних на електронній карті місцевості.

Електронна карта є багатошаровим зображенням і може створюватися шляхом комбінування растрового виду карт і фотоматеріалу, векторних об'єктів місцевості, матриць властивостей місцевості і даних користувача [95, 96].

Для створення векторних карт, що на відміну від растрових є практичними і простішими у використанні, в [90] використовується продукт «MapInfo Professional», процес створення карти в якому включає наступні етапи:

- сканування растрових карт досліджуваної територіальної одиниці;

- географічна прив'язка отриманих растрових зображень;
- векторизація (виділення основних шарів: вулиці, річки, озера та ін.);
- збереження даних у форматі Shape файлів (*.shp), завдяки чому карти стають доступними для користування.

В силу специфічності області застосування електромагнітних векторних карт розроблено спеціальний програмний продукт «Borland Delphi», що відрізняється високою швидкістю відображення візуальної інформації, простотою інтегрування нових даних і можливістю прогнозування стану території (району, міста, області) у майбутньому [90].

В роботі [91] автори виокремлюють три блоки компонентів, що є необхідними у складі ГІС: блок природно-екологічних карт – карти рельєфу, лісових насаджень, водних систем; блок техногенно-екологічних карт – інженерно-технічні об'єкти території, містобудівні особливості, джерела забруднення; блок соціально-екологічних карт – демографічні карти, соціальні, медично-географічні.

Створення електромагнітних карт важливе не лише для використання у науково-дослідних колах. Окрім цього, створенню електромагнітних карт має передувати ідентифікація надійного методу вимірювання негативного впливу високочастотного випромінювання, що дасть змогу зробити карти достовірними [98].

Кожна людина має право на доступ до інформації про стан навколишнього природного середовища, тому важливо відтворювати інформацію не лише у повному обсязі, а й таким чином, щоб вона була зрозуміла кожному громадянину. Отже, фактор електромагнітного забруднення важливо враховувати при розбудові урбосистем, особливо з огляду впливу джерел ЕМП на рекреаційні зони населених пунктів. У загальнонаціональному аспекті даного питання вкрай необхідна концептуально обґрунтована методика оцінювання та прогнозування впливу даного виду забруднення на компоненти довкілля. [99].

Також уваги потребують питання оцінки та прогнозування впливу

шумового та електромагнітного забруднення на природно-заповідні та рекреаційні території. Так, авторами роботи [100] розглянуто аспекти створення підґрунтя для оцінки та прогнозування негативного впливу шуму та електромагнітного випромінювання на природно-заповідні (ПЗФ) та рекреаційні території. Встановлено відсутність процедури визначення впливу зазначених шкідливих фізичних чинників на біоту. Також, показано, що в Україні відсутня система нормування рівнів впливу шуму та електромагнітного випромінювання на природоохоронні території. Однак при цьому зазначено, що основним інструментом регулярної оцінки і прогнозування стану об'єктів довкілля та умов функціонування екосистем, для можливості прийняття природоохоронних заходів, управлінських рішень є екологічний моніторинг довкілля.

Запропоновано структуру системи екологічного моніторингу природно-заповідних територій, яка має вигляд відображений на рис. 1.3.

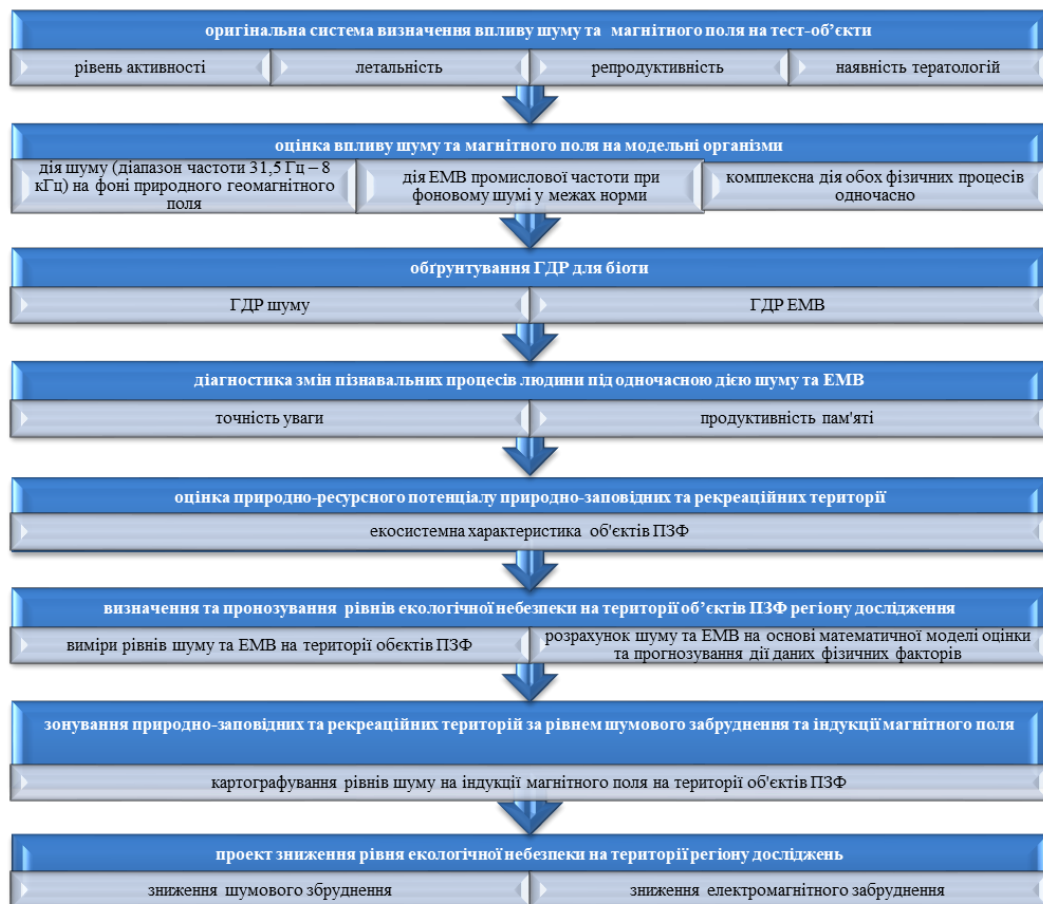


Рисунок 1.3 – Система екологічного моніторингу об'єктів ПЗФ

Дослідження впливу шуму та електромагнітного поля на біоту проводилося у три етапи.

Перший етап – тест-об’єкти піддавалися дії шуму (діапазон частоти 31,5 Гц – 8 кГц) на фоні природного геомагнітного поля. Під час короткочасного впливу найбільший сплеск збудженості *Daphnia magna* Straus реєструється у перші 10 хв. акустичного навантаження на рівні 71–80 дБ, можливі прояви неспокою, стадії тривоги. На основі проведених досліджень створено блок-схему поведінкової активності модельних організмів під впливом шуму, яка представлена на рис. 1.4.

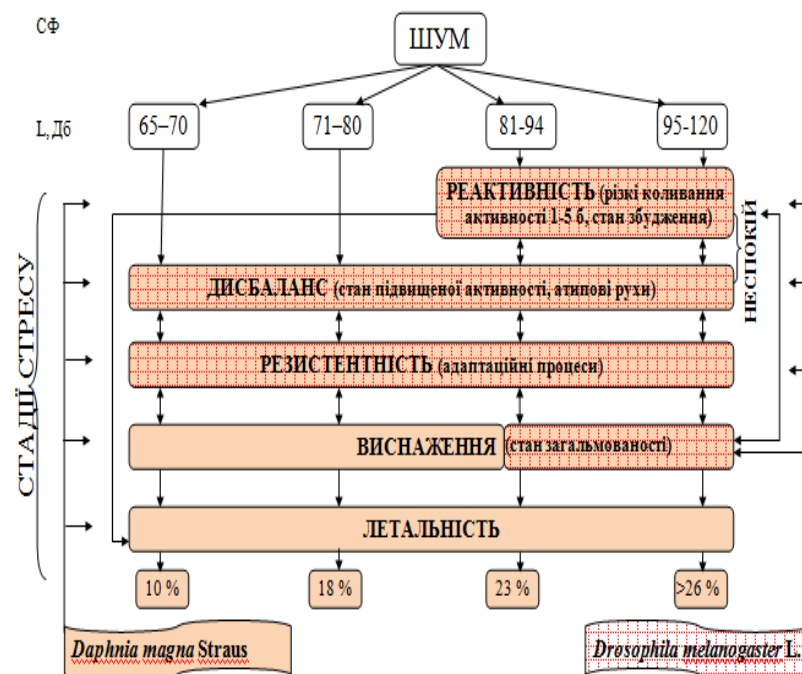


Рисунок 1.4 – Блок-схема етологічної динаміки модельних організмів залежно від інтенсивності дії шуму

Другий етап полягав в оцінці дії ЕМВ промислової частоти на живі організми при фоновому шумі у межах норми. Протягом усього експерименту організми реагують на стрес-фактор підвищенням своєї активності. Проте, після закінчення досліду спостерігається нормалізація активності. Етологічна динаміка модельних організмів (МО) залежно від інтенсивності ЕМВ представлена на рис. 1.5.

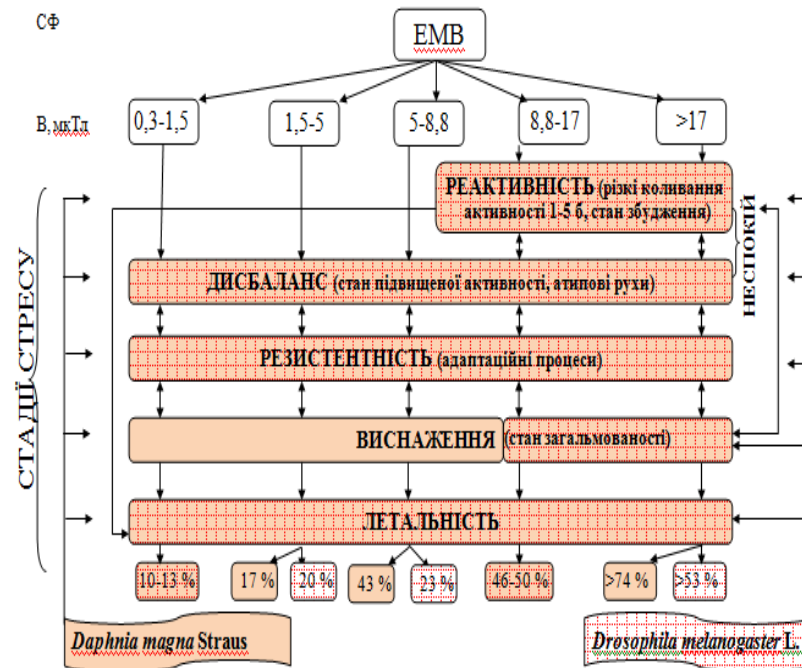


Рисунок 1.5 – Блок-схема етологічної динаміки модельних організмів залежно від інтенсивності дії ЕМВ

На третьому етапі вивчено комплексну дію обох процесів одночасно. Перші 10 хв. впливу зумовили різке стрибкоподібне збільшення активності *Drosophila melanogaster* L.. Через годину експерименту стан МО повільно нормалізується при дії 0,15–4 мкТл. Під дією ЕМВ на рівні 8–9 мкТл тест-об'єкти мають знижену активність, стан загальмованості виникає при 11,36–15 мкТл, рухливість мало помітна, швидкість наближається до нуля. При ЕМВ близько 15 мкТл можлива загибель організмів, понад 22 мкТл відсоток загиблих особин становить більше 50 %.

За результатами оцінювання стану модельних організмів при дії чинників шумового та електромагнітного забруднення запропонована математична модель оцінки дії шуму та електромагнітного поля, що ґрунтується на оцінці очікуваних рівнів (прогнозуванні) шуму та індукції магнітного поля, визначенні реакції модельних організмів з урахуванням тривалості та інтенсивності чинників екологічної небезпеки. При цьому, очікувані рівні шумового та магнітного забруднення враховують шум чи індукцію кожного джерела екологічної безпеки на об'єкті, який досліджують.

Аналіз попередніх наукових досліджень щодо електромагнітного забруднення НПС, а також впливу електромагнітної радіації на живі організми [101] показав, що на сьогоднішній день закладено міцну теоретичну базу для подальших досліджень у цій галузі. У будь-якому випадку дослідження у цій галузі варто продовжувати і поглиблювати, адже для розробки оптимальних засобів захисту населення спочатку потрібно зрозуміти механізм впливу «електромагнітного смогу» на організм, а також чітко обґрунтувати еколого-економічну доцільність проведення системних заходів екологічного моніторингу. У роботах [102, 103] показано необхідність оцінювання цілодобового негативного впливу електромагнітного випромінювання, у тому числі при врахуванні рівня емісії, як зовнішніх, так і внутрішніх (у житлових помешканнях) джерел.

Автором дисертації [104] на прикладі урбосистеми м. Кременчук під час проведення досліджень із визначення рівня фонового електромагнітного забруднення атмосферного повітря запропоновано:

1. Визначити у якості групи мешканців на яких нівельовано дію промислових та мобільних джерел електромагнітного випромінювання (ЕМВ) – дітей у віці до 3-ох років. Особи з цієї групи населення мають переважну локалізацію у чітко визначених місцях протягом доби. На цих особин безпосередньо не здійснюється вплив промислових і мобільних джерел високочастотних ЕМВ.

2. За результатами опитування (сімей, де є діти у віці до 3-ох років) встановлено, що переважним місцем локалізації визначеної групи на відкритому просторі є парки та сквери. Результати анкетування наведено у таблицях 1.1-1.2 та на рис. 1.6.

Таблиця 1.1 – Розподіл опитаних за типом житлового фонду

Однокімнатна квартира	24
Двокімнатна квартира	30
Трикімнатна квартира	26
Приватний будинок	20

Таблиця 1.2 – Результати анкетування

Загальна кількість опитаних, осіб	220
Кількість опитаних з дітьми до 3 років, осіб	100
Загальна кількість опитаних, що мають WiFi роутер у приміщенні, осіб	148
Кількість опитаних з дітьми до 3 років, що мають WiFi роутер у приміщенні, осіб	100
Звичайне місце прогулянок на відкритому повітрі з дітьми	Парки, сквери.

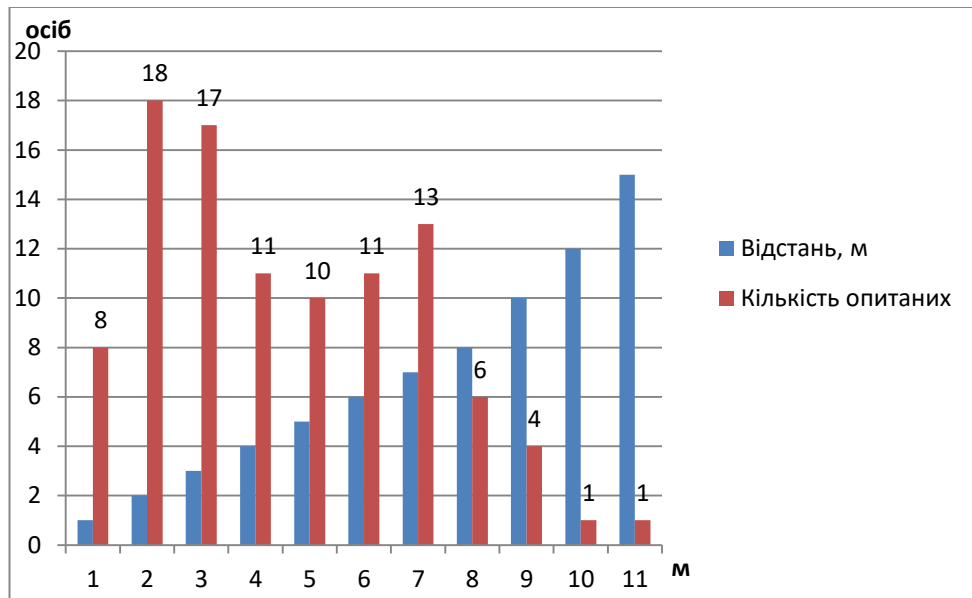


Рисунок 1.6 – Діаграма розподілу кількості опитаних за орієнтовною відстанню кімнатного WiFi роутера від ліжка дитини

3. Встановлено, що переважаючими джерелами у визначних місцях добової локалізації осіб визначеної групи є джерела високочастотних ЕМВ, а саме: *outdoor* – станції громадського WiFi покриття та базові станції мобільного зв'язку; *indoor* – WiFi роутери побутового призначення.

4. Для встановлення зон найбільшої щільності визначених джерел ЕМВ у місцях переважної локалізації (парки, сквери) у м. Кременчук використано можливості програми *Open Signal* для андроїд-пристроїв, програма у вільному доступі.

5. Визначення чисельних значень густини потоку енергії (ГПЕ) у $\text{мкВт}/\text{см}^2$ здійснено шляхом прямих інструментальних вимірювань із приладом АТТ-2592, вимірювачем електромагнітного фону, принцип роботи якого заснований на ізотропному методі вимірювань.

Вимірювання ГПЕ проведено в житлових приміщеннях від побутового WiFi роутеру (із урахуванням сигналів роутерів у сусідських приміщеннях) стандарту 802.11n зі швидкістю потоку до 300 Мбіт/с та частотою сигналу до 5 ГГц. Результати представлені на рис. 1.7.

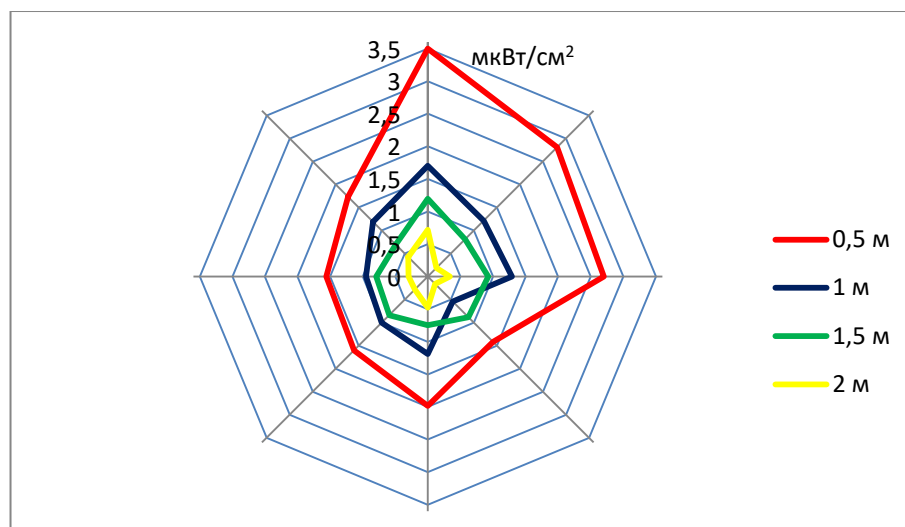


Рисунок 1.7 – Восьмирумбова діаграма розподілу значень ГПЕ, що формується типовим кімнатним WiFi роутером стандарту 802.11n

На відкритому повітрі вимірювання проведено у сквері ім. Пушкіна та у парку імені О.М. Бабаєва, м. Кременчук, центральна частина міста (найбільша щільність джерел ЕМВ). Територію вказаних дослідних майданчиків було розбито на комірки розміром 20х20 м. Вимірювання ГПЕ проводились у центрі уявних комірок сітки. Результати вимірювань представлено на рисунку 1.8.

За результатами проведених досліджень встановлено, що перевищення встановлених на час проведення досліджень норм ГПЕ на рівні $10 \text{ мкВт}/\text{см}^2$ [105] у приміщенні не спостерігаються.

У місцях переважної локалізації осіб визначеної групи на відкритому

просторі одержані середньоарифметичні значення ГПЕ відмінні від «0» у визначених комірках не перевищували 1 мкВт/см^2 .

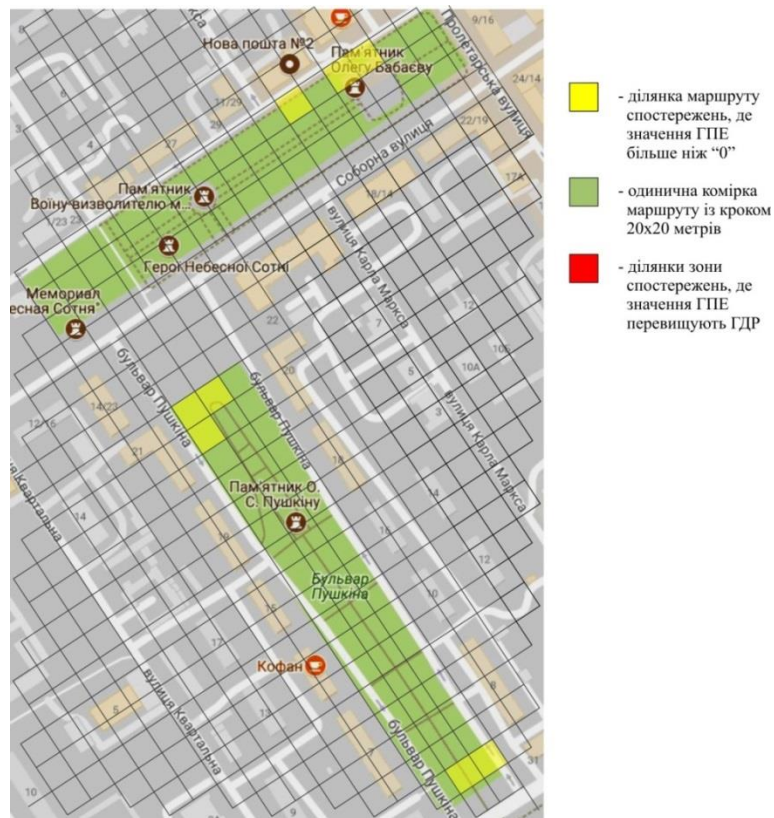


Рисунок 1.8 – Карта-схема ділянок місцевості, обраних для дослідження рівня ЕМЗ атмосферного повітря із відображенням результатів вимірювань

На цій основі визначено недоцільність проведення режимних спостережень за станом електромагнітного забруднення (ЕМЗ) атмосферного повітря в межах урбосистем. Між тим технічні засоби муніципальної системи моніторингу мають бути оснащені приладами для проведення оперативних спостережень за рівнями фонового ЕМЗ для реагування на звернення громадян.

Варто, також, зазначити, що авторами [103, 104] зроблено спробу реалізації підходу «indoor (внутрішнє, житлове середовище) – outdoor (зовнішнє, навколишнє середовище)» під час оцінювання фонового рівня ЕМЗ атмосферного повітря. Це закладає основи для здійснення аналізу, у тому числі експертного, результатів моніторингових спостережень в системі «indoor – outdoor».

1.2.3 Аналіз останніх досліджень із визначення рівня екологічної безпеки житлового середовища як елемента експертної системи оцінювання результатів спостережень в системі моніторингу

Загалом розв'язанню задачі оцінювання стану екологічної безпеки житлових середовищ присвячені чисельні роботи вчених з різних держав світу. Так Всесвітньою Організацією Охорони Здоров'я в 1983 році, враховуючи зростання рівня занепокоєння розвитком проблеми екологічної безпеки людини в умовах житлового середовища, розроблено концепції «синдром хворих будівель» і «синдром застосування шкідливих будівельних матеріалів» [106]. При цьому зміст поняття «шкідливості» або «екологічної чистоти» будівельних матеріалів і вибір актуальних методів оцінки цього показника вимагає серйозних уточнень, що зазначається авторами [107, 108], які спрямовують результати власних досліджень на часткове вирішення цих питань.

Відома також значна кількість опублікованих результатів досліджень якості повітря житлових середовищ. У роботі [109] оцінюється ефективність роботи систем кондиціонування та вентиляції повітря житлових приміщень. Вплив якості оздоблюючих матеріалів на якість повітря в середині приміщень розглянуто в роботі [110]. Авторами роботи [111] здійснено загальну оцінку комфортності міської квартири. Результати оцінювання впливу електромагнітного поля на об'єкти соціальної інфраструктури та житлові будинки приведено в роботі [112]. У [113] розглянуто вплив електромагнітного поля станцій для мобільного зв'язку на території житлових районів. Окремо негативний вплив електромагнітного поля на здоров'я населення розглянуто в роботі [114]. Автори [115] розглядають забруднення приміщень лише радоном. Автори [116] окремо розглядають лише негативний вплив вогкості і цвілі. Вплив шуму на людей багатьма авторами має чисто медичний аспект. Так в роботі [117] зроблено оцінку впливу шуму на скорочення тривалості життя, скореговану за інвалідністю

від інфаркту міокарда. Вплив на здоров'я підвищених рівнів шуму автори поєднують з подальшою монетизацією [118]. У роботі [119] якість життя оцінюється показниками кількості населення, що мешкає в зоні шумового забруднення. Аналіз результатів досліджень представлених у вищезазначених роботах [107–119] слугує додатковим підтвердженням актуальності питань оцінювання рівня екологічної безпеки житлових приміщень за сукупністю чинників небезпеки. Однак, при цьому, такі результати не забезпечують комплексність урахування чинників формування екологічної небезпеки і, головне, не дають відповіді на питання вибору актуального методу оцінювання.

Таким чином, для розв'язання вищезазначених завдань необхідно:

- встановити вихідну (базову) теоретичну концепцію, що визначає актуальність оцінювання якості життя населення в урбанізованому середовищі;
- розкрити зв'язок цієї базової концепції із завданнями системи забезпечення екологічної безпеки в Україні;
- проаналізувати методи, що переважно застосовуються при оцінюванні рівня екологічної безпеки житлових приміщень;
- визначити перелік завдань, що лишаються нерозв'язаними у процесі застосування вищезазначених методів.

У роботі [120] 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 [121] 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 [122] чітко зазначено, що індикатори, які характеризують вплив стану житлового середовища та екологічних чинників внутрішнього і зовнішнього середовища, є рівнозначними з іншими – економічно та соціально спрямованими. Таким чином базовою для досліджень є концепція сталого розвитку населених міст в межах якої фактори житлового середовища розглядаються нерозривно з поняттям «якість життя населення». На користь такого висновку свідчить підхід до оцінювання якості житла авторів роботи [123], де чинники, що впливають на якість життя розглядаються з акцентом на соціальну та економічну складові реалізації концепції сталого розвитку: криміногенна обстановка, неможливість сплачувати комунальні платежі тощо.

Під час проведення оцінювання якості життя населення урбосистем, варто враховувати, що екологічна складова береться за основу поступового і всеохоплюючого сталого розвитку людства [124]. Обґрунтувати такий вибір можна висновками ООН про те, що людина є частиною природи. При цьому, в умовах необхідності здійснення багатофакторної оцінки, авторами [124] обґрунтовано підхід до впровадження положень концепції сталого розвитку зі зміщенням акценту на екологічну безпеку, рівень якої має визначатись на основі інтегрального оцінювання.

Автори роботи [125] в умовах пошуку оптимальних методів визначення якості життя – рівня екологічної безпеки в урбанізованому середовищі визначають, що складність та багатофакторність процесу оцінки вимагає застосування широкого спектру методів: як кількісних – безпосереднього визначення кількісних характеристик дії чинника, розрахунку інтегральних показників, так і якісних – експертних оцінок, опитування респондентів тощо.

Аналіз робіт [126–128] показав, що переважна більшість дослідників використовують метод опитування під час оцінювання якості житлових помешкань. Такий підхід оправданий з точки зору простоти обробки

результатів. Однак при його застосуванні достатньо важко уникнути суб'єктивності у відповідях респондентів. До того ж такий метод дає лише результати оцінки фактичного стану проблеми. Натомість у роботі [129] спостерігається більш точний підхід до оцінювання якості, що полягає у прямому вимірюванні кількісних значень чинників небезпеки, їх порівняння з нормативними показниками та формуванні на цій основі рекомендацій щодо покращення стану середовища. Між тим такий підхід не є завершеним в плані інтегральної оцінки. Автори роботи [130] застосовують підхід до оцінювання за схемою «вимірювання-опитування-рекомендації», проводячи порівняльний аналіз достовірності результатів опитування відносно результатів прямих вимірювань. Проте ці дослідження завершуються лише намірами щодо створення певного універсального протоколу оцінювання з метою прогнозування покращення середовища. Вказані недоліки частково нівельовано у роботі [131], де запропоновано метод оцінювання якості міського урбанізованого середовища за набором показників, що включають також групу показників ризику впливу екологічних чинників на якість життя населення. Автор цієї роботи застосовує систему інтегральних показників, вага яких визначається за методом парного порівняння. Показники оцінюються за 100 бальною шкалою. Однак застосування такої методології актуально для оцінювання широкого переліку показників якості середовища, а 100 бальна система не дає можливості для формування рекомендацій – управлінських рішень. Між тим для вузьких груп чинників, таких як «екологічна безпека житлового приміщення», більш доцільним є застосування бальної оцінки, але на основі порівняння кількісних і якісних значень фактичних показників з їх нормативами.

Таким чином, дані оцінювання рівня екологічної безпеки житлового середовища доцільно використовувати в системах експертного оцінювання результатів спостережень за якістю атмосферного повітря, як основу для формування діагностичного висновку щодо істинних причин різкого погіршення стану довкілля [132].

1.3 Сучасні підходи до розробки та реалізації систем екологічного моніторингу атмосферного повітря

1.3.1 Підходи до розробки концепції екологічного моніторингу

Як було зазначено у пр. 1.1 роботи вихідною передумовою створення муніципальних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря має бути розробка концепції. За результатами стислого аналізу наукових публікацій із створення концепцій екологічного моніторингу [133–136] можна зробити висновок, що на сьогодні єдиний, уніфікований підхід щодо цього – відсутній. Концепція розглядається як набір перспективних задач, розв’язання яких дозволить підвищити ефективність систем моніторингу. Так автори [133] вважають концепцією перспективний план розвитку автоматизованих систем моніторингу. У роботі [134] в якості концепції екологічного моніторингу визначають необхідність чіткого нормативно-документального забезпечення процесів системних спостережень за об’єктами довкілля. Автори роботи [135] аналізуючи стан системи моніторингу якості атмосферного повітря в промислових регіонах в основу концепції закладають задачі розвитку регіональних систем моніторингу. Між тим є й інші підходи, так автор роботи [136] відзначає той факт, що сучасна концепція екологічного моніторингу має враховувати рівень знань та основні завдання, які необхідно вирішити, щоб отримати відповідну інформацію для прийняття рішень. І для цього необхідно встановити надійний набір елементів бази даних, який забезпечить запровадження експертних методів під час підготовки баз для прийняття рішень. Однак такий підхід відображає лише незначну частину завдань систем екологічного моніторингу. В роботі [137] концепцію моніторингу представлено як окремий структурований документ, який містить мету, задачі, опис об’єктів досліджень, терміни спостережень тощо. Однак за такого обґрунтованого представлення

концепції вона не виглядає завершеною, адже не визначає підстав для прийняття управлінських рішень, лише слугує джерелом інформації.

Отже, проаналізовані підходи до створення концепції екологічного моніторингу дозволяють встановити основні завдання для розробки концепції екологічного моніторингу на муніципальному рівні:

- концепція – окремий повноцінний документ – інструкція з досягнення цілей для розв’язання певної проблеми;
- концепція має містити систему елементів, які дозволять визначати ступінь виконання встановлених завдань;
- концепція має бути антропоцентрично орієнтованою і забезпечувати участь громади у розв’язанні муніципальних екологічних проблем.

Між тим, у світі є приклади для переймання досвіду роботи муніципальної влади щодо впровадження загальних систем моніторингу, спрямованих на розв’язання усього комплексу проблем громади. Так в Канаді у вересні 2001 року за ініціативою ряду організацій був розпочатий пілотний проект щодо застосування в Канаді системи моніторингу зі спрямуванням на громаду [138].

Основними першочерговими цілями проекту були:

- визначити найкращі підходи та практики залучення членів громади до здійснення моніторингу;
- побудувати стійку можливість для громади збирати, розповсюджувати та використовувати інформацію щодо навколишнього середовища, що сприятиме сталому розвитку громади та ефективному процесу прийняття рішень;
- використовувати інформацію, що отримана в результаті моніторингу, для найкращої розробки та реалізації політики органу місцевої влади тощо.

На сьогодні в Україні, на шляху до демократичного суспільства, все ширше застосовуються методи електронного управління, у тому числі – використання електронних комунікацій для збільшення участі громадян у

процесі прийняття управлінських рішень на різних рівнях. Поширеність подібних методів демократизації процес не новий, особливо для розвинених держав. Так Center for Technology in Government State University At Albany of New York у публікації [139] надає вичерпне визначення понять, пов'язаних із діяльністю електронних урядів (E-government). Автор [140] надає роз'яснення щодо теоретичних основ та схем взаємодії в системах E-government для забезпечення реалізації поняття E-democracy. Останнє він представляє як інструмент для забезпечення можливості громадянам через використання інформаційних та комунікаційних технологій здійснювати свої права та виконувати свої зобов'язання в суспільстві інформації та знань у певний час і за своїм місцем незалежним чином: громадянин бере участь у роз'ясненні та плануванні роботи державних органів, їх удосконаленні. А також, зазначає, що політика щодо інформації та обговорення має бути адаптована до потреб громадян, забезпечувати безперешкодний доступ до Інтернету для електронних опитувань, створення спільнот у різних сферах суспільства, реалізація їх прав на кожному комунальному рівні, а також поліпшення політичного контролю за допомогою адекватних систем архівування та документації. Авторами роботи [141] ґрунтовно аналізується питання впливу емоційної складової при реалізації громадянами своїх прав на звернення. Зроблено аргументований висновок про те, що емоційна реакція в процесах висловлення своїх думок є також важливою на рівні з «сухими» прагматичними заявами. І це лише пришвидшує процеси прийняття управлінських рішень за результатами електронних звернень громадян. Відомо, що одним із найважливіших аспектів життєдіяльності суспільства, особливо у техногенно навантажених районах, є аналіз екологічної ситуації. У таких умовах вплив громадськості на екологічні рішення влади є частиною системи E-democracy. Авторами статті [142] описано певний досвід впливу громадян на місцеві екологічні рішення. У роботі [143] запропоновано концепцію екологічного врядування, що охоплює відносини та взаємодію між урядовими та недержавними структурами,

процедурами та конвенціями, де влада та відповідальність здійснюються при прийнятті екологічних рішень. Зроблено також наголос на те, що вивчення дій уряду з точки зору екологічної політики і прийняття рішень є актуальним завданням, але при цьому також необхідно спостерігати за тим, як громадяни беруть на себе відповідальність та розвивають екологічні ініціативи. У роботі [144] проаналізовано практичний досвід ASEM (Asia–Europe Meeting) у вивченні ролі громадськості як елемента належного врядування та як засобу мобілізації громадян. Особливу увагу приділено участі громадськості у вирішенні екологічних питань. Також у розвинених демократичних країнах значну увагу приділено законодавчим аспектам реалізації громадянами власних прав на інформацію про стан довкілля. Зведені відомості про особливості реалізації норм екологічного законодавства, функції органів влади на різних рівнях у вирішенні питань захисту навколишнього середовища широко розповсюджуються серед населення [145]. У [146] наведено роз'яснення для громадян щодо правових аспектів спілкування громадян із органами влади. Особливу увагу приділено питання активізації громадської позиції населення у вирішенні екологічних питань як шлях закріплення власних прав. Процеси демократизації суспільства в Україні не лишилися осторонь питань запровадження елементів E-government. Так у роботі [147] автором проаналізовано процеси обробки кореспонденції в обласній державній адміністрації і процеси вдосконалення роботи із зверненнями громадян. Автор звертає увагу на обов'язковості впровадження електронного уряду та пропонує шляхи вдосконалення електронної системи «звернення громадян» як елементу електронного урядування. У статті [148] автором розкрито механізм розгляду електронних звернень громадян із досвіду Уповноваженого Верховної ради України з прав людини. Однак в Україні питання забезпечення доступу громадськості до обґрунтованої екологічної інформації, особливо до інформації систем моніторингу компонентів довкілля, є певною проблемою [149]. Система забезпечення оперативного доступу громадян України до результатів спостережень за

станом довкілля практично відсутня. Між тим, надання громадянам електронного доступу до екологічної інформації, у тому числі, результатів спостережень за станом компонентів навколишнього середовища є однією із ключових позицій у формуванні концепцій розробки та реалізації систем екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні [21]. Варто також зазначити, що організація роботи системи звернень громадян до органів муніципальної влади щодо розв'язання питань якості компонентів навколишнього середовища, розгляд звернень та реагування на них виконують ще надважливу функцію підвищення рівня екологічної самосвідомості населення [150].

Отже, організація системи реєстрації звернень громадян з питань погіршення екологічної ситуації є важливим завданням муніципальної влади, як з точки зору стимулювання контролюючих та управляючих функцій, так і з точки зору підвищення рівня екологічної самосвідомості членів громади міста.

1.3.2 Підходи до розробки інформаційно-аналітичних систем екологічного моніторингу

Розв'язанню завдань побудови ІАС моніторингу якості атмосферного повітря присвячено значну кількість робіт. Так авторами [151] 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. Описано основні можливості та переваги спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем оцінки стану екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери. Наведено приклади використання цих систем. У роботі [152] представлено структуру спеціалізованої інформаційно-аналітичної системи еколого-енергетичного моніторингу (AISEEM). Яка на думку авторів є

найбільш актуальною для вирішення нагальних питань екологічного моніторингу приземного шару атмосфери та контролю екологічного стану навколишнього середовища на рівні міста або регіону. Між тим AISEEM за своєю суттю залишається техноцентричною, а інформація системи орієнтована на спеціалістів в галузі моніторингу. Авторами роботи [153] презентовано ІАС екологічного моніторингу вуглеводобувного району. У роботі [154] 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 [155] система «Elfintest» обробки даних моніторингу докілья на основі кластеризації.

За результатами аналізу вище наведених 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 та антропоцентричного комплексного обґрунтування структури муніципальних інформаційно-аналітичних систем моніторингу лишається не вирішеним. При цьому, де-які концептуальні підходи до побудови ІАС моніторингу прийняті нами як теоретична основа власних досліджень.

1.3.3 Принципи розробки інформаційної технології моніторингу

Для вирішення завдань моніторингу екологічної обстановки та прийняття управлінських рішень розробляються системи збору інформації від польових вимірювальних приладів, інформаційно-аналітичні системи і системи підтримки прийняття рішень щодо запобігання або усунення критичних ситуацій [156]. В роботі [157] зазначається, що системи управління в режимі реального часу і системи підтримки прийняття рішень базуються на складному моделюванні і вимагають застосування додаткових

програмних модулів для забезпечення дотримання встановлених термінів. У роботі пропонується [158] еталонна архітектура інтегрованої системи підтримки прийняття рішень. Архітектура системи описана без застосування математичного апарату, що призводить до обмеження можливостей її застосування і масштабування. В роботі [158] також наголошується, що великомасштабні системи моніторингу навколишнього середовища, раннього попередження та підтримки прийняття рішень (EMEWD) повинні обробляти масивні потоки даних датчиків в реальному часі. В роботі оцінюється придатність чотирьох моделей даних і відповідних технологій баз даних – бази даних документів MongoDB, реляційної бази даних PostgreSQL, сервера даних словника Redis і бази даних часових рядів In fluxDB – для роботи в якості операційної бази даних для систем EMEWD. Отримано відповіді на питання, як найкраще реалізувати тимчасові ряди в даній моделі даних, які допустимі межі обсягу оперативної бази даних, які обмеження продуктивності для різних типів баз даних. В роботі [159] пропонується інноваційна платформа моніторингу довкілля на основі хмарних технологій і технологій обробки BigData. Показується перспективність обраного підходу. В роботі [160] також підкреслюється, що технології BigData, а також розширене використання хмарних і високопродуктивних обчислень, створюють нові можливості для обробки наукомісткої інформації. В роботі [161] описується модель онтології, розроблена для моніторингу якості річкової води. При цьому вдається представляти семантичні властивості даних про якість води в річці і будувати смислове значення серед різних концепцій, пов'язаних з моніторингом якості річкової води. Об'єднуючи модель онтології з методом оцінки якості води, можна отримати обґрунтовану і повну інформацію про оцінку якості води. В роботі [162] описаний підхід до аналітичної підтримки прийняття рішень на основі інтеграції технології OLAP і формального концептуального аналізу. Побудована аналітична модель як решітка формальних кубічних понять. Модель включає в себе всі можливі комбінації аналізованих об'єктів і дає

можливість маніпулювати ними з метою прийняття рішень. Однак модифікація набору формальних понять може стати проблемою при спробі масштабування системи.

Робота [163] присвячена створенню програмного інструменту для аналізу просторово-часових даних GroundWater (GWSDAT). Використовується просторово-часова модель для адекватної інтерпретації взаємодії результатів вимірювань – просторових і часових рядів концентрацій розчинів підземних вод. Графічний користувальницький інтерфейс може використовуватися для швидкого інтерактивного аналізу тенденцій зі спрощеним складанням звітів для широкого кола користувачів. Відкриті і децентралізовані технології надають все більше можливостей для аналізу та підтримки прийняття рішень на комп'ютерах для різних типів користувачів. Проте, системи та інструменти підтримки екологічних рішень (EDSS) часто орієнтовані лише на наукових і технічних користувачів, тобто, вузьке коло осіб, які приймають рішення. Це виключає участь звичайних користувачів в процесі надання відомостей і їх опосередкований вплив на прийняття рішень. У таких контекстах EDSS необхідно адаптувати для задоволення різноманітних вимог користувачів, щоб гарантувати, що він надає релевантну, зручну і актуальну інформацію для підтримки прийняття рішень для різних типів учасників. Щоб вирішити ці проблеми в роботі [164] представлена основа для розробки EDSS, яка підкреслює більш повне розуміння структур прийняття рішень і інтерактивний дизайн користувальницького інтерфейсу. Однак в роботі немає формалізованого представлення системи, що надає подібний сервіс.

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. Проте, залишається не в повному обсязі розв'язаним завдання розробки універсальної структури інформаційно-аналітичної системи

підтримки прийняття рішень з управління екологічною безпекою в межах урбосистем. Перш за все, необхідним є формальний базис, що описує склад і структуру такої системи. Крім того, інтерес представляє розробка моделі розпізнавання критичних ситуацій, що має достатню універсальність.

Таким чином, розробка моделі інформаційно-аналітичної системи моніторингу екологічної обстановки в межах урбосистеми та відповідної інформаційної технології є актуальним завданням.

1.3.4 Приклади практичної реалізації сучасних муніципальних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря

Найважливішим аспектом результативності наукових досліджень у сфері розробки систем екологічного моніторингу є можливість їх практичної реалізації. Аналіз опублікованих результатів досліджень дозволяє зазначити наступне.

Авторами [165], базуючись на власному концептуальному підході, було створено веб-інформаційну систему екологічного моніторингу атмосферного повітря для міста Брага, в Португалії. Так званий проект «SmarBRAGA» спрямований на інформування населення про основні параметри навколишнього середовища, такі як: шум, якість повітря та основні метеорологічні показники. Метою запропонованої моніторингової та інформаційної системи є підтримка формулювання стратегії контролю та, додатково, інформування населення про міські екологічні ситуації. Концептуальна модель міської екологічної інформаційної системи була спрямована на нівелювання критичних аспектів, виявлених для існуючих аналогічних систем, а саме на:

- забезпечення якості інформації на основі вимірювань на стаціонарних постах контролю;
- пріоритет динамічних екологічних карт на протипагу оприлюдненню результатів точних вимірювань;

- важливість оцінювання особливостей руху автотранспорту як основного джерела забруднення атмосферного повітря;
- підбір зрозумілих усім верствам населення описів забруднення атмосфери, у тому числі шумового,
- створення алгоритму, який генерує «ярлики» (індикатори) якості навколишнього середовища (рис. 1.9).

Table 1: Urban pollution indicators.

Air Quality, Urban Noise and Heat Index				
Very Good	Good	Moderate	Poor	Very Poor

Рисунок 1.9 – Приклад шкали оцінювання якості атмосферного повітря [165]

Науковцями Угорщини з University of Pannonia за результатами попереднього споживчого дослідження та оцінювання існуючих систем моніторингу в роботі [166] зроблено висновки про те, що моніторинг забруднення повітря є найважливішим у міському середовищі. Зокрема, зазначено, що планова система моніторингу (системні вимірювання) повинна надавати можливість керувати серією параметрів навколишнього середовища та – після обробки – опублікувати їх негайно. Керовані дані запропоновано зберігати в масштабованій, швидкій базі геоданих за системою, що дозволяє їх легко знайти і переглянути, тому є доступним інструментом для отримання вихідних даних для моделювання, просторової статистики, прогнозування, відповідей на запити та проведення опитувань. Також, доведено доцільність організації спостережень мобільною станцією моніторингу, яка оснащена відповідними вимірювальними інструментами та пристроями. Це, на думку авторів, дозволить організувати щоденне або щомісячне вимірювання цим обладнанням протягом необов'язкових періодів часу.

Науковцями з університету Шинагава (Японія) в роботі [167] представлено результати ґрунтового аналізу ефективності роботи системи екологічного моніторингу одного з 24 муніципалітетів агломерації Токіо,

Shinagawa City. Основну увагу приділено питанням інформування населення. Зокрема, зазначено ефективність інформаційних веб-сайтів моніторингу на основі технологій відкритого доступу до даних. Це дозволило підтвердити зацікавленість населення муніципалітету як в «легкості» одержання і сприйняття інформації, так і в їх певній інтерактивній участі в процесах управління системою.

Колективом науковців з різних держав ЄС та США на основі результатів аналізу ефективності роботи систем екологічного моніторингу в містах Європи визначено, що основним недоліком вказаних систем є брак взаємодії і недостатня координація за рахунок монолітних та закритих даних інфраструктури. У роботі [168] розроблено уніфікований підхід до створення систем екологічного моніторингу «Live Geography» – підхід, який спрямований на вирішення цих завдань зондуванням інфраструктури інформаційних сайтів на основі відкритих (геопросторових) стандартів. Базову структуру «Live Geography» візуалізовано на рис. 1.10.

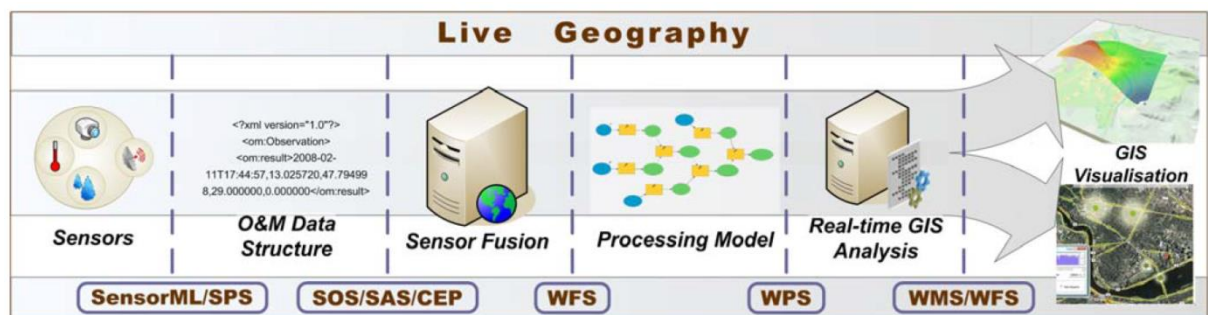


Рисунок 1.10 – Приклад спроби стандартизації структури систем екологічного моніторингу на основі підходу «Live Geography» [168]

Авторами [169] презентовано детальний опис етапів розробки та впровадження в експлуатацію муніципальної мобільної екологічної лабораторії (рис. 1.11) в місті Вила-Реал (Португалія). Муніципалітет міста затвердив впровадження розробленої платформи «SMMART», за допомогою якої населення одержує інформацію щодо якості атмосферного повітря у розрізі значень максимальних разових концентрацій найпоширеніших

забруднюючих речовин, а також, рівнів шуму.



Рисунок 1.11 – Робоча мобільна станція платформи «SMMART» [169]

Автори роботи [170] одним з основних недоліків системи екологічного моніторингу Російської Федерації вказують відсутність можливості контролю параметрів атмосферного повітря в режимі реального часу. Розроблено інтерактивну систему моніторингу якості атмосферного повітря приміагістральних територій на прикладі міста Нижній Новгород.

Зрозуміло, що одним з основних питань ефективності систем екологічного моніторингу атмосферного повітря є їх технічне забезпечення. У якості результатів аналізу інформаційних джерел за цим аспектом варто відзначити роботу [171]. Авторами на основі аналізі багаточисельних досліджень представлені завдання, процедури та інструментальні тенденції в аналітиці та моніторингу повітря, забруднення навколишнього середовища. Наведена сучасна класифікація методів і аналітичних засобів, що застосовуються для досліджень стану атмосферного повітря.

При цьому варто зазначити, що практична реалізація задекларованого багатьма вченими принципу одержання моніторингової інформації у режимі реального часу (24/7) є доступною. Так комерційною фірмою EUROTECH (ЄС) пропонується для оснащення стаціонарних постів спостережень за станом атмосферного повітря застосовувати прилад ReliaSENS 18-12 [172].


Стисло специфікацію пристрою візуалізовано на рис. 1.12.

ReliaSENS 18-12

Features

Environmental Monitoring System

Sensor Features



Gaseous pollutants	Range	Detection limits	Precision
CO (Carbon monoxide)	0-50 ppm	5 ppb	< 10 ppb
CO ₂ (Carbon dioxide)	0-5000 ppm	1 ppm	10-50 ppm (Zero - Full Scale)
NO (Nitrogen oxide)	0-20 ppm	3 ppb	< 5 ppb
NO ₂ (Nitrogen dioxide)	0-20 ppm	5 ppb	< 5 ppb
O ₃ (Ozone)	0-2 ppm	5 ppb	< 3 ppb
SO ₂ (Sulfur dioxide)	0-20 ppm	5 ppb	< 3 ppb
H ₂ S (Hydrogen sulfide)	0-25 ppm	10 ppb	< 4 ppb
VOC (Volatile Organic Compounds)	0-50 ppm	5 ppb	3%

VOC include: Benzene, Toluene, Xylene


PARTICULATE MATTER	Range: PM10 Precision: 10% Detection technology: light scattering
IONIZING RADIATIONS	α , β , γ counts (cumulative) Wide range: 10 Bq - 10 ⁶ Bq (10Bq = natural radiation background - sea level)
NON-IONIZING RADIATIONS	Low frequencies: 50 Hz - range: 1 to 400 μ T, resolution: 1 μ T High frequencies: 0.5 MHz - 8 GHz Response to typical bands: - 900 MHz: range: 0.01 to 10 V/m, resolution: 0.01 V/m - 1.8 GHz: range: 0.05 to 10 V/m, resolution: 0.05 V/m - 2.1 GHz: range: 1 to 10 V/m, resolution: 1 V/m - 2.4 GHz: range: 0.1 to 10 V/m, resolution: 0.1 V/m
SOUND	100Hz to 10.000Hz [Option]

Other Features


CONNECTIVITY OPTIONS	GPRS/3G WiFi (802.11b/g/n) 10/100/1000 Ethernet
GEOLOCATION	GPS
POWER	12-24 VDC, 4.5 W (suitable for battery and photovoltaic sources)
DIMENSIONS	180 x 360 x 150 mm (WxHxD)
OPERATING CONDITIONS	External Air Temperature: -20° to +50°C

Data Access & Console

MANAGEMENT INTERFACE	Web
APPLICATION GUI	Web Mobile App (Android, iOS)



Note: The information in this document is subject to change without notice and should not be construed as a commitment by EUROTECH. While reasonable precautions have been taken, EUROTECH assumes no responsibility for any error that may appear in this document. All trademarks or registered trademarks are the properties of their respective companies.



EUROTECH
www.eurotech.com

North America
sales.na@eurotech.com

Europe, Middle East and Africa
sales.emea@eurotech.com

Latin America
sales.la@eurotech.com

Asia Pacific
sales.ap@eurotech.com

ETH_ReliasENS_DS_EN_04/2014

For your local contact please refer to:
www.eurotech.com/contacts

Рисунок 1.12 – Опис приладу ReliaSENS 18-12

Також, особливої уваги під час розробки муніципальних систем екологічного моніторингу потребує питання їх інтеграції у загальнонаціональні мережі для виконання завдань регіонального моніторингу довкілля. Автори роботи [173] презентують аналіз результативності роботи муніципальних систем моніторингу атмосферного повітря ряду крупних міст Західної Європи з метою надання державами Східної Європи інформації про стан виконання короткострокових та довготривалих планів зменшення навантаження на атмосферне повітря.

У роботі [174] представлено результати наукового проекту з розробки системи індикаторів ефективності систем моніторингу довкілля в 33 найбільших містах КНР. Цей проект по суті є концепцією систем моніторингу, що охоплює окрім суто технічних соціальні та політичні аспекти.

При цьому варто відзначити, що розглянуті приклади реалізації систем екологічного моніторингу лишають без належної уваги проблему діагностування ситуації з формуванням експертного висновку як основи для прийняття управлінських рішень щодо корекції стану компоненту довкілля.

Отже, результати даного аналізу дозволили сформулювати перелік завдань для сучасних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем в Україні, серед яких виділено такі:

- технічне переоснащення з можливістю одержувати об'єктивну інформацію підсистеми спостережень 24 години на добу, 7 днів на тиждень в автоматичному режимі;
- формування та розвиток систем моніторингу відповідно до розроблених теоретичних концепцій і стратегічних планів реалізації завдань спостережень на муніципальному рівні;
- забезпечення громади в цілому, окремих громадян, зацікавлених організацій незалежно від форми власності достатнім обсягом інформації про якість атмосферного повітря на території муніципалітету;
- забезпечення контролю за станом атмосферного повітря в межах

урбосистеми як за рахунок систематичних спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом оцінювання внеску конкретних джерел негативного впливу з організацією та проведенням оперативних і епізодичних спостережень;

– одержання диференційованої інформації від систем спостереження в обсязі і якості, достатніх для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря та здоров'я громадян міста;

– забезпечення інтеграції програм системних спостережень на рівні урбосистем з даними інших державних і громадських організацій;

1.4 Висновки до розділу 1

Встановлено що основною проблемою у спробах підвищення ефективності систем моніторингу довкілля на муніципальному рівні в Україні є недосконалість організації підсистем спостереження й оцінювання, що у кінцевому випадку призводить до недостатньої обґрунтованості в підсистемі підтримки прийняття управлінських рішень, яка безпосередньо пов'язана з управлінням екологічною безпекою. З метою вирішення вказаної проблеми сформульовано завдання дисертаційного дослідження:

– розробити нові методологічні підходи щодо формування концепції екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем;

– обґрунтувати структуру комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем;

– розробити структуру інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря;

– розробити інформаційну технологію моніторингу та підтримки прийняття рішень з управління екологічною безпекою;

– розробити та практично реалізувати (на прикладі конкретної техногенно навантаженої урбосистеми) програму муніципального моніторингу якості атмосферного повітря.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ СТВОРЕННЯ МУНІЦИПАЛЬНИХ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

За результатами аналізу стану державної системи екологічного моніторингу в Україні (пр. 1.1 роботи) визначено суттєві недоліки діючої системи моніторингу якості атмосферного повітря. Переважна більшість визначених недоліків має організаційно-технічний характер та може бути усунутою завдяки реформуванню законодавчої бази та створенню автоматичних інформаційно-аналітичних систем. Між тим теоретичний базис вдосконалення систем моніторингу на рівні урбосистем (урбанізованих територій) не є достатньо опрацьованим та потребує розробки методологічного підходу саме у частині обґрунтування структури муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря.

2.1 Вимоги до розміщення та кількості постів спостережень

На сьогодні вимоги в Україні, щодо організації спостережень за станом атмосферного повітря та конкретного вибору стаціонарних точок відбору проб регламентовані рядом нормативних документів [175]. Нами здійснено стислий аналіз зазначених вимог:

1. Керівний документ РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» [14] (термін дії документу до 01.09.2017) визначає принципи організації системи спостережень, які були реалізовані в існуючій державній системі моніторингу атмосферного повітря. Зокрема п. 2.2 цього документу регламентує організацію розташування та визначення кількості постів відбору проб.

2. «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу

довкілля регіонального рівня» [176]. Документом зазначено лише базові вимоги до систем спостережень, що мають розроблятися під час планування розділів програми спостережень та фактично дублюють вимоги РД 52.04.186-89.

3. Директива 2008/50/ЄС європейського парламенту [177]. Зазначений документ є обов'язковим до імплементації, є досвідом європейської системи контролю якості атмосферного повітря населених пунктів. Документом встановлено достатньо чіткі вимоги до розміщення стаціонарних постів відбору проб у макромасштабі.

За результатами аналізу вище наведених документів встановлено, що основою формування мережі спостережень за станом атмосферного повітря є метод диференціації постів спостережень (п.2.2 [14], ст. 2, додаток III [177]). Між тим у [177] поняття «фонового міського поста спостережень» відмінне від аналогічного в [14]. Так, в останньому «фоновий» пост має розміщуватись у зонах де відсутній вплив антропогенної діяльності (заповідники, заказники тощо). У [177, ст.2] чітко зазначено, що «міські фонові пункти моніторингу» – це точки у міських зонах, в яких рівень забруднення представляє вплив на загальну частину міського населення.

Таким чином, для виконання завдань дисертаційного дослідження нами прийнято метод формування мережі спостережень на основі диференціації постів за якістю одержаної інформації:

– «міські мережеві» пости – для контролю стану забруднення в сельбищній забудові, що потрапляє в зону негативного впливу одного чи групи промислових об'єктів, у тому числі, об'єднаних у промисловий вузол;

– «міські транспортні» – для оцінювання впливу транспорту на стан забруднення атмосферного повітря у безпосередній близькості від джерел впливу;

– «міські фонові» – для контролю стану атмосферного повітря (відповідно до вимог [177]) в зонах сельбищної забудови, на які безпосередньо не впливають окремі стаціонарні чи пересувні джерела

викидів, їх групи.

Враховуючи той факт, що пересувні екологічні лабораторії по суті є маршрутним постом спостережень, базовими для організації їх роботи є вимоги діючого РД 52.04.186–89 [14]. Детально вони відображені у пп. 2.1, 2.3, 2.5, 3.2.4., 3.4.4 цього керівного документу. Вимоги до розташування пунктів відбору проб атмосферного повітря для оцінювання його якості у макро- і мікрмасштабі чітко зазначені у Директиві 2008/50/ЄС Європейського парламенту та Ради [177] (додаток 3). При цьому варто зазначити, що на сьогодні не установлені критерії для вибору конкретних місць розташування різних видів постів на території урбосистем. У [177] регламентовано лише вимоги щодо вибору місця розташування та кількості постів відповідного типу, достатньої для виконання базових завдань національної системи моніторингу атмосферного повітря, у разі її інтеграції у загальноєвропейську систему.

Базуючись на аналізі вимог, представлених у цих документах, нами сформовано зведені та визначені додаткові [20] вимоги до організації та проведення вимірювань із застосуванням пересувних муніципальних екологічних лабораторій (далі – ПМЕЛ). За своєю суттю спостереження за допомогою ПМЕЛ є маршрутними спостереженнями за станом забруднення атмосферного повітря. Спостереження мають бути організовані у маршрутних точках (далі – МТС).

1. У макромасштабі (додатково до вимог РД та Директиви ЄС):

– вибір кількості МТС має бути обґрунтований необхідністю виконання завдання щодо оцінювання якості атмосферного повітря у зонах сельбищної забудови міста, на території яких можливе утворення значних рівнів концентрацій забруднюючих речовин, що присутні у викидах промислових підприємств міста та автотранспорту, що рухається основними магістралями (далі зони активного забруднення – ЗАЗ*);

– розташування МТС має бути оптимізованим для одержання диференційованої інформації про стан забруднення атмосферного повітря у

місті: фонового рівня забруднення поза ЗАЗ основних джерел забруднення атмосфери стаціонарних і пересувних; рівня забруднення атмосферного повітря в межах ЗАЗ, що створюються інтенсивним рухом автотранспорту з урахуванням міських умов; рівнів забруднення атмосферного повітря в межах зон сельбищної забудови, які розташовані в межах ЗАЗ основних промислових об'єктів – забруднювачів атмосферного повітря в місті з урахуванням метеокліматичних особливостей населеного пункту.

– МТС, що відображатиме фоновий стан забруднення атмосферного повітря, має бути розташована таким чином, щоб на фіксований рівень забруднення не впливало жодне окреме, як пересувне, так і стаціонарне джерело забруднення атмосферного повітря, у той же час вільна від забудови та зелених насаджень ділянка місцевості має складати не менше, ніж 50 м в усіх напрямках (сегмент вулиці довжиною не менше, ніж 100 м), відстань до одиничних пересувних джерел забруднення із працюючими ДВЗ має бути, не менше ніж 40-50 м.

2. У мікрмасштабі (додатково до виконання вимог РД та Директиви ЄС):

– вимірювання на МТС, що мають відображати загальний рівень забруднення атмосферного повітря в межах зон сельбищної забудови, доцільно здійснювати в періоди найменшої інтенсивності руху – орієнтовно з 11-00 до 15-00 годин місцевого часу**, відстань до об'єктів, що мають індивідуальні системи опалення, внутрішньо кварталних стоянок індивідуального транспорту має складати не менше 50 метрів;

– вимірювання на МТС, що мають відображати вплив транспорту на загальний рівень забруднення атмосферного повітря в місті доцільно здійснювати в періоди пікової інтенсивності руху – орієнтовно з 07-00 до 11-00 годин та з 15-00 до 19-00 годин місцевого часу***

Примітка. * – ЗАЗ – зона максимально можливого розсіювання забруднювачів із значимою концентрацією. Додаткових досліджень потребують питання обґрунтування щодо визначення лінійних розмірів ЗАЗ.

Примітка. **,*** – потребує додаткових даних або проведення додаткових спостережень за інтенсивністю руху автотранспорту на основних автомагістралях конкретної урбосистеми.

2.2 Причини недосконалості існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря в Україні

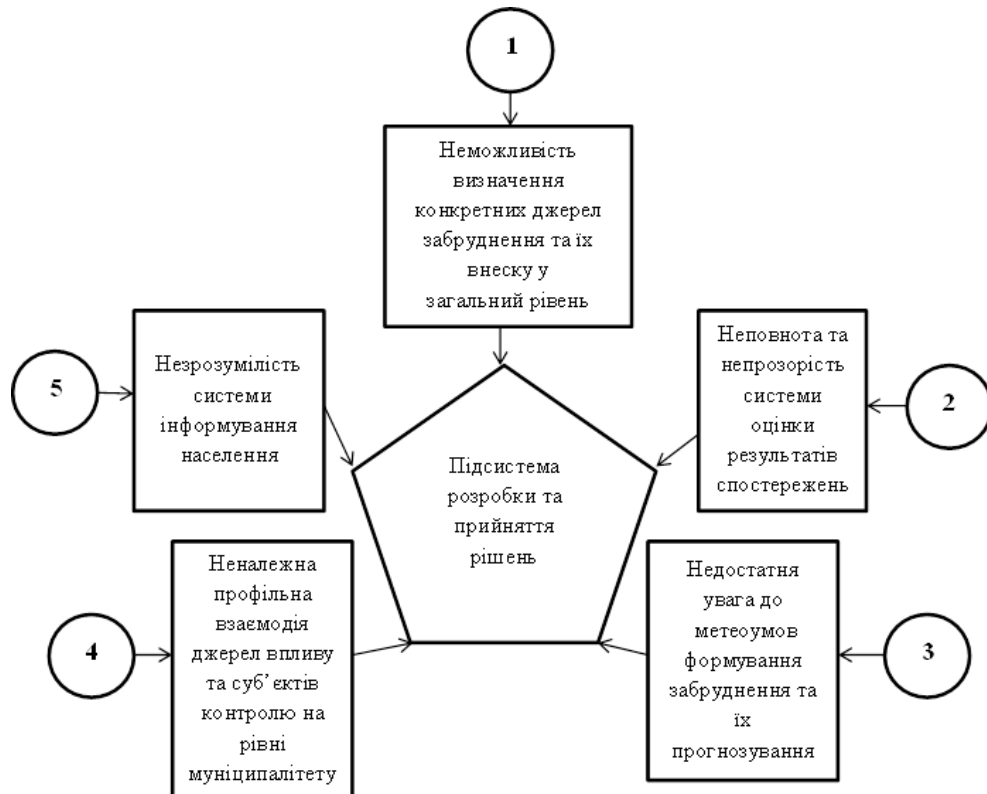
Аналізуючи схему реалізації завдань державної системи моніторингу довкілля в нашій країні (рис. 1.1), із урахуванням ряду визначених попередньо недоліків, можна чітко зазначити, що основною проблемою реалізації цієї схеми на рівні урбосистеми є, саме, недосконалість організації підсистем спостереження й оцінки, що у кінцевому випадку призводить до недостатньої обґрунтованості в підсистемі підтримки (по суті – розробки) прийняття управлінських рішень, яка безпосередньо пов'язана з управлінням якістю компонентів довкілля.

За результатами ряду досліджень, проведених на прикладі конкретної техногенно навантаженої урбосистеми міста Кременчука [17, 178], встановлено базові причини недосконалості системи екологічного моніторингу атмосферного повітря через відсутність:

1. Диференціації постів спостережень за характером інформації, що одержується.
2. Належної експертної оцінки результатів спостережень.
3. Єдиного підходу до прогнозування метеоумов, що формують забруднення атмосферного повітря (МУЗ) та попередження об'єктів промисловості про настання небезпечних метеоумов (НМУ).
4. Структурованої бази даних системи моніторингу.
5. Широкого доступу громадськості до зрозумілих усім верствам населення міста результатів спостережень та їх аналізу.

Визначені базові причини недосконалості своєю деструктивною дією формують певні негативні наслідки, що у кінцевому випадку впливають на

ефективність роботи підсистеми розробки та прийняття управлінських рішень. Наслідки дії причин недосконалості існуючої системи моніторингу атмосферного повітря схематично відображено на рис. 2.1 [17, 178].



1-5 — базові причини недосконалості системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні.

Рисунок 2.1 – Схема впливу причин недосконалості системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на ефективність підсистеми розробки та прийняття управлінських рішень

Отже, загально прийнята структурно-логічна схема організації системи моніторингу довкілля в Україні, для розв'язання завдань управління екологічною безпекою в сфері забруднення атмосферного повітря, на рівні конкретних урбанізованих територій (на муніципальному рівні) не є такою, що адекватно відображає сукупність підсистем, які мають забезпечувати її ефективність.

Базуючись на встановлених вище основних причинах недосконалості нами запропоновано такі основні складові комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні [17]:

1. Підсистема прогнозування МУЗ та попередження про 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. 2.2. Так шість визначених підсистем у результаті розв'язання власних задач мають комплексно забезпечувати ефективність системи моніторингу:

- дані Підсистеми 1 взаємопов'язані з Підсистемою 2 спостереження та Підсистемою 3 презентації та аналізу;
- дані Підсистеми 2 взаємопов'язані з Підсистемою 1 прогнозування метеоумов відповідно та Підсистемою 5 експертного оцінювання;
- дані Підсистеми 3 взаємопов'язані з Підсистемою 1 та Підсистемою 4 оцінювання і прогнозування;
- дані Підсистеми 4 взаємопов'язані з Підсистемою 3 та Підсистемою 6 інформаційною базою;

- дані Підсистеми 6 взаємопов’язані з Підсистемою 4 та Підсистемою 5 експертного оцінювання;
- дані Підсистеми 5 взаємопов’язані з Підсистемою 2 та 6 відповідно.

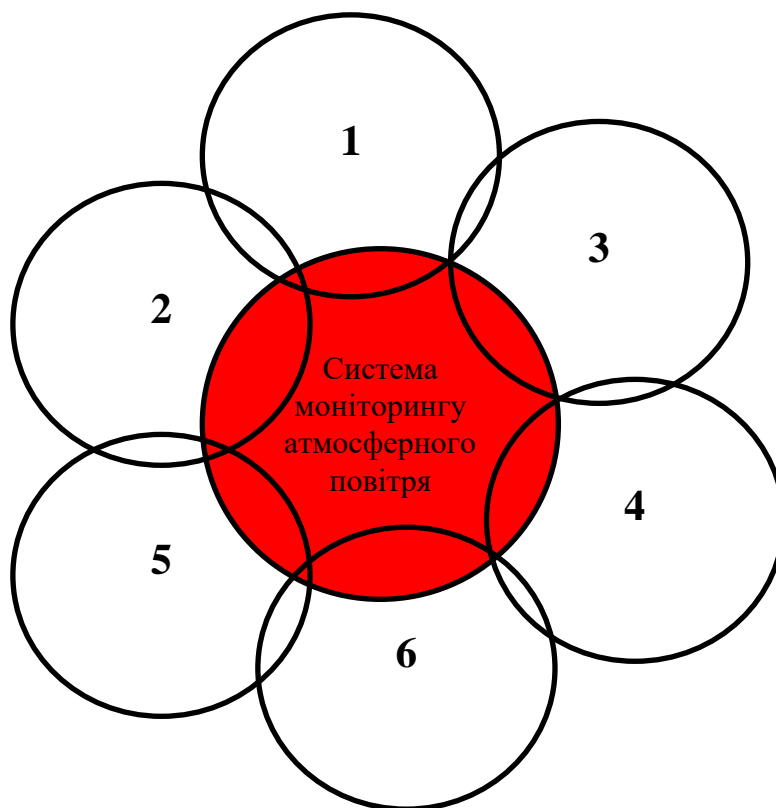


Рисунок 2.2 – Схема взаємодії підсистем в межах комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря

Наявність розгалужених безпосередніх взаємозв’язків підсистем у комплексі мають забезпечувати єдність системи моніторингу для раціонального виконання поставлених завдань.

З метою обґрунтування шляхів удосконалення діючої на сьогодні системи державного моніторингу в частині контролю якості атмосферного повітря, з урахуванням напрацьованих пропозицій щодо забезпечення дієвості та ефективності раціональної комплексної системи моніторингу, на муніципальному рівні було проведено ряд досліджень на прикладі техногенно навантаженої урбосистеми міста Кременчука [17].

Проаналізовано складові діючої системи моніторингу атмосферного повітря, реалізовані в м. Кременчук:

1. Робота постів Державної гідрометеорологічної служби ДСНС України в системі державного моніторингу довкілля.

2. Робота пересувної муніципальної лабораторії контролю якості атмосферного повітря.

На цій основі сформовано перелік складових, що підлягають розробці для забезпечення комплексної раціональної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря:

1. Концепція екологічного моніторингу компонентів довкілля, у тому числі, атмосферного повітря.

2. Положення про прогнозування МУЗ та порядок попередження суб'єктів впливу про настання НМУ.

3. Формування мережі сучасних стаціонарних постів спостережень. (Програма мінімум – «міський транспортний» та «міський фоновий» пост).

4. Положення про систему моніторингу на муніципальному рівні з програмою вимірювань та порядком контролю.

5. Положення про експертну підсистему моніторингу з формуванням бази експертів.

6. Придбання обладнання та створення програмного забезпечення для сучасних стаціонарних постів спостережень.

7. Переформатування системи представлення інформації за результатами моніторингу з метою чіткого та зрозумілого її сприйняття.

У разі розробки зазначених складових на муніципальному рівні буде сформовано базис підсистем комплексної системи моніторингу, що дозволить забезпечити її ефективність. Для оцінювання ефективності роботи системи наведемо порядок дій суб'єктів системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні, за умов створення комплексної системи моніторингу:

1. Короткостроковий прогноз МУЗ.

2. Попередження об'єктів про настання НМУ з рекомендацією вжити заходів відповідно до вимог дозвільної документації.

3. Автоматична фіксація концентрацій за певних метеоумов на стаціонарних постах спостережень на навітряній стороні факелу викидів з одночасним дублюванням значень на «міському фоновому» пості контролю у реальному масштабі часу.

4. Оперативна (у відповідь на масові звернення громадян), за допомогою комунальної лабораторії фіксація значень концентрацій забруднювачів з навітряної та підвітряної (не менше ніж 90° від переважаючого напрямку розсіювання домішок) сторони на відстані: СЗЗ та СЗЗ + 200 м.

5. Фіксація значень концентрацій за істотно інших метеоумов, на тих самих стаціонарних постах до та після фактів виявлення перевищень санітарно-гігієнічних нормативів.

6. Аналіз результатів на рівні служб муніципалітету.

7. Незалежна громадська експертна оцінка результатів спостережень із формуванням висновків.

8. Максимально чітке та зрозуміле висвітлення результатів спостережень в засобах масової інформації та соціальних мережах.

9. Розгляд питання на засіданнях МіськРади, направлення аргументованих листів керівництву об'єктів, на всі рівні в органи Мінприроди.

10. Підготовка заяви про порушення вимог ЗУ «Про охорону атмосферного повітря» з аргументуючими матеріалами.

11. Накопичення бази даних.

Таким чином, визначено базові причини недосконалості системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні. На цій основі розроблено схему впливу причин недосконалості системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на ефективність підсистеми розробки та прийняття управлінських рішень. Задля забезпечення ефективності системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем запропоновано орієнтовну схему її вдосконаленої структури, що

включає ряд підсистем, які забезпечують комплексне розв'язання завдань системи моніторингу.

2.3 Концепція екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні

Враховуючи результати наведеного вище аналізу (пр. 1.3 та 2.2 роботи) вихідним аспектом створення муніципальних систем екологічного моніторингу є розробка концепції. А саме, концепції екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні (рівні урбосистеми) з конкретизацією її складових. Одним з ключових аспектів формування концепції має бути теоретичне забезпечення побудови оптимальної структури муніципальної інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря [21].

Варто зазначити, що концепція це структурований документ, що поєднує певні задачі, розв'язання яких необхідне для досягнення встановленої мети, спрямованої на вирішення актуальної проблеми. Концепція визначає напрямок реалізації стратегії, як плану з досягнення певної мети. На відміну від стратегії концепція має ознаки варіативності у процесі розв'язання поставлених задач та не вказує конкретні терміни досягнення встановленої мети. Однак доповнення структури концепції блоком індикаторів реалізації стратегічних завдань створить умови для більш чіткого їх розуміння та дозволить, в процесі побудови стратегії, не лише визначити терміни реалізації, а й обґрунтовано встановити чисельні значення індикаторів.

Треба також чітко розуміти той факт, що основною філософською думкою при побудові екологічних концепцій має бути їх чітке спрямування на захист прав людей на чисте довкілля, збереження їх здоров'я, захист природних компонентів довкілля від наслідків антропогенної та, особливо, техногенної діяльності суспільства. Цей факт особливо важливий для

побудови концепції екологічного моніторингу, так як основним завданням реалізації системи моніторингу на муніципальному рівні має бути захист довкілля і здоров'я громадян, аж ніяк не одержання інформації для забезпечення діяльності державної системи моніторингу. Також, необхідно враховувати, орієнтуючись на схему реалізації соціальних аспектів забезпечення екологічної безпеки (рис. 2.3), що соціогенні чинники формування екологічної небезпеки, такі як: екологічна свідомість, екологічні знання, екологічна культура у переважній більшості випадків є визначальними в процесі управління екологічною безпекою [179].

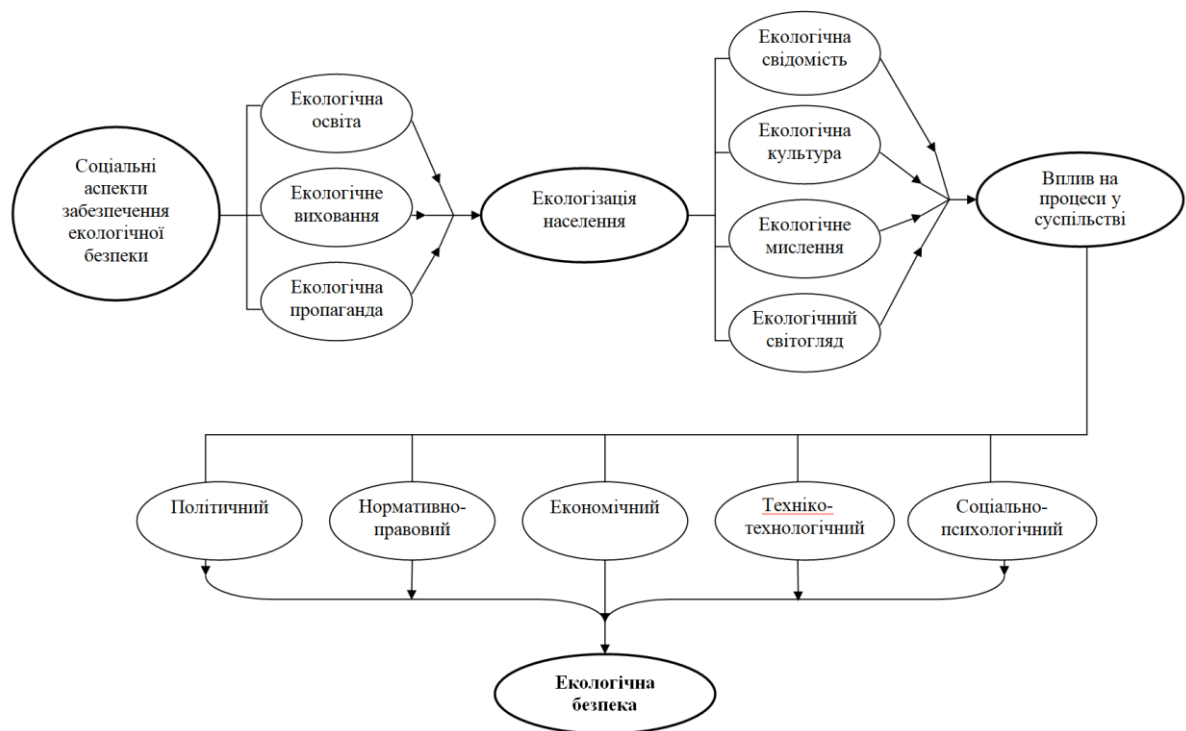


Рисунок 2.3 – Схема реалізації соціальних аспектів забезпечення екологічної безпеки

Таким чином, проведення систематичних соціологічних досліджень для з'ясування рівня екологічної поінформованості населення є необхідною передумовою постановки задач концепції та інтерпретації результатів їх розв'язання.

Враховуючи зазначене, запропоновано базову структуру концепції

екологічного моніторингу, представлену на рисунку 2.4 [21].

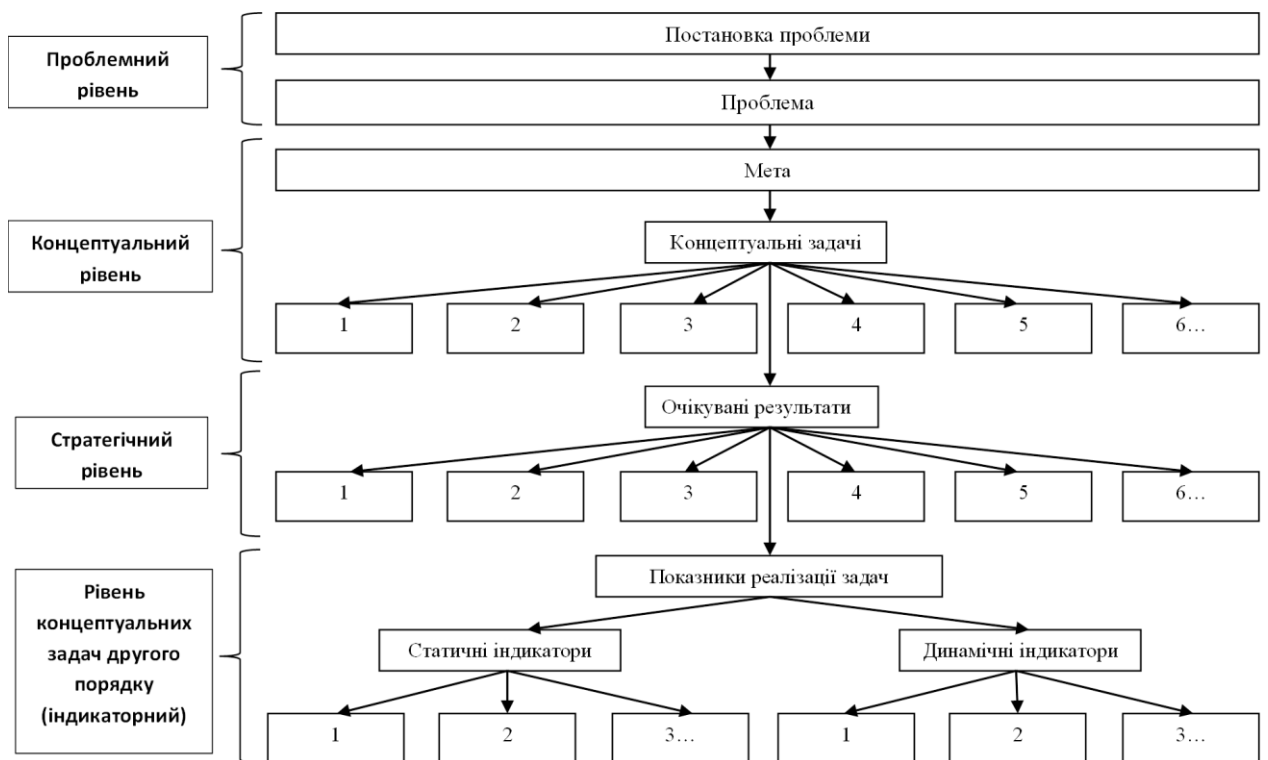


Рисунок 2.4 – Базова структура концепції екологічного моніторингу

На підставі аналізу проблем системи екологічного моніторингу реальної техногенно-навантаженої урбосистеми міста Кременчука [17] було розроблено орієнтовну структуру концепції. Для міста Кременчука визначальним є факт визначення, за результатами роботи мережі стаціонарних постів спостережень, пересувних джерел викидів (транспорту) як основних забруднювачів атмосферного повітря у той час як 100 % скарг мешканців міста надходить до муніципальної кризової лінії з районів міста, які розташовані в межах впливу промислових вузлів. До того ж, переважно, у нічний час, коли спостереження не здійснюються. Отже, це прийнято за основу для формулювання концептуальної проблеми.

Базова проблема. Неповнота систематичної та оперативної системи спостережень для розробки дієвих рекомендацій та прийняття ефективних управлінських рішень із попередження, недопущення та мінімізації наслідків впливу забруднювачів атмосферного повітря на компоненти довкілля і

здоров'я населення.

Мета концепції. Суттєва модернізація системи спостережень і створення інформаційно-аналітичної системи оцінювання якості атмосферного повітря міста для забезпечення прав кожного жителя на чисте атмосферне повітря та доступ до якісної екологічної інформації.

Концептуальні задачі.

- 1) Удосконалення системи стандартного (систематичного) моніторингу;
- 2) Розроблення ефективної системи оперативного (кризового) та епізодичного моніторингу;
- 3) Формування системи фото- і відео- моніторингу;
- 4) Удосконалення системи попереджень про настання метеокліматичних умов, сприяючих забрудненню атмосферного повітря;
- 5) Запровадження практики експертного аналізу первинної інформації системи оперативного та вторинної інформації стандартного моніторингу;
- 6) Антропоцентрична переорієнтація системи соціологічного моніторингу (за проблемою, що розглядається);
- 7) Модернізація інформаційної системи відображення результатів роботи системи моніторингу.

Очікувані результати.

1. Оптимізація системи спостережень за станом забруднення атмосферного повітря на рівні урбосистеми із забезпеченням одержання якісної оперативної та статистичної інформації методами стаціонарних, маршрутних спостережень, а також прогностичного моделювання.
2. Налагодження роботи інформаційно-аналітичної системи моніторингу атмосферного повітря на місцевому рівні із забезпеченням широкого Web-орієнтованого ієрархічного та диференційованого доступу до екологічної інформації.
3. Організація роботи експертно-аналітичної системи для розробки та прийняття управлінських рішень для забезпечення зниження рівнів

екологічної небезпеки.

4. Створення соціологічної системи систематичного опитування громадськості міста з проблем довкілля для забезпечення підвищення рівня екологічної поінформованості та культури.

Показники реалізації концептуальних задач.

1. Модернізація системи розташування стаціонарних постів спостережень за станом забруднення атмосферного повітря для виконання завдань євроінтегрованої державної системи моніторингу.

2. Забезпечення інформаційно-аналітичної системи цілодобовою оперативною інформацією мережі спостережень.

3. Фото та відео- фіксація результатів діяльності джерел формування екологічної небезпеки для підтвердження фактів надмірного впливу на стан атмосферного повітря.

4. Забезпечення ефективної роботи системи короткострокового прогнозування настання несприятливих метеорологічних умов, що можуть сприяти забрудненню атмосферного повітря.

5. Аналітична обробка даних системи спостережень у кризових (екстрених) ситуаціях шляхом незалежної громадської експертної оцінки.

6. Повнота та репрезентативність аналітичної інформації, одержаної за результатами соціологічних досліджень.

7. Web-орієнтована візуалізація роботи складових системи моніторингу з диференціацією інформації та доступу до неї.

Індикатори роботи концепції.

Технічні *статичні* індикатори: усереднені значення концентрацій забруднюючих речовин, значення стандартних та комплексних індексів забруднення атмосферного повітря, одержані за результатами спостережень на «міському фоновому» пості спостережень у порівнянні з іншими постами міської мережі; фактичні значення концентрацій забруднюючих речовин із фіксацією перевищень санітарно-гігієнічних нормативів і метеорологічних умов, за яких ці перевищення зафіксовані; фото- і відеоматеріали для

супроводження фактів фіксації наднормативних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста; обґрунтовані висновки експертів із чітким визначенням внеску об'єктів впливу у загальний рівень забруднення атмосферного повітря.

Технічні *динамічні* індикатори: зменшення кількості фіксованих випадків перевищень нормативних значень критеріїв чистоти атмосферного повітря під час несприятливих метеорологічних умов; збільшення кількості прийнятих до уваги експертних висновків у справах за фактами порушення законодавства у сфері охорони атмосферного повітря.

Соціальні *динамічні* індикатори: зменшення відсотку респондентів системи соціологічних опитувань, які визначають показник «брак інформації» як проблему стану довкілля в місті; збільшення відсотку респондентів задоволених рівнем доступу до інформації про стан забруднення атмосферного повітря в місті; збільшення числа звернень громадян міста до Web ресурсу інформаційно-аналітичної системи; зменшення числа звернень громадян на кризові інформаційні лінії органів муніципальної влади з питань забруднення атмосферного повітря.

Таким чином, запропоновано базову схему для розробки концепції екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистем. Вказано необхідність відображення статичних та динамічних результатів реалізації концепції у вигляді індикаторів, що дозволить чітко реагувати на проблемні концептуальні моменти з орієнтацією на попередження негативного впливу об'єктів техносфери на стан довкілля та здоров'я населення, зниження рівнів сформованої екологічної небезпеки, підвищення рівня екологічної безпеки на місцевому рівні за рахунок управління соціогенними чинниками. Доведено доцільність виділення технічних і соціальних індикаторів. Саме динаміка змін чисельних показників останніх забезпечує антропоцентричну спрямованість концептуального підходу до розробки систем екологічного моніторингу.

2.4 Теоретична основа побудови інформаційних сайтів як частини інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми

Практична реалізація концепції у частині, як концептуальних завдань, так і очікуваних результатів базується (а також визначає її структуру) на роботі інформаційно-аналітичної системи моніторингу. Проаналізовано недоліки існуючих інформаційних сайтів системи моніторингу на рівні урбосистеми.

Недоліки діючих інформаційних сайтів [21]:

- відображення інформації переважно у цифровому вигляді без урахування рівня знань користувачів;
- переважне застосування статичних картографічних ресурсів;
- відсутність диференційованого доступу до бази даних;
- відсутність форм зворотнього зв'язку;
- орієнтованість на виконання завдань державних органів влади відповідно до законодавства про державний моніторинг без урахування інтересів пересічних членів громади;
- відсутність алгоритмів для попередження користувачів ресурсу і членів громади про можливі різкі зміни рівнів забруднення;
- відсутність алгоритмів для прийому та переадресації запитів та звернень зареєстрованих користувачів, наприклад, на місцеву урядову «гарячу» лінію.

На цій основі запропоновано теоретичний базис для побудови інформаційних сайтів та сформульовано вимоги до структури інформаційного сайту як частини інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми [21]:

1. Спрямованість не на інформування державних та приватних установ, організацій, підприємств тощо, а на надання інформації членам громади населеного пункту.

2. Представлення інформації за результатами спостережень у тому числі у форматі регламентованому діючими законодавчими актами, галузевими настановами та керуючими документами.

3. Орієнтованість не на «точність» відображення діючої ситуації, а на порівняльний аналіз і попередження можливих негативних змін.

4. Пріоритет на відображення результатів разових вимірювань з максимальними значеннями концентрацій речовин.

5. Найвищий пріоритет – підвищення рівня екологічних знань, екологічної культури та екологічної самосвідомості населення.

Структура інформаційного сайту:

- масив даних спостережень має бути доступним через сайт;
- рівень доступу до інформації має бути ієрархічним;
- доступ має бути захищеним;
- первинну реєстрацію має здійснювати адміністратор ресурсу;
- хостінг та платформа сайту повинні забезпечувати зворотній зв'язок із зареєстрованими користувачами;
- одержання первинної інформації може бути доступним без реєстрації;
- платформа повинна забезпечувати зв'язок з муніципальною «гарячою» лінією;
- реєстрація користувача в системі інформаційного сайту через номер телефону чи адресу електронної пошти повинна забезпечувати можливість подачі ним звернення на муніципальну «гарячу» лінію, а також, забезпечити одержання пакетів інформації з сайту;
- форма первинної реєстрації користувача має містити інформацію про його адресу проживання.

Практична реалізація запропонованого теоретичного базису дозволить у повній мірі забезпечити виконання вимог Орхуської Конвенції [180].

2.5 Відмінності базових завдань систем моніторингу атмосферного повітря на державному та муніципальному рівнях

При розробці теоретичного базису для створення муніципальних систем моніторингу якості атмосферного повітря залишається неопрацьованим питання доцільності створення окремих систем екологічного моніторингу на муніципальному рівні на ряду з існуванням державної системи.

Для обґрунтування доцільності створення окремих муніципальних систем екологічного моніторингу, що мають діяти виконуючи власні завдання узгоджено із діючою державною системою нами проаналізовано основні завдання зазначених систем [181, 182].

Згідно [3] основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;
- аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;
- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки;
- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення екологічною інформацією населення країни і міжнародних організацій.

Недосконалість існуючої системи державного екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми у розрізі причин, наслідків та шляхів удосконалення розглянуто в [17]. Зокрема, зазначено, що основним недоліком існуючої системи моніторингу є відсутність можливості прийняття обґрунтованих рекомендацій та рішень у галузі охорони атмосферного повітря.

Для проведення порівняльного аналізу завдань державної системи моніторингу та системи моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні розглянемо базові завдання органів місцевого

самоврядування в галузі екологічної безпеки [182]. Так місцева влада:

- проводить розробку та погодження нормативно-правових актів (рішень міської ради, виконавчого комітету) з питань охорони довкілля;
- розглядає і вносить пропозиції щодо погодження поточних та перспективних планів підприємств, установ та організацій з питань охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів;
- координує діяльність спеціально уповноважених державних органів в галузі охорони природи, підприємств, установ і організацій, розташованих на території;
- координує діяльність та в порядку, встановленому законодавством України, контролює дотримання природоохоронного законодавства підприємствами, установами і організаціями міста;
- здійснює контроль виконання природоохоронних заходів;
- забезпечує систематичне інформування громадськості про стан НПС та природоохоронну діяльність;
- організовує навчально-просвітницьку діяльність, з метою пропаганди екологічних знань, спрямовану на підвищення екологічної свідомості населення;
- сприяє впровадженню регіонального екологічного моніторингу;
- організує та здійснює оперативне управління екологічною ситуацією з використанням економічних та правових механізмів впливу;
- взаємодіє з державними органами управління в галузі охорони НПС і раціонального використання природних ресурсів, виконавчими органами міської ради, а також підприємствами, організаціями всіх форм власності, засобами масової інформації.

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; інституціональне забезпечення дії системи прийняття організаційних рішень.

Отже, чітко визначено відмінності в роботі систем державного та муніципального моніторингу якості атмосферного повітря, які представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Порівняльна характеристика систем державного та муніципального моніторингу якості атмосферного повітря

Державна система	Муніципальна система
Переважно стаціонарні спостереження	Доцільність мобільного контролю
Доступність обробленої, усередненої та індексної інформації за результатами спостережень	Потреба в одержанні максимальних разових концентрацій за результатами вимірювань
Одержання значень метеопараметрів з єдиного центру та на стаціонарних постах	Необхідність ситуативного контролю метеопараметрів у приземному прошарку в місцях спостереження
Спрямованість на забезпечення органів влади та суб'єктів системи моніторингу	Перевага у поточному інформуванні громадян і органів місцевої влади
Забезпечення стратегічного довгострокового прогнозування	Пріоритет короткострокового планування та прогнозування
Оперативне реагування не є пріоритетом роботи системи	Пріоритет – оперативне реагування на запити членів громади

Аналіз 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.

Таким чином, визначено пріоритетні завдання у роботі муніципальних систем моніторингу атмосферного повітря [181]. Це дозволить виконати комплекс завдань з оперативного реагування на зміни стану атмосферного повітря в межах урбосистеми.

Базуючись на узагальнених вимогах до структури та функціональних елементів системи моніторингу довкілля, зазначених у [19] можна зробити припущення, що у структурі муніципальної системи моніторингу якості атмосферного повітря мають бути представлені елементи, які відображають діяльність усіх суб'єктів системи спостережень, інтерпретують результати спостережень та короткострокового прогнозування змін з їх візуалізацією за допомогою інформаційно-аналітичної системи. Також система повинна мати структурні елементи, які відображають діяльність служб оперативного контролю за організацією спостережень та формування організаційно-управлінських рішень. Зважаючи на недосконалість законодавства розробка управлінських рішень в системі муніципального моніторингу на сьогодні не є можливою, однак прийняття організаційних рішень та доведення їх до представників громади має стати вихідною умовою для покращення інституціонального забезпечення діяльності системи у частині розробки та прийняття саме управлінських рішень в майбутньому.

2.6 Методологія встановлення меж зон активного забруднення атмосферного повітря

Враховуючи визначені у пр. 2.1 роботи вимоги до розміщення стаціонарних постів відбору проб атмосферного повітря у макро- та мікромасштабі, а також зважаючи на те, що основним завданням, яке потребує розв'язання в процесі розробки нових способів розміщення мережі постів спостережень є визначення територій, які можуть піддаватися активному негативному впливу – ЗАЗ), встановлено, що наукового обґрунтування потребують практичні аспекти визначення лінійних розмірів

ЗАЗ.

Варто зазначити, що застосування з цією метою класичного поняття СЗЗ не дозволить розв'язати поставлене завдання, адже є ряд недоліків в існуючому порядку визначення розмірів СЗЗ. Так розмір нормативної захисної зони підприємства, виробництва або об'єкту приймається відповідно до санітарної класифікації без урахування конкретних кліматичних, ландшафтних і екологічних умов. Визначений за існуючими методиками розмір фактичної СЗЗ може суттєво відрізнятись від нормативного. Найбільш прийнятними для проектування СЗЗ є натурні виміри концентрацій забруднюючих речовин в її межах, однак це тривалий та затратний процес. При встановленні рівня забруднення довкілля за методом використання даних підприємств-аналогів достовірність результатів у кожному конкретному випадку досить відносна. Для врахування деяких зазначених недоліків розроблено [183] методику автоматизованого графічного моделювання СЗЗ за допомогою програми CleanAir+++. Приклад розрахунку оптимізованого розміру СЗЗ представлено на рис. 2.5.

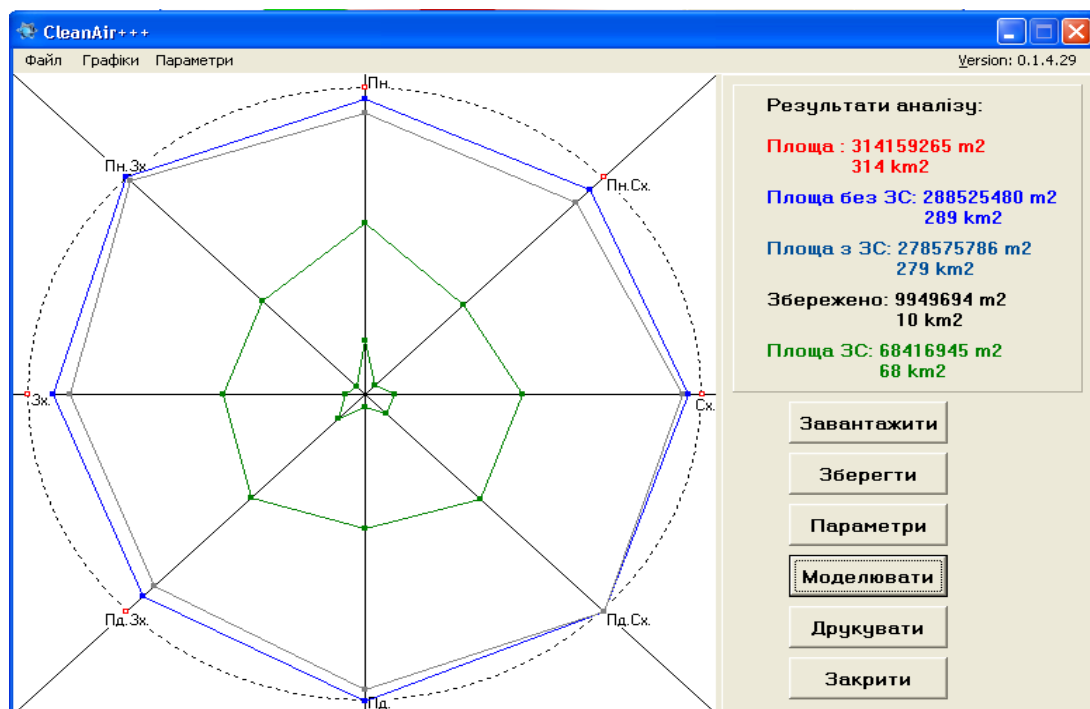


Рисунок 2.5 – Результати аналізу, планування та оптимізації розміру СЗЗ

Представлені дані наочно демонструють яким чином може варіювати фактичний розмір СЗЗ.

Розглянуто теоретичні підстави для обґрунтування поняття ЗАЗ:

– згідно п. 3.4.3 [14] особливо найбільша ймовірність появи максимуму концентрацій спостерігається на відстанях від 10 до 40 середніх висот джерел викидів підприємства;

– згідно п. 5.20 [184] для сукупності джерел викидів розраховуються зони впливу, що включають в себе ділянки місцевості, де розрахована сумарна концентрація від всієї сукупності джерел викиду даного підприємства, в тому числі низьких і неорганізованих викидів, перевищує 0,05 ГДК;

– згідно п. 1.3 і 2.19 [184] для розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в приземному прошарку атмосфери розмір розрахункової сітки доцільно встановлювати в межах 50 висот найвищого джерела викидів.

Отже, для виконання завдань нашого дослідження, з урахуванням необхідності встановлення орієнтовних максимальних розмірів ЗАЗ, прийнято гіпотезу, що розсіювання забруднювачів із значимою концентрацією відбувається переважно в межах 40~50 висот найвищих джерел промислових викидів на промисловому об'єкті.

Для практичного підтвердження сформульованої гіпотези, а також з метою встановлення ЗАЗ від магістральних потоків автомобільного транспорту було проведено ряд аналітично-розрахункових та приладозабезпечених натурних досліджень.

2.6.1 Визначення лінійного розміру ЗАЗ від промислових об'єктів на основі методики ОНД-86

Для підтвердження правильності сформульованої вище гіпотези застосовано програмний комплекс розрахунку розсіювання шкідливих речовин «ЕОЛ», що реалізує методику ОНД-86, складену на основі

класичного рівняння турбулентної дифузії. Змодельовано ситуацію забруднення приземного шару атмосферного повітря від групи з трьох джерел реального промислового підприємства першого класу небезпеки з найбільшою висотою (180, 180 і 100 метрів відповідно), розташованих лінійно для обліку явища накладення факела викидів при однаковому напрямку вітру. Змодельований розрахунковий прямокутник 15×15 км, розрахунок проведено з кроком 500 метрів. Для розрахунку використані найбільш несприятливі метеоумови – швидкість вітру менше 5 м/с, а також дані фактично працюючих підприємств [185, 186]. Вихідні дані для проведення розрахунку та детальні результати розрахунків приведено у додатку II. Графічний результат у вигляді карти розсіювання для суми оксидів азоту ($\text{NO}_2 + \text{NO}$) представлений на рис. 2.6.

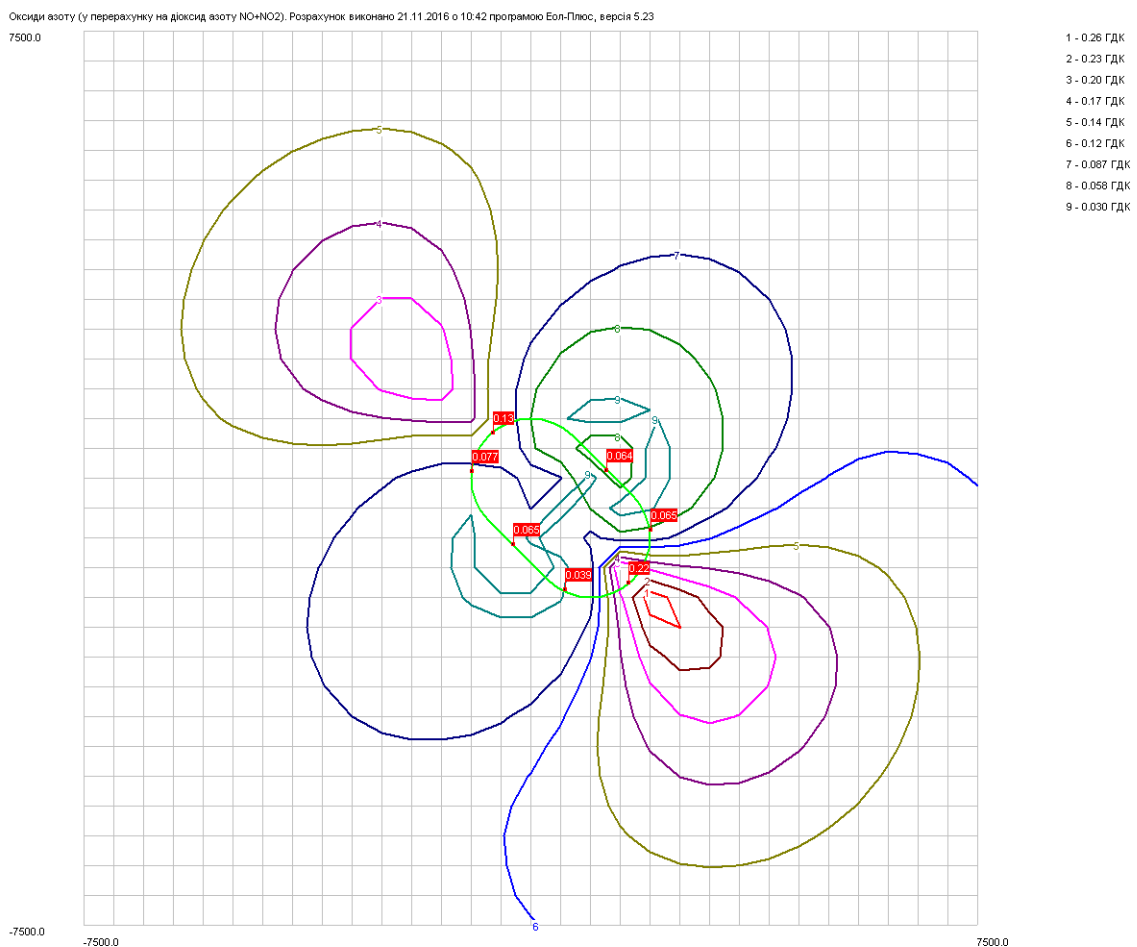


Рисунок 2.6 – Ситуаційна карта-схема розсіювання забруднюючих речовин у приземному прошарку атмосфери

Аналізуючи карти розсіювання можна зробити висновок, що найбільші концентрації шкідливих речовин спостерігаються в межах 40 висот джерел викидів. За умови, що висота джерела 180 метрів, ЗАЗ становить 7200 м. Це підтверджує адекватність застосування поняття ЗАЗ із визначенням її лінійного розміру в межах 40~50 висот найвищого джерела викиду.

2.6.2 Встановлення лінійного розміру ЗАЗ від промислових об'єктів розрахунковим шляхом на основі теорії турбулентної дифузії А.Н. Колмогорова

Поставлено аналітично-розрахункову задачу одержання математичних закономірностей для визначення максимального радіусу розсіювання певної атмосферної домішки/газу, отримане значення якого має слугувати додатковим підтвердженням того, що лінійний розмір ЗАЗ лежить в межах 40~50 висот умовного джерела викиду (в даному випадку – $h_{\max} = 180$ м, $ЗАЗ_{\max} = 9000$ м).

Просторово-часова поведінка шкідливих газоподібних домішок відноситься до висот де має місце розвинена турбулентність: число Рейнольдса більш ніж $> 10^4$. Відбиттям від поверхні та положенням джерела на поверхні знехтуємо. Також вважаємо, що газова домішка є однокомпонентним нейтральним консервативним газом, та її розсіювання відбувається в полі однорідної стаціонарної турбулентності. Приймаємо рухому систему координат, початок якої співпадає з точкою викиду домішки і переміщається із швидкістю регулярного вітру [187].

За цих умов процес розсіювання домішки описується в [188] рівнянням турбулентної дифузії вигляду:

$$\frac{dq}{dt} = K_x(t) \frac{d^2 q}{dx^2} + K_y(t) \frac{d^2 q}{dy^2} + K_z(t) \frac{d^2 q}{dz^2}, \quad (2.1)$$

де q – концентрація домішки; x – координата в напрямку захід-схід (зональна

координата); y – координата в напрямку південь-північ (меридіальна) координата; z – координата у вертикальному напрямку; $K_x(t)$, $K_y(t)$, $K_z(t)$ – залежні від часу t коефіцієнти турбулентності дифузії по напрямках X , Y , Z відповідно.

Рішення рівняння (2.1) дозволяє описати поведінку поля концентрації домішки $q(x, y, z, t)$ [187].

Вид цього розв'язання визначається законом зміни коефіцієнтів турбулентної дифузії від часу. Для вільного необмеженого простору за наявності миттєвого точечного джерела рішення рівняння (2.1) має вигляд:

$$q(x, y, z, t) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \times \exp\left\{-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2}\right)\right\}, \quad (2.2)$$

де Q – кількість газової домішки; $\sigma_x^2, \sigma_y^2, \sigma_z^2$ – залежні від часу дисперсії розподілу концентрації домішки по напрямках x , y , z відповідно.

Вираз (2.2) є канонічною формою нормального розподілу в тривимірному просторі.

За статистичної інтерпретації процесу розсіювання домішки коефіцієнти турбулентної дифузії і дисперсії пов'язані наступною залежністю [188]:

$$K_t = \frac{1}{2} \frac{d\sigma^2(t)}{dt}. \quad (2.3)$$

Нам необхідно визначити розміри хмари, в межах якої концентрація домішки не нижче певного мінімального рівня q_{min} обумовленого чутливістю сучасних систем спостереження [187]. Згідно (2.2) частинки домішки з щільністю $q(x, y, z, t) \geq q_{min}$ утворюють хмару еліпсоїдної форми:

$$\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} + \frac{z^2}{\sigma_z^2} = m^2. \quad (2.4)$$

Піввісі (a, b, c) еліпсоїда (2.4), що характеризують розміри видимої хмари, пропорційні середнім квадратичним відхиленням $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$:

$a = m\sigma_x, b = m\sigma_y, c = m\sigma_z$, (m – коефіцієнт пропорційності). Проекція еліпсоїда (2.4) на горизонтальну площину поверхні Землі є площею еліпса, в межах якого виявлятиметься домішка при вертикальному зондуванні. Розміри цієї площини відповідають розмірам площі перетину еліпса (2.4) центральною горизонтальною площиною ($Z=0$). Детально розглянемо випадок ізотропного розсіювання домішки в горизонтальному напрямку, за умов $\sigma_x = \sigma_z$. Тоді з виразу (2.2) легко визначити тимчасову залежність радіусу $r(t)$ горизонтального центрального кола розсіювання. Увівши позначення $r(t) = (x^2 + y^2)^{1/2}$, і прирівнявши вираз (2.2) до величини q_{min} , що дорівнює чутливості методу спостереження, після очевидних перетворень одержимо [187]:

$$r(t) = \left[-2\sigma_x^2 \ln \left\{ \frac{q \min}{Q} \left(2\pi^{3/2} \right) \sigma_x^2 \sigma_z \right\} \right]^{1/2}. \quad (2.5)$$

Залежні від часу величини σ_x^2, σ_x на різних етапах розвитку хмари характеризуються різними законами. При вивченні розповсюдження домішки в турбулентному середовищі на основі статистичного методу [188, 189] підлягають розгляду наступні інтервали: дисипації турбулентної енергії; інерційний; масштабних вихорів. Розсіювання хмари газової домішки (збільшення її розмірів) відбувається головним чином під впливом вихорів, розміри яких порівняні з розмірами самої хмари. Проведений аналіз [187, 188] показує, що дія турбулентних вихорів інтервалу дисипації обмежена часом, рівним 77 с. а вихорів інерційного інтервалу – 641 с.

Коефіцієнти турбулентної дифузії залежать від розмірів хмари і, отже, від часу, до тих пір, поки ці розміри не стануть більшими від зовнішнього масштабу турбулентності. На основі даних про величину зовнішнього масштабу турбулентності [190] максимальне значення горизонтального

коефіцієнта турбулентної дифузії $K_{OX} = 1 \cdot 10^8 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Максимальна величина коефіцієнта вертикальної дифузії K_{OZ} на декілька порядків менша і складає $1 \cdot 10^6 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$. Момент часу, коли $K_x(t)$ досягає величини K_{OX} , рівний 3260 с. При досягненні хмарою таких розмірів, коли $K_z(t) = K_{Oz}, K_x(t) = K_{Ox}$, зміна $\sigma^2(t)$ подібна до звичайного Закону молекулярної дифузії:

$$\sigma_x^2(t) = \alpha + 2K_{Ox}t, \quad \sigma_z^2(t) = \beta + 2K_{Oz}t, \quad (2.6)$$

де α і β – значення $\sigma_x^2(t)$ і $\sigma_z^2(t)$ і $\delta_z^2(t)$ при $t_0 = 3260$ с. відповідно.

З (2.5) з урахуванням (2.6), одержуємо розрахункову формулу горизонтального радіусу центрального кола розсіювання [187]:

$$r(t) = \left[\begin{array}{l} -2(\alpha + 2K_{Ox}t) \ln \times \\ \left\{ \frac{q_{\min}}{Q} (2\pi)^{3/2} (\alpha + 2K_{Ox}t) \times \right. \\ \left. (\beta + 2K_{Oz}t)^{1/2} \right\} \end{array} \right]^{1/2}. \quad (2.7)$$

Величину концентрації домішки в центрі хмари ($x=0, y=0, z=0$) визначимо з (2.2) у вигляді:

$$q_0(t) = \frac{Q}{(2\pi)^{3/2} (\alpha + 2K_{Ox}t) (\beta + 2K_{Oz}t)^{1/2}}. \quad (2.8)$$

Наведена методика дозволяє достатньо детально описати просторову поведінку газової домішки у будь-який момент часу. Проте, нам, з метою прогнозування експерименту, потрібна наближена оцінка масштабів розповсюдження домішки з попереднім аналізом впливу кожного з основних параметрів: $Q, q_{\min}, K_{Ox}, K_{Oz}$.

Розглянемо питання встановлення максимальних розмірів хмари [187]. Диференціюючи (2.7) і прирівнюючи до нуля, після очевидних перетворень одержимо:

$$\begin{aligned} & \frac{q_{\min}}{Q} (2\pi)^{3/2} (a + 2K_{Ox}\tau)^{1/2} = \\ & = \exp \left\{ - \left(1 + \frac{K_{Oz}(\alpha + 2K_{Oz}\tau)}{2K_{Ox}(\beta + 2K_{Oz}\tau)} \right) \right\}, \end{aligned} \quad (2.9)$$

де $\tau = t - t_0$.

Чутливість сучасних систем спостереження достатньо висока, обмежується рівнем природного фону і знаходиться в межах $10-10^3 \text{ м}^{-5}$. При цьому час спостереження домішки складає десятки годин. Тому величинами α і β , пов'язаними з початковим періодом розвитку хмари, можна нехтувати. Тоді з (2.9) знаходимо τ , при якому $r(t)$ має максимальне значення [187]:

$$\tau_{\max} = \frac{1}{4\pi l} \cdot \left(\frac{Q}{q_{\min} K_{Ox} K_{Oz}^{1/2}} \right)^{2/3}. \quad (2.10)$$

Час, при якому хмара домішки, приймає максимальні розміри визначаються залежністю:

$$t_{\max} = \tau_{\max} + t_0. \quad (2.11)$$

З (2.10) видно, що збільшення чутливості q_{\min} , або початкової маси Q в n раз, приводить до збільшення τ_{\max} в $n^{2/3}$ рази. Підставляючи (2.10) в (2.7), одержимо вираз для встановлення максимального значення радіусу хмари:

$$r_{\max} = (6K_{Ox} \cdot \tau_{\max})^{1/2}. \quad (2.12)$$

З (2.12), при врахуванні (2.10), одержимо:

$$\frac{r_{2\max}}{r_{1\max}} = \left(\frac{q_{1\max}}{q_{2\max}} \right)^{1/3}, \quad \frac{r_{2\max}}{r_{1\max}} = \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^{1/3}. \quad (2.13)$$

Граничний час спостереження домішки $\tau_{\text{пр}}$ визначимо з умови $q_o(t) = q_{\min}$. Вважаючи, що $\alpha = \sigma = 0$ знаходимо з (2.8):

$$\tau_{np} = \frac{1}{4\pi} \cdot \left(\frac{Q}{q_{\min} K_{OX} K_{OZ}^{1/2}} \right)^{2/3}. \quad (2.14)$$

Середнє значення радіусу хмари r_{cp} визначимо інтегруючи (2.7) в межах від нуля до τ_{np} :

$$r_{cp} = \frac{1}{3} \cdot \left(\frac{Q}{q_{\min}} \right)^{1/3} \cdot \left(\frac{K_{OX}}{K_{OZ}} \right)^{1/6}. \quad (2.15)$$

Згідно (2.13), (2.14), (2.15) збільшення чутливості q_{\min} апаратури спостереження або початкової маси Q в n раз, приводить до збільшення r_{max} в $n^{1/3}$ рази і r_{cp} в $n^{2/3}$ рази.

Граничний час спостереження можна виразити залежністю вигляду:

$$t_{np} = \tau_{np} + t_0. \quad (2.16)$$

Проведені розрахунки [188] показують, що застосування наближених залежностей (2.10), (2.11) дає систематичну похибку в розрахунку t_{\max} порядку $t_0/3$ у бік завищення, застосування (2.14), (2.16) дає систематичне завищення на величину порядку $t_0/2$.

З метою зменшення похибки наближених обчислень розрахунки τ_{\max} і τ_{np} слід проводити за наступними розрахунковими формулами:

$$t_{\max} = \tau_{\max} + \frac{2}{3}t_0; \quad t_{np} = \tau_{np} + \frac{1}{2}t_0. \quad (2.18; 2.19)$$

Для розв'язання поставленої задачі дослідження проведено розрахунок максимального значення радіусу хмари розсіювання. При значенні $Q = 2,07 \cdot 10^5$ мг/с; $q_{\min} = 0,01$ мг/м³. Чисельне значення $r_{\max} = 8838$ м. Одержане значення лежить в межах граничного (згідно гіпотези) $r_{\max} = 9000$ м. Отже, додатково підтверджує адекватність застосування поняття ЗАЗ із визначенням її лінійного розміру в межах 40~50 висот найвищого джерела викиду.

Наведені у п. 2.6.1 та 2.6.2 результати аналітично-розрахункових досліджень підтверджують правильність висунутої гіпотези щодо лінійного розміру ЗАЗ об'єктів промисловості I-III класів небезпеки. Однак неопрацьованим лишається питання встановлення (доцільності визначення) ЗАЗ від інших промислових об'єктів, транспортних магістралей з урахуванням рівнів шумового забруднення, що створюється як промисловими підприємствами, так і транспортними магістралями.

2.6.3 Дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах змін сучасної забудови населених міст

Як відомо, в умовах сучасних урбосистем існує проблема забруднення атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин від промислових підприємств та транспорту. При цьому, за даними [191, 192], в середньому, по містах, внесок транспорту у формування загального рівня екологічної небезпеки, сформованої внаслідок забруднення атмосферного повітря викидами складає від 40 до 65 %. Найбільш суттєвим є негативний вплив транспорту (пересувних джерел викидів) на стан атмосферного повітря в межах центральних частин населених міст, що зумовлено розвинутою транспортною мережею, інфраструктурою, щільною житловою забудовою. До того ж ситуація суттєво ускладнюється тим фактом, що в індустріально розвинених містах значна кількість промислових підприємств історично розташована також у межах зон житлової забудови, й навіть, у центральних частинах міст. При цьому останнім часом у забудові населених міст відбуваються значні зміни.

На сьогодні, в процесі Євроінтеграції України, сучасна архітектура міст «переживає» постійні зміни. На місці старих будівель зростають нові: торгові, харчові, адміністративні, розважальні комплекси та фінансові споруди. Вони оснащені новим обладнанням, мають гарний естетичний вигляд, супроводжений озелененням і т.ін.

Згідно з [193] існує декілька схем розташування нової забудови нежитлового фонду. Даним документом рекомендовано розміщення торгівельних, розважальних комплексів, нових промислових об'єктів на периферії населених пунктів поза зоною житлової забудови. Однак, як показала практика змін забудови в межах України, це економічно доцільно тільки у великих містах з населенням більше 1 млн. жителів. На відміну від мегаполісів, розміщення новобудов в інших містах України відбувається в межах забудови, що вже склалася, у переважній більшості випадків – це центральні частини населених міст, де інфраструктура є вже розвиненою. При цьому у переважній кількості зазначених новобудов проблема опалення приміщення вирішена за рахунок створення власних опалювальних систем. Найбільш економічно ефективнішими є системи, що використовують як паливо природний газ. При цьому, звичайно, здійснюються викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, де присутні найпоширеніші – CO, CO₂, NO_x. Слід зауважити, що дані речовини є як у викидах майже всіх промислових підприємств, так і у викидах транспорту.

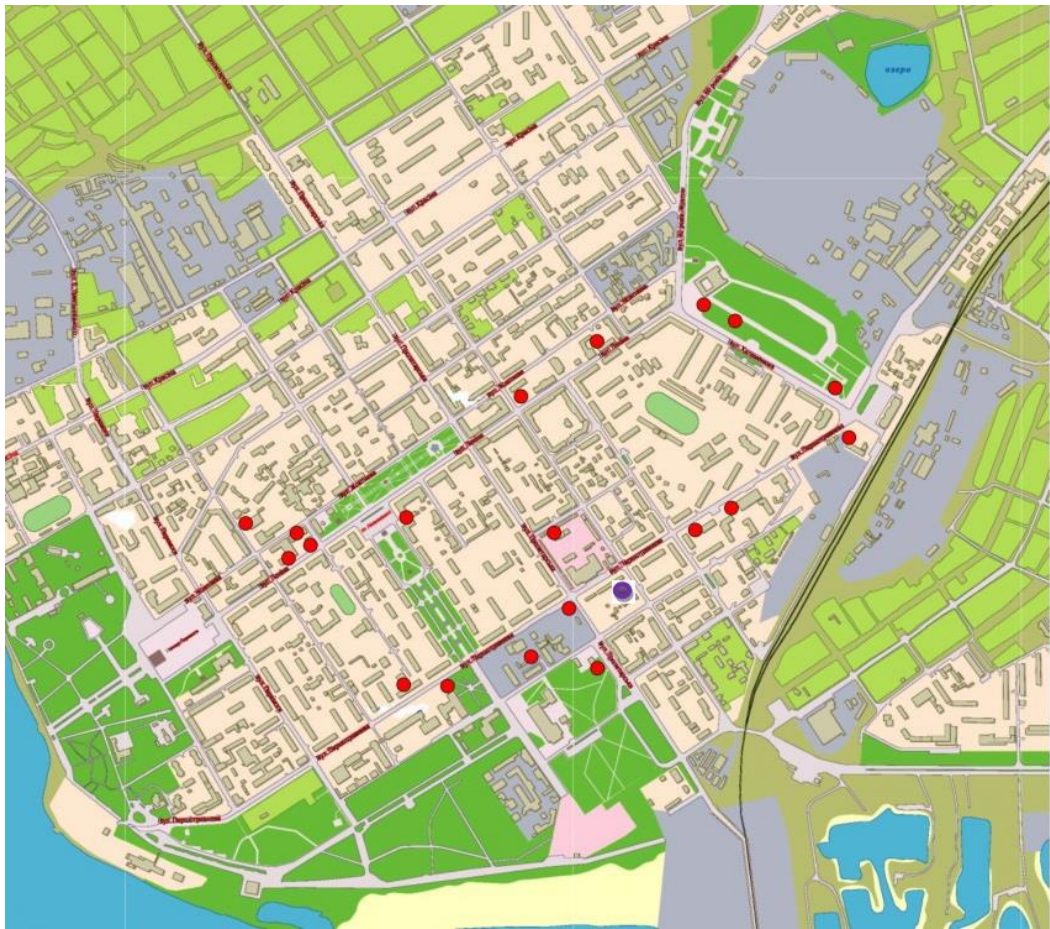
При наданні даним установам дозволів на викиди створювані ними, концентрації забруднюючих речовин у приземному прошарку атмосфери – враховуються. Але при цьому врахування фонових показників, внеску інших нових підприємств, що у більшості випадків розташовані поблизу одне до одного та в межах селітебної забудови, не завжди є можливим, тому внесок даних об'єктів у загальний рівень забруднення атмосферного повітря вивчений недостатньо.

У зв'язку з вище викладеним актуальним науково-практичним завданням є дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах змін сучасної забудови міст [194].

Проаналізовано зміни сучасної забудови індустріально розвиненого та техногенно навантаженого м. Кременчук.

Результати аналізу змін забудови міста Кременчука на прикладі його центральної частини дозволили встановити, що протягом останнього

десятиріччя (в період з 2002 по 2012 роки) в зоні щільної житлової забудови, на території санітарно-захисних зон промислових підприємств, в зонах, близьких до рекреаційних, збудовано за орієнтовними даними – близько 20 об'єктів різного спрямування, переважна більшість з яких мають власні системи газового опалення приміщень. Зазначені об'єкти нами візуалізовано на ситуаційній карті-схемі центральної частини м. Кременчука (рис. 2.7) [194].



- – деякі новобудови центральної частини м. Кременчука, збудовані за період з 2002 по 2012 роки;
- – стаціонарний пост контролю за станом забруднення атмосферного повітря (пост № 2 Кременчуцької лабораторії Держкомгідромету по контролю за станом забруднення атмосферного повітря).

Рисунок 2.7 – Ситуаційна карта-схема центральної частини м. Кременчука з нанесенням нових будівель з власною системою опалення

Перелік новобудов різного спрямування, що мають власні системи газового опалення приміщень наведений у табл. 2.2. Ці новобудови, з точки зору охорони навколишнього середовища, є стаціонарними джерелами викидів забруднюючих речовин.

Таблиця 2.2 – Деякі новобудови центральної частини м. Кременчука з власною системою газового опалення

Адреса	Назва об'єкта
вул. Першотравнева, 27	Кафе «Завітай»
вул. Першотравнева, 20а	ТЦ «Бізнес букет»
вул. Першотравнева, 43	Супермаркет «АТБ»
вул. Першотравнева, 44	«Фокстрот»
вул. Першотравнева, 46а	ТЦ «NEW»
вул. Першотравнева, 48	ТЦ «Престиж хол»
вул. Воровського, 4а	Супермаркет «Білла»
вул. Свердлова, 88	ТЦ «Центральний»
вул. Халаменюка, 7	Супермаркет «Амстор»
вул. Халаменюка, 3	Салон краси
вул. Халаменюка, 1	Клуб «Sport line»
вул. Леніна, 21	ТРЦ «Галактика»
вул. Леніна, 15	ТЦ «Мега»
вул. Леніна, 9а	ТЦ «Дипломат»
вул. Леніна, 7	ТРК «Європа»
вул. Радянська, 12	Супермаркет «АТБ»
бульвар Пушкіна, 7а	Клініка «МедАрт»

Варто відзначити, що дані об'єкти переважно розташовані у безпосередній близькості від основних транспортних потоків центральної частини міста, а також на відстані, що не перевищує 5 км від стаціонарного поста спостережень за станом атмосферного повітря. Це зумовлює: по-перше – можливість адекватного врахування реальних фонових концентрацій, по-друге – теоретично підтверджує можливе підвищення рівня екологічної небезпеки, сформованої викидами забруднюючих речовин від транспорту.

Така ситуація, безумовно, потребує більш детального аналізу з точки зору встановлення впливу даних об'єктів на стан атмосферного повітря та їх

внеску у формування загального рівня забруднення атмосферного повітря.

У розрізі розробки методології проведення досліджень з урахування внеску джерел викидів, якими є зазначені новобудови, нами було запропоновано загальний алгоритм проведення досліджень щодо аналізу змін у забудові населених пунктів (рис. 2.8) [194].

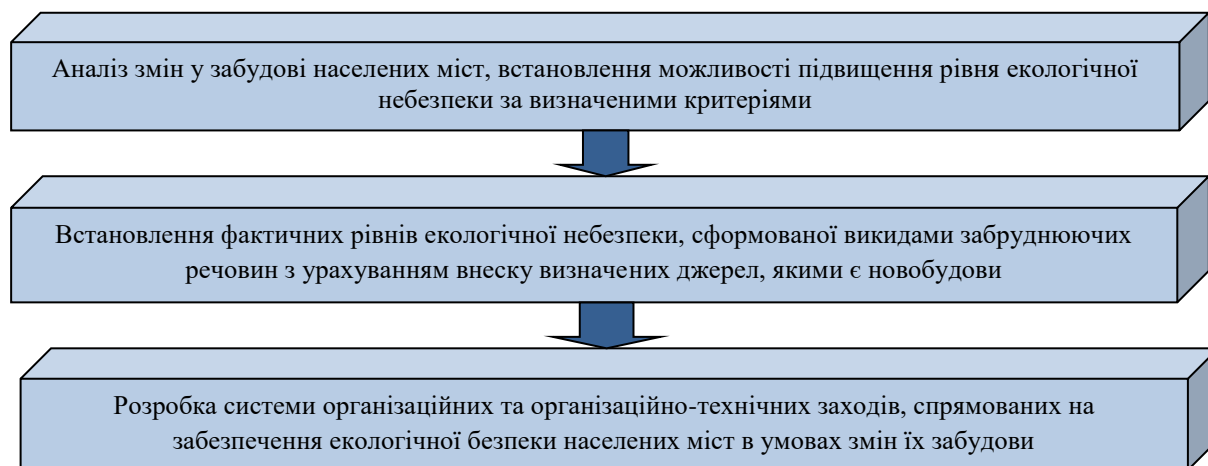


Рисунок 2.8 – Загальний алгоритм проведення досліджень із аналізу змін сучасної забудови населених пунктів

Керуючись розробленим порядком проведення теоретичних досліджень, в межах встановленого нами науково-практичного завдання було проведено ряд експериментальних досліджень на прикладі житлової забудови м. Кременчук [194].

Аналіз наявних змін у сучасній забудові міста Кременчука показав, що у центральній частині міста є наявною низка критеріїв, що потенційно можуть підсилити рівень екобезпеки, пов'язаної зі станом забруднення атмосферного повітря, а саме:

- наявність значної кількості новобудов у межах зон щільної житлової забудови міста;
- наявність новобудов у рекреаційних зонах та в межах санітарно-захисних зон;
- наявність небезпечного сусідства небезпек, створюваних різними джерелами (промисловими, транспортними тощо);

– використання в переважній кількості новобудов систем газового опалення приміщень.

Врахування даних критеріїв є обов'язковим при аналізі змін у забудові населених міст.

Таким чином, нами встановлено, що зміни сучасної забудови населених міст (на прикладі центральної частини м. Кременчук) відбувається всупереч вимогам СНіП [193]. Новобудови, що здійснюють викиди забруднюючих речовин розміщуються в межах житлової забудови, СЗЗ промислових підприємств, рекреаційних зон тощо. Кількість новобудов є значною і продовжує збільшуватись. При цьому їх внесок у забруднення атмосферного повітря потребує більш детального вивчення. Для цього обрано полігон проведення експериментальних досліджень (дослідний проммайданчик) – територію в межах центральної частини м. Кременчук (рис. 2.9), а саме, новобудови в умовах щільної сельбищної забудови, що розміщені по вул. Першотравневій та вул. Театральній (Воровського).

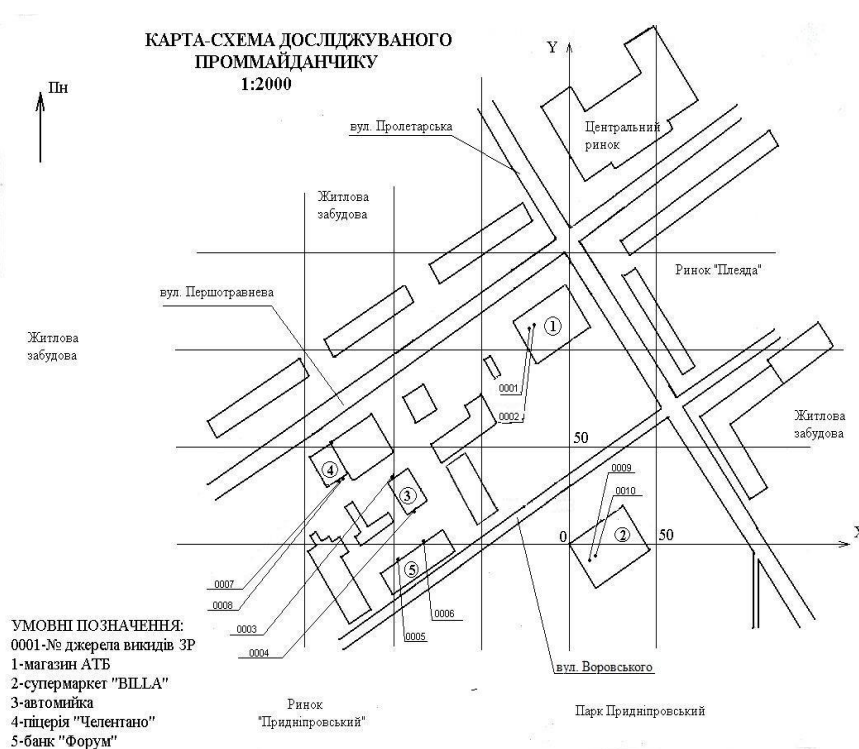


Рисунок 2.9 – Карта-схема дослідного проммайданчику з нанесенням джерел викидів

В межах дослідного промайданчику розташовані наступні новобудови (усі об'єкти збудовані за останні п'ять років): супермаркет ""АТБ" (джерела викидів № 0001, 0002), автомийка по вул. Горького (джерела викидів № 0003, 0004), Банк "Форум" (джерела викидів № 0005, 0006), піцерія "Челентано" (джерела викидів № 0007, 0008), супермаркет "Білла" (джерела викидів № 0009, 0010) відповідно. Зазначимо, що всі об'єкти використовують індивідуальні системи газового опалення. При цьому приміщення банку «Форум» розташоване в житловому будинку № 21 по вул. Театральній. Відстань між усіма об'єктами не перевищує 100 метрів, тому нами ця сукупність об'єктів розглядається як єдиний дослідний промайданчик. Відстань дослідного промайданчику від стаціонарного посту спостережень за станом забруднення атмосферного повітря (розташований на території ринку «Плеяда» по вул. Шевченко) не перевищує 300 метрів.

Було здійснено розрахунок чисельних значень потужності викиду (г/с, т/рік) від джерел викидів у межах дослідного промайданчику. Як опалювальне обладнання для розрахунків нами було прийнято усередненні значення питомих викидів забруднюючих речовин від типових установок, якими оснащуються такі приміщення. Результати розрахунку чисельних значень валових викидів забруднюючих речовин від технологічного обладнання новобудов у межах визначених територій центральної частини міста наведені у табл. 2.3.

Чисельні значення потужності викидів зазначених джерел у г/с нами було використано при проведенні розрахунку розсіювання забруднюючих речовин у приземному прошарку атмосфери. Ситуація щодо розрахунку розсіювання змодельована для сукупності визначених джерел викидів із урахуванням значень фонових концентрацій забруднюючих речовин. Розрахунки розсіювання було проведено за двоокисом вуглецю (чадний газ) та за оксидами азоту у перерахунку на діазот.

Таблиця 2.3 – Валовий викид забруднюючих речовин від технологічного обладнання новобудов у межах дослідного проммайданчику

Забруднюючі речовини	Валовий викид забруднюючих речовин від технологічного обладнання новобудов, т/рік				
	Супермаркет "АТБ"	Супермаркет "Білла"	Авто-мийка	Піцерія "Челентано"	Банк "Форум"
Азоту оксид	0,376	0,116	0,112	0,115	0,126
Азоту діоксид (діазот)	$2,4 \cdot 10^{-4}$	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Вуглекислий газ	233,154	72,026	69,512	71,249	78,2
Метан	0,0046	0,001	0,001	0,001	0,001
Чадний газ	0,033	0,01	0,01	0,01	0,011

Варто зазначити, що значення фонових концентрацій забруднюючих речовин, прийнятих для розрахунку, мають тенденцію до суттєвого зростання. Це, на нашу думку, може бути зумовлено, як збільшенням внеску транспортних потоків, так і природнім урахуванням змін забудови (поява нових джерел викидів). Так, наприклад, за період 2007–2009 рр., фонові концентрації двоокису вуглецю на пості спостереження № 2 становила – 5,2 мг/м³; у той час як за період 2009–2011 рр. – 7,15 мг/м³. Щодо діазоту склалась така ситуація: за період 2007–2009 рр., фонові концентрації двоокису вуглецю на пості спостереження № 2 становила – 0,09 мг/м³; у той час як за період 2009–2011 рр. – 0,11 мг/м³.

Результати проведення розрахунків розсіювання суми оксидів азоту (NO₂ + NO) з урахуванням фонових концентрацій наведені на рис. 2.10.

За результатами розрахунку розсіювання приземних концентрацій діазоту в межах впливу джерел викидів, що розглядаються, встановлено: максимальна приземна концентрація діазоту без урахування фонових значень, складає – 1,3 ГДК_{м.р.}, на межі віртуальної СЗЗ проммайданчику – 0,3–0,6 ГДК_{м.р.}. При врахуванні фону максимальна концентрація – 1,84 ГДК_{м.р.}, на межі СЗЗ – 0,7–1,4 ГДК_{м.р.}. При цьому фонові значення концентрації діазоту складає – 0,54 ГДК_{м.р.}

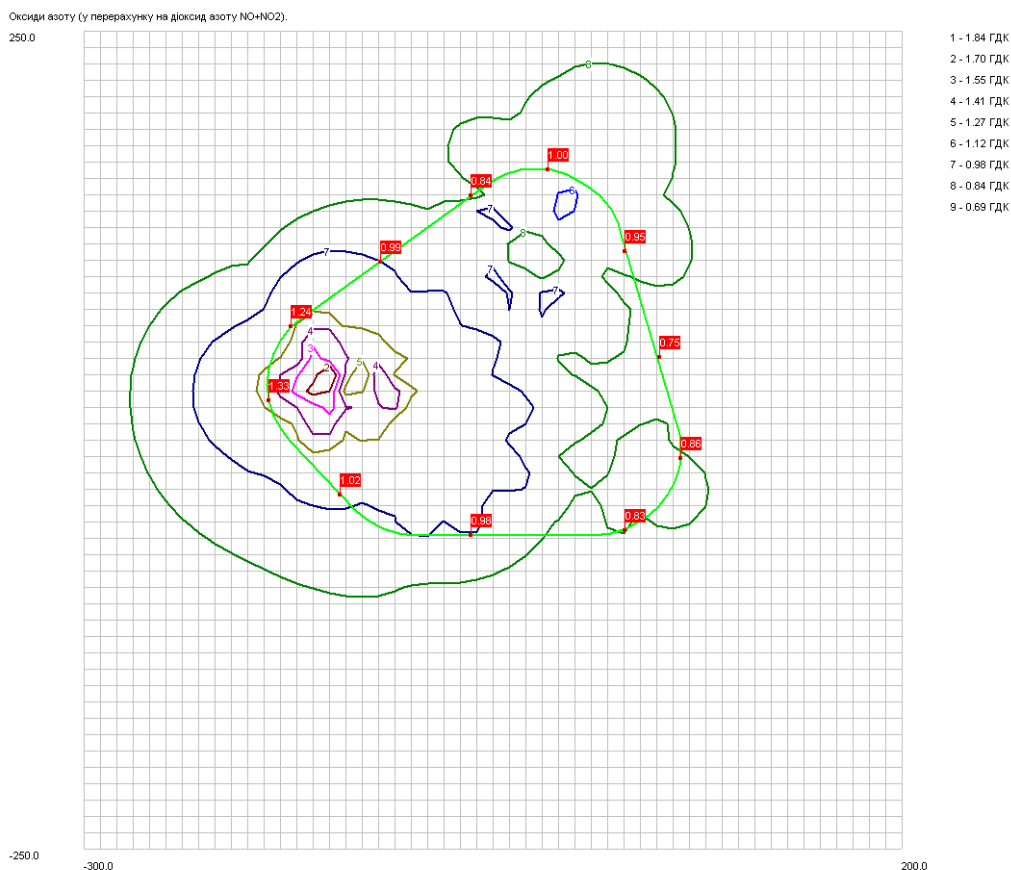


Рисунок 2.10 – Ізолінії приземних концентрацій забруднюючих речовин при проведенні розрахунків розсіювання від джерел викидів дослідного проммайданчику [194]

За результатами розрахунків розсіювання встановлено наявність перевищення санітарних норм чистоти атмосферного повітря в межах зони житлової забудови м. Кременчука. Кратність перевищення складає майже 2 ГДК_{м.р.} При цьому внесок досліджуваних джерел викидів – більше 70 %. Однак при цьому варто наголосити, що найбільший внесок у формування значень приземних концентрацій вносять джерела викидів № 0007, 0008 як такі, що мають висоту нижче 10 метрів. Найбільші значення приземних концентрацій при цьому спостерігаються на території розташування житлового будинку № 21 по вул. Театральній. Отже, експериментально доведено, що неупоряджене розташування новобудов, що мають викиди забруднюючих речовин, може суттєво підвищити рівень екологічної

небезпеки, сформованої внаслідок забруднення атмосферного повітря населених міст. Між тим результати проведених досліджень свідчать, що об'єкти незначної потужності можуть робити певний відчутний внесок у формування загального рівня забруднення лише імпульсно, за рахунок низьких джерел викидів (≤ 10 м) [194].

Таким чином, можна зробити висновок, що врахування внеску таких об'єктів при визначенні лінійних розмірів ЗАЗ від цих об'єктів під час організації системи спостережень на муніципальному рівні не є доцільним.

2.6.4 Дослідження впливу автомобільного транспорту та промислових об'єктів на стан інгредієнтного та шумового забруднення атмосферного повітря

Окремого розгляду потребують питання визначення доцільності врахування при визначенні лінійних розмірів ЗАЗ шумового забруднення, яке створюється промисловими об'єктами та інгредієнтного та шумового забруднення, що формується пересувними джерелами, а саме – автотранспортними потоками.

Дослідження впливу промислових об'єктів на стан шумового забруднення атмосферного повітря урбосистем проведено саме для джерел постійного промислового шуму згідно [195]. У [196, 197] встановлено, що найрозповсюдженішими джерелами постійного шуму на промислових об'єктах, які розташовані в межах урбосистем є установки вентиляції, нагнітання, кондиціонування тощо. Дослідження рівнів шуму, що створюються такими джерелами проведено на прикладі конкретного промислового об'єкта.

Об'єкт дослідження – виробнича будівля з приміщенням блоку очищення цеху розфасовки рослинної олії ЗАТ «Дніпропетровський олійноекстракційний завод» (м. Дніпро) [198].

У процесі підготовки і проведення прогнозування рівнів шумового

забруднення проведено натурні вимірювання фонового шуму в досліджуваному приміщенні, а так само на території заводу у приміщенні блоку очищення до установки охолоджувачів гідравлічного масла (тип T10L). В основу робочої гіпотези дослідження покладено той факт, що при теоретичних розрахунках очікуваних рівнів шуму у виробничих приміщеннях особливе значення має точність встановлення шумових характеристик самого виробничого приміщення, прилеглих до нього територій і приміщень з існуючими джерелами шуму.

Мета дослідження – прогнозування акустичних умов в приміщенні та аналіз шумового режиму територій, прилеглих до виробничого будинку з вбудованими охолоджувачами гідравлічного масла (тип T10L).

Для досягнення поставленої мети розв'язано ряд завдань:

1. Визначено очікувані рівні шуму в приміщенні блоку очищення цеху розфасовки рослинної олії до установки вбудованого охолоджувача гідравлічного масла (тип T10L).

2. Визначено очікувані рівні шуму на території, прилеглий до приміщення блоку очищення цеху розфасовки рослинної олії після установки вбудованого охолоджувача гідравлічного масла (тип T10L).

3. Складено прогноз шумового режиму в приміщенні блоку очищення цеху розфасовки рослинної олії і на прилеглий до приміщення блоку території після установки вбудованого охолоджувача гідравлічного масла (тип T10L) у порівнянні з Санітарними нормами для робочих приміщень і виробничих територій.

Натурні вимірювання проводилися з використанням приймального електроакустичного тракту. Приймальний тракт для вимірювань шуму забезпечує вимірювання рівнів звукового тиску в октавних смугах частот і містить:

- шумомір класу точності 1;
- мікрофон вимірювальний класу точності 1 з номінальним діапазоном частот від 30 Гц до 18000 Гц;

– фільтри смугові октавні класу 1.

Допустимі рівні шуму в промислових приміщеннях, і на прилеглий до них промислових території, визначені з урахуванням нижченаведеного.

Досліджувані джерела зовнішнього шуму, як і об'єкти захисту, мають ряд специфічних особливостей, які вимагають всебічного врахування при вирішенні питання про можливість застосування відповідних положень діючих в Україні санітарних норм [195, 193, 199], щодо рівнів допустимого шуму. Відповідно до п. 3.1.1 та п. 5, табл. 2 [200] допустимі значення октавних рівнів звукового тиску і рівнів звуку проникаючого шуму на робочих місцях і на територіях підприємств представлені нижче в табл. 2.4:

Таблиця 2.4 – Допустимі значення рівнів звукового тиску і рівнів звуку проникаючого шуму на робочих місцях і на територіях підприємств

Вид діяльності і місце	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних полосах середньгеометричних частот, Гц								$L_{A\text{ екв}}$, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Виконання всіх видів робіт на постійних робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території підприємства	95	87	82	78	75	73	71	69	80

З огляду на вимоги ДСН [200], що для шуму, створюваного в приміщенні установками кондиціонування повітря, вентиляції і повітряного опалення, допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні шуму та еквівалентні рівні звукового тиску на робочих місцях встановлюються на 5 дБ менше, авторами в розрахунок прийняті допустимі рівні шуму, представлені в табл. 2.5.

З урахуванням задачі дослідження шумового забруднення атмосферного повітря представлено лише результати прогнозування рівнів звукового тиску на межі виробничої території об'єкта (одержані значення звукового тиску в середині приміщення враховано як шумовий фон). Для розрахунку очікуваних

рівнів звуку на території після установки вбудованого охолоджувача гідравлічного масла проведено енергетичне підсумовування рівнів звуку (результат отриманий методом натурних інструментальних вимірювань) з величинами рівнів звуку на всмоктуванні від охолоджувача після їх зменшення на 3,3 дБ (зниження відбувається за рахунок відстані від охолоджувача до точки вимірювання на території).

Таблиця 2.5 – Допустимі рівні шуму

Вид діяльності і місце	Рівні звукового тиску, дБ, в октавних полосах середньгеометричних частот, Гц								$L_{A\text{ скв}}$, дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Згідно табл. 2.4	90	82	77	73	70	68	65	64	75

Прогноз очікуваних рівнів звуку на прилеглій території з урахуванням виміряного виробничого шумового фону і прогнозованого після реконструкції представлений в табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Прогнозування очікуваних рівнів звуку на межі виробничої території з урахуванням шумового фону

Величина	Средньгеометрична частота октавної смуги, Гц								L_A , дБА
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Сума рівнів на території	88,5	79,8	76,3	77,7	76,9	71,7	72,7	77,7	81,7
Перевищення норми	1,5	2,2	0,7	-4,7	-6,9	-3,7	-6,7	-13,7	-6,7

Таким чином, за результатами прогнозування на основі натурних спостережень встановлено, що перевищення допустимих рівнів шуму для території у цеху розфасовки рослинної олії після установки вбудованого охолоджувача гідравлічного масла спостерігаються в області середніх (500-1000 Гц) і високих частот (2000-8000 Гц). Між тим чисельне значення перевищення не є критичним, адже існує ряд відомих заходів щодо зниження рівнів шуму. Наприклад, установка глушника. Так, науково обґрунтовано і

розрахунковим шляхом підтверджено математичний метод для розрахунку ефективності зниження рівня аеродинамічного шуму газового потоку перфорованою пластиною [196]. В основу розрахунків покладено формулу Ньютона, що дозволяє визначити силу тертя між шарами газу. Використання даного методу дозволить розрахунковим шляхом виробляти підбір конструктивних параметрів ефективних глушників аеродинамічного шуму, що використовують перфоровані пластини. Перевірочним розрахунком зафіксовано зниження еквівалентного рівня аеродинамічного шуму газового потоку стисненого до 5,5 атм. на 17 дБ. При цьому розрахункова ефективність зниження рівня шуму не враховувала зниження рівня шуму в самому глушнику.

Таким чином, доведено, що врахування внеску джерел постійного шуму промислових об'єктів при визначенні лінійних розмірів ЗАЗ під час організації системи спостережень на муніципальному рівні не є доцільним.

Дослідження впливу автомобільного транспорту на стан інгредієнтного та шумового забруднення атмосферного повітря здійснено за результатами ряду спостережень, проведених у м. Дніпро.

Критерієм для оцінки показника рівня екологічної безпеки за фактором інгредієнтного забруднення житлової території від автотранспорту обрано показник кількості населення в зоні дискомфорту, який чисельно дорівнює відношенню числа жителів, що знаходяться в зоні дискомфорту до загальної кількості населення на даній території, виражений у відсотках [201]. Зоною дискомфорту визначено територію, на якій буде спостерігатися перевищення концентрації 0,8 ГДК.

Дослідження рівня інгредієнтного забруднення за показником вуглецю(II)оксиду на магістральних вулицях проведено за допомогою газоаналізатора КМ 900. Результати натурних досліджень можуть бути прийняті в якості критерію достовірності для порівняння з даними рівня загазованості за показником вуглецю(II)оксиду, отриманими за допомогою номограми на рис. 2.11 [202].

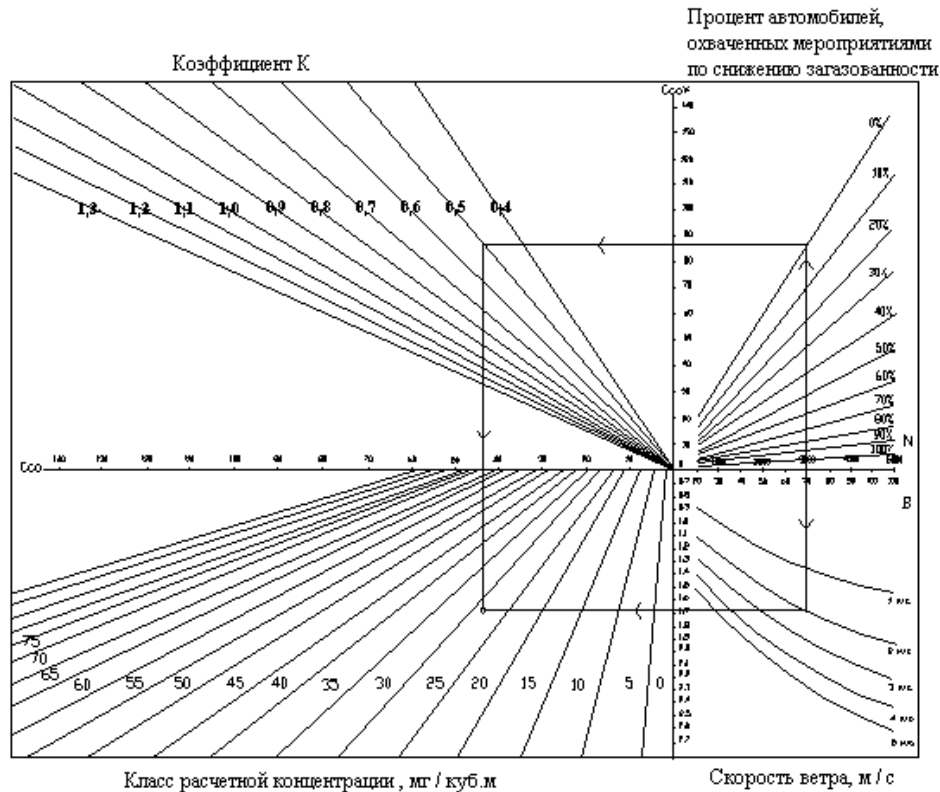


Рисунок 2.11 – Номограма для визначення класу розрахункової концентрації вуглецю(II)оксиду на магістральній вулиці [202]

Для скорочення часу розрахунків було запропоновано показник населення, яке буде знаходитися в зоні дискомфорту за рівнем загазованості для садибної забудови визначати за формулою 2.20 [201].

$$\psi = \frac{(L_{0,8ГДК} - L_{КСЗ}) \cdot 100}{V_{МКР}}, \% \quad (2.20)$$

де $V_{МКР}$ – глибина забудови мікрорайону (селища), м; $L_{0,8ГДК}$ – довжина контактної-стикової зони (КСЗ) при якій 100 % території житлової забудови, знаходиться в зоні комфорту (концентрація не перевищує 0,8ГДК), м; $L_{КСЗ}$ – довжина КСЗ, м.

Для визначення даного показника в багатоповерховій забудові були запропоновані графіки залежності показника кількості населення за фактором загазованості вуглецю(II)оксиду від розміру КСЗ і лінійної

щільності забудови [203]. Приклад графіка при лінійній щільності забудови 80% і алгоритмом роботи з ним наведено на рис. 2.12.

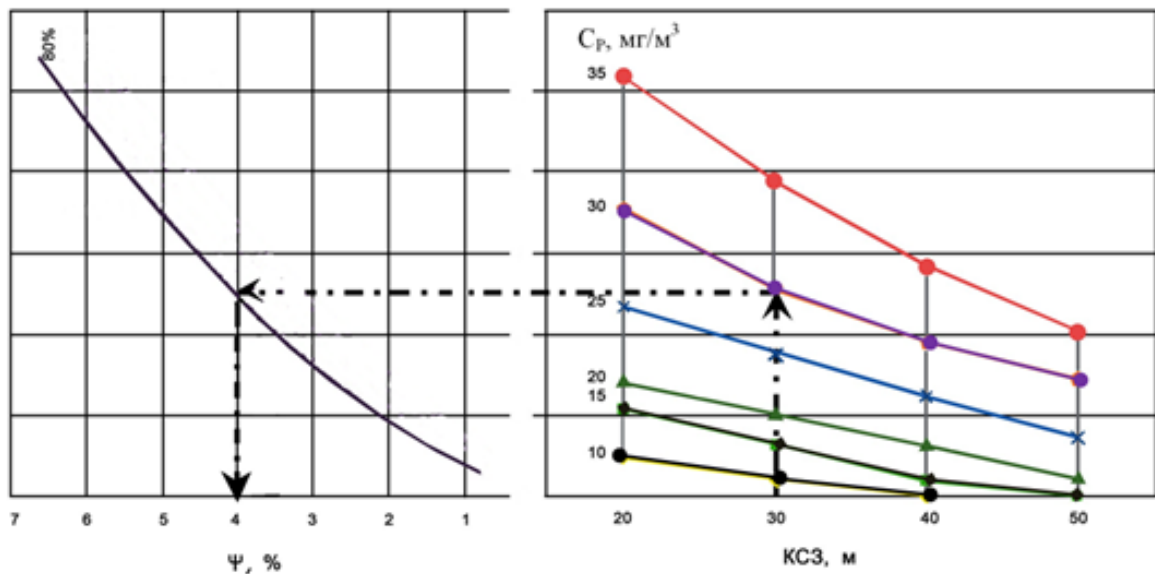


Рисунок 2.12 – Графік залежності показника (Ψ),% (кількості населення за фактором загазованості) від розміру КСЗ (лінійна щільність забудови 80%)

Проведені натурні вимірювання характеристик транспортних потоків і концентрації вуглецю(II)оксиду за деякими магістральним вулицям (МВ) м. Дніпро в 2012-2014 році показують, що концентрація забруднюючої речовини варіюється в широких межах від $9,0 \text{ mg}/\text{m}^3$ до $45,8 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Для перевірки збіжності результатів, за оцінкою концентрації вуглецю(II)оксиду на магістральній вулиці, було проведено порівняння даних отриманих за допомогою номограми (рис. 2.10) з даними натурних вимірювань концентрації цієї величини на магістральних вулицях. Результати представлені на рис. 2.13.

Аналіз результатів отриманих на підставі натурних вимірів і за допомогою номограми вказує на їх достатню збіжність (похибка знаходиться в межах від 1,61 до 3,23%) і можливість застосування номограми [202] для наближеної оцінки концентрації вуглецю(II)оксиду на МВ [201].

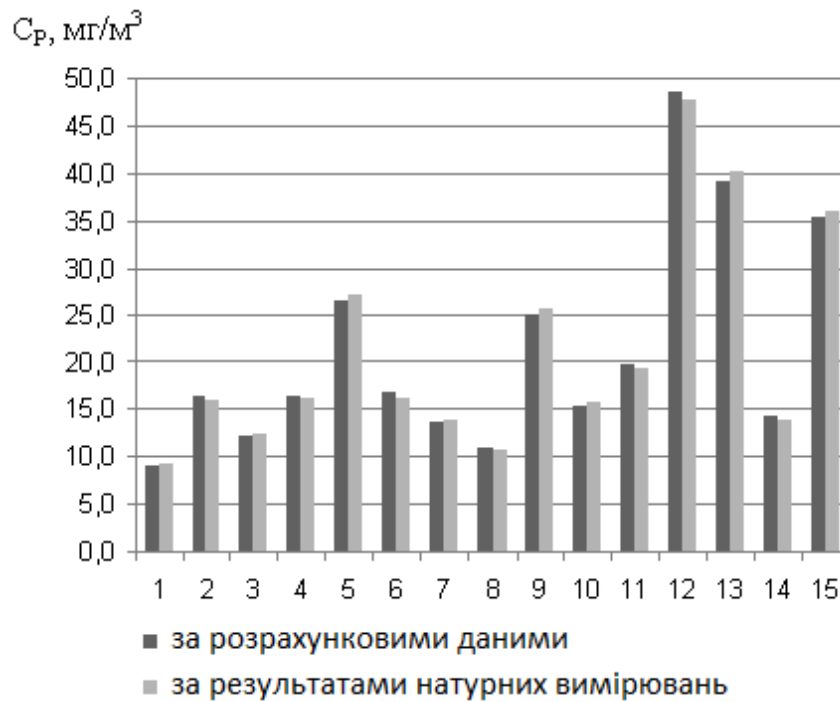


Рисунок 2.13 – Діаграма даних отриманих із застосуванням методу експрес-оцінки і за результатами натурних спостережень рівня загазованості за показником вуглецю(II)оксиду на магістральних вулицях, де: 1-15 вулиці м. Дніпро

Довжину КСЗ, при якій 100 % території житлової забудови знаходиться в зоні комфорту ($L_{0,8ГДК}$), можна розрахувати за формулою [203]:

$$L_{0,8ГДК} = \frac{0,5 \cdot CO_{max}^{-2,4}}{0,1}, \text{ м} \quad (2.21)$$

де CO_{max} – розрахункова концентрація оксиду вуглецю на МВ, мг/м³.

Отже, встановлено, що автотранспортні потоки на магістральних вулицях в межах урбосистем формують значні рівні екологічної небезпеки, що підтверджується одержаними значеннями максимальних разових концентрацій, які можуть спостерігатись на значних відстанях від МВ.

Таким чином, врахування внеску автотранспортних джерел інгредієнтного забруднення атмосферного повітря при визначенні лінійних розмірів ЗАЗ під час організації системи спостережень на муніципальному рівні є доцільним. Для цього варто трансформувати формулу (2.21),

встановивши межу зони комфорту (межу ЗАЗ) на рівні 0,05 ГДК.

Також, досліджено рівні шумового забруднення, що створюється в зонах сельбищної забудови автотранспортними потоками [119].

Допустимі значення еквівалентних і максимальних рівнів звуку проникаючого шуму в приміщеннях житлових будинків, для денного і нічного часу доби, наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Допустимі значення еквівалентних і максимальних рівнів звуку проникаючого шуму в приміщеннях житлових будинків

Час доби	Еквівалентні та максимальні рівні звуку	
	$L_{A\text{ екв}}$, дБА	$L_{A\text{ макс}}$, дБА
з 8 до 22 год	40	55
з 22 до 8 год	30	45

Допустимі значення еквівалентних і максимальних рівнів звуку проникаючого шуму на територіях, безпосередньо прилеглих до житлових будинків, для денного і нічного часу доби, представлені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Допустимі значення еквівалентних і максимальних рівнів звуку проникаючого шуму на територіях, безпосередньо прилеглих до житлових будинків

Час доби	Еквівалентні та максимальні рівні звуку	
	$L_{A\text{ екв}}$, дБА	$L_{A\text{ макс}}$, дБА
з 8 до 22 год	55	70
з 22 до 8 год	45	60

Допустимі рівні шуму, що створюється засобами автомобільного, залізничного, авіаційного транспорту на відстані 2 м від фасадів першого ешелону будинків, орієнтованих в бік магістральних вулиць загальноміського та районного значення, залізниць, джерел авіаційного шуму, допускається приймати на 10 дБА більше. При цьому в приміщеннях

будівель повинні бути забезпечені рівні проникаючого зовнішнього шуму відповідно до вимог таблиці 2.7.

Критерієм для оцінки якості житлового середовища за шумовим режимом прийнято показник акустичного дискомфорту населення. Бальну оцінку якості можна визначити за шкалою табл. 2.9 [204].

Таблиця 2.9 – Кваліметрична таблиця оцінювання якості середовища за фактором шумового забруднення житлової території від автотранспорту

Фактор	Показник	Бали			
		4 бали	3 бали	2 бала	1 бал
Шумове забруднення зон сельбищної забудови від автотранспорту	Кількість населення в зоні акустичного дискомфорту (ψ), %	0%	1-10%	11-30%	>30%

Для визначення показника акустичного дискомфорту для населення розв'язані такі завдання [119]:

- визначено рівень шумового забруднення від транспорту, що рухається по вулиці і на прилеглих житлових територіях методом натурних акустичних обстежень;

- побудовано карти шумового забруднення приміагістральних територій з житловою забудовою;

- порівняно результати оцінки з діючими санітарними нормами допустимого шуму;

- виявлено відхилення від норм і визначено показник кількості населення в зоні шумового забруднення.

Визначення шумових характеристик транспортних потоків і на сельбищних територіях [195, 205] пов'язано з дотриманням деяких обов'язкових умов і вимог. Шумовими характеристиками потоку автомобільного транспорту на вулицях і дорогах міст та сільських поселень

є еквівалентні $L_{\text{Аекв}}$ і максимальні $L_{\text{Амакс}}$ кореговані рівні звуку в дБА на відстані 7,5 м від осі смуги руху транспорту найбільш близької до краю дороги. Натурні дослідження еквівалентних по енергії і максимальних, коректованих середньозважених рівнів звуку, проводилися вимірювальними приладами, що мають чинне свідоцтво про державну повірку.

В процесі проведення натурних інструментальних вимірювань також проводився підрахунок інтенсивності, середньої швидкості і складу транспортного потоку. Тривалість варто встановлювати в залежності від інтенсивності руху (N) екіпажів на годину. Для вулиць з $N > 1000$ екіпажів на годину тривалість вимірювань становить 10 хвилин.

Натурні інструментальні вимірювання проводились за допомогою шумоміра «Октава» на вулиці Молодогвардійській в місті Дніпро, восени 2014 року. Була проведена математична обробка результатів натурних вимірів.

Достовірним прийнято вважати середнє значення вимірюваної величини, рівня звукового тиску або рівня звуку (A). Середнє значення визначалось при усередненні декількох результатів в одній точці на вимірювальній поверхні. Похибку окремого виміру характеризували середньоквадратичним значенням, отриманим на підставі ряду вимірювань.

Середнє значення ряду вимірювань \overline{L}_m , середньоквадратичне відхилення ряду σ_m і результату S_m обчислювали за формулами 2.22–2.24 [206]:

$$\overline{L}_m = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m L_k, \text{ (дБ)} \quad (2.22)$$

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^m (L_k - \overline{L}_m)^2}{m-1}} \quad (2.23)$$

$$S_m = \frac{\sigma_m}{\sqrt{m}}. \quad (2.24)$$

Результати обробки експериментальних даних представлені в таблиці 2.10 [119].

Таблиця 2.10 – Рівні звукової потужності (дБА) транспортних потоків на магістральній вулиці (результати натурних вимірювань, м. Дніпро, вул. Молодогвардійська)

Точки вимірювань	Середнє значення рівня шуму, дБА	σ_m , дБА	Довірчий інтервал	
			Нижній, дБА	Верхній, дБА
1	70,0	0,21	69,79	70,21
2	66,2	0,36	65,84	66,56
3	60,6	0,10	60,50	60,70
4	56,4	0,21	56,19	56,61

Показник акустичного дискомфорту для населення (ψ) визначається як співвідношення частки населення знаходиться в зоні акустичного дискомфорту до загальної кількості населення проживає на даній території. Визначається за формулою [119]:

$$\psi = \frac{N_{\text{диск}}}{N} \cdot 100, \% \quad (2.25)$$

де $N_{\text{диск}}$ – кількість жителів, що мешкають в зоні акустичного дискомфорту, осіб; N – кількість жителів, що мешкають на території, що досліджується, осіб.

Побудована карта шумового забруднення по вулиці Молодогвардійська (рис. 2.14) дозволяє визначити кількість жителів даної вулиці, що проживають в зоні акустичного дискомфорту. Показник акустичного дискомфорту по населенню, розрахований за формулою 2.25, становить 26,3%.

Для скорочення часу розрахунку з визначення показника акустичного дискомфорту населення був розроблений метод експрес-оцінки даного показника для багатоповерхової забудови, який включає в себе графіки визначення

показника чисельності населення в зоні акустичного дискомфорту ($\psi, \%$) в залежності від величини КСЗ і лінійної щільності першого ешелону забудови.

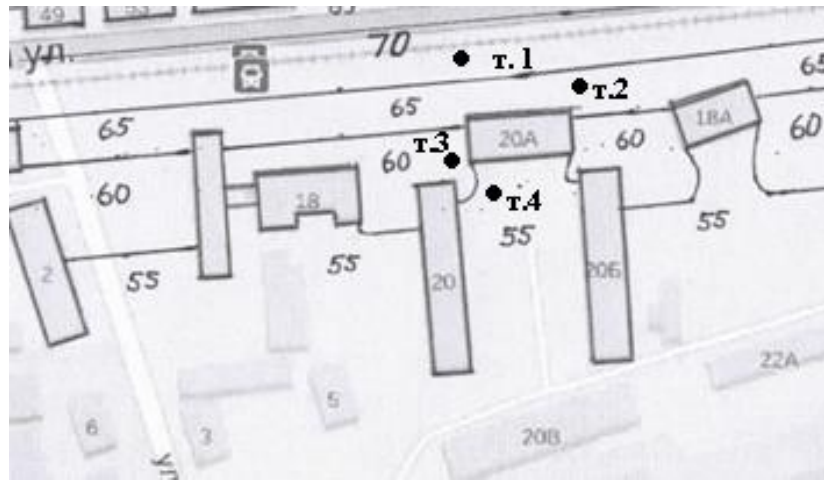


Рисунок 2.14 – Фрагмент карти шумового забруднення по вулиці Молодогвардійська в м. Дніпро з точками вимірювання шуму [119]

Розрахунок показника акустичного дискомфорту для населення методом експрес-оцінки включає в себе наступні етапи:

- оцінка рівня шумового забруднення від транспорту, що рухається по вулиці;
- визначення лінійної щільності першого ешелону забудови і розміру КСЗ;
- визначення показника акустичного дискомфорту по населенню (ψ) в зоні шумового забруднення за допомогою розроблених графіків.

По вулиці Молодогвардійській лінійна щільність першого ешелону забудови становить в середньому близько 80%. Загальна довжина контакту ділянки житлової забудови по вулиці з джерелом шуму становить 2090 м, з яких 1350 м припадають на ділянку з шириною КСЗ 6 м, 520 м – з шириною КСЗ 12 метрів і 220 м – з шириною КСЗ 15 м. Таким чином, усереднений розмір КСЗ становить 8,4 м. Використовуючи графік на рис. 2.15 визначається кількість жителів в зоні дискомфорту [119].

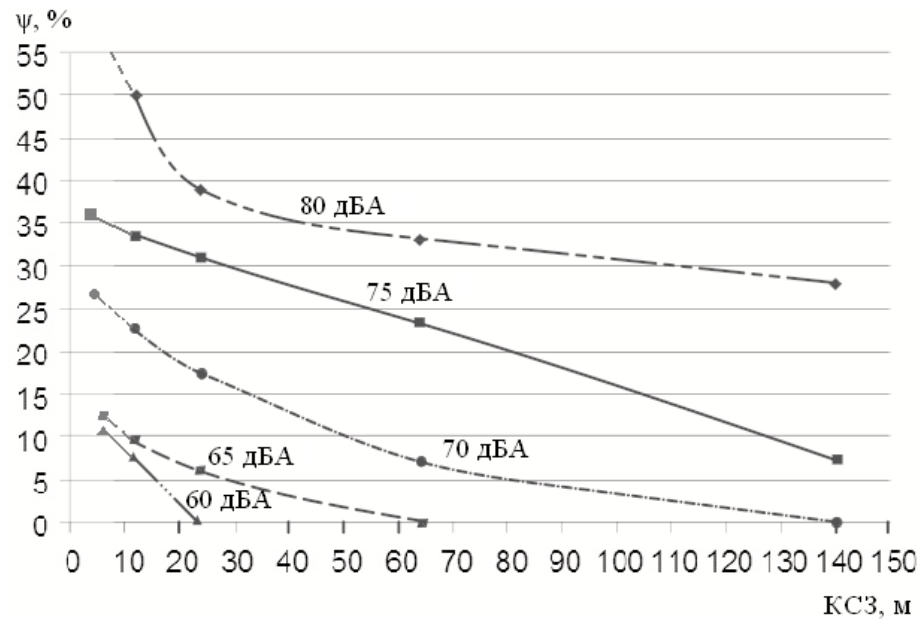


Рисунок 2.15 – Графік залежності показника акустичного дискомфорту по населенню від розміру КСЗ (лінійна щільність першого ешелону забудови 80%)

Цей показник становить 25,2%. Аналіз отриманих результатів вказує на їх достатню збіжність (похибка становить 4,18%). Це свідчить про доцільність застосування методу експрес-оцінки для інженерної оцінки показника акустичного дискомфорту для населення при різних КСЗ між лінійним джерелом шуму і житловою забудовою.

Оцінка рівня екологічної безпеки населення, що мешкає на досліджуваній сельбищній території за фактором шумового забруднення від автотранспорту, отримане, як за допомогою натурних вимірювань, так і за допомогою експрес-оцінки, згідно таблиці 2.9, становить 2 бали. Це відповідає категорію – частково придатна ситуація, отже, для підвищення рівня екологічної безпеки та якості життєдіяльності населення необхідно застосувати шумозахисні заходи.

В якості рекомендацій з шумозахисту запропоновано два варіанти: 1) будівництво двостороннього шумозахисного екрану ламаного типу, висотою до 2-х метрів уздовж проїжджої частини магістральної вулиці (очікувана акустична ефективність першого заходу становить 10 дБА); 2) застосування в житлових будинках першого ешелону забудови шумозахисних вікон з акустичною ефективністю 25 дБА [119].

Чинником формування екологічної небезпеки, що пов'язана із шумовим забрудненням атмосферного повітря від автотранспорту є також робота стоянок транспортних засобів.

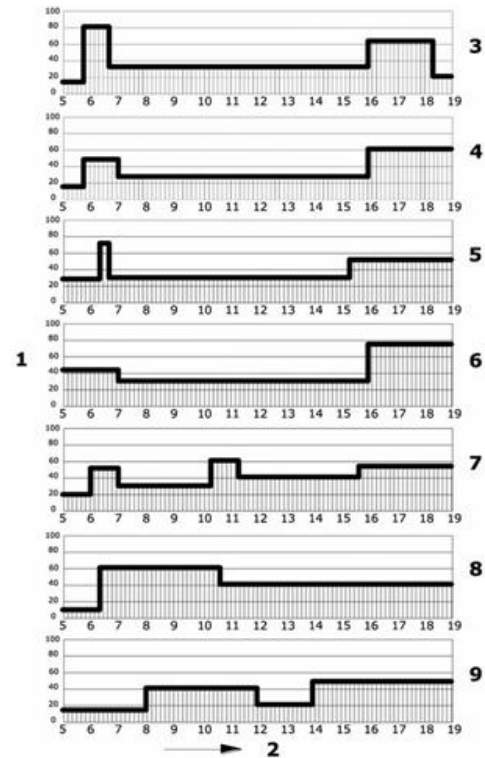
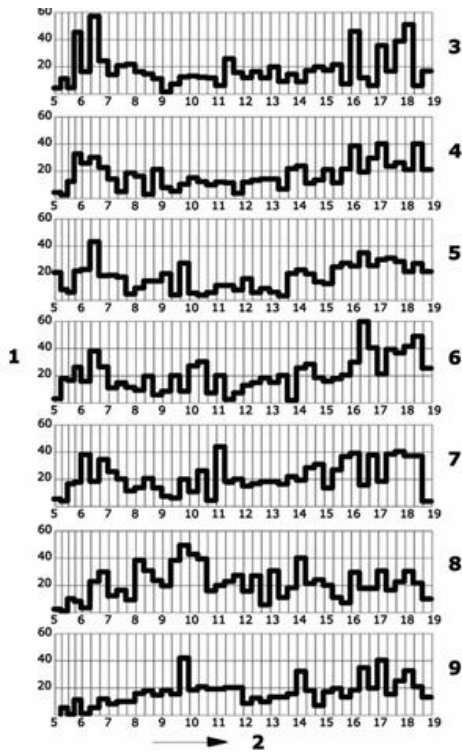
Джерелом шуму на стоянках легкового автотранспорту є наявність значної кількості працюючих автомобілів на відкритій ділянці місцевості, як правило, безпосередньо в зонах сельбищної забудови населеного пункту. Під працюючими автомобілями маються на увазі транспортні засоби, що прогривають двигуни, тривалий час працюють в режимі холостого ходу двигуна, здійснюють технологічні маневри, рух автомобілів при виїзді і в'їзді на прилеглу територію. В результаті цього стоянка генерує шум як плоске джерело звуку.

Було розроблено експрес-метод експрес-оцінки шумового забруднення сельбищних територій від автотранспорту, що перебуває в місцях тимчасового зберігання [207, 208].

За допомогою методу реєстрації номерних знаків вивчалися пересування транспортних засобів в усі дні тижня (з понеділка по неділю). Результатом обліку руху є гістограми в'їздів і виїздів на рис. 2.16–2.17. З них видно, що характерні за рівнем звуку інтервали часу (0,5 годин з найбільш інтенсивним шумом між 22 і 6 годинами або 8 годин поспіль з найбільш інтенсивним шумом між 6 і 22 годинами) спостерігаються з 5 до 7 або з 16 до 19 годин, що відповідає максимальному завантаженню стоянок.

Акустична активність представлена у відсотках від загальної потужності автостоянок у вигляді коефіцієнта використання (K_i). Отже, використовуючи графіки на рис. 2.16–2.17, можна визначити шумову характеристику автостоянки для будь-якого періоду часу доби і дня тижня.

Для визначення загальної шумової характеристики стоянки автотранспорту L_{PA} розроблено номограму, яку представлено на рис. 2.18 [208]. Загальний рівень шуму автостоянки встановлюється залежно від: а) кількості легкових автомобілів одного типу; б) площі ділянки автостоянки, га, (S); в) загальної кількості працюючих автомобілів усіх типів, (N); г) коефіцієнта використання стоянки K_i [207].



2 – час доби; 3-9 – дні тижня, починаючи з понеділка

Рисунок 2.16 – Рівень шуму, що генерується автомобілем на автостоянці: 1 – одиниця генерованого шуму, дБ

Рисунок 2.17 – Періоди активної роботи автостоянки протягом доби: 1 – коефіцієнт використання автостоянки, %

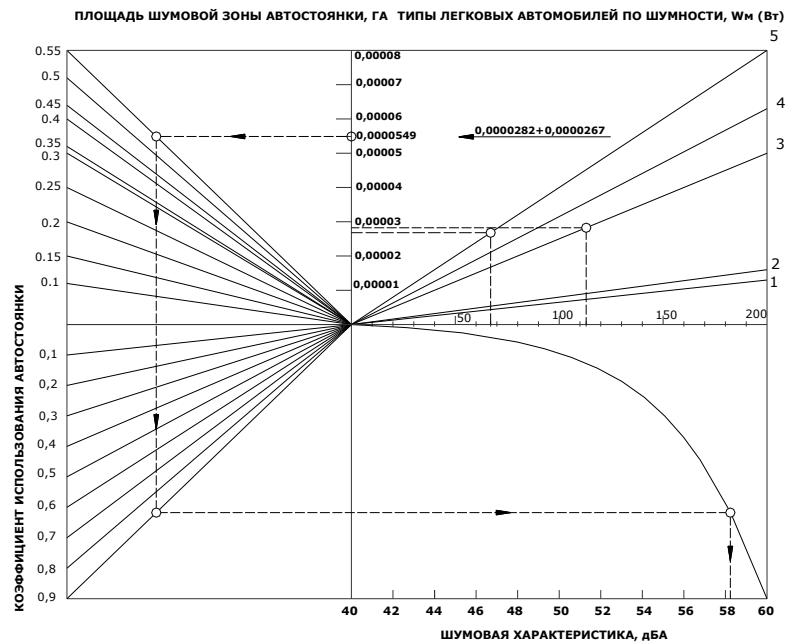


Рисунок 2.18 – Визначення шумової характеристики автостоянки (L_{PA}) [208]

Одержані результати натурних замірів рівнів шуму, представлені на гістограмі (рис. 2.16) свідчать про те, що рівень екологічної небезпеки, сформований дією шумового забруднення в місцях тимчасового зберігання автомобілів, загалом не перевищує допустимих значень еквівалентних і максимальних рівнів звуку проникаючого шуму на територіях, безпосередньо прилеглих до житлових будинків (табл. 2.8) [207].

Таким чином, врахування внеску автотранспортних джерел у загальний рівень шумового забруднення атмосферного повітря при визначенні лінійних розмірів ЗАЗ під час організації системи спостережень на муніципальному рівні не є доцільним.

2.6.5 Формалізація розробленого підходу до встановлення меж зон активного забруднення атмосферного повітря

Зазначені вище результати аналітично-розрахункових і експериментальних досліджень із визначення лінійних розмірів ЗАЗ, розробки експрес-методів оцінювання рівня інгредієнтного та шумового забруднення від промислових об'єктів та транспортних потоків у містах Дніпро та Кременчук дозволили формалізувати методологічний підхід до встановлення лінійних розмірів ЗАЗ.

Отже, лінійний розмір ЗАЗ від об'єктів промисловості визначається за формулою [185]:

$$L_{ЗАЗ} = (40\sim 50) h_{max}, \text{ м} \quad (2.26)$$

де $L_{ЗАЗ}$ – розмір зони активного забруднення; h_{max} – висота найвищого джерела надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря на території промислового об'єкту, м.

Максимальний розмір ЗАЗ від автотранспортних джерел забруднення характеризується шириною зони від краю автомобільної дороги до точки де концентрація забруднюючих речовин (за концентрацією карбону(II) оксиду)

не буде перевищувати $0,05ГДК_{с.д.}$. Таким чином, ширина ЗАЗ від автотранспортних потоків визначається за формулою [185]:

$$X_{ЗАЗ}^{max} = \frac{0,5 \cdot CO_{max} - 0,15}{0,1}, \text{ м} \quad (2.27)$$

де CO_{max} – максимальна концентрація карбону(II) оксиду, одержана за результатами прямих лабораторних вимірювань на визначеній ділянці автомобільної дороги, не ближче ніж у 25 метрах до найближчого перехрестя доріг та не більше ніж 10 метрів від тротуару, в період максимальної пікової кількості автотранспорту, що рухається на даній ділянці автодороги.

На цій основі розроблено спосіб вибору місць розташування постів спостережень і визначення їх кількості.

2.7 Спосіб вибору місць розташування та визначення кількості стаціонарних постів відбору проб для оцінки якості атмосферного повітря

Для розробки принципів схем розташування постів спостережень в межах урбосистем було розглянуто ряд можливих просторових сценаріїв розміщення міських агломерацій [209, 210]:

1. Декілька індустріальних міських агломерацій утворюють певний конгломерат за рахунок незначної відстані одна від іншої та розповсюдження меж ЗАЗ шляхом взаємопроникнення на території розташованих поряд міст;

2. За адміністративними межами однієї міської агломерації на яку не розповсюджується вплив інших індустріальних агломерацій розташований потужний комплекс промислових об'єктів ЗАЗ якого розповсюджується на територію міської агломерації;

3. Забруднення атмосферного повітря формується лише об'єктами в адміністративних межах міської агломерації. На територію агломерації не розповсюджуються ЗАЗ інших індустріальних агломерацій чи комплексів промислових об'єктів.

Схематичне відображення запропонованих сценаріїв представлено на рисунках 2.19, 2.20, 2.21 відповідно [209].

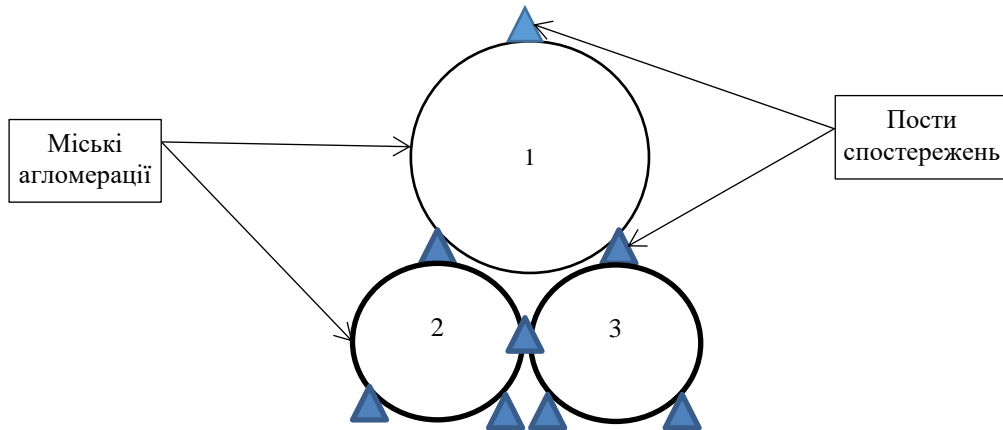


Рисунок 2.19 – Принципова схема розташування постів моніторингу якості атмосферного повітря за умов взаємного впливу декількох індустріальних міських агломерацій

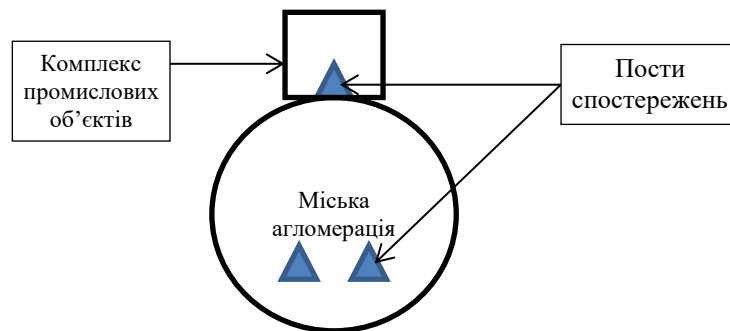


Рисунок 2.20 – Принципова схема розташування постів моніторингу якості атмосферного повітря за умов впливу комплексу промислових об'єктів на територію міської агломерації

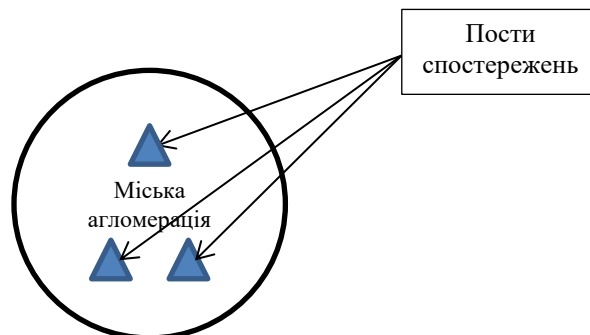


Рисунок 2.21 – Принципова схема розташування постів моніторингу якості атмосферного повітря за умов відсутності зовнішніх впливів на територію індустріальної міської агломерації

Проаналізовано декілька відомих способів оцінювання якості атмосферного повітря населених пунктів шляхом формування мережі стаціонарних постів спостережень в системі моніторингу забруднення атмосфери.

Так відомий спосіб побудови мережі постів моніторингу забруднення атмосфери [211], за яким встановлюють межі досліджуваної території, розгортають на досліджуваній території автоматизовану систему моніторингу з програмно-математичним забезпеченням. Перед початком вимірювань в центральному комп'ютері візуально створюють тривимірну координатну сітку досліджуваної території. У неї вводять дані про досліджувану територію для побудови оптимальної мережі постів моніторингу. Запускають блок обчислювальних програм (БП) БП1 для побудови оптимальної мережі постів моніторингу. Вирішують «Прямі» завдання для кожного відомого джерела забруднення з області впливу цього джерела. Визначають теоретично можливі поєднання трійок постів моніторингу, які дозволяють вирішити зворотну задачу з пошуку кожного з можливих джерел забруднення. Ранжирують такі трійки постів за кількістю повторень їх для всіх джерел забруднення і всіх розглянутих метеорологічних ситуацій. Приймають рішення про оптимальну розстановку постів моніторингу в місцях, представлених блоком БП1. Якщо теоретичні дані відрізняються від вимірних значень за величину, що не переважає заздалегідь задану, розставляють оптимальну мережу постів моніторингу на місцевості. Запускають блок БП2 програм для рішення «зворотнього» завдання визначення координат і потужності прихованих джерел забруднень. Проводять вимірювання в безперервному режимі метеорологічних параметрів і концентрації забруднень. Вводять дані вимірювань в зазначений БП2, де визначають характеристики прихованого джерела. Технічний результат – оптимізація мережі постів моніторингу.

Недоліками способу є те, що передбачається розгортання мережі постів спостережень на певній території без урахування систем моніторингу, які

вже діють на цій території. Реалізація способу вимагає суттєвих матеріальних затрат до початку сталого функціонування мережі моніторингу атмосферного повітря. Реалізація «зворотнього» завдання блоком програм БП2 лише ускладнює алгоритм вибору місць розташування постів. Спосіб не визначає ознак за якими можна чітко встановити кількість стаціонарних постів спостережень в межах населеного пункту.

Суттєва ознака, що збігається із способом, що пропонується в роботі: даний спосіб спрямований на розв'язання завдання оптимізації мережі постів моніторингу для ефективного ведення моніторингу забруднення атмосферного повітря.

Найбільш відомий спосіб моніторингу забруднення атмосферного повітря, викладений в рекомендаціях щодо організації та функціонування систем спеціальних спостережень Росгідромету, який на сьогодні діє в Україні [14], за якими кількість стаціонарних постів спостережень визначається залежно від кількості мешканців визначеного населеного пункту. Способом визначені вимоги до місця їх розташування дозволяють контролювати джерела забруднення, стан атмосферного повітря в зонах сельбищної забудови та в зонах, що прилягають до транспортних магістралей – «трійки» постів.

Недоліками способу є те, що алгоритм його реалізації спрямований на контроль джерел забруднення атмосферного повітря, натомість не містить чітких вимог до визначення місць розташування «міських фонових» постів спостережень для оцінювання якості атмосферного повітря в зонах сельбищної забудови, завдяки чому значно ускладнюється розв'язання задачі визначення внеску конкретного джерела забруднення (групи джерел одного виду: промислові, транспорті тощо) у загальний рівень забруднення атмосферного повітря в зонах сельбищної забудови, які можуть піддаватися впливу джерел забруднення. Рекомендована способом кількість постів спостережень у більшості випадків є недостатньою. Спосіб орієнтовано на

формування загальнодержавної мережі пунктів спостережень без урахування особливостей окремих населених пунктів.

Суттєва ознака, що збігається із способом, що розробляється в даній роботі: даний спосіб визначає структуру мережі моніторингу забруднення атмосферного повітря із виділенням «трійок» стаціонарних постів для контролю різних видів джерел забруднення атмосфери.

Найбільш близьким технічним рішенням до способу, що розробляється, є спосіб оцінювання якості атмосферного повітря, викладений в Директиві Європейського парламенту та Ради [177], яка передбачає організацію «міських фонових пунктів моніторингу», що означають точки у міських зонах, в яких рівень забруднення атмосфери представляє вплив на загальну частину міського населення. Спосіб дає чіткі рекомендації щодо розташування «фонових» стаціонарних постів спостережень, які розміщуються таким чином, щоб на їх рівень забруднення впливали інтегровані викиди з усіх джерел проти вітру щодо розташування станції. У процесі визначення рівня забруднення не повинне домінувати єдине джерело, якщо така ситуація не є типовою для більш великого міського району. Способом встановлено, що такі пункти відбору проб, як правило, є репрезентативними щодо декількох квадратних кілометрів.

Недоліками системи є те, що рекомендована способом кількість стаціонарних постів спостережень у більшості випадків є недостатньою. Спосіб не дає рекомендацій щодо чіткого визначення місць розташування стаціонарних постів, які мають надавати інформацію про стан забруднення атмосферного повітря в зонах можливого формування максимальних концентрацій, що створюються джерелами викидів промислових підприємств. У рекомендаціях до визначення місця розташування «міського фонового» посту спостережень не враховуються джерела дискретних викидів, якими є внутрішньо кварталні стоянки автомобільного транспорту, малі котельні тощо. Спосіб орієнтовано на формування загальнонаціональної

мережі пунктів спостережень, однак без урахування місцевих особливостей окремих населених пунктів.

Суттєва ознака, що збігається зі способом, що розробляється: рекомендації [177] на противагу вище переліченим способам, які виконують задачу контролю джерел викидів, спрямовані на захист людського здоров'я. Стаціонарні пости спостережень розташовуються таким чином, щоб надавати дані про:

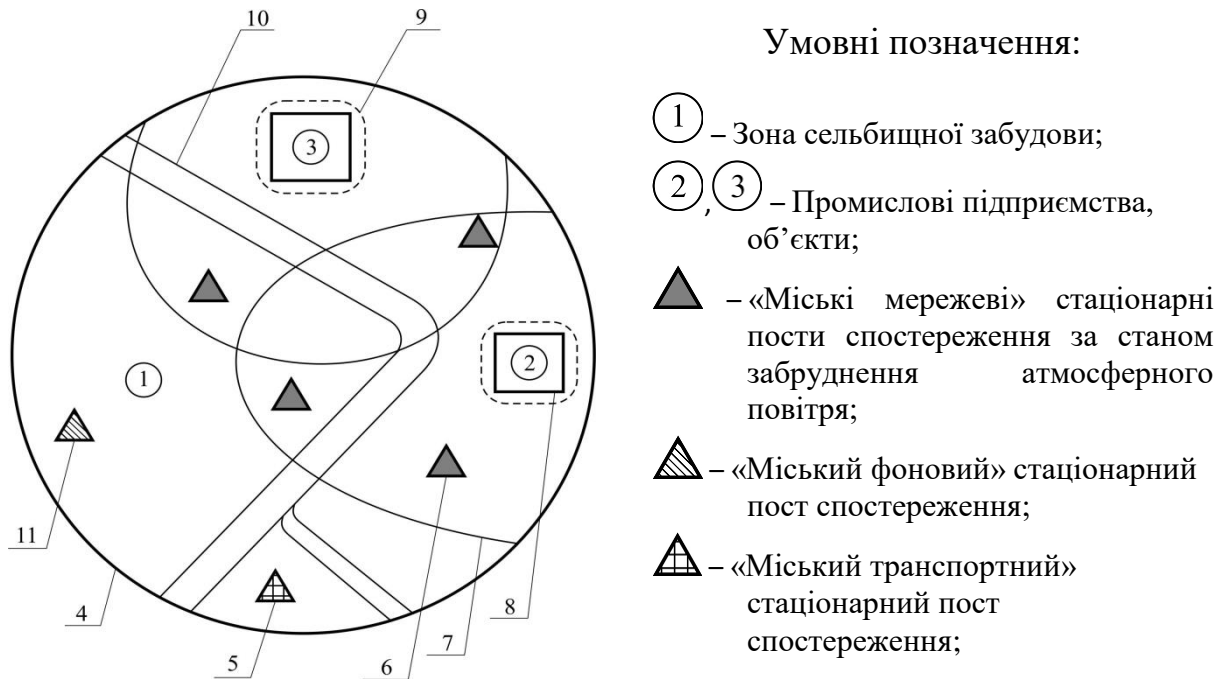
- райони в межах зон та агломерацій, де виникають найвищі концентрації, які імовірно будуть прямо чи опосередковано впливати на населення ;

- рівні в інших районах у межах зон і агломерацій, які є репрезентативними щодо відображення впливу на загальне населення.

Отже, поставлено завдання вдосконалення методики формування мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту із розробкою чіткого та зрозумілого алгоритму визначення їх кількості та місць розташування.

Поставлена задача вирішується тим, що у визначеному населеному пункті (індустріальній міській агломерації), незалежно від кількості населення, що в ньому (ній) мешкає за умов наявності в межах або на межі населеного пункту промислових об'єктів I-III класу небезпеки (згідно санітарної класифікації підприємств, виробництв та споруд, наведеної в Державних санітарних правилах планування та забудови населених пунктів, затверджених наказом Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.96 р. № 173), транзитних автодоріг, що проходять крізь населений пункт, чітко встановлюється кількість стаціонарних постів спостережень, а також вимоги до їх місця розташування, шляхом визначення розмірів зон активного забруднення (ЗАЗ) атмосферного повітря від джерел впливу [212, 213].

Схематичну реалізацію запропонованого принципу розташування пунктів відбору проб в межах міської агломерації, що не піддається зовнішньому впливу наведено на рисунку 2.22.



1 – зона сільбищної забудови; 2,3 – промислові об'єкти; 4 – адміністративна межа міської агломерації; 5 – «міський транспортний» стаціонарний пост спостереження за станом забруднення атмосферного повітря для визначення внеску транспорту в загальний рівень забруднення поза зонами активного забруднення промислових об'єктів; 6 – «міські мережеві» стаціонарні пости спостереження за станом забруднення атмосферного повітря; 7 – межі ЗАЗ; 8 – межі промислових об'єктів, вузлів 9 – межі санітарно-захисних зон (СЗЗ) промислових об'єктів; 10 – транспортні магістралі; 11 – «міський фоновий» стаціонарний пост спостереження за станом забруднення атмосферного повітря поза зонами активного забруднення промислових об'єктів і транспорту

Рисунок 2.22 – Принципова схема розташування постів моніторингу атмосферного повітря на урбанізованій території

Загальна кількість стаціонарних пунктів відбору проб для оцінки якості атмосферного повітря в межах населеного пункту визначається за формулою:

$$m = n + 2, \quad (2.28)$$

де m – загальна кількість стаціонарних постів спостережень, шт.; n – кількість стаціонарних постів спостережень залежно від кількості житлових районів міста, що потрапляють в межі ЗАЗ промислових об'єктів I-III класів небезпеки, шт.*; 2 – кількість обов'язкових постів спостережень [212].

З урахуванням вище зазначеного фактична концентрація певної забруднюючої речовини, одержана за результатами спостережень на стаціонарних постах, що відображає загальний рівень забруднення атмосферного повітря, формується таким чином [212, 214]:

$$C_{\text{факт}} = (C_{\text{фон}} + C_{\text{тр}} + C_{\text{пр}}), \quad (2.29)$$

де $C_{\text{фон}}$ – внесок у формування загального рівня забруднення різноманітних джерел формування поллютантів природного та антропогенного походження поза зонами активного забруднення промислових об'єктів (ЗАЗ) і транспорту, який визначається за формулою:

$$C_{\text{фон}} = C1_{\text{фон}}, \quad (2.30)$$

де $C1_{\text{фон}}$ – значення концентрації забруднюючої речовини, одержане за результатами спостережень на «міському фоновому» стаціонарному пості мережі спостережень; $C_{\text{тр}}$ – внесок транспорту у формування загального рівня забруднення, визначається за формулою:

$$C_{\text{тр}} = C1_{\text{тр}} - C1_{\text{фон}}, \quad (2.31)$$

де $C1_{\text{тр}}$ – значення концентрації забруднюючої речовини, одержане за результатами спостережень на «міському транспортному» стаціонарному пості мережі спостережень, що має бути розміщений поза ЗАЗ промислових об'єктів; $C_{\text{пр}}$ – внесок промислових об'єктів у формування загального рівня забруднення атмосферного повітря, визначається за формулою*:

$$C_{\text{пр}} = C1_{\text{ЗАЗ}} - C1_{\text{фон}} - C1_{\text{тр}}, \quad (2.32)$$

де $C1_{\text{ЗАЗ}}$ – значення концентрації забруднюючої речовини, одержане за

результатами спостережень на «міському мережевому» стаціонарному пості, розташованому в межах ЗАЗ конкретного промислового об'єкта, вузла. Примітка: * – якщо промислові об'єкти розташовані поза межами ЗАЗ впливу транспортних джерел забруднення $C_{\text{пр}}$ визначається за формулою:

$$C_{\text{пр}} = C1_{\text{ЗАЗ}} - C1_{\text{фон}}. \quad (2.33)$$

Таким чином, запропоновано спосіб побудови мережі постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх кількості та місць розташування, реалізація якого дозволяє чітко встановити кількість стаціонарних постів спостережень на території населеного пункту без урахування кількості мешканців, а також, визначити місця розташування стаціонарних постів з одержанням диференційованої інформації: в зонах сельбищної забудови, що знаходяться в межах ЗАЗ промислових об'єктів I-III класів небезпеки, ЗАЗ потужних автотранспортних магістралей (доріг) та в зонах сельбищної забудови, що розташовані поза ЗАЗ промислових об'єктів і транспорту. Одержана інформація мережі спостережень дозволить визначити внесок джерел екологічної небезпеки різного виду у загальний рівень забруднення атмосферного повітря міста (населеного пункту).

2.8 Висновки до розділу 2

1. Запропоновано базову схему концепції екологічного моніторингу. Конкретизовано складові концепції з виділенням цілей, задач, стратегічних результатів, статичних та динамічних індикаторів її реалізації. Доведено доцільність виділення разом з технічними, соціальних індикаторів, саме чисельні показники яких визначають антропоцентричну спрямованість концептуального підходу до розробки систем екологічного моніторингу.

2. Сформовано теоретичний базис для побудови інформаційних сайтів та запропоновано вимоги до їх структури як частини ІАС екологічного моніторингу.

3. Визначено пріоритетні завдання функціонування муніципальних систем моніторингу, серед яких, зокрема, встановлено доцільність мобільного контролю, необхідність поточного інформування громадян і органів муніципальної влади та забезпечення термінового реагування на запити членів громади.

4. Поведено експериментальні та аналітично-розрахункові дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах сучасних змін забудови населених міст (на прикладі м. Кременчук та м. Дніпро). Обґрунтовано методи визначення зон активного забруднення, використання яких дозволить оптимізувати мережу стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря для ведення екологічного моніторингу. Доведено, що лінійний розмір ЗАЗ для промислових об'єктів варто встановлювати на рівні 40~50 висот найвищого стаціонарного джерела викидів.

5. Обґрунтовано додаткові умови для вибору місця розташування маршрутних точок оперативних спостережень під час здійснення контрольних замірів у мікромасштабі.

6. Розроблений спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх місць розташування (із диференціацією на «міські фонові», «міські транспортні» та «міські мережеві» залежно від розміщення відносно ЗАЗ промислових об'єктів I-III класу небезпеки та транспортних магістралей) та кількості (з урахуванням, як мінімум, одного «фонового» та одного «транспортного» стаціонарних постів) для оцінювання якості атмосферного повітря в системі моніторингу забруднення атмосферного повітря.

РОЗДІЛ 3

СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНОЇ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ УРБОСИСТЕМ

Встановлені у розділі 2 роботи основні причини недосконалості існуючої державної системи екологічного моніторингу, проведений аналіз наслідків деструктивної дії вказаних причин, що безпосередньо впливають на ефективність роботи підсистеми розробки та прийняття рішень діючої системи моніторингу, а також, запропонований методологічний підхід до організації мережі спостережень за станом забруднення атмосферного повітря є теоретичним підґрунтям для розробки цілісної структури комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем.

3.1 Комплекс підсистем в структурі системи муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря

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 принципах системного підходу, розглядаючи систему екологічного моніторингу атмосферного повітря як самостійну одиницю мезосистеми моніторингу довкілля в макросистемі екологічної безпеки держави, запропоновано такі складові комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря [215]:

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).

Загальний вигляд схеми моніторингу представлено на рис. 3.1.



Рисунок 3.1 – Структурно-логічна схема взаємодії підсистем в межах комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем [215]

Таким чином, комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми (на муніципальному рівні управління екологічною безпекою) представлена у вигляді схеми взаємодії визначених вище підсистем в її межах.

Основою для розгляду даної сукупності підсистем як комплексного об'єкта є структурно-логічна їх взаємодія при виконанні власних функціональних задач:

- дані підсистеми прогнозування метеоумов слугують підґрунтям для організації оперативних та епізодичних спостережень, а також взаємопов'язані з підсистемою презентації та аналізу для інформування користувачів системи про настання НМУ;

- дані підсистеми спостережень взаємопов'язані з результатами прогнозування метеоумов, що є вихідною умовою для проведення ряду спостережень та загального посилення контролю, а також з підсистемою експертного оцінювання, для якої результати спостережень є основною продуктування висновків;

- дані підсистеми презентації результатів взаємопов'язані з підсистемою спостережень, дані якої слугують основною інформацією системи та підсистемою оцінювання і прогнозування, що надає для візуалізації користувачам оброблену вторинну моніторингову інформацію;

- дані підсистеми оцінювання результатів спостережень та короткострокового прогнозування змін слугують вихідною інформацією для підсистеми презентації результатів спостережень, а також взаємопов'язані з базою даних системи моніторингу;

- дані накопичення вихідної, первинної та вторинної інформації слугують джерелом інформації для підсистеми оцінювання результатів спостережень та експертного оцінювання;

- дані експертного оцінювання взаємопов'язані з базою даних (знань), інформація якої є основою для продуктування висновків, а також підсистемою

спостережень для одержання безпосередньо необроблених результатів замірів параметрів атмосферного середовища.

Отже, 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.

3.2 Вимоги щодо практичної реалізації підсистем комплексної системи моніторингу

У розділі 1 роботи, за результатами аналітичних досліджень, визначений перелік пріоритетних завдань для сучасних систем екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем в Україні. Зокрема, зазначено, що основною задачею є технічне переоснащення стаціонарних постів спостережень з можливістю одержувати об'єктивну інформацію підсистеми спостережень 24 години на добу, 7 днів на тиждень в автоматичному режимі, яку на сьогодні не реалізовано. Беручи це до уваги, основні вимоги щодо практичної реалізації підсистем комплексної системи моніторингу сформульовано з двох позицій: станом на сьогодні та на перспективу, на момент осучаснення технічних характеристик постів спостережень. Запропоновані вимоги наведено у таблиці 3.1.

Ураховуючи той факт, що 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, визначено елементи «пошарової» структури інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря, які наведено на рисунку 3.2 [215].

Таблиця 3.1 – Основні вимоги щодо практичної реалізації підсистем комплексної системи моніторингу урбосистем

Назва підсистеми	Вимоги до практичної реалізації	
	Станом на сьогодні	На перспективу
1	2	3
Підсистема прогнозування метеорологічних умов забруднення (МУЗ) та попередження про настання несприятливих метеоумов (НМУ)	<p>Прогнозування має здійснюватися короткострокове згідно вимог [216], на основі статистичної інформації, одержаної за результатами багаточисельних спостережень відповідно, саме для даної урбосистеми. Попередження про настання НМУ має бути розповсюджене з використанням можливостей системи сповіщення відділу оперативного контролю ситуації в населеному пункті. Також, попередження має бути за списком доведене до основних підприємств-забруднювачів, однак при цьому його реалізація має стосуватись лише першого режиму реагування на НМУ.</p>	<p>Прогнозування здійснюється відповідною службою. Попередження про настання НМУ має бути розповсюджене з використанням можливостей інформаційного сайту системи муніципального моніторингу і вигляді меседж-повідомлення для авторизованих користувачів інформаційно-аналітичної системи моніторингу. А також, з використанням можливостей системи сповіщення відділу оперативного контролю ситуації в населеному пункті та методом візуалізації на сайті системи.</p>
Підсистема спостереження із диференціацією якісних характеристик інформації постів контролю	<p>Диференціація якісних характеристик інформації постів спостережень може бути реалізована у «тестовому режимі» з використанням пересувних муніципальних екологічних лабораторій.</p>	<p>Максимальні разові концентрації, а також усереднені значення відносно норм мають бути доступні он-лайн у будь який час і взаємопов'язані з даними метеорологічних спостережень. Диференціація інформації має бути представлена у вигляді співвідношення даних між різними типами постів.</p>

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
<p>Підсистема презентації результатів спостережень, їх аналізу, напрацьованих рішень із широким та диференційованим доступом</p>	<p>Користувачам інформаційно-аналітичної системи має бути доступна не лише вторинна інформація стаціонарних постів державної системи моніторингу, а й відповідні значення максимальних разових концентрацій, одержані іншими суб'єктами системи муніципального моніторингу, у тому числі мобільними лабораторіями, в результаті системних, оперативних та епізодичних спостережень.</p>	<p>Презентація результатів спостережень має бути диференційована залежно від рівня доступу (авторизації) користувача системи: неавторизованим користувачам має бути доступна кольорова схема відображення результатів з обмеженою цифровою інформацією, авторизованим користувачам повинен надаватись доступ до певного об'єму цифрової інформації під контролем адміністратора системи.</p>
<p>Підсистема оцінювання результатів спостережень і короткострокового прогнозування змін</p>	<p>Має здійснюватися згідно діючих вимог та керуючих документів, які використовуються суб'єктами муніципальної системи моніторингу.</p>	<p>Оцінювання результатів має здійснюватися з огляду на відповідність нормам як гострого так і хронічного впливу даних речовин на організм людини. Оцінювання з огляду на продукування діагностичних висновків (управлінських рішень) має здійснюватися програмно, на основі математичного моделювання (в автоматичному режимі), використовуючи базу даних (знань) щодо експертних висновків за аналогічною ситуацією. Прогнозування має здійснюватися також програмно, з урахуванням трендів, змін, що сприяли розвитку екологічно небезпечної ситуації.</p>

Кінець таблиці 3.1

1	2	3
Підсистема незалежного експертного оцінювання	Має бути сформована база даних експертів. Діяльність експертів – популяризована. Забезпечене зберігання експертних та діагностичних висновків.	Має діяти повноцінна база даних експертних рішень. Роль особи, що продукує рішення має бути зведено до мінімуму програмними засобами.
База даних	Має бути забезпечене структуроване зберігання інформації для подальшого її використання спеціалізованими інформаційно-аналітичними системами моніторингу	Має забезпечувати оперування значними обсягами інформації та враховувати множини відносин між елементами спеціалізованих інформаційно-аналітичних систем.

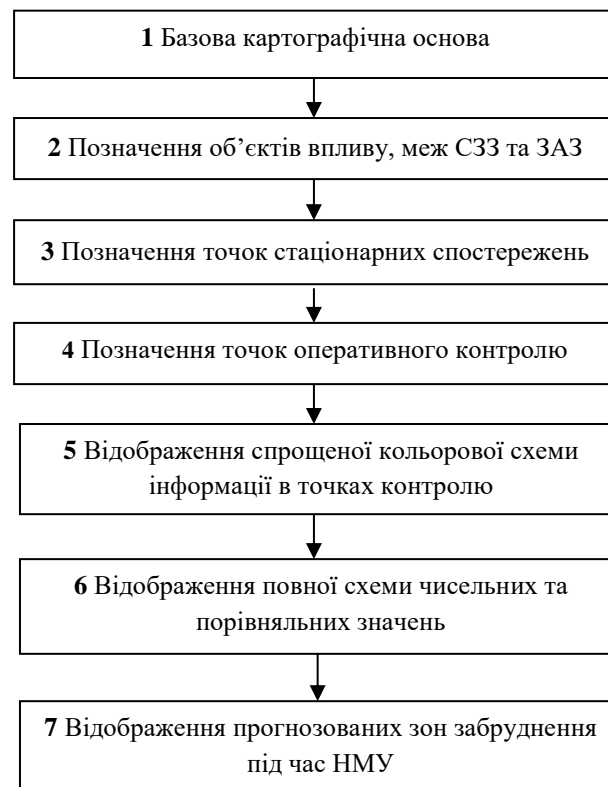


Рисунок 3.2 – Пошарова структура інформаційно-аналітичної системи [215]

В основу обґрунтування наведеної структури покладено такі теоретичні аспекти:

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 постів та мобільних точок системних 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.

3.3 Підсистема незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря

Діюча система моніторингу довкілля в нашій країні не має методологічного підґрунтя щодо експертного оцінювання результатів спостережень. Тому особливу увагу приділено науковому обґрунтуванню практичних аспектів реалізації завдань підсистеми незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря.

Осередок існування людини в урбосистемі представлено сферою (рис. 3.3), обмеженою житловим середовищем (внутрішнім) та навколишнім середовищем (зовнішнім).

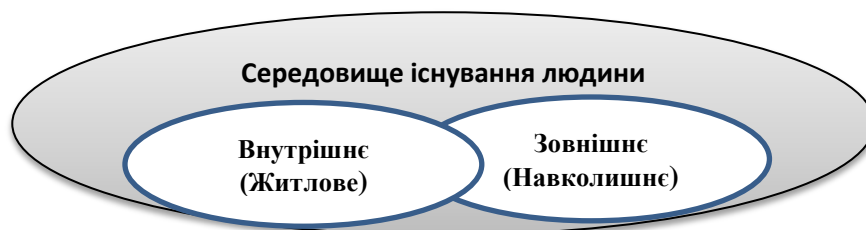


Рисунок 3.3 – Умовне середовище існування людини в урбосистемі

Ефективне управління екологічною безпекою, у тому числі житлових приміщень, можливе лише на основі детальної та усебічної оцінки чинників формування екологічної небезпеки. Враховуючи той факт, що процес формування екологічної небезпеки багатофакторний, доцільно при визначенні рівня екологічної безпеки застосовувати інтегральні показники, що відображають можливу негативну дію груп чинників небезпеки. Як відомо, людина у процесі життєдіяльності піддається впливу несприятливих чинників середовища не лише в умовах виробництва, перебування на відкритому або урбанізованому просторі, але й перебуваючи у приміщеннях житлових будинків. За таких умов її комфортне існування і стан здоров'я залежать від рівня екологічної безпеки внутрішнього житлового середовища. Отже, контроль якості житлових приміщень за екологічними показниками є доцільним при визначенні загального рівня екологічної безпеки населення в урбанізованому середовищі. Необхідність оцінювання рівня екологічної безпеки житлових приміщень також може бути аргументована. Наприклад, необхідністю виконання завдань в системі екологічного моніторингу атмосферного повітря, що полягають у визначенні внеску різних (зовнішніх, внутрішніх) джерел забруднення у значення загального показника забруднення середовища.

Аналіз літературних даних (пр. 1.2 роботи) свідчить про достатню актуальність напрямів наукових досліджень, пов'язаних із оцінюванням рівня екологічної безпеки житлового середовища. Враховуючи це доцільним, на нашу думку, є розгляд питання експертного оцінювання результатів замірів стану атмосферного повітря в урбосистемі у взаємозв'язку з станом повітря житлового середовища. Адже, якщо умовний мешканець населеного пункту скаржиться на рефлекторні чи інші зміни у стані власного здоров'я, пов'язуючи це із забрудненням атмосферного повітря, а між тим у його житловому помешканні стан повітря не відповідає санітарним нормам, то висновок експерта про переважаючий внесок саме зовнішнього впливу буде упередженим та не адекватним.

Отже, процедуру експертного оцінювання представлено двома етапами:

1. Оцінювання рівня екологічної безпеки житлового середовища, яке варто здійснювати в періоди найнижчих рівнів забруднення атмосферного повітря в зоні сельбищної забудови урбосистеми де розташоване помешкання.

2. Оцінювання рівня екологічної небезпеки (критичності ситуації), сформованої дією чинників навколишнього середовища.

Таким чином, проведення аналізу сукупності зовнішніх і внутрішніх чинників формування екологічної небезпеки житлових приміщень та визначення на цій основі певних інтегральних показників, що характеризують рівень екологічної безпеки середовища, є актуальним науково-практичним завданням.

3.3.1 Експертне оцінювання рівня екологічної безпеки житлового середовища

Розроблено метод інтегральної оцінки рівня екологічної безпеки житлового середовища та здійснено його апробацію в умовах реальної житлової забудови крупного міста [132].

Під час розробки методу були розв'язані такі завдання:

– визначено основні чинники формування екологічної небезпеки, що матимуть визначальний вплив на рівень екологічної безпеки житлового приміщення;

– сформовано групи чинників небезпеки у структурі такої категорії якості життя населення як «Екологічна безпека житлового приміщення»;

– на основі фактичних даних визначено вагу кожного чинника, групи чинників небезпеки та на цій основі сформовано кваліметричні оціночні таблиці;

– з метою апробації методу проведено оцінювання стану екологічної

безпеки реальних житлових приміщень м. Дніпро.

При розробці зазначеного методу використовувались діючі нормативні документи України [217–220]. Теоретичні дослідження з оцінки рівня екологічної безпеки населення в житловому будинку базувались на застосуванні методів часткового парного порівняння та експертного оцінювання [221].

Послідовність дій із визначення чисельного значення показника екологічної безпеки складається з наступних етапів:

- вибір і визначення кількості чинників небезпеки;
- бальна оцінки чинників;
- ієрархізація чинників в межах груп;
- визначення інтегрального показника рівня екологічної безпеки житлового середовища.

Таким чином, основу методу складають дослідження з визначення ваги та кількісної оцінки кожного чинника небезпеки та їх груп.

Отже, на першому етапі обираються фактори, залежно від об'єкту дослідження (оцінювання) та компілюються у певні групи чинників небезпеки, що мають визначальний вплив на категорію якості життя «Екологічна безпека житлового приміщення».

На другому етапі, проводиться бальна оцінка факторів, основою якої служать, як кількісні, так і якісні показники, що характеризують обрані чинники. Бальна оцінка факторів полягає в порівнянні отриманих величин чинників небезпеки з нормативними (оптимальними) значеннями. Для цього запропоновано чотирибальну систему оцінювання та можливі межі оцінювання значення чинника небезпеки, що наведені у табл. 3.2 [222].

В окремих випадках, чинник може бути оцінено в 0 балів – категорія повністю непридатна (ПНП), у випадку коли вплив його на навколишнє середовище катастрофічний (природні чи антропогенні надзвичайні екологічні ситуації).

Таблиця 3.2 – Межі оцінювання значень чинників екологічної безпеки житлового середовища

Категорія якості середовища	Бали	Значення чинника, % від нормативу	
		існуюче	перспективне
Повністю придатне (ПП)	4	більше 90 %	більше 100 %
Придатне (П)	3	70–90 %	90–100 %
Частково придатне (ЧП)	2	50–70 %	70–90 %
Непридатне (НП)	1	менше 50 %	менше 70 %

На третьому етапі, встановлюється значимість (важливість, вага) чинників небезпеки, з урахуванням рівня їх впливу на середовище, що оцінюється [222]. Виключення суб'єктивності при цьому, є важливою умовою, що досягається шляхом застосування експертного оцінювання. Для ранжування чинників небезпеки обрано метод часткового парного порівняння. Загальне число пар порівнюваних факторів можна записати в спеціальну таблицю – трикутник Фуллера [221, 222].

З розглянутої пари факторів, переважний, на думку експерта, чинник позначається (у таблиці Фуллеру) оцінкою 1, а рівнозначні, з оцінюванням кожного чинника небезпеки, позначаються оцінкою 0,5. Значимість (вагу) чинника в загальній інтегральній оцінці буде характеризувати сума зазначених оцінок.

На четвертому етапі розраховується інтегральний показник рівня екологічної безпеки K , бал для кожної групи чинників, який визначається за формулою [132]:

$$K = \frac{2 \times \sum_{i=1}^n \delta_i \times \omega_i}{n \times (n-1)}, \quad (3.1)$$

де δ_i – бальна оцінка i -го чинника; ω_i – вагове значення i -го чинника; n – кількість чинників у групі (категорії).

Якість людського життя в умовах житлового середовища знаходиться під впливом, як природних, так і техногенних факторів, включаючи шумове, хімічне, температурне, електромагнітне, радіоактивне забруднення, естетичні та інші негативні впливи.

Згідно ДБН В.1.2-8-2008 [217] будівельні об'єкти повинні забезпечити належне середовище в приміщеннях для мешканців та споживачів запропоновано розподіл факторів, які шкідливо впливають на здоров'я людини. Розподіл чинників наведено у табл. 3.3–3.8.

Таблиця 3.3 – Чинники екологічної безпеки житлових приміщень

Групи чинників				
Мікроклімат (1)*	Повітряне середовище (2)*	Освітлення (3)*	Фізичні фактори середовища (4)*	Естетичні фактори ** (5)*

Примітки. * Номер класу. ** Під естетичними факторами розуміється зоровий комфорт в приміщеннях.

Таблиця 3.4 – Група чинників «Мікроклімат» (1)

№ показника	Чинники небезпеки	Одиниця виміру	Норматив
1.1	Температура повітря	°С	Холодний період – (+18+24) Теплий період – (+20+28)
1.2	Температура огорожень	°С	Холодний період – (+17+21) Теплий період – (+26+30)
1.3	Інтенсивність інфрачервоної радіації	W/м ²	До 140
1.4	Відносна вологість повітря	%	60
1.5	Швидкість руху повітря	м/с	Холодний період – 0,2 Теплий період – 0,3

Таблиця 3.5 – Група чинників «Повітряне середовище» (2)

№ показника	Чинники небезпеки	Одиниця виміру	Норматив
1	2	3	4
2.1	Хімічний склад повітря	ppm	1 клас якості повітря (по CO ₂ – 350 ppm)
2.2	Запиленість	мг/м ³	0,15 (середньодобова концентрація)
2.3	Іонний склад	іонів/см ³	Легких (+) 1500–3000 Легких (-) 3000–5000
2.4	Обмін повітря	л/с-люд.	10

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4
2.5	Кількість озону	мг/м ³	0,1
2.6	Мікробіологічний стан повітря	КУО в 1 м ³	до 2000

Таблиця 3.6 – Група чинників «Освітлення» (3)

№ показника	Чинники небезпеки	Одиниця виміру	Норматив
3.1	Природне освітлення	КПО*, %	2 (min 0,5)
3.2	Орієнтація вікон	румби горизонту	всі житлові приміщення повинні орієнтуватися на південні румби, а допоміжні – на північні
3.3	Інсоляція	годин/добу	2,5–3
3.4	Сонцезахист	Є, немає	немає
3.5	Штучне освітлення	тип джерела світла	електрика
3.6	Освітленість	лк	150
3.7	Яскравість	кд/м ²	0,8

Примітка. * КПО – коефіцієнт природного освітлення

Таблиця 3.7 – Група чинників «Фізичні фактори середовища» (4)

№ показника	Чинники небезпеки	Одиниця виміру	Норматив
4.1	Шумовий режим	дБА	30
4.2	Вібраційний режим	м/с (дБ)	2*10 ⁻² (112)
4.3	Геомагнітне поле (Напруженість)	А/м	0,3
4.4	Електричне поле	В/м	0,5
4.5	Радіаційний фон природних матеріалів	Бк/кг	370
4.6	Рівень радону в приміщенні	Бк/м ³	100-200
4.7	Електромагнітне поле (Напруженість)	кВ/м	5

Таблиця 3.8 – рупа чинників «Естетичні фактори» (5)

№ показника	Чинники небезпеки	Одиниця виміру	Норматив
5.1	Огляд з вікна*	Умовний бал	4
5.2	Колірна гамма в приміщеннях	Умовний бал	4
5.3	Об'ємно-планувальні рішення приміщення (висота, площа)	м, м ²	Висота –2,8 Площа –30-98**

Примітки. * Навколишній ландшафт надає значний вплив на психологічне здоров'я мешканців будинку, пригнічує його, якщо вікна виходять на напівзруйновану будівлю, сміттєзвалище, або забруднену сміттям автомагістраль (біо негативність будівель і споруд) та покращує його, якщо ваше житло оточує квітучий сад, а стіни особняка сусіда повіті зеленим плющем (біо позитивність будівель і споруд). ** Залежно від кількості кімнат.

На основі нормативних значень чинників небезпеки розроблено кваліметричні (оціночні) таблиці 3.9, 3.10 [132].

Таблиця 3.9 – Приклад складання кваліметричної таблиці за чинником «шумовий режим»

Фактор	Показник	Бальна оцінка			
		ПП, 4 бали	П, 3 бали	ЧП, 2 бали	НП, 1 бал
Шумовий режим	Внутрішній до 30 дБА	менше 33,3	33,3–42,9	42,9–60,0	більше 60,0

Таблиця 3.10 – Приклад складання кваліметричної таблиці за чинником «Хімічний склад повітря»

Фактор	Показник	Бальна оцінка			
		ПП, 4 бали	П, 3 бали	ЧП, 2 бали	НП, 1 бал
Хімічний склад повітря	Вміст CO ₂ в приміщенні понад норму вмісту в повітряному середовищі, ppm	350	500	800	Більше 800

На основі фактичних результатів кількісної оцінки вищезазначених чинників на прикладі багатоповерхової житлової забудови у місті Дніпро, Україна, методом експертних оцінок розраховано вагу кожного чинника небезпеки за всіма 5 групами категорії «Екологічна безпека житлового приміщення». Результати визначення ваги факторів наведені в табл. 3.11 та 3.12 відповідно.

Таблиця 3.11 – Вага чинників небезпеки за групами категорії «Екологічна безпека житлового приміщення» [132]

Найменування групи чинників	Шифр чинника небезпеки	Найменування чинника екологічної небезпеки	Вага чинника, ω
1	2	3	4
Мікроклімат	01	Температура повітря	3,0
	02	Температура огорожень	0,5
	03	Інтенсивність інфрачервоної радіації	0,5
	04	Відносна вологість повітря	3,0
	05	Швидкість руху повітря	3,0
Повітряне середовище	01	Хімічний склад повітря	3,5
	02	Запиленість	3,5
	03	Іонний склад	0,5
	04	Обмін повітря	0,5
	05	Кількість озону	2,5
	06	Мікробіологічний стан повітря	4,5
Освітлення	01	Природне освітлення	4,0
	02	Орієнтація вікон	1,0
	03	Інсоляція	6,0
	04	Сонцезахист	4,0
	05	Штучне освітлення	4,0
	06	Освітленість	1,0
	07	Яскравість	1,0
Фізичні фактори середовища	01	Шумовий режим	5,0
	02	Вібраційний режим	1,5
	03	Геоманітне поле (напруженість)	1,5
	04	Електричне поле	0,5
	05	Радіаційний фон природних матеріалів	5,0
	06	Рівень радону в приміщенні	5,0

Продовження таблиці 3.11

1	2	3	4
	07	Електромагнітне поле (Напруженість)	2,5
Естетичні фактори	01	Огляд з вікна	0,5
	02	Колірна гамма в приміщеннях	0,5
	03	Об'ємно-планувальні рішення приміщення (висота, площа)	2,0

Таблиця 3.12 – Вага груп чинників категорії «Екологічна безпека житлового приміщення» [132])

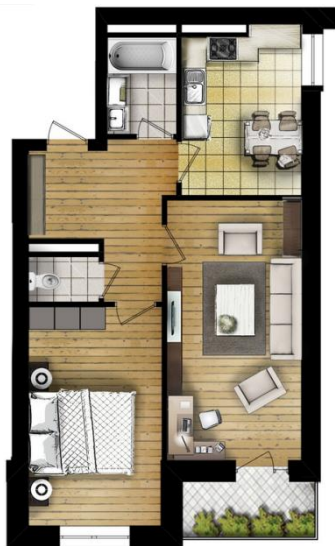
Найменування категорії	Шифр групи небезпеки	Найменування групи чинників екологічної небезпеки	Вага групи чинників, ω
Екологічна безпека житлового приміщення	01	Мікроклімат	1,0
	02	Повітряне середовище	3,5
	03	Освітлення	1,0
	04	Фізичні фактори середовища	3,5
	05	Естетичні фактори	1,0

Отже, за результатами проведених досліджень встановлено, що більше значення ваги мають групи чинників «Повітряне середовище» і «Фізичні фактори середовища».

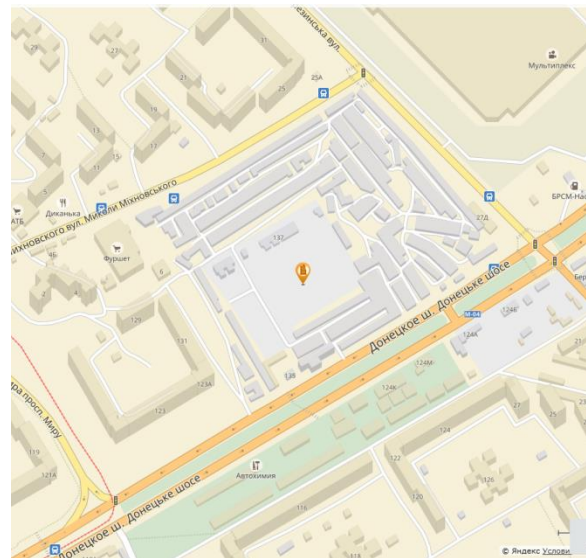
Апробацію методу здійснено з метою порівняльної оцінки екологічного стану житла на первинному та вторинному ринку продажу шляхом визначення значень інтегрального показника екологічної безпеки для житлових помешкань у реальних забудовах м. Дніпро.

В якості прикладу для оцінювання рівня екологічної безпеки житла за категорією «Екологічна безпека житлового приміщення» на первинному ринку продаж в роботі представлено двокімнатну квартиру в новобудову м. Дніпро (рис. 3.4) [132].

Житловий будинок розташовано у спальному районі міста. Територіально місце розташування має показники місця з гарно розвинутою інфраструктурою.



а



б

Рисунок 3.4 – Місце розташування двокімнатної квартири в новобудові по вул. Гетьманська, 7: а – план квартири; б – ситуаційний план розміщення будинку

В табл. 3.13–3.18 наведено розрахунки оцінювання рівня екологічної безпеки для житлового приміщення в новобудові міста Дніпро по вул. Гетьманська, 7.

Таблиця 3.13 – Оцінка рівня екологічної безпеки за групою «Мікроклімат» (вул. Гетьманська, 7)

Назва чинника небезпеки	Вага чинника	Фактичне значення	Оцінка, бал	
			чинник, δ	група чинників K , формула (1)
Температура повітря	3,0	Норма*	4	4,00
Температура огорожень	0,5	Норма*	4	
Інтенсивність інфрачервоної радіації	0,5	Норма*	4	
Відносна вологість повітря	3,0	Норма*	4	
Швидкість руху повітря	3,0	Норма*	4	

Примітка. * для новобудов показники плануються у межах нормативних значень.

Таблиця 3.14 – Оцінка рівня екологічної безпеки групою «Повітряне середовище» (вул. Гетьманська, 7)

Назва чинника небезпеки	Вага чинника	Фактичне значення	Оцінка, бал	
			чинник, δ	група чинників, К
Хімічний склад повітря	3,5	II клас, (500 ppm)	3	2,93
Запиленість	3,5	0,2	3	
Іонний склад	0,5	Норма*	4	
Обмін повітря	0,5	Норма*	4	
Кількість озону	2,5	0,1	4	
Мікробіологічний стан повітря	4,5	3000	2	

Примітка. * для новобудови показники плануються у межах нормативних значень

Таблиця 3.15 – Оцінка рівня екологічної безпеки за групою «Освітлення» (вул. Гетьманська, 7)

Назва чинника небезпеки	Вага чинника	Фактичне значення	Оцінка, бал	
			чинник, δ	група чинників, К
Природне освітлення	4,0	1,0	3	3,43
Орієнтація вікон	1,0	північні румби	3	
Інсоляція	6,0	2,0	4	
Сонцезахист	4,0	немає	4	
Штучне освітлення	4,0	електрика	4	
Освітленість	1,0	150		
Яскравість	1,0	0,9	2	

Таблиця 3.16 – Оцінка рівня екологічної безпеки за групою «Естетичні фактори» (вул. Гетьманська, 7)

Назва чинника небезпеки	Вага чинника	Фактичне значення	Оцінка, бал	
			чинник, δ	група чинників, К
Огляд з вікна	0,5	Норма	4	4,00
Колірна гамма в приміщеннях	0,5	Норма	4	
Об'ємно-планувальні рішення приміщення (висота, площа)	2,0	Норма	4	

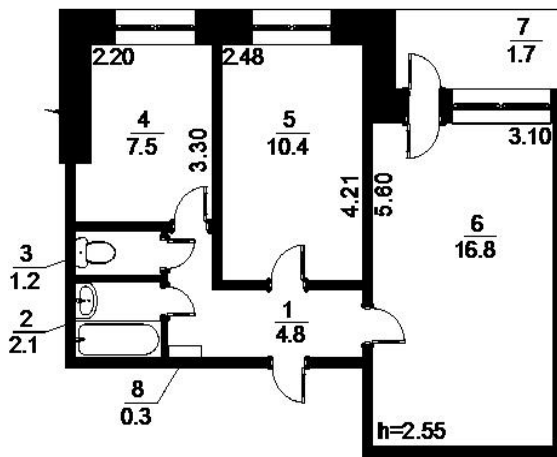
Таблиця 3.17 – Оцінка рівня екологічної безпеки за групою «Фізичні фактори середовища» (вул. Гетьманська, 7)

Назва чинника небезпеки	Вага чинника	Фактичне значення	Оцінка, бал	
			чинник, δ	група чинників, K
Шумовий режим	5,0	Внутр. – 38 дБА Зовн. – 50 дБА	3	3,73
Вібраційний режим	1,5	120 дБ	3	
Геоманітне поле (Напруженість)	1,5	0,25	4	
Електричне поле	0,5	0,6	4	
Радіаційний фон природних матеріалів	5,0	370	4	
Рівень радону в приміщенні	5,0	100	4	
Електромагнітне поле (Напруженість)	2,5	5	2	

Таблиця 3.18 – Оцінка рівня екологічної безпеки за категорією «Екологічна безпека житлового приміщення» (вул. Гетьманська, 7)

Група чинників небезпеки		Вага чинників в	Бальна оцінка групи, δ	Значення K , формула (1)
Шифр	Назва			
01	Мікроклімат	1,0	4,00	3,48
02	Повітряне середовище	3,5	2,93	
03	Освітлення	1,0	3,43	
04	Фізичні фактори середовища	3,5	3,73	
05	Естетичні фактори	1,0	4,00	

Для оцінювання екологічної безпеки житла на вторинному ринку продаж нами вибрано квартиру по вул. Молодогвардійська, 22 (рис. 3.5), Житловий будинок розташований у промислово-житловому районі міста. Оцінювання якості житлового середовища для житлового приміщення проводилось за методикою, розглянутою вище.



а



б

Рисунок 3.5 – Місце розташування двокімнатної квартири по вул. Молодогвардійська, 22 поряд заводу «Інтеркорн» (вторинний ринок продаж):

а – план квартири; б – ситуаційний план розміщення будинку

Результат визначення інтегрального показника екологічної безпеки для квартири по вул. Молодогвардійська, 22, м. Дніпро наведено в табл. 3.19.

Таблиця 3.19 – Оцінка рівня екологічної безпеки за категорією «Екологічна безпека житлового приміщення» (вул. Молодогвардійська, 22)

Групи чинників небезпеки		Вага чинник у	Бальна оцінка групи δ	Значення К, формула (1)
Шифр	Назва			
01	Мікроклімат	1,0	3,65	2,85
02	Повітряне середовище	3,5	1,77	
03	Освітлення	1,0	3,81	
04	Фізичні фактори середовища	3,5	3,24	
05	Естетичні фактори	1,0	3,5	

За результатами проведених досліджень та їх практичної апробації сформульовано такі висновки [132]:

1. Розроблено метод оцінювання рівня екологічної безпеки житлового приміщення, який дозволяє визначати інтегральний показник рівня екологічної безпеки виходячи з чотирибальної оцінки в умовах дії сукупності чинників формування екологічної небезпеки.

2. Здійснено вибір чинників формування екологічної небезпеки за категорією якості життя населення «Екологічна безпека житлового приміщення». Запропоновані групи чинників небезпеки зазначеної категорії серед яких, зокрема, такі: мікроклімат, повітряне середовище, освітлення, фізичні фактори середовища, естетичні фактори. З використанням методу часткового парного порівняння визначено вагу кожного чинника небезпеки та здійснено їх ієрархізацію за результатами якої встановлено, що найбільшу вагу мають групи чинників «Повітряне середовище» і «Фізичні фактори середовища».

3. Для здійснення бальної оцінки вибраних чинників екологічної небезпеки складено кваліметричні таблиці. На основі значень бальної оцінки чинників небезпеки та визначення їх ваги запропоновано формулу для визначення чисельного значення інтегрального показника екологічної безпеки житлового приміщення.

4. У якості апробації методу проведена порівняльна оцінка для вибору більш екологічно безпечного житла на первинному та вторинному ринку продаж. За результатами оцінки отримані наступні результати: – в новобудовах: 3,48 та 3,36 бали відповідно; на вторинному ринку продаж – 3,32 та 2,85 бали. Одержані результати в цілому прогнозовані та дозволяють за значенням єдиного інтегрального показника обґрунтувати, наприклад, варіант купівлі житла з точки зору його екологічної безпеки.

5. Застосування розробленого методу дозволяє: 1) аргументовано встановити групи чинників, що мають визначальний вплив на рівень екологічної безпеки житлового середовища для використання цих даних під час експертного оцінювання стану забруднення атмосферного повітря урбосистем; 2) оцінити існуючий рівень екологічної безпеки житлового

приміщення для управління її якістю, як з точки зору нового будівництва, так і з точки зору реконструкції існуючого житлового фонду.

3.3.2 Основи експертного оцінювання рівня екологічної небезпеки, сформованої дією чинників навколишнього середовища

Ефективним засобом для вирішення завдань багатофакторної оптимізації є експертні системи (ЕС), які протягом тривалого часу використовували як системи для вирішення завдань і прийняття рішень в самих різних проблемних областях промисловості, транспорту, економіки та ін. ЕС є гнучким інструментом, який дозволяє адаптувати систему прийняття рішень до актуальних проблем, зокрема, екологічного моніторингу.

Слід зазначити, що всі функціональні блоки ЕС повинні мати певну диференціацію щодо користувачів системи і на відміну від систем II складаються з двох головних частин: процедур логічного висновку, прийняття рішень і бази знань. Вважають, що правильно обраний експерт і метод формалізації знань на 90% визначають якість ЕС [222].

Отже, актуальним є виявлення та обґрунтування пріоритетів для побудови структур – компонентів експертної системи екологічного моніторингу забруднень навколишнього середовища.

Побудова ЕС для вирішення основних завдань екологічного моніторингу вимагає наступних пріоритетних рішень:

- виконання досліджень, які всебічно характеризують предмет дослідження;
- конкретизації «простору цінностей» для скалярної або векторної оптимізації;
- створення бази дескрипторів для об'єктів, що підлягають оптимізації;
- створення системи вимірювань і оцінки показників;
- побудови системи прийняття рішень.

Це основні завдання, від яких безпосередньо залежить якість структури ЕС і пов'язана з ним ефективність використання ЕС. Інші структури ЕС показані на рис. 3.6 [222].

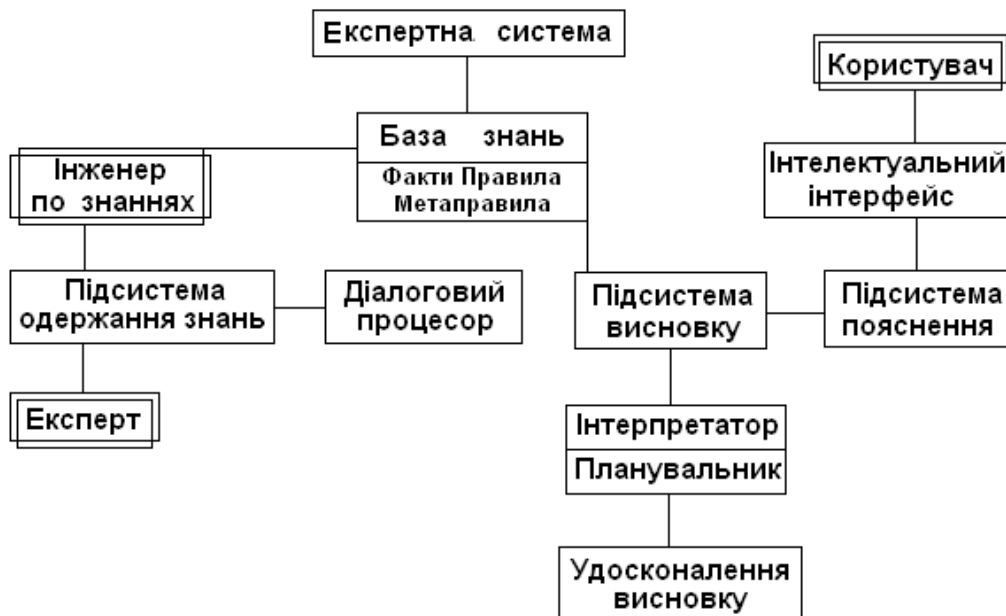


Рисунок 3.6 – Варіант компоновки експертної системи з основними підсистемами

Обчислювальні методи, які базуються на випадковому пошуку і оптимізації, в основному ділять на методи з застосуванням локального пошуку (нейронні мережі) і глобального пошуку (еволюційні обчислення).

Для створення гібридних інтелектуальних систем використовують в різноманітних комбінаціях різні підходи, здебільшого універсального характеру, беручи до уваги той факт, що правильність вибору найкращого наближення моделі до реальності є критерієм правильності вибору конкретної комбінації.

Існують системи інтеграції ЕС і нейронних мереж, які поєднують у собі як формалізовані знання (ЕС), так і неформалізовані знання (нейронні мережі).

Гібридні системи ЕС поділяють на системи [223]: з функціональним заміщенням, з взаємодією, і поліморфні гібридні системи.

Вважають, що оцінка функції приналежності нечітким поняттям, що визначаються шляхом експертного оцінювання є новою сторінкою в пізнанні і розумінні результатів екологічного моніторингу.

Це зовсім не знижує роль формалізованого підходу в оцінюванні та діагностиці екологічних ситуацій. Більш того, в практиці екологічного моніторингу все частіше використовують ймовірно-статистичні моделі разом з детермінованими підходами.

Розглянемо задачу багатокритеріальної оптимізації в разі, коли вихідні моменти (цілі, дії ...) задані нечітко, а переваги чітко визначені.

Для вирішення завдання оптимізації в умовах якісної невизначеності визначається та оптимізується функція корисності розглянутих дій/альтернатив [222]:

$$\max\{U(z_1, z_2, \dots, z_k)\}, \quad (3.2)$$

де U – функція корисності; $z_i = f_i(\text{належить } S)$, $i=1, 2, \dots, k$ – складові вектору критеріїв; S – множина допустимих рішень.

Вважають, що основні труднощі вирішення поставленого завдання – отримання математичного опису функції корисності [224].

Нечіткі множини використовують при моделюванні задач за відсутності повної інформації про досліджувану екологічну ситуацію. У цьому випадку нечіткі множини розглядають як імовірнісний розподіл і для отримання достовірних результатів при вирішенні завдань зазначеного типу теорію нечітких множин слід використовувати разом з теорією ймовірності.

Принцип нечітких міркувань базується на нечітких правилах імплікації «якщо – то» і реалізується у формі: якщо $x = A$, то $y = B$ (A і B – значення параметрів навколишнього середовища для екологічного моніторингу), а x і y – подання цих значень у вигляді нечітких множин.

Такі нечіткі правила формують базу знань разом з алгоритмами нечітких міркувань.

Невід’ємною частиною нечіткої моделі оцінки впливів на навколишнє

середовище (ОВНС) є фазифікатор, який призначений для перекладу численних даних (сукупності параметрів впливу) в нечіткі множини.

У нечіткій моделі ОВНС вихідні дані від фазифікатора надходять в апарат нечітких міркувань, а після дефазифікатора формується результат оцінки.

Для характеристики впливу на довкілля в апараті нечітких множин використовують ступінчасту градацію від надзвичайно низької до надзвичайно високої, при цьому межі визначення та оцінки ситуації зазвичай змінюються від одного експерта до іншого [225].

Розробка ЕС, що містить нечіткі моделі, виконується послідовно і включає етапи ідентифікації, концептуалізації, формалізації, виконання завдання, тестування та дослідної експлуатації.

Важливим моментом при побудові ЕС є правильний підхід до створення ієрархічних систем логічного висновку і математичної моделі нечіткого представлення результатів.

Під час формуванні правил вироблення рішень ЕС використовують або навчальний алгоритм, або підхід, заснований на принципі «найближчого середнього». Роботу ЕС покращують використовуючи послідовні процедури прийняття рішень, значно рідше використовують послідовно-паралельні, набагато рідше – паралельні [222].

Паралельна процедура дозволяє отримати результати, які в більшій мірі відповідають вимогам, що пред'являються до ЕС.

Як непрямий метод визначення функцій приналежності нечітких множин використовують метод аналізу ієрархій. Метод застосовуємо для розв'язання багатокритеріальних задач у складній обстановці, коли ієрархічні структури включають в себе неформалізовані елементи.

Функції приналежності нечітких множин визначають на безлічі альтернатив, які є базовими для нечітких множин критеріїв. Такі функції формалізують кожен критерій незалежно від складності, зазвичай з використанням ієрархій.

Кожен рівень містить чіткі впорядковані множини, що складаються з нечітких елементів з відповідними функціями приналежності.

До числа недоліків нечітких моделей відносять вплив суб'єктивного фактору на відображення реалій, якщо відомі вид і параметри функцій приналежності до нечіткій множині.

Встановлено справедливість розгляду вектору пріоритетів останнього рівня як функції приналежності головній меті – розв'язанню задачі, яку також можна розглядати як функцію корисності при вирішенні нечітко поставлених багатокритеріальних задач.

Загалом, за результатами аналітичних досліджень щодо визначення теоретичних основ для експертного оцінювання рівня екологічної небезпеки, сформованої дією чинників навколишнього середовища в системах муніципального екологічного моніторингу, сформульовано такі висновки [222]:

1. Усі ЕС є значним пластом штучного інтелекту, однак вимагають досконалості, наприклад, за рахунок об'єднання областей штучного інтелекту при створенні гібридної інтелектуальної системи.

2. Необхідно досліджувати питання організації обробки інформації та управління із застосуванням ЕС, створенням її архітектури, яка дозволить в найкоротший термін адаптувати систему до програмного забезпечення моніторингу.

3. Загальну проблему оптимізації слід розуміти як проблему з нечітко вираженими критеріями/альтернативами.

4. Нечіткий логічний підхід здатний значно покращити наявні можливості стосовно до динамічних систем в плані оцінювання результатів та врахування значної множини відносин в системах екологічного моніторингу.

5. Значення функцій належності нечіткій множині має суб'єктивний характер і тому вид функції істотно залежить від наявних відомостей, характеру завдання, для якої даються експертні оцінки, знань і формулювань

експерта. Тому, головною метою застосування ЕС має бути розв'язання завдання зменшення ролі особи, що приймає рішення на користь застосування програмних діагностичних засобів.

Таким чином, на основі теоретичних узагальнень і результатів натурних досліджень, встановлено доцільність організації незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря в системі екологічного моніторингу урбосистем за принципом «внутрішнє (житлове) – зовнішнє (навколишнє) середовище», що дозволяє встановити визначальні чинники екологічної небезпеки знівелювавши при цьому ефект суб'єктивності експертного оцінювання.

3.4 Організація та проведення спостережень за якістю атмосферного повітря із застосуванням пересувних муніципальних екологічних лабораторій

Як було вище зазначено (пр. 1.1 та в табл. 2.1 роботи), на сучасному етапі розвитку систем моніторингу атмосферного повітря в Україні до моменту їх технічного переоснащення та повної імплементації норм ЄС [177], застосування пересувних муніципальних екологічних лабораторій (ПМЕЛ) є вдалим тимчасовим заходом тестування методу диференціації постів спостережень в системі моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем.

Базові вимоги до організації та проведення спостережень за станом атмосферного повітря з використанням пересувних постів наведено у пр. 2.1 роботи. На цій основі розроблено програми і схеми організації і проведення спостережень [20, 226].

Організація і проведення системних спостережень. Системні спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря, що формується хімічними чинниками екологічної небезпеки (шкідливими речовинами, у т.ч.

твердими частками недиференційованими за складом), здійснюються ПМЕЛ за переліком речовин, згідно [4, 227]. Вибір місць розташування маршрутних точок спостережень (МТС) доцільно обрати максимально наближеними до обґрунтованих місць оптимального розташування стаціонарних постів спостережень [177, 212] з диференціацією постів спостережень на «міські фонові», «міські транспортні» та «міські мережеві», а також із урахуванням технічної можливості здійснення замірів концентрацій забруднювачів за допомогою автомобілю ПМЕЛ з дотриманням вимог безпеки персоналу ПМЕЛ та додержанням правил дорожнього руху.

Вибір програми режимних спостережень. Спостереження на маршрутних постах повинні здійснюватися за повною або неповною програмою. За неповною програмою спостереження проводяться з метою отримання інформації про разові концентрації щодня в 7, 13, 19 год місцевого часу. При цьому необхідно врахувати поточні особливості ПМЕЛ. Варто зазначити, що системне здійснення вимірювань за допомогою ПМЕЛ у нічні часи, о 7-00 годині та 19-00 годині дня у більшості випадків не є можливим. Таким чином програма спостережень за допомогою ПМЕЛ має бути скорегованою з урахуванням допусків до часу проведення спостережень відповідно до п. 2.3 [177] з їх розширенням на 1 год 30 хв у бік збільшення максимальної різниці часу. Такий допуск обґрунтований технічними можливостями ПМЕЛ і поточним графіком роботи персоналу. Таким чином, максимальну різницю часу початку фіксації результатів вимірювань пропонується встановити на рівні 2 год 30 хв (1 год в обидва боки – дозвіл [14], 1,5 год – час необхідний для стартового налаштування ПМЕЛ у звичайних режимних умовах).

Загальні умови схеми, необхідні для виконання концептуальних завдань системи спостережень: вимірювання на «міській фоновій» МТС має здійснюватися щодня (окрім суботи та неділі), вимірювання на транспортних МТС – в період максимальної інтенсивності руху автотранспорту, на інших МТС – поза періодами максимальної інтенсивності руху, що дозволить

нормалізувати внесок пересувних джерел у загальний рівень забруднення. Переважна більшість схем роботи маршрутних постів реалізується в місячному періоді шляхом послідовного вимірювання на МТС за збільшенням порядкового номеру точки від першої до останньої протягом першого тижня, та у зворотному напрямку – протягом другого тижня таким чином, щоб забезпечити рівну кількість вимірювань на всіх МТС. Така реалізація в умовах диференціації одержаних результатів спостережень практично не є можливою, оскільки виконання вимоги обов'язкового щоденного спостереження на «міській фоновій» МТС дасть вдвічі більшу кількість вимірів. До того ж схема вимірювань на МТС має бути оптимізованою з точки зору маршруту руху ПМЕЛ з урахуванням максимальної економії паливних ресурсів. Максимальна кількість спостережень за кожною забруднюючою речовиною у кожній МТС за умов реалізації її оптимальної програми спостережень має складати: для МТС «фонова» – 240 вимірювань на рік, для інших МТС – 120 відповідно [14,177].

Організація і проведення оперативних спостережень. Згідно даних [177] оперативні спостереження застосовуються з метою визначення причин різкого погіршення якості повітря.

В умовах організації системи спостережень за якістю атмосферного повітря на території техногенно навантаженої урбосистеми, яка історично вже сформована, тобто відомі характеристики переважної більшості стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря, трафік руху автомобільного транспорту основними магістралями та вулицями, базисом для організації оперативних спостережень є звернення громадян міста на муніципальні «гарячі» лінії з повідомленнями про можливе наднормове забруднення атмосферного повітря.

Організація системи реєстрації звернень громадян з питань погіршення екологічної ситуації (у даному випадку – різкого погіршення якості атмосферного повітря) є дуже важливим завданням місцевої влади, як з точки зору стимулювання контролюючих та управляючих функцій, так і з точки

зору підвищення рівня екологічної самосвідомості членів громади міста.

Таким чином, потребує розв'язання складне завдання: з одного боку – кожне звернення мешканця міста на муніципальну «гарячу» лінію з проблеми погіршення якості атмосферного повітря є дуже важливим і потребує невідкладного реагування, з іншого боку – економічна ефективність організації такого процесу буде мати від'ємне значення.

Як варіант розв'язання цього компромісного завдання можна встановити орієнтовану мінімальну кількість зареєстрованих протягом певного часу доби звернень мешканців міста на муніципальну «гарячу» лінію. В процесі накопичення статистичних даних мінімальна кількість звернень може переглядатись та корегуватись.

Отже, метою оперативних спостережень із застосуванням ПМЕЛ є встановлення фактів перевищення нормативів чистоти атмосферного повітря ($ГДК_{м.р.}$) на основі результатів разових вимірювань приземних концентрацій забруднюючих речовин. Завдання – одержання результатів, які дозволять зробити обґрунтовані логічні висновки що до того, які саме джерела (групи джерел) роблять найбільший внесок у формування наднормових значень приземних концентрацій.

ПМЕЛ за своєю суттю є маршрутним постом спостережень. Однак завдання оперативного контролю передбачають проведення вимірювань концентрацій під факелом джерел викидів. Таким чином, виконання завдань оперативних спостережень за допомогою ПМЕЛ мають поєднувати схеми реалізації як маршрутних, так і підфакельних спостережень. Загально прийняті схеми організації зазначених спостережень [19] наведені на рис. 3.7. Зазначені схеми складено на основі вимог [14] п.3.4.5 для маршрутних спостережень, п. 3.4.3 для підфакельних спостережень.

Аналізуючи наведені схеми, можна зробити висновок, що головна мета маршрутних досліджень – оцінювання якості атмосферного повітря в межах промислового району, навколо потужного джерела викиду чи групи джерел. Основна мета підфакельних – вивчення розподілу приземних концентрацій,

орієнтованого за напрямом вітру факелу викидів.

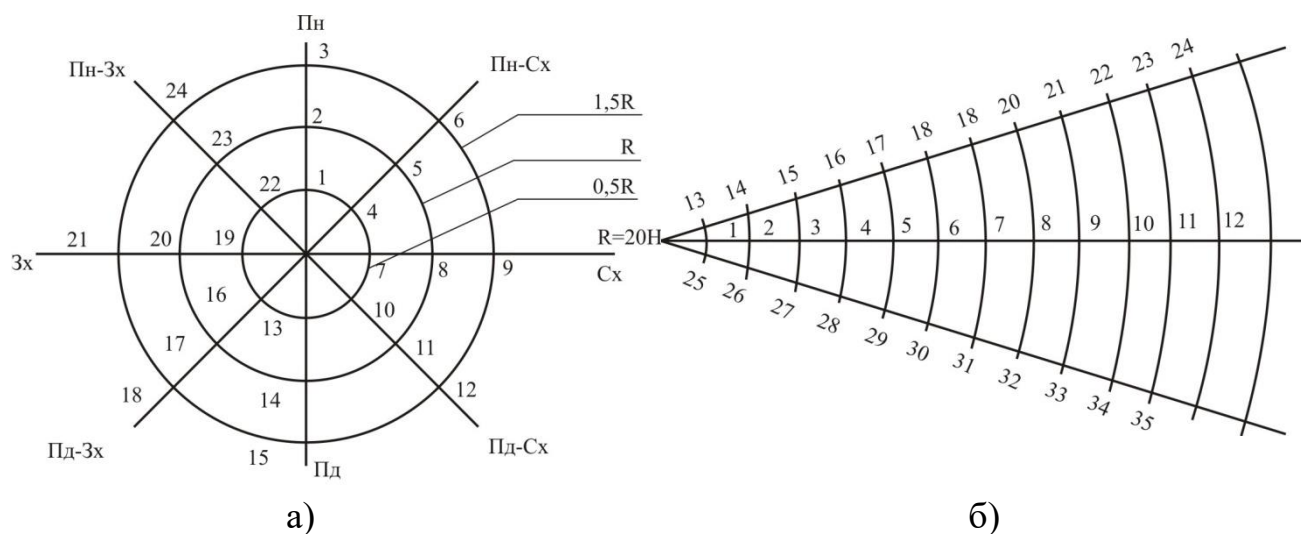


Рисунок 3.7 – Загально прийняті схеми організації маршрутних (а) та підфакельних (б) моніторингових спостережень

Ураховуючи той факт, що місця розташування маршрутних постів для міста в цілому визначені, а також той факт, що вибір місць розташування МТС здійснено з урахуванням переважаючих напрямків вітру «рози вітрів», схема оперативного моніторингу за допомогою ПМЕЛ може бути спрощена [20].

Отже, для обґрунтування раціональної схеми оперативного спостереження за змінами якості атмосферного повітря, спричиненими викидами стаціонарних джерел викидів, потрібно одержати значення разових приземних концентрацій з підвітряного боку від території підприємства (групи підприємств, СЗЗ яких перетинаються) в напрямку зони сельбищної забудови, яка потрапляє в ЗАЗ від даного об'єкту. Місцем розташування мобільної точки оперативних спостережень (далі МТОС) буде територія на межі СЗЗ об'єкту (об'єктів) впливу. Враховуючи той факт, що ПМЕЛ організовано на базі автомобіля, то межі вибору МТОС доцільно розширити, встановивши максимальну відстань від межі СЗЗ об'єкту на рівні 500 метрів (значення в 0,5 км є базовим для організації комплексних спостережень за

станом атмосферного повітря згідно із п.3.4 [14]).

Варто зазначити, що за для обґрунтування переважаючого внеску даного об'єкту (групи об'єктів) у фіксований рівень забруднення атмосферного повітря необхідно проводити контрольні вимірювання концентрацій забруднюючих речовин, за умови незмінних метеорологічних характеристик, з навітряного боку об'єкта впливу на тій же самій відстані, з урахуванням можливості під'їзду МТОС. При цьому точка має бути зміщеною радіально на кут не менше ніж 90° від переважаючого в момент замірів напрямку вітру. Візуалізацію запропонованої схеми проведення оперативних спостережень представлено на рис. 3.8.

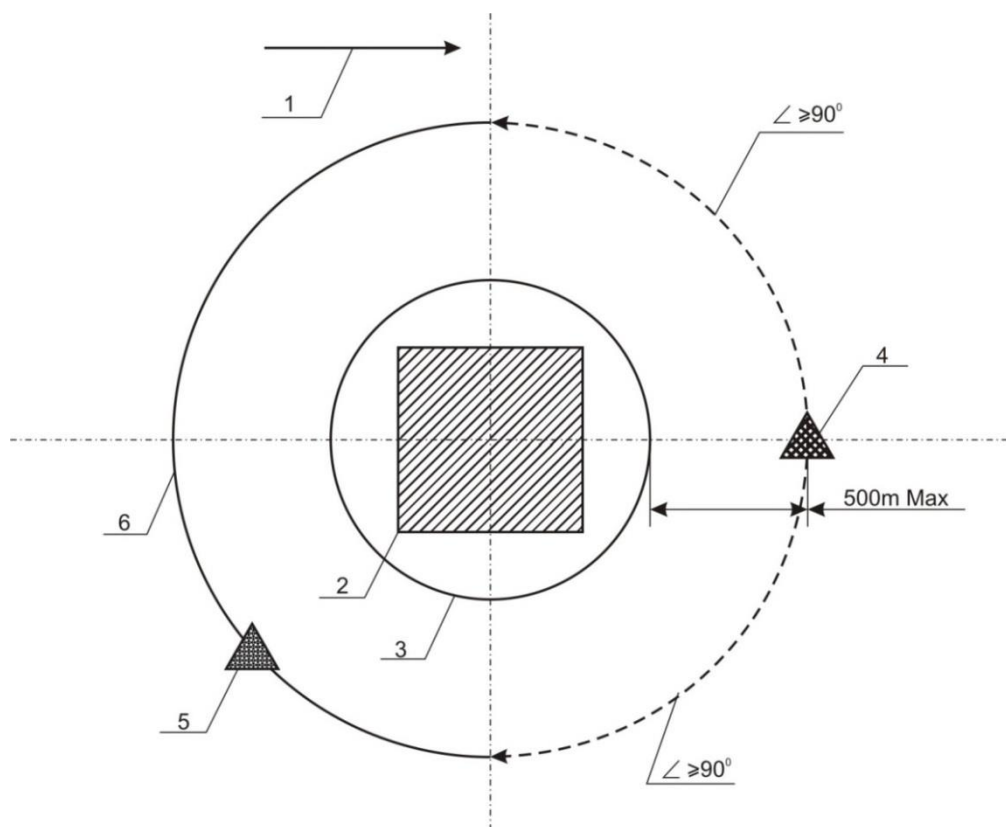


Рисунок 3.8 – Схема організації оперативних спостережень за станом забруднення атмосферного повітря: 1 – напрям вітру під час замірів, 2 – об'єкт впливу (промислове підприємство, група підприємств), 3 – межа СЗЗ, 4 – місце розташування МТОС при здійсненні основних замірів, 5 – орієнтовне місце розташування МТОС при здійсненні контрольних замірів, 6 – радіальна траєкторія можливого руху МТОС для здійснення контрольних замірів [20]

Під час оперативного контролю проводиться не менше ніж три послідовних заміри разових концентрацій забруднюючих речовин на межі СЗЗ (СЗЗ + 500м) промислового об'єкта (групи об'єктів), у створювану ЗАЗ яких потрапляє район сельбищної забудови, з якого надійшла максимальна кількість звернень громадян. Заміри проводяться за напрямом вітру, що переважає на час звернень громадян та на час проведення замірів з підвітряного боку від об'єктів впливу*. У разі фіксації швидкості вітру менше, ніж 0,5 м/с (штилю) заміри проводяться з боку зони сельбищної забудови.

Примітка. * – якщо за інтервал часу між досягненням мінімальної кількості звернень громадян, достатніх для виїзду ПМЕЛ, та часом, за який прогнозовано ПМЕЛ розпочне заміри (орієнтовно 1,5 год), відбудуться суттєві зміни метеорологічних умов: швидкості вітру (без урахування поривів) більше, ніж на 2,5 м/с, напрямку вітру – на кут більше, ніж 90°, виїзд ПМЕЛ не здійснюється до моменту наступного досягнення мінімальної кількості звернень громадян.

Заміри проводяться за обов'язковим переліком забруднюючих речовин, що підлягають контролю в межах зон житлової забудови, а також за специфічними речовинами, які визначені для даного промислового об'єкта (групи об'єктів).

У разі, якщо в результаті замірів не було зафіксовано перевищень встановлених нормативів ГДК, складається відповідний протокол, оперативні спостереження завершуються.

У випадку, якщо було зафіксовано перевищення встановлених норм ГДК за певними речовинами та середнє значення концентрації з трьох замірів перевищує ГДК, після здійснення основних оперативних вимірів здійснюються додаткові вимірювання згідно схеми (рис. 3.8). Якщо протягом поточної доби на «міській фоновій» МТС не здійснювались системні виміри або за час між замірами на «міській фоновій» МТС та проведенням оперативних спостережень відбулися суттєві зміни метеорологічних умов

(зміна швидкості вітру (без урахування поривів) більше, ніж на 2,5 м/с, напрямку вітру – на кут більше, ніж 90°), то здійснюється контрольний замір ПМЕЛ у максимально стислий термін часу (у разі відсутності суттєвих змін метеорологічних параметрів) на «мвській фоновій» МТС.

Для практичного урахування особливостей представленої схеми організації оперативних спостережень було визначено додаткові умови для вибору місця розташування МТОС під час здійснення контрольних замірів у мікрмасштабі:

- з навітряного боку до місця розташування, на відстані, достатній для формування значних рівнів забруднення, не має бути розміщено об'єкти зі стаціонарними джерелами, у викидах яких присутні забруднюючі речовини, концентрації яких вимірюються під час оперативних замірів;

- відстань до стоянок автотранспорту різних видів (гостьові, внутрішньо кварталні, торговельних центрів, вантажного автотранспорту тощо) має бути не менше, ніж 50 м;

- відстань до об'єктів залізничного транспорту має бути не менше, ніж 50 м;

- відстань до перехресть доріг має бути не менше, ніж 25 м;

- за можливістю, відстань від краю дороги має бути більше, ніж 10 м.

Під час проведення оперативних замірів фіксуються як концентрації забруднюючих речовин за переліком, так і наявність ненормованих станів забруднення атмосферного повітря, а саме неприємних запахів штучного походження [20, 226].

Організація і проведення епізодичних спостережень. Згідно п. 3.3 [14] епізодичні спостереження проводять за відсутності регулярних спостережень за забрудненням атмосфери. Вони можуть бути двох видів: в різних точках міста або на різних відстанях від промислового об'єкта під факелом викидів шкідливих речовин. Епізодичне обстеження може бути обмежене проведенням спостережень в районі одного з основних джерел забруднення атмосфери. Для промислових міст України епізодичні спостереження за

допомогою ПМЕЛ мають дещо інші задачі з урахуванням того, що існуюча система регулярних (стаціонарних) спостережень не дає об'єктивного підґрунтя для прийняття управлінських рішень щодо контролю негативного впливу, що здійснюється певними об'єктами на стан атмосферного повітря. Таким чином, організація епізодичних спостережень за допомогою ПМЕЛ має на меті виконання завдань більш детальних, конкретизованих спостережень за станом забруднення атмосферного повітря у безпосередній близькості від джерел негативного впливу.

Для організації епізодичних досліджень мають бути створені необхідні передумови:

- визначено промислові об'єкти міста, які є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря;
- встановлено орієнтовні межі ЗАЗ, що можуть створюватись даними об'єктами;
- організовано спостереження за станом забруднення атмосферного повітря за допомогою ПМЕЛ;
- організовано муніципальну систему реєстрації звернень громадян міста з питань різкого погіршення якості атмосферного повітря.

Таким чином, епізодичні спостереження мають надати місцевій владі і органам контролю інформацію про вплив даних об'єктів на стан забруднення атмосферного повітря, виконання ними вимог положень Закону України «Про охорону атмосферного повітря», інших нормативних актів тощо.

Вихідними умовами для організації епізодичних досліджень мають бути [20]:

- звернення громадян (*Умова 1*);
- перелік об'єктів забруднювачів атмосферного повітря, із ЗАЗ яких найчастіше надходять звернення громадян;
- результати режимних спостережень за допомогою ПМЕЛ та системних стаціонарних спостережень під час яких найчастіше фіксуються перевищення норм ГДК (*Умова 2*);

– результати оперативних спостережень за допомогою ПМЕЛ, під час яких зафіксовані перевищення норм ГДК (Умова 3).

Таким чином, при виконанні будь якої з перелічених умов епізодичні спостереження є доцільними.

Для більш точного встановлення рівня забруднення атмосферного повітря, що створюється визначеними для проведення епізодичних спостережень об'єктами впливу, місця проведення замірів під час епізодичних досліджень (мобільні точки епізодичних спостережень, далі – МТЕС) варто обирати на межі та в межах СЗЗ визначених об'єктів з урахуванням можливостей ПМЕЛ. Графік проведення епізодичних спостережень може бути вільним. Доцільно проводити епізодичні спостереження, як під час стабільної роботи визначених промислових об'єктів, так і за умов зміни режиму їх роботи, простої тощо.

Варто зазначити, що епізодичні спостереження варто організовувати та проводити під час настання метеорологічних умов, що сприяють підвищенню рівнів забруднення атмосферного повітря (небезпечних метеоумов НМУ). До таких умов, зокрема, належать:

- інверсійні стани в атмосфері в прошарках вище вустя основних джерел викидів;
- незначна швидкість вітру – 1-2 м/с для всіх джерел впливу та 5-7 м/с для джерел викидів з висотою більше ніж 50 метрів;
- метеоявища інверсійного походження – мрячка, туман тощо.

У разі фіксації під час проведення замірів на МТЕС значення фактичної концентрації ($C_{\text{факт}}$) забруднюючих речовин, що перевищує ГДК, організовують серію контрольних замірів. Загальна кількість замірів має бути не менше трьох. Розраховують середнє значення фактичної концентрації.

У разі фіксації під час проведення замірів на МТЕС значення середньої концентрації ($C_{\text{факт}}$) забруднюючих речовин, що перевищує ГДК, доцільним є проведення контрольних замірів на «міській фоновій» МТС за умов відсутності суттєвих змін у фіксованих метеоумовах (зміна швидкості вітру

(без урахування поривів) більше, ніж на 2,5 м/с, напрямку вітру – на кут більше, ніж 90°) [20].

Алгоритм проведення епізодичних спостережень наведено на рис. 3.9.

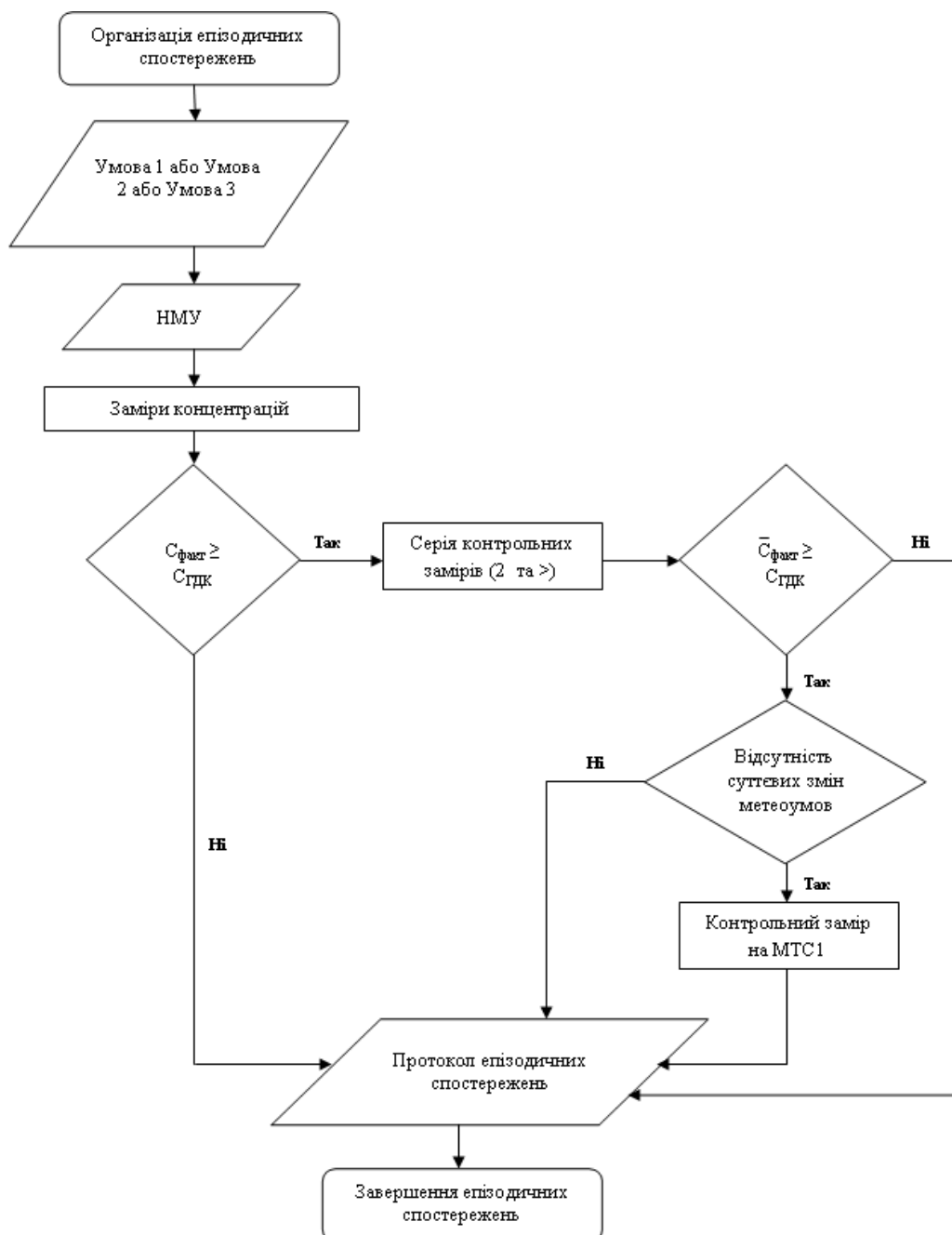


Рисунок 3.9 – Алгоритм епізодичних спостережень

Той факт, що більше ніж 50% фіксованих перевищень норм ГДК під час стаціонарних спостережень припадає на пости де переважаючий внесок у формування рівня забруднення мають пересувні джерела, а саме

автомобільний транспорт, зумовлює необхідність додаткового вивчення умов формування забруднення атмосферного повітря на магістралях та дорогах («міських транспортних» МТС) [20].

Для виконання такого завдання також доцільно організувати та проводити епізодичні спостереження. Епізодичні дослідження за впливом автомобільного (іншого) транспорту на загальний стан забруднення атмосферного повітря варто проводити під час найбільшої інтенсивності руху автотранспорту (часи пік: 07-30 – 9-00 та 16-00 – 19-00) в місцях організації «міських транспортних» МТС.

Доцільно організувати та проводити епізодичні спостереження з дослідження рівнів забруднення атмосферного повітря, що формуються транспортом, у випадках систематичної фіксації на «міських транспортних» МТС фактів перевищення норм ГДК. За умов фіксації перевищень ГДК під час епізодичних спостережень з урахуванням умов розташування «міської транспортної» МТС проводяться контрольні заміри концентрацій тих речовин, з яких було зафіксовано перевищення. Кількість контрольних замірів має бути не менше трьох. Контрольні заміри варто проводити за переважаючим в цей час напрямком вітру, рухаючись в бік житлової забудови, на територію житлової забудови або взагалі в напрямку віддалення від транспортного шляху на відстань не більше 50 м з кроком 10-15 м з урахуванням можливостей ПМЕЛ. Контрольні заміри проводяться за відсутності суттєвих змін метеорологічних умов.

Загальна схема організації епізодичних спостережень на «міських транспортних» МТС наведена на рисунку 3.10.

Якщо протягом поточної доби на «міській фоновій» МТС не здійснювались системні заміри, або за час між замірами на МТС1 та проведенням оперативних спостережень відбулися суттєві зміни метеорологічних умов (зміна швидкості вітру (без урахування поривів) більше, ніж на 2,5 м/с, напрямку вітру – на кут більше, ніж 90°), то здійснюється контрольне вимірювання ПМЕЛ у максимально стислий термін

часу (у разі відсутності суттєвих змін метеорологічних параметрів) на «міській фоновій» МТС [20, 226].

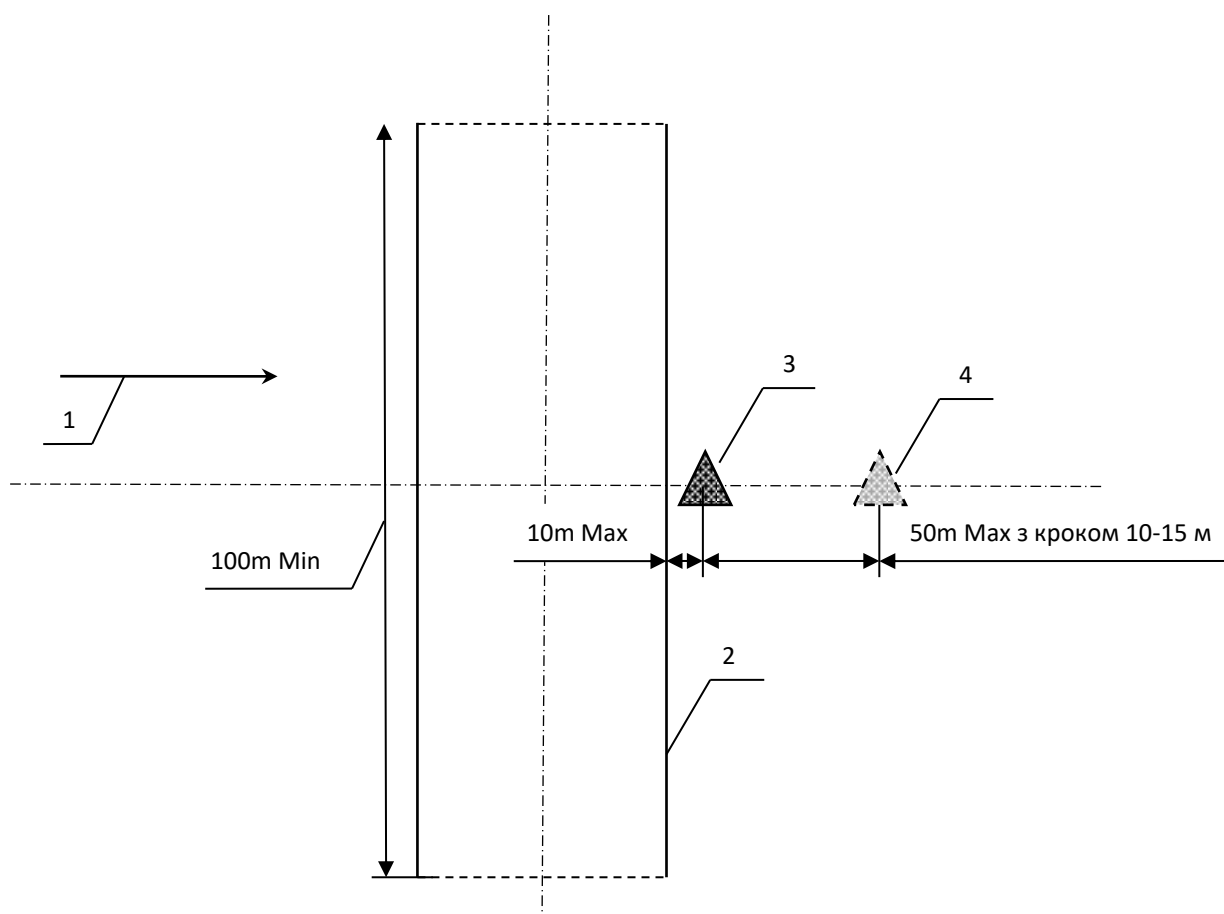


Рисунок 3.10 – Схема організації епізодичних спостережень за станом забруднення атмосферного повітря: 1 – напрям вітру під час замірів, 2 – об'єкт впливу (діяльна автомобільної дороги), 3 – місце розташування «міської транспортної» МТС при здійсненні основних замірів, 4 – орієнтовне місце розташування МТЕС при здійсненні контрольних замірів під час епізодичних спостережень

Особливості організації та проведення спостережень за фізичними чинниками забруднення атмосферного повітря за допомогою ПМЕЛ. Серед значного різноманіття фізичних чинників формування екологічної небезпеки забруднення атмосферного повітря можна виділити ті, що найчастіше та більш системно викликають занепокоєння у населення урбосистем, а саме (у порядку частоти занепокоєння): надмірний шум антропогенного і

техногенного походження, радіаційний фон, електромагнітний фон. Недоцільність проведення системних спостережень за рівнем фонового електромагнітного забруднення доведено в [104]. Прояви дії таких фізичних чинників як техногенна вібрація, зміна освітлення, острівне підвищення температури носять більше локальний характер і у більшості випадків вони негативно впливають на біотичні угруповування, що формують екосистему міста, ніж на здоров'я людини [100].

Організація та проведення комплексних спостережень за шумовим забрудненням атмосферного повітря за допомогою ПМЕЛ.

З переліку антропогенних і техногенних джерел шуму в межах урбосистеми можна виділити транспортний шум та шум, що створюється промисловими об'єктами. Ці рівні шумового забруднення і підлягають систематичному спостереженню. Однак, при цьому варто зазначити, що завданням моніторингових досліджень за допомогою ПМЕЛ не є контроль за джерелами шуму на виробничій території, а також не є завданням детальне вивчення розподілу шумових полів від транспортних потоків. Виходячи з цього, основним завданням організації спостережень за рівнем шумового забруднення за допомогою ПМЕЛ є вимірювання постійного та фонового шуму на території рекреаційних зон та зон сельбищної забудови міста.

Організація та проведення вимірювань рівнів шуму має здійснюватися відповідно до вимог міждержавного стандарту [195]. Вибір місця вимірювання шуму, що створюється транспортними потоками в період найбільшої інтенсивності руху, здійснюється відповідно до вимог Національного стандарту [228].

Таким чином, можна сформулювати завдання для спостереження за шумовим забрудненням атмосферного повітря в межах міста за допомогою ПМЕЛ:

– встановлення рівня фонового міського шуму, що характеризується інтегрованою дією як природних, так й антропогенних джерел шуму, однак на значення рівня якого не впливають окремі техногенні та транспортні

джерела шуму;

– спостереження за рівнями шумового забруднення, що формуються транспортними потоками;

– вимірювання рівнів шумового забруднення на території зон сельбищної забудови, особливо у локальних місцях відпочинку, місцях зосередження дитячого населення;

– заміри рівнів шуму безпосередньо на межі СЗЗ промислових об'єктів, що мають обладнання, яке є джерелом шуму, внаслідок реагування на звернення громадян на муніципальну «гарячу лінію».

Виходячи з окресленого переліку завдань, їх можна розв'язати шляхом проведення обґрунтованих для хімічних чинників схем режимних, оперативних та епізодичних спостережень за допомогою ПМЕЛ.

Основні завдання для спостереження за радіаційним (системні спостереження) і електромагнітним забрудненням (оперативні спостереження) атмосферного повітря в межах міста за допомогою ПМЕЛ:

1. Вимірювання рівнів радіаційного і електромагнітного забруднення на території зон сельбищної забудови, особливо у локальних місцях відпочинку, місцях зосередження дитячого населення;

2. Вимірювання рівнів забруднення безпосередньо на межі СЗЗ промислових об'єктів, що мають обладнання, яке є джерелом радіаційного і електромагнітного забруднення, внаслідок реагування на звернення громадян на муніципальну «гарячу лінію».

3.5 Висновки до розділу 3

1. Запропоновано структуру комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми (на муніципальному рівні управління екологічною безпекою) у складі якої виділено такі підсистеми: прогнозування МУЗ та попередження про настання 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 управлінських рішень) інформації системи моніторингу (база даних).

2. Встановлено, що 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.

3. Визначено базові вимоги щодо практичної реалізації підсистем комплексної системи моніторингу, що дозволить адаптувати результати досліджень до впровадження на території конкретних техногенно навантажених урбосистем.

4. Встановлено доцільність організації незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря в системі екологічного моніторингу урбосистем за принципом «внутрішнє (житлове) – зовнішнє (навколишнє) середовище», що дозволяє встановити визначальні чинники екологічної небезпеки знівелювавши при цьому ефект суб'єктивності експертного оцінювання.

5. Обґрунтовано вимоги до організації та проведення вимірювань із застосуванням ПМЕЛ з диференціацією маршрутних постів спостережень, а також, із урахуванням технічної можливості здійснення замірів концентрацій забруднювачів за допомогою ПМЕЛ. Розроблено алгоритм проведення епізодичних спостережень на межі СЗЗ об'єктів негативного впливу, а також схему таких спостережень на транспортних магістралях.

РОЗДІЛ 4

ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНА СИСТЕМА МУНІЦИПАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Розглянуті у розділі 1 роботи аспекти розробки інформаційно-аналітичних систем (ІАС) моніторингу є теоретичним базисом створення структури ІАС муніципального екологічного моніторингу. Запропонована у розділі 3 роботи структура комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистеми, а також, представлене обґрунтування особливостей функціонування її підсистем, є практичною основою для розробки структури ІАС муніципального екологічного моніторингу якості атмосферного повітря та структури її складових.

4.1 Базова структура інформаційно-аналітичної системи (ІАС) муніципального моніторингу якості атмосферного повітря

Структура ІАС має логічним чином пов'язувати визначені підсистеми комплексної системи муніципального екологічного моніторингу та забезпечувати розв'язання завдань одержання інформації, створення її та здійснювати її обробку, аналіз і візуалізацію. Іншими словами – забезпечувати функціональну взаємодію служб-підсистем.

Основними елементами базової структури ІАС, що безпосередньо реалізують функції підсистем в структурі системи комплексного екологічного моніторингу, обрано такі [215]:

– база даних (підсистема накопичення первинної і вторинної інформації системи моніторингу), яка має бути структурно-логічно пов'язана із даними елементів підсистеми спостережень, блоком, що забезпечує обробку інформації підсистеми спостережень, елементами картографічної бази даних та базою знань щодо нормативного та правового забезпечення

функціонування структури;

– блок спостережень (елементи підсистеми спостережень), що забезпечують наповнення суб'єктами муніципальної системи моніторингу бази даних результатами спостережень комплексно, як системними (стаціонарні спостереження), так і оперативними та епізодичними із диференціацією якісних характеристик інформації від постів контролю;

– блок обробки інформації, у тому числі підсистеми спостережень (підсистема оцінювання результатів спостережень та короткострокового прогнозування змін), що забезпечує аналітичну обробку даних усіх підсистем як для наповнення бази даних, так і для надання інформації у відповідь на запити користувачів системи;

– блок авторизованих користувачів ІАС, у тому числі експертів (підсистема незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря), що забезпечує реакцію системи на запити щодо інформації для експертного оцінювання та використання готових експертних висновків для корекції діагностичних рішень системи;

– блок формування попередження про НМУ (підсистема прогнозування метеорологічних умов забруднення атмосфери та попередження про настання несприятливих метеоумов), що забезпечує обробку інформації від служби прогнозування із продукуванням попередження про настання НМУ для авторизованих користувачів;

– блок візуалізації (підсистема презентації результатів спостережень, їх аналізу, напрацьованих рішень, із широким диференційованим доступом), що забезпечує візуальне відображення інформації ІАС для користувачів, диференційовано, виходячи з рівня їх авторизації в системі.

Варто відзначити особливе місце в структурі ІАС служб, діяльність яких є як вихідною умовою для роботи блоків-підсистем (служби прийому звернень громадян і прогнозування НМУ), так і кінцевим етапом реалізації організаційних рішень системи (служба організації оперативних

спостережень).

Враховуючи вищезазначене запропоновано базову структуру ІАС муніципального моніторингу, структурно-логічну схему якої наведено на рис. 4.1 [215].

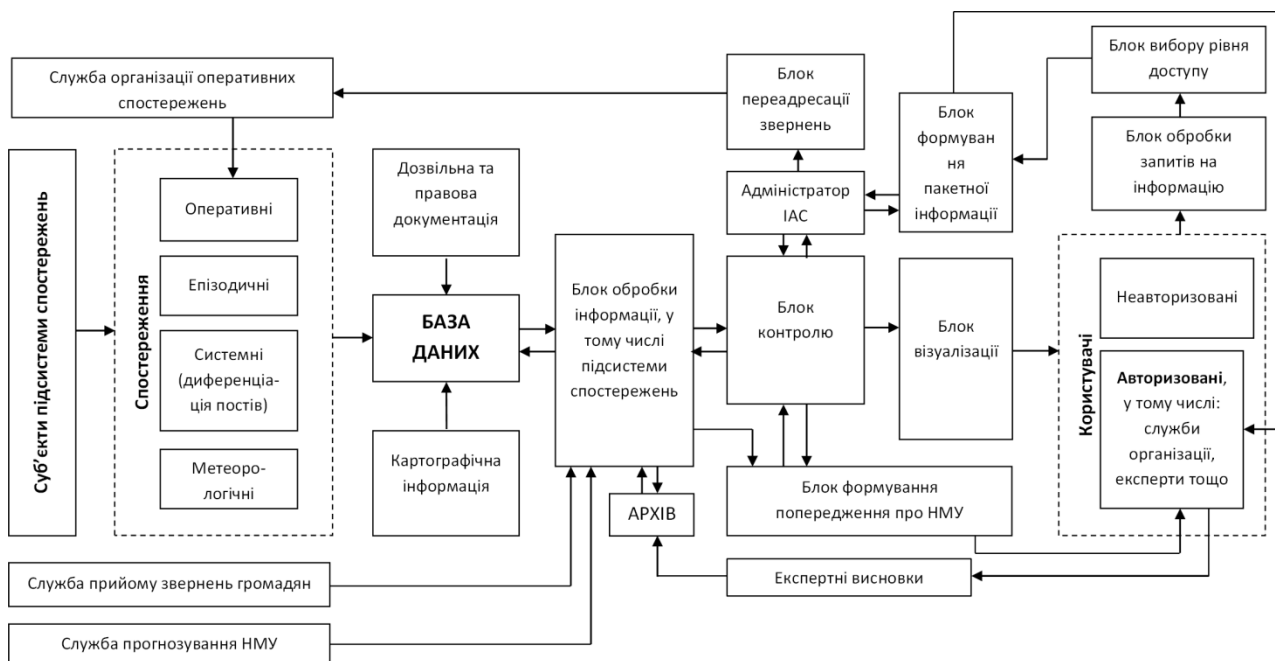


Рисунок 4.1 – Структура ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні

Таким чином, розроблено структуру ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні у складі якої виділені схеми функціональних взаємозв'язків підсистем: попередження про несприятливі метеоумови, організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян, експертного оцінювання поточних та оперативних даних моніторингу; деталізовано структуру блоку обробки запитів на інформацію та її візуалізації, що дозволить диференціювати інформацію залежно від рівня доступу та авторизації користувачів системи, забезпечуючи таким чином повноту доступу до екологічної інформації.

Між тим, елементи базової структури потребують деталізації для більш повного розуміння процесів передачі та трансформації моніторингової інформації в системі.

4.2 Формування бази даних за результатами спостережень

Центральним елементом пропонованої структури ІАС є база даних (БД). Основу наповнення БД в системі екологічного моніторингу складають результати спостережень за станом атмосферного повітря. Спостереження за станом атмосферного повітря здійснюються суб'єктами муніципальної системи екологічного моніторингу та поділяються за видами на:

- системні, що здійснюються на стаціонарних постах контролю у взаємозв'язку із виконанням завдань систем моніторингу більш високого ієрархічного рівня (регіональний, національний тощо). Інформація за результатами таких спостережень має надходити до БД, як у вигляді обробленої вторинної (індекси забруднення, значення концентрацій за певний період), так і у вигляді первинної (необробленої) інформації щодо значень максимальних разових концентрацій у певний час;

- оперативні, що здійснюються на вимогу користувачів системи та громади в цілому, за допомогою пересувних постів спостережень (мобільних лабораторій). Інформація за результатами таких спостережень має надходити до БД у вигляді первинної (необробленої) інформації щодо значень максимальних разових концентрацій у певний час;

- епізодичні, що здійснюються за допомогою пересувних постів спостережень (мобільних лабораторій) при настанні певних умов (пр. 3.4 роботи, рис. 3.9). Інформація за результатами таких спостережень має надходити до БД у вигляді первинної (необробленої) інформації щодо значень максимальних разових концентрацій під час проведення вимірювань;

- метеорологічні, що здійснюються, як на стаціонарних постах контролю, так і з використанням обладнання мобільних лабораторій. Інформація за результатами таких спостережень має надходити до БД у вигляді чисельних значень основних метеорологічних показників. Варто зазначити, що має алгоритм реалізації функцій БД має забезпечувати доступність вибірки метеорологічних параметрів у певних часових

інтервалах для можливостей сумісного аналізу цих даних із відповідними значеннями концентрацій шкідливих речовин.

Структурно та функціонально БД пов'язана із блоком обробки інформації, у тому числі, від підсистеми спостережень. Оброблена інформація через блок контролю роботи системи використовується, як для її візуалізації на вимогу користувачів, так і для формування пакетних даних для забезпечення запитів експертів і служб.

Враховуючи вищезазначене структуру ІАС у частині формування бази даних за результатами спостережень деталізовано на рис. 4.2 [215].

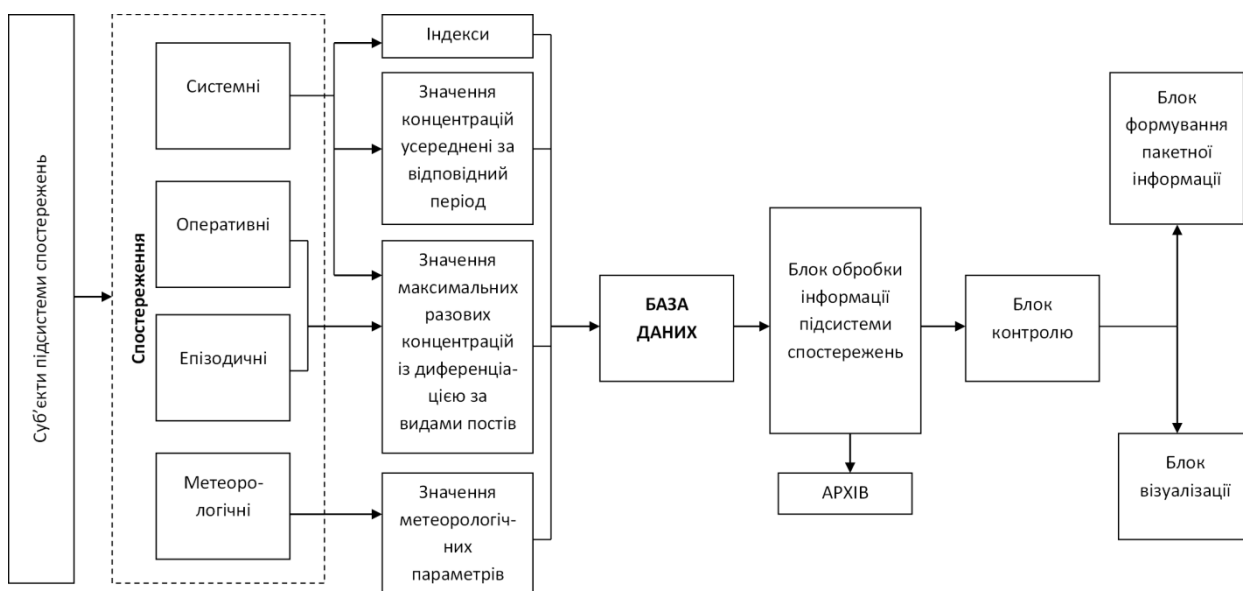


Рисунок 4.2 – Структура ІАС у частині формування бази даних за результатами спостережень

4.3 Структурна схема функціональних взаємозв'язків при роботі блоку візуалізації даних

Як було зазначено у пр. 1.3 роботи доступ до екологічної інформації, у даному випадку, до результатів оцінювання стану забруднення атмосферного повітря є однією з основних задач при роботі систем моніторингу. В запропонованій структурі ІАС функція відображення та донесення інформації до користувача реалізується при роботі блоку візуалізації даних.

У зв'язку з цим, виникає необхідність деталізації інформації щодо роботи даного блоку. Враховуючи той факт, що рівень екологічних знань пересічного громадянина (користувача системи) не є цілком достатнім для аналізу повної інформації системи спостережень: значень концентрацій, у тому числі в долях відповідних ГДК, диференціації рівня значимості інформації щодо максимальних разових концентрацій та усереднених значень, у тому числі у порівнянні з відповідними ГДК, значень індексів забруднень тощо. А також, той факт, що сучасне представлення екологічної інформації здебільшого [166–171] реалізується спрощено, у вигляді кольорових схем. Запропоновано здійснити розподіл користувачів системи на неавторизованих, яким має бути доступна лише загальнозрозуміла інформація та авторизованих, як експертів, служб, організацій, установ, так і звичайних громадян за їх бажанням. Також, вихідною умовою для забезпечення потреб усіх користувачів системи, встановлено необхідність реалізації різних схем представлення моніторингової інформації:

- спрощена схема візуалізації (приклад наведено на рис. 1.9, розділу 1 роботи) для неавторизованих користувачів, що має забезпечувати інтуїтивно-зрозуміле представлення основних метеоданих (напрямок і швидкість вітру) та візуалізацію результатів спостережень (як системних так і оперативних) у вигляді кольорової схеми. При цьому інтерфейс інформаційного сайту ІАС моніторингу має забезпечувати можливості для чисельного відображення відповідної інформації;

- повна схема візуалізації для авторизованих користувачів має забезпечувати надання усієї повноти обробленої інформації підсистеми спостережень у чисельних значеннях як результатів замірів концентрацій шкідливих речовин, так і метеоданих. При цьому інтерфейс інформаційного сайту ІАС моніторингу має забезпечувати можливості авторизованих користувачів одержати інформацію достатню, як для проведення детального аналізу, так і для оцінювання правильності діагностичного чи експертного висновку системи в певній екологічній обстановці.

Враховуючи наведені вихідні умови розроблено деталізовану структуру ІАС у частині роботи блока візуалізації даних, яку представлено на рис. 4.3 [215].

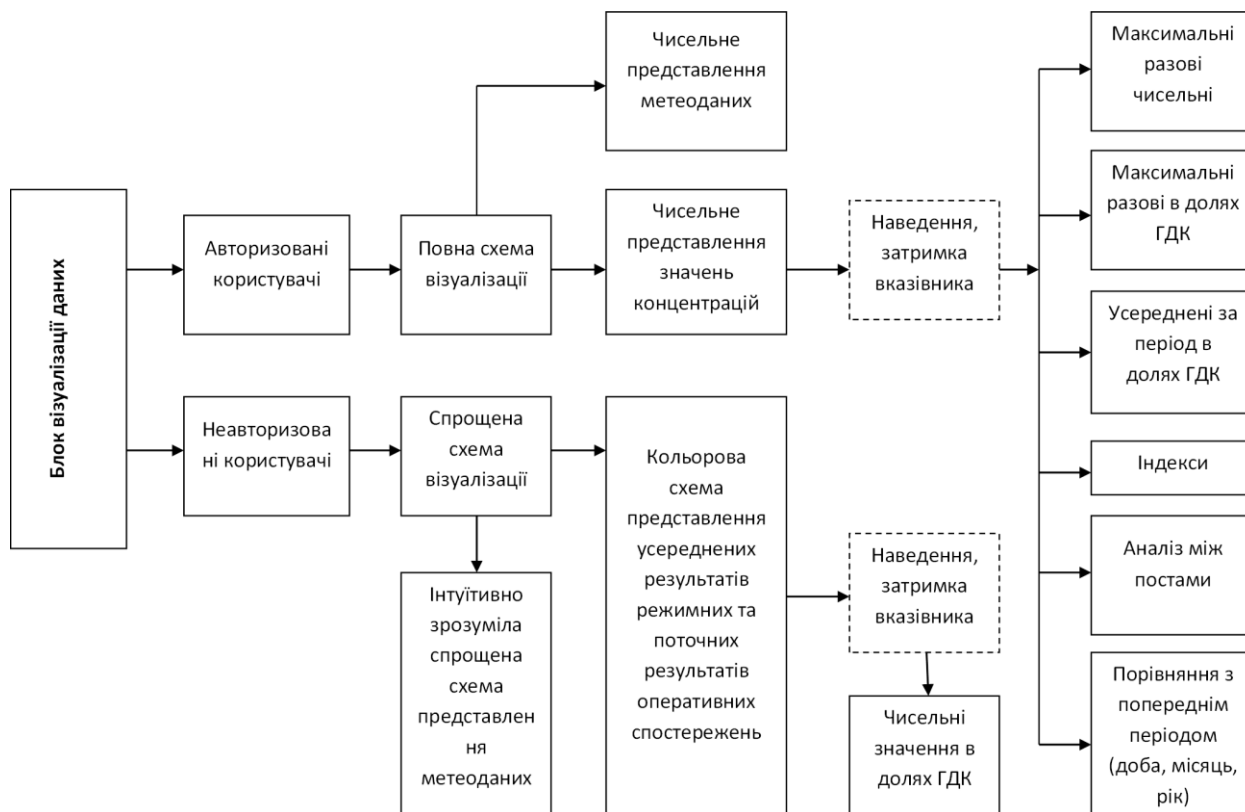


Рисунок 4.3 – Структура ІАС у частині роботи блока візуалізації даних

4.4 Обробка запитів на інформацію та її візуалізація

Враховуючи зазначені у пр. 4.3 особливості роботи блока візуалізації даних запропоновано деталізовану схему функціональної реакції ІАС на запити користувачів залежно від рівня їх авторизації в системі. Деталізовану структуру ІАС у частині обробки запитів на інформацію представлено на рис. 4.4.

Варто зазначити, що усі запити користувачів системи мають надходити до блоку обробки запитів на інформацію, який в свою чергу функціонально та схематично взаємопов'язаний із блоком обробки інформації та архівними даними [215].



Рисунок 4.4 – Структура ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації

При цьому ІАС через інтерфейс користувача має забезпечувати процедуру оцінювання рівня авторизації. За результатами контролю неавторизованим користувачам доступна спрощена схема візуалізації даних із допуском на одержання їх чисельних значень у відповідь на запит. Система має забезпечувати для авторизованих користувачів виконання процедури вибору рівня доступу до інформації, що забезпечується адміністратором ІАС. Авторизовані користувачі повинні мати можливість подання запиту на одержання пакетної інформації. Також їм має бути доступна повна схема візуалізації даних одразу після проходження процедури авторизації.

Варто зазначити, що невід'ємним елементом даної частини структури ІАС має бути блок контролю представлення інформації системи для її подальшої візуалізації. Також зазначений блок має забезпечувати правильність реалізації функціональних взаємозв'язків між службами-підсистемами і користувачами.

4.5 Структурна схема функціональних взаємозв'язків підсистеми попередження про НМУ

Служба-підсистема прогнозування МУЗ та попередження про НМУ відіграє провідну роль в організації ефективної роботи системи моніторингу в цілому. В базовій структурі ІАС (рис. 4.1) дана підсистема представлена службою прогнозування та блоком формування попередження для користувачів. Виходячи з цього запропоновано деталізовану схему реалізації структурно-функціональних взаємозв'язків в підсистемі прогнозування МУЗ та попередження про НМУ в структурі ІАС муніципального моніторингу, яку візуалізовано на рис. 4.5[215].

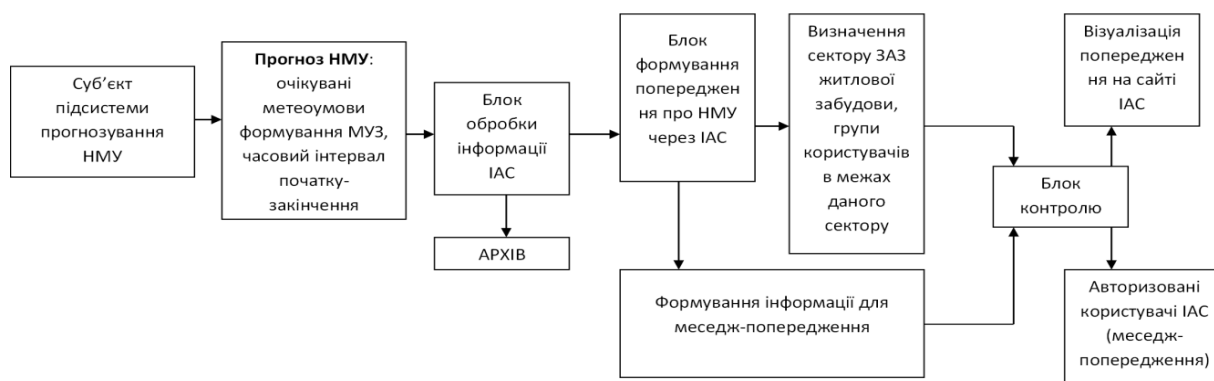


Рисунок 4.5 – Схема підсистеми прогнозування МУЗ та попередження про НМУ в структурі ІАС муніципального моніторингу

Основними прикладними аспектами реалізації функцій цієї підсистеми є такі:

- прогноз МУЗ та НМУ здійснюється певним суб'єктом у відповідній підсистемі комплексної системи моніторингу;
- прогнозні дані обробляються та надходять до блоку формування попередження про настання НМУ через ІАС;
- процедура формування попередження здійснюється за двома схемами: 1) формування меседж-попередження для авторизованих користувачів. При цьому визначаються сектори житлової забудови

відповідних ЗАЗ, групи авторизованих користувачів у визначених секторах ЗАЗ та здійснюється їх повідомлення за допомогою відповідної служби; 2) попередження про НМУ візуалізується на сайті системи, як текстовим попередженням, так і у вигляді кольорової схеми з виділенням визначених секторів ЗАЗ.

4.6 Структурна схема функціональних взаємозв'язків підсистеми організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян

Особливе місце в структурі ІАС займає служба прийому звернень громадян, що на сьогодні забезпечує роботу підсистеми організації оперативних спостережень. Деталізовану структурно-логічну схему функціональних зв'язків відповідної підсистеми ІАС у частині організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян представлено на рис. 4.6 [215].

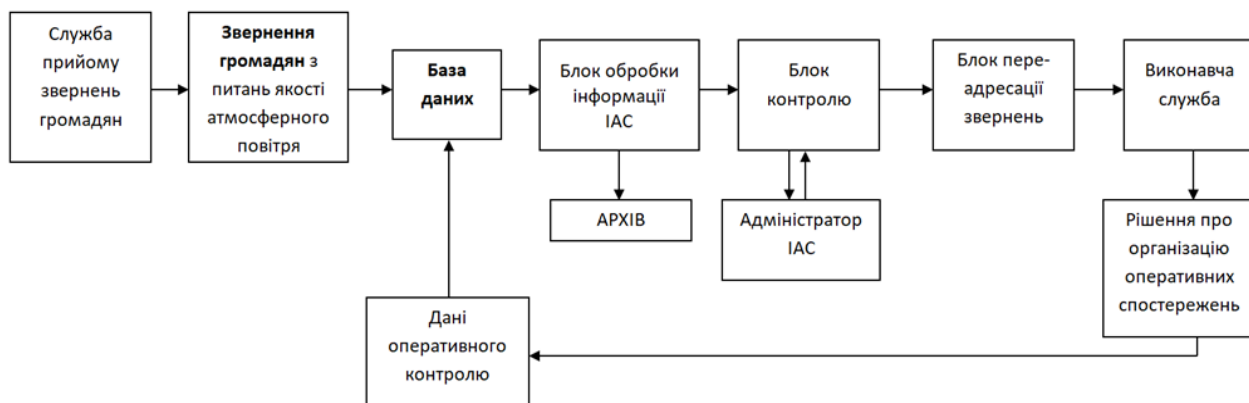


Рисунок 4.6 – Схема підсистеми оцінювання результатів спостережень, оперативного реагування та короткострокового прогнозування змін у частині організації оперативних спостережень на основі аналізу звернень громадян

Служба прийому звернень громадян фільтрує звернення з питань різкого погіршення якості атмосферного повітря. Дані звернення надходять у

БД ІАС, оброблюються та переадресовуються відповідній виконавчій службі муніципалітету, що на основі діючих місцевих інструктивних документів приймає рішення про організацію оперативних спостережень.

4.7 Структурна схема функціональних взаємозв'язків підсистеми експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря

Як було зазначено у пр. 3.3 роботи, запровадження процедури експертного оцінювання є невід'ємною умовою функціонування сучасних систем екологічного моніторингу. Базуючись на цьому було деталізовано схему структурно-функціональних взаємозв'язків в підсистемі незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря ІАС. Дану схему наведено на рис. 4.7 [215].

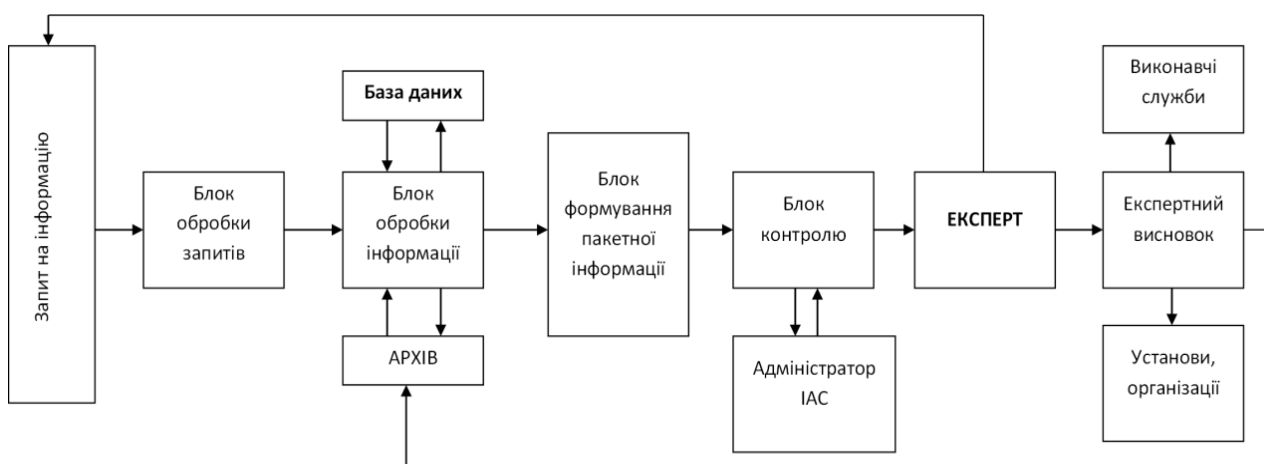


Рисунок 4.7 – Схема підсистеми незалежного експертного оцінювання поточної та оперативної інформації про стан забруднення атмосферного повітря

Згідно зазначеної структурно-функціональні схеми роботи відповідної підсистеми ІАС незалежний експерт подає запит на інформацію. Інформація надається експерту в пакетній формі. Орієнтовну структуру пакету

інформації наведено на рис. 4.8. Експертний висновок спрямовується зацікавленим користувачам системи, а також, архівується [215].

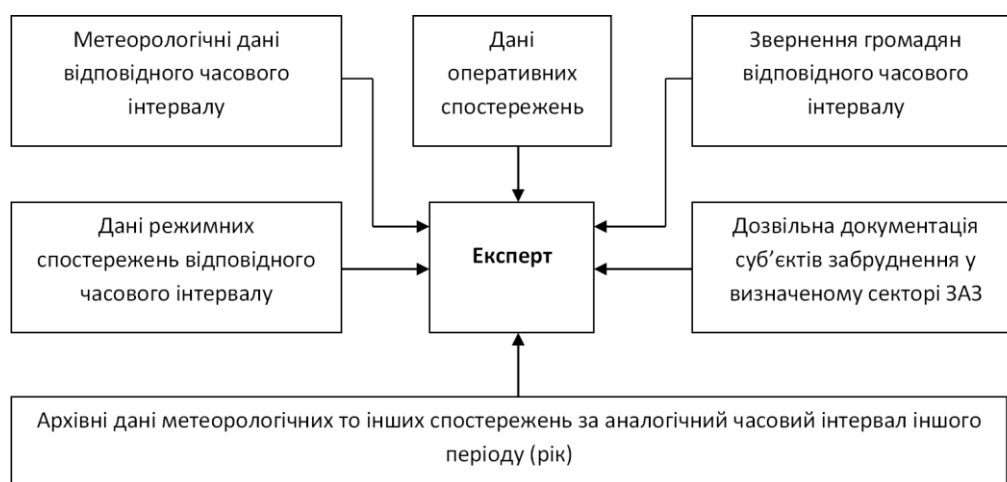


Рисунок 4.8 – Структура пакету інформації експерта

4.9 Висновки до розділу 4

1. Розроблено загальну структуру ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні. У складі цієї структури деталізовано складові ІАС у частині: формування бази даних за результатами спостережень, роботи блока візуалізації даних, обробки запитів на інформацію та її візуалізації.

2. 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.

3. Запропоновано структуру ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації, а також структурну схему роботи блоку візуалізації даних, що дозволить диференціювати інформацію за різними схемами залежно від рівня доступу та авторизації користувачів системи, забезпечуючи таким чином повноту доступу до екологічної інформації відповідно до вимог законодавства.

РОЗДІЛ 5

ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ МОНІТОРИНГУ ТА ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

Результати аналізу сучасних підходів до розробки та реалізації систем екологічного моніторингу атмосферного повітря (пр. 1.3, розділ 1 роботи) дозволили встановити, що пріоритетом розробки систем моніторингу є їх повна автоматизація від початку процесу спостереження і завершуючи процесом продукування діагностичного висновку, як управлінського рішення із підвищення рівня екологічної безпеки.

Встановлено (пр. 1.1, розділ 1 роботи), що загально прийнята структурно-логічна схема організації системи моніторингу довкілля в Україні для розв'язання завдань управління екологічною безпекою в сфері забруднення атмосферного повітря на рівні конкретних урбанізованих територій (на муніципальному рівні) на даний час не є такою, що адекватно відображає сукупність підсистем, які мають забезпечувати її ефективність, тобто адекватну та своєчасну реакцію на прогнозовані ситуації, що пов'язані з екологічною безпекою [17].

Обґрунтована структура ІАС комплексної системи муніципального моніторингу атмосферного повітря, представлена у розділі 4 роботи, розкриває сутність функціональних зв'язків між елементами-службами системи. Між тим, невід'ємним етапом процесу автоматизації моніторингових систем є створення моделей ІАС для упорядкування множини відносин, що безпосередньо впливають на процес прийняття рішення з управління екологічною безпекою. Останній має забезпечуватись універсальною інформаційною технологією моніторингу та підтримки прийняття рішень.

5.1 Задачі для розробки моделі ІАС моніторингу екологічної обстановки та відповідної інформаційної технології

Аналіз літературних джерел [156–163] показує, що існують методологічні проблеми побудови систем моніторингу. Такими проблемами є:

- відсутність єдиної концептуальної основи з побудови інформаційних технологій і систем моніторингу, які функціонують у різних умовах застосування та цільового призначення;

- ускладнення єдиного формального опису різних фізичних явищ і процесів через застосування різного математичного апарату для різних цілей аналізу;

- наявність великої кількості форм представлення даних і, відповідно, типів моделей подання знань про об'єкт моніторингу, що обумовлене існуванням спеціалізованих підходів.

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.

Отже, залишається не в повному обсязі розв'язаним завдання розробки універсальної структури інформаційно-аналітичної системи підтримки прийняття рішень з управління екологічною безпекою в межах урбосистем [229].

Перш за все, необхідним є формальний базис, що описує склад і структуру такої системи. Крім того, інтерес представляє розробка моделі розпізнавання критичних ситуацій, що повинна мати достатню універсальність.

З урахуванням вищезазначеного, метою дослідження є підвищення ефективності і масштабованості інформаційно-аналітичної системи

підтримки прийняття рішень з критичних ситуацій в процесах забезпечення екологічної безпеки компонентів довкілля.

Для досягнення поставленої мети розв'язані наступні задачі:

- розробка формальної теоретико-множинної моделі інформаційно-аналітичної системи;
- розробка адаптивної нечіткої моделі розпізнавання ситуацій і визначення ступеня їх критичності;
- розробка інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття рішень, що доповнює опис архітектури інформаційно-аналітичної системи.

Розробка моделі інформаційно-аналітичної системи моніторингу екологічної обстановки в урбосистемі 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 щодо побудови 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 [229, 230]:

- 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 видачі повідомлень і рекомендацій для користувачів.

Під час розробки 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;
- застосування багатоагентного підходу до побудови систем моніторингу та підтримки прийняття рішень [229].

Визначені задачі, вимоги до виконання функцій, принципи організації та пропозиції є основою для розробки теоретико-множинних моделей інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу (ІАС ЕМ).

Послідовність дій щодо побудови моделі ІАС та інформаційної технології, що дозволяють визначити склад і структуру основних функціональних елементів ІАС ЕМ представлено алгоритмом, візуалізованим на блок-схемі (рис. 5.1).



Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму розробки інформаційної технології та підтримки прийняття рішень в системі муніципального екологічного моніторингу [229]

5.2 Теоретико-множинна модель, як основа структури інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу

Використання теоретико-множинного підходу для вирішення проблем формалізації задач оптимізації управління екологічною безпекою в складних системах екологічного моніторингу, з розвиненою ієрархічною структурою функціональних взаємозв'язків між підсистемами, є достатньо обґрунтованим. Адже розв'язання цих проблем виключно класичними методами оптимального управління не є ефективним через значну множину об'єктів і елементів у таких системах та складність урахування великої кількості відносин між факторами впливу.

5.2.1 Модель інформаційно-аналітичної системи

Досвід розробки систем моніторингу складних процесів показує, що система моніторингу повинна забезпечувати виконання таких функцій [231]: 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 користувачів; перетворення значень первинних параметрів процесу в значення ознак ситуації; розпізнавання ситуації і підтримка прийняття оперативних рішень щодо корекції ситуації; короткострокове прогнозування розвитку подій; періодичне уточнення параметрів моделей і поповнення бази знань; ведення бази даних моніторингу та історії видачі повідомлень і рекомендацій для користувачів.

З урахуванням сказаного вище, розроблено теоретико-множинну модель, як основу побудови структури інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу (ІАС ЕМ) [229].

Підготовка прийняття рішення відбувається в рамках онтології предметної області:

$$O = \langle E(AT), ER, F, AS \rangle, \quad (5.1)$$

де E – набір сутностей предметної області, AT – множина атрибутів сутностей; ER – множина відносин сутностей, $F: E \times ER$ – функції інтерпретації відносин і сутностей; AS – множина аспектів задач, що визначають підмножини сутностей і зв'язків.

У загальному вигляді модель ІАС ЕМ представлено набором:

$$M = \langle F, PC, R \rangle, \quad (5.2)$$

де F – функціональні підсистеми ІАС, PC – комплекси що забезпечують функціонування ІАС; R – відносини, що зв'язують елементи ІАС в єдину структуру. Стосовно до розглянутих вище проблем створення ІАС ЕМ деталізовано зміст моделі:

$$M = \langle F(MS, SAD), IC, QM, MQM, MM, AC, SP, OC, R_1, R_2, R_3 \rangle, \quad (5.3)$$

де MS – підсистема моніторингу параметрів екосистеми; SAD – підсистема підтримки прийняття рішень; IC – інформаційний комплекс – бази даних значущих параметрів, база знань про виникаючі ситуації, картографічні бази даних, фактографічна база даних, довідково-нормативна база даних; $MQ = \langle Q, LQ \rangle$ – модель якості екологічної обстановки, де Q – множина показників якості відповідно до стандартів; LQ – множина допустимих значень показників якості; $MQM = \langle Q_M, LQ_M \rangle$ – модель якості процесу управління ситуацією, де Q_M – множина значимих показників якості управління; LQ_M – множина обмежень на керуючі впливи; MM – комплекс математичних моделей, що використовуються для вирішення задач моніторингу та розпізнавання ситуацій; AC – комплекс алгоритмів розв'язання задач моніторингу, розпізнавання та підтримки прийняття рішень; SP – комплекс інструментальних програмних засобів, що реалізують функціональні задачі ІАС ЕМ; OC – організаційний комплекс ІАС ЕМ, тобто організаційні

принципи і документи, що регламентують контроль екологічної обстановки; $R1 \subseteq Q_M \times Q$ – відображення множини показників якості управління на множину показників якості екологічної обстановки; $R2 \subseteq MM \times F$ – розподіл моделей по підсистемах; $R3 \subseteq F \times Q$ – відношення впливу функціональних підсистем на якість екологічної обстановки.

Таким чином, розроблено теоретико-множинна модель інформаційно-аналітичної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні, яка включає та логічно пов'язує інформаційні потоки в підсистемі моніторингу параметрів екосистеми, підтримки прийняття рішень, інформаційному комплексі «база даних параметрів – база знань ситуацій», застосування якої дозволить оперативно розпізнавати екологічно небезпечні ситуації та приймати адекватні рішення щодо їх корекції.

5.2.2 Модель підтримки прийняття рішень

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.

Задачу пошуку рішень буде визначатися моделлю [229]:

$$PFS = \langle PSM, S, S_A, S_0, S_T, R_T, Q_{CS} \rangle, \quad (5.4)$$

де PSM – модель проблемної ситуації в предметній області; S – множина поточних станів (ситуацій); $S_A \in S$ – підмножина допустимих станів; $S_0 \in S$ – підмножина початкових станів; $S_T \in S$ – підмножина цільових станів; $R_T: S \rightarrow S$ –

кінцева множина правил перетворень. Кожне правило $R_{Ti} \in R_T$ є функцією, що реалізує відображення $R_{Ti}: S_i \rightarrow S$, де S_i – область визначення R_{Ti} ; Q_{CS} – множина критеріїв якості рішення.

Склад підсистеми підтримки прийняття рішень SAD представлено у вигляді:

$$SAD = \langle DSM(PSM), KB, MB, DB, SS, RR, PM, AB, IDA, UI \rangle, \quad (5.5)$$

де DSM – модель пошуку рішень; KB – база знань; MB – база моделей фізичних процесів, що підлягають аналізу; DB – база даних; SS – множина ознак ситуації; $RR \subseteq Q \times SS$ – відображення множини показників, що характеризують екологічну обстановку, на множину ознак ситуації; PM – процес-менеджер, який здійснює диспетчерські функції; AB – база алгоритмів; IDA – інтерфейс з підсистемою збору даних; UI – блок інтерфейсу з користувачами.

Основними елементами інтелектуальних систем підтримки прийняття рішень (СППР) є моделі представлення проблемних ситуацій, моделі пошуку рішень, а також засоби організації діалогової взаємодії з користувачем (ОПР, експертом, мешканцем, що надсилає повідомлення) і засоби зв'язку з іншими інформаційними системами. Модель пошуку рішень визначає допустимі перетворення ситуацій і набір стратегій застосування цих перетворень.

Для вирішення задачі усунення несприятливої ситуації модель пошуку рішень формально визначено набором:

$$DSM = \langle PSM, A_{SR}, SR, AAR, \rangle, \quad (5.6)$$

де A_{SR} – множина алгоритмів вибору продукцій та їх інтерпретації при виборі рішення; SR – множина продукцій; AAR – алгоритм поповнення множини SR в процесі функціонування СППР.

Отже, побудовано моделі, що дозволяють визначити склад і структуру основних, щодо розв'язання задач пошуку та підтримки прийняття управлінських рішень, функціональних елементів ІАС ЕМ.

5.2.3 Модель розпізнавання ситуацій

В основу структурування оперативної інформації покладено аналіз і класифікацію ситуацій (якісних оцінок стану процесу, які ґрунтуються на аналізі параметрів екологічної обстановки).

Експертний аналіз дозволив виявити низку ситуацій, серед яких є штатна ситуація, коли стан атмосфери задовільний, а також позаштатні ситуації, кожна з яких характеризується перевищенням порогових значень концентрації одної чи декілька забруднюючих речовин. Враховувалися також і ускладнюючі фактори, пов'язані з погодними умовами. Для кожної ситуації були відібрані ознаки, які прямо або непрямо впливають на її виникнення. Кожна ознака, виділена на етапі якісного аналізу, розглядалася експертами із застосуванням методу парних порівнянь на предмет її значущості щодо розпізнавання ситуації. Сформовано словники ситуацій та ознак ситуацій. Для розпізнавання кожної ситуації сформовані вербальні правила. Приклад правила: ЯКЩО <концентрація оксиду вуглецю = «підвищено»> І <район підвищення концентрації оксиду вуглецю = «5»> ТО <Видати попередження керівництву підприємства «XXX»>.

У процесі розвідувального аналізу даних проведено, зокрема, кластеризацію у просторі ознак, яка дозволила виявити області, характерні для різних ситуацій. Уточнення меж кластерів виконувалось шляхом експертних оцінок. Аналіз наявних у розпорядженні розробників даних, показав: коефіцієнт варіації вибірок становить 33 ... 40 %; між деякими ознаками є кореляція; вибірки містять «аномальні» значення та пропуски даних, які неможливо відновити традиційними методами. Окрім того аналітична система повинна використовувати не тільки числові, але також і вербальні оцінки. Тому вибрана нечітка модель класифікації, яка добре зарекомендувала себе у розв'язанні задач розпізнавання за відсутності властивості сепарабельності у кластерів. Кластеризація ознак і попереднє формулювання правил забезпечують логічну прозорість моделі.

На першому етапі розробки нечіткої моделі розпізнавання ситуацій побудовано функції приналежності для лінгвістичних змінних – ознак ситуацій, а також базу знань. У процесі кластеризації було виявлено, що щільності різних кластерів однієї й тієї ж ознаки різні. Іншими словами, має місце різна інформативність ознак щодо кожного правила. З урахуванням того, що базові підмножини (кластери) вже сформовані експертами, у моделі розпізнавання введені вагові коефіцієнти w_{ji} для кожного елементарного посилення в кожному правилі. Значення коефіцієнтів обмежені діапазоном $[0,5 \dots 1]$. При цьому одиничне значення еквівалентно стовідсотковій значущості посилення. Якщо кількість ознак ситуацій n , а число ситуацій m , то, з урахуванням введення коефіцієнтів w_{ji} , база нечітких знань в загальному вигляді може бути зображена у вигляді таблиці 5.1 [229].

Таблиця 5.1 – Структура бази нечітких знань з діагностики ситуацій

№ з/п	Вхідні змінні та коефіцієнти								Вихідна змінна
	індивідуальної настройки елементарних посилок								
	x_1		x_2		$\dots x_i \dots$		x_n		
1_1	A_1^{11}	w_1^{11}	A_2^{11}	w_2^{11}	A_i^{11}	w_i^{11}	A_n^{11}	w_n^{11}	d_1
1_2	A_1^{12}	w_1^{12}	A_2^{12}	w_2^{12}	A_i^{12}	w_i^{12}	A_n^{12}	w_n^{12}	
...		
1_{kl}	$A_1^{1k_1}$	$w_1^{1k_1}$	$A_2^{1k_1}$	$w_2^{1k_1}$	$A_i^{1k_1}$	$w_i^{1k_1}$	$A_n^{1k_1}$	$w_n^{1k_1}$	
...
j_1	A_1^{j1}	w_1^{j1}	A_2^{j1}	w_2^{j1}	A_i^{j1}	w_i^{j1}	A_n^{j1}	w_n^{j1}	d_j
j_2	A_1^{j2}	w_1^{j2}	A_2^{j2}	w_2^{j2}	A_i^{j2}	w_i^{j2}	A_n^{j2}	w_n^{j2}	
...		
j_{kp}	$A_1^{jk_p}$	$w_1^{jk_p}$	$A_2^{jk_p}$	$w_2^{jk_p}$	$A_i^{jk_p}$	$w_i^{jk_p}$	$A_n^{jk_p}$	$w_n^{jk_p}$	
...
m_1	A_1^{m1}	w_1^{m1}	A_2^{m1}	w_2^{m1}	A_i^{m1}	w_i^{m1}	A_n^{m1}	w_n^{m1}	d_m
m_2	A_1^{m2}	w_1^{m2}	A_2^{m2}	w_2^{m2}	A_i^{m2}	w_i^{m2}	A_n^{m2}	w_n^{m2}	
...		
m_{km}	$A_1^{mk_m}$	$w_1^{mk_m}$	$A_2^{mk_m}$	$w_2^{mk_m}$	$A_i^{mk_m}$	$w_i^{mk_m}$	$A_n^{mk_m}$	$w_n^{mk_m}$	

Елемент A_i^{jp} , що знаходиться на перетині i -го стовпця та j_p -го рядка відповідає лінгвістичній оцінці параметра x_i в рядку матриці знань з номером j_p . Лінгвістична оцінка вибирається з терм-множин, що відповідають змінній x_i , яка описує стан процесу, тобто $A_i^{jp} \in T_i, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}, p = \overline{1, k_j}$. Тоді удосконалена нечітка модель розпізнавання ситуацій виглядає таким чином:

$$\bigcup_{p=1}^{k_j} \bigcap_{i=1}^n \left[(x_i = A_i^{jp}) w_i^{jk_p} \right] \rightarrow d_j, \quad (5.7)$$

де d_j – діагностичний висновок щодо поточної ситуації.

Діагностика ситуації передбачає визначення ступеня критичності. На першому етапі процедури визначення критичності для кожної ознаки x_i з правила, що визначає ситуацію S , фіксують значення x_i^* як відстань від центра кластера номінального режиму до поточної робочої точки. На другому етапі обчислюють ступінь критичності як зважену суму значень ознак:

$$K_S = \sum_{i=1}^{n_S} \alpha_i x_i^*, \quad (5.8)$$

де α_i – ваговий коефіцієнт значущості ознаки з точки зору критичності ситуації.

На третьому етапі для лінгвістичної оцінки критичності ситуації використовують лінгвістичну змінну з трьома значеннями: «Незначна» (у центрі кластера номінального режиму); «Середня» – у центрі кластера критичного режиму; «Висока» – від критичної зони і вище.

Після розпізнавання ситуації та оцінювання її критичності СППР повинна видати рекомендацію щодо корекції ситуації. Якщо у двох ситуаціях ступінь критичності однаковий, то необхідно, щоб СППР видала рекомендації з урахуванням спільної появи ситуацій. Для розв'язання цієї проблеми формується матриця попарної сумісності критичних ситуацій. Для сумісних ситуацій формуються окремі правила усунення.

Таким чином, побудована нечітка модель розпізнавання ситуацій (5.7)–(5.8), яка дозволяє коригувати і поповнювати базу знань і генерувати повідомлення та рекомендації щодо корекції екологічної обстановки або прийняття заходів із забезпечення екологічної безпеки.

Розглянемо задачу навчання та донавчання СППР. Ця задача містить два аспекти – поповнення бази знань (БЗ) і корекції вагових коефіцієнтів антецедентів правил. Поповнення бази знань відбувається, якщо оператор виявляє невраховану критичну або нештатну ситуацію. Протягом усього процесу моніторингу дані про всі вимірювані та контрольовані параметри зберігаються в окремій таблиці бази даних і періодично архівуються. Під час аналізу архівних даних виділяються вектори значень параметрів, що передували виникненню несприятливої ситуації. Оскільки є можливість появи декількох ситуацій одночасно, необхідно розробити матрицю сумісності ситуацій та відповідні правила прийняття рішень.

Корекція вагових коефіцієнтів елементарних посилянь здійснюється при підготовці бази знань до використання у складі СППР, або за отриманням нової підвибірки прикладів. Кожен приклад містить пару «вхід-вихід» $\langle X^*, d^* \rangle$, тобто вектор значень ознак ситуації та номер відомої ситуації як шаблон. Підбір значень вагових коефіцієнтів проводиться за допомогою еволюційного алгоритму, який генерує популяцію рішень, реалізує мутацію, відбір та уточнення координат рішень-лідерів. Донавчання відбувається у міру накопичення нової підвибірки прикладів у процесі експлуатації системи.

Для корекції БЗ у разі виявлення відомої критичної або нештатної ситуації, значення ознак якої відрізняються від значень ознак, наявних у базі знань, розроблено алгоритм, який полягає в обчисленні ступеня істинності нового антецедента, порівняння отриманого значення з порогом і перевірки існування його аналога. Якщо ступінь істинності вищий за поріг і аналог існує, коригуються значення вагових коефіцієнтів елементарних посилянь. Інакше антецедент додають до правила зі знаком диз'юнкції.

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 шляхом раціональної організації процесів збору, обробки і передачі інформації.

5.3 Загальна схема інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень

Розглянемо інформаційні процеси (ІП) збору, обробки і передачі інформації в інформаційно-аналітичній системі, дотримуючись хронології подій в системі.

За запитом до підсистеми збору даних з підсистеми спостережень надходять поточні значення даних (вимірних значень параметрів навколишнього середовища у відповідних точках контролюваного регіону). Отримані значення у відповідних форматах передаються в оперативну пам'ять ЕОМ і зберігаються в окремих масивах бази даних (БД) з відповідним значенням дискретного часу t_i .

Проводиться нормування даних і їх розподіл за таблицями БД СППР [229, 232].

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

ІП2. Розпізнавання ситуацій. При використанні нечіткої моделі розпізнавання та бази знань 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 базу знань (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.

ІІІ. Створення повідомлень і рекомендацій. Процес виконується за наступним алгоритмом:

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.

ІІІІ. Збереження в БД повідомлень і рекомендацій з відміткою дати і часу.

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

ІІІІІІ. Координація виконання процесів ІІІ-ІІІІІ.

Послідовність зазначених процесів представлено на рис. 5.2 у вигляді інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень щодо екологічної безпеки.

Розроблений комплекс моделей інформаційно-аналітичної системи дозволив на рівні архітектури врахувати різноманіття функцій системи, її складу і зв'язків окремих елементів. Це дозволило в подальшому розробити і апробувати інформаційну технологію розпізнавання екологічних ситуацій і видачі повідомлень і рекомендацій. Перевагою запропонованої архітектури є можливість швидкого масштабування системи. Це досягається, по-перше, за рахунок простого розширення словника ознак, ситуацій і бази знань. По-друге, гнучке налаштування бази знань шляхом корекції вагових коефіцієнтів елементарних посилок правил дозволяє підвищити частку правильно розпізнаних ситуацій, що, в свою чергу, підвищує ефективність управління

екологічною обстановкою. Система мінімізує дії ОПР, якій у більшості випадків не потрібно обмірковувати ситуацію і приймати рішення.

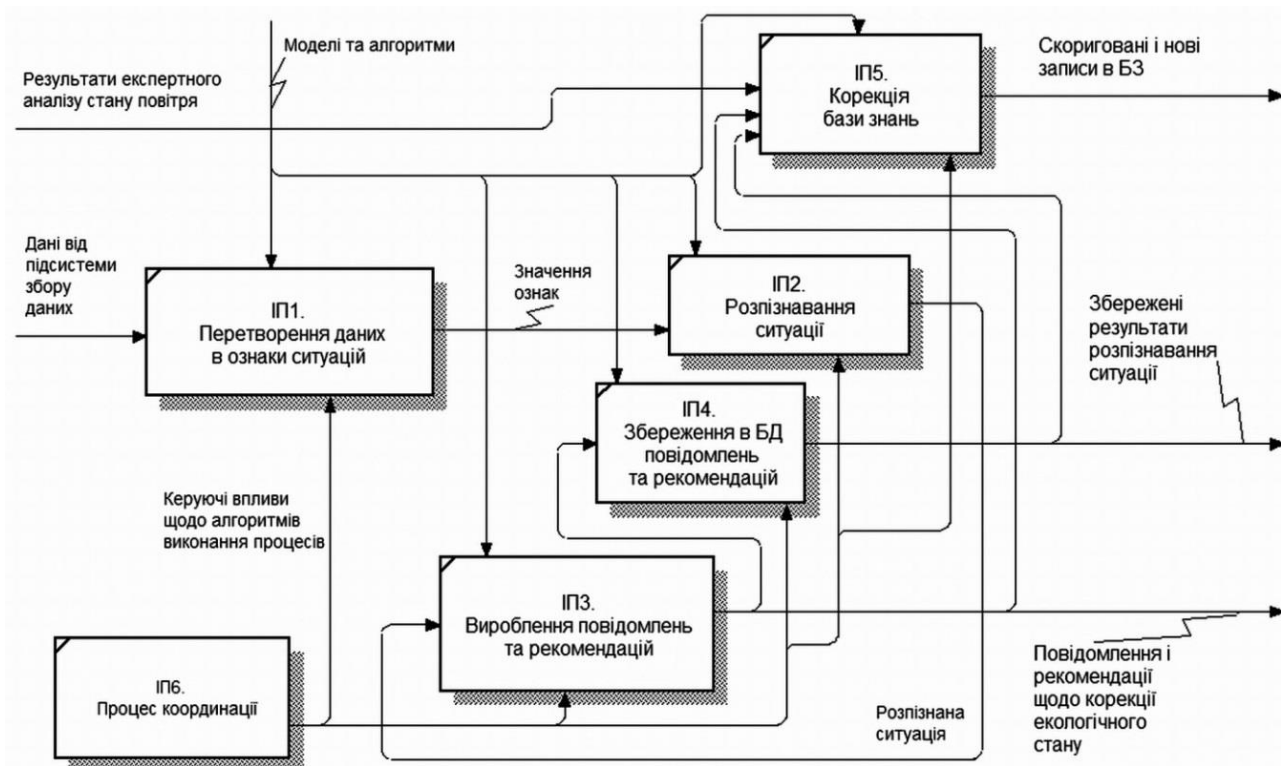


Рисунок 5.2 – Загальна схема інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень

Недоліком архітектури на даному етапі є відсутність механізму автоматичного виявлення суперечливих правил в базі знань. Цей недолік частково компенсується можливістю безперервного навчання системи на підставі наявних прецедентів.

Отже, розроблено інформаційну технологію моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень з управління екологічною безпекою в системі комплексного муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря [229, 232].

Таким чином, набули подальшого розвитку теоретичні аспекти управління екологічною безпекою техногенно навантажених урбосистем шляхом створення інформаційних технологій моніторингу в умовах неповної

визначеності ситуацій, що забезпечує інформаційно-технічну підтримку прийняття управлінських рішень.

5.4 Висновки до розділу 5

1. Розроблено моделі, що описують архітектуру інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень щодо заходів, які забезпечують екологічну безпеку урбанізованих територій на муніципальному рівні.

2. Розроблено адаптивну нечітку модель розпізнавання ситуацій у процесі моніторингу екологічної обстановки, яка дозволяє просте масштабування системи підтримки прийняття рішень.

3. Сформовано загальний опис інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень щодо корекції екологічно небезпечних ситуацій.

4. Результати адаптовані для застосування під час розробки інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень з екологічної безпеки на рівні конкретної техногенно навантаженої урбосистеми.

РОЗДІЛ 6

ПРАКТИЧНА РЕАЛІЗАЦІЯ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ПРИКЛАДІ М. КРЕМЕНЧУК

Розроблена на основі запропонованої структури ІАС (розділ 4 роботи) інформаційна технологія моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень з управління екологічною безпекою (розділ 5), схеми організації системних, оперативних та епізодичних спостережень (розділ 3) є теоретичним базисом для практичного впровадження комплексної системи муніципального моніторингу на прикладі конкретної урбосистеми. Реалізацію складових системи моніторингу атмосферного повітря здійснено на прикладі техногенно навантаженого м. Кременчук.

6.1 Обґрунтування вибору урбосистеми м. Кременчук для практичної реалізації розроблених елементів системи моніторингу

Місто Кременчук є техногенно навантаженою урбосистемою, потужні промислові об'єкти якої спричиняють значний негативний вплив на компоненти довкілля. Рівень забруднення атмосферного повітря у місті обумовлений викидами забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел. Основними стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря у місті є підприємства машинобудування, енергетики, нафтохімії та будівельної індустрії [233]. Близько 95% викидів припадає на 9 підприємств: ПАТ «Укртатнафта», ПАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю» (КЗТВ), філія Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго», ПАТ «Кременчуцький колісний завод», ПАТ «АвтоКрАЗ», ПАТ «Кременчуцький сталеливарний завод», ПАТ «Кредмаш», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», ТОВ НВФ «Техвагонмаш». Перші три підприємства

– I-го класу небезпеки, згідно [193].

На підприємствах нафтопереробної промисловості забруднення атмосферного повітря відбувається на всіх етапах технологічного процесу переробки нафти при звичайній роботі підприємств, а також можливі залпові, періодичні викиди при аварійних ситуаціях, зупинках технологічного процесу, ремонтних роботах, пусконаладжувальних операціях і виведенні процесу на режим. В атмосферу надходять випари сирової нафти й одержуваних з неї цільових продуктів (граничні й неграничні вуглеводні, поліциклічні ароматичні вуглеводні – ПАВ, альдегіди та ін.), використовувані реагенти (фенол, ацетон, аміак, пил каталізаторів та ін.), сірчисті сполуки нафти (сірководень, меркаптани), продукти спалювання палива (оксиди вуглецю, азоту та сірки (сірчистий ангідрид та сірчаний ангідрид), сірководень, фенол, сполуки металів) та ін. Основна кількість шкідливих речовин надходить в атмосферу у вигляді неорганізованих викидів, включаючи випари з резервуарів, газовиділення через нещільності устаткування, з вентиляційним повітрям, з відкритої поверхні споруд з очищення стічних вод, градирень системи зворотного водопостачання й іншого устаткування. Сумарні втрати вуглеводнів у процесі нафтопереробки становлять 0,7 – 2,0 % від кількості нафти, що переробляється.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища на машинобудівних підприємствах є складальне виробництво, ливарні, травильні й гальванічні цехи, цехи механічної обробки, зварювальні й фарбувальні цехи й ділянки. Пило- і газовикиди підприємств машинобудівної промисловості, залежно від застосовуваних технологічних процесів та ефективності очищення повітря, перед викидом в атмосферу містять широкий спектр забруднюючих речовин: полідисперсний пил і сажу; оксиди азоту, вуглецю і сірки; фтористий, хлористий та ціанистий водень; формальдегід; фенол; метанол; метан; стирол; пари масел, що містять широкий спектр вуглеводневих сполук, включно з бенз(а)піреном та інші токсичні речовини. Дисперсний та хімічний склад пилу також залежить від

застосовуваних технологічних процесів. Так, наприклад, пил ковальсько-пресових та прокатних дільниць складається на 75–90 % з оксидів заліза, а склад ваграночного пилу ливарних цехів може коливатися в наступних межах (мас. долі у %): SiO_2 – 20–50; CaO – 2–12; Al_2O_3 – 0,5–6; MgO – 0,5–4; $(\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3)$ – 10–36; MnO – 0,5–2,5; C – 30–45.

Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго» – найпотужніша електростанція Полтавської області. Основним паливом Кременчуцької ТЕЦ є природний газ, резервним – мазут. Основними компонентами, що викидає ТЕЦ в атмосферу при спалюванні різних видів палива, є нетоксичні вуглекислий газ і водяна пара. Крім цього, у повітряне середовище викидаються такі шкідливі речовини, як: оксиди сірки, азоту і вуглецю, сполуки важких металів, сажа, вуглеводні, незгорілі частки твердого палива, канцерогенний бенз(а)пірен. Зростання долі мазуту у паливному балансі підприємства у зв'язку із зростанням цін на газ призведе до значного збільшення шкідливих викидів в атмосферу, насамперед діоксиду сірки, і зростанню техногенного впливу на навколишнє середовище.

Підприємства з виробництва будівельних матеріалів, забруднюють атмосферу пилом, що містить сполуки важких металів, фтору, двоокису кремнію, азбесту, гіпсу, тонкодисперсного скляного пилу.

Перелік забруднюючих речовин, що у тій чи іншій кількості надходять з викидами стаціонарних та пересувних джерел і розсіюються в атмосферному повітрі та накопичуються в компонентах навколишнього середовища, значно перевищує обмежені можливості контролю забруднюючих речовин, як у складі викидів, так і в атмосферному повітрі.

У рамках виробничого екологічного контролю на підприємствах м. Кременчука проводяться спостереження за вмістом у викидах наступних токсичних забруднюючих речовин: тверді речовини, оксид вуглецю, діоксид азоту, діоксид сірки, вуглеводні (сума), леткі органічні сполуки (сума), а також метан (у рамках моніторингу викидів парникових газів). Обсяги викидів основного парникового газу – двоокису вуглецю оцінюються

розрахунковим методом. Дещо ширший перелік забруднюючих речовин контролюється в атмосферному повітрі суб'єктами системи державного екологічного моніторингу: пил, сажа, оксид вуглецю, оксид і діоксид азоту, діоксид сірки, важкі метали, вуглеводні (сума), леткі органічні сполуки (сума), фтористий водень, фенол, бензол, толуол, сума ксилолів, бенз(а)пірен. Вищеназвані забруднюючі речовини розглядаються як пріоритетні для екологічного і санітарно-гігієнічного контролю, зважаючи як на їх небезпечність для навколишнього середовища і здоров'я людини, так і на обсяги їх викидів в атмосферу та поширеність в атмосферному повітрі міста.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України №1598 від 29.11.2001 року «Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню» [227] забруднюючі речовини (ЗР) розділені на дві групи. До першої (найбільш поширені ЗР) відносяться оксиди азоту, бенз(а)пірен, діоксид та інші сполуки сірки, оксид вуглецю, озон, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна), свинець та його сполуки, формальдегід. У другу групу входять небезпечні забруднюючі речовини, до яких відносять: метали та їх сполуки, органічні аміни, леткі органічні сполуки, стійкі органічні сполуки, хлор, бром та їх сполуки, фтор та його сполуки, ціаніди, фреони, арсен та його сполуки. Виходячи з цього, проводити контроль рівня забруднення даними домішками на стаціонарних постах та за допомогою ПМЕЛ недоцільно.

Викиди формальдегіду в повітря від стаціонарних джерел також незначні. Однак, як відомо, значні рівні даної ЗР можуть створюватися викидами автотранспорту. Рівень забруднення повітря міста формальдегідом високий, про що свідчать дані моніторингу на стаціонарних постах спостережень. Згідно з вимірами середньодобова концентрація формальдегіду 808 разів з 1096 перевищувала ГДК_{с.д.} Таким чином доцільно проводити вимірювання концентрації цієї домішки на основних транспортних розв'язках м. Кременчук.

Виходячи з сумарних викидів металів та їх сполук (оксиду заліза та оксиду марганцю), дані домішки не будуть створювати в приземному шарі повітря концентрації, перевищуючі їх гігієнічні нормативи.

Сумарні викиди бензолу з боку промислових підприємств незначні. Виходячи з цього, перевищення встановлених нормативів концентрацій ЗР, які фіксувались на стаціонарних постах контролю, відбувались за рахунок впливу автотранспорту міста.

Рівень забруднення атмосферного повітря аміаком майже завжди знаходиться в межах встановлених гігієнічних нормативів. Така ситуація обумовлена невеликими надходженнями ЗР в атмосферне повітря з боку промислових підприємств та значне розосередження джерел аміаку на площі міста. Основні забруднювачі повітря аміаком знаходяться в центральній частині Кременчука.

Виходячи з даних моніторингу на стаціонарних постах спостережень, перевищення концентрації сірководню спостерігається рідко.

Протягом 2012 – 2014 рр. випадків перевищення концентрації толуолу порогових значень не спостерігалось. Для контролю забруднення атмосферного повітря даними ЗР достатньо діючої мережі ПСЗ.

Дані інвентаризації викидів підприємств міста Кременчук вказують, що сумарні викиди фенолу в атмосферне повітря досить незначні. Однак результати спостережень на ПСЗ міста свідчать, що в у 11 % випадків концентрація середньодобова була вище ГДК_{с.д.} Це може бути пов'язано з надходженням ЗР від пересувних джерел забруднення. В даному випадку є доцільним посилити контроль за вмістом домішки за допомогою ПМЕЛ на основних транспортних магістралях Кременчука.

Посилення контролю також необхідно запровадити щодо вуглеводнів. Необхідність цього продиктована підвищеними, відносно інших ЗР, значеннями сумарних викидів з боку стаціонарних джерел та надходженням від пересувних джерел забруднення в центральному районі міста, де спостерігались перевищення встановлених гігієнічних нормативів

середньодобових концентрацій ЗР.

Значну увагу слід приділити контролю рівня забруднення атмосферного повітря сажею. За результатами постійного моніторингу на стаціонарних постах в центральній частині міста, у 45 % випадків середньодобова концентрація забруднюючої речовини більша за ГДК_{с.д.}. Посилення контролю можливе за допомогою проведення вимірів пересувної муніципальної екологічної лабораторії [234].

Починаючи з 2016 року значно збільшилась кількість скарг, що надходять до Кременчуцької міської ради та її виконавчого комітету стосовно забруднення атмосферного повітря підприємствами північного промислового вузла, зокрема, гострого неприємного запаху нафтопродуктів, сірководню та інших хімічних домішок у повітрі, погіршення стану здоров'я.

З метою суб'єктивного оцінювання впливу функціонуючих груп промислових об'єктів на умови проживання людей в зоні його впливу було проведено анкетування населення. Анкетуванням було охоплено 440 респондентів, що становить близько 2% від загальної кількості мешканців міста станом на жовтень 2016 року. Розподіл відсотку респондентів по основних районах міста було здійснено рівномірно, залежно від кількості мешканців району. Анкета складалась з 20 питань із декількома запропонованими варіантами відповідей. Аналіз даних опитування мешканців м. Кременчук дозволив встановити спільні ознаки, властиві усім віковим групам: переважна більшість опитаних незалежно від статі стурбована екологічною ситуацією в місті (рис. 6.1) [235].

Виявлені деякі територіальні особливості щодо стурбованості екологічною ситуацією у місті. Зокрема, найбільша ступінь екоотривожності характерна для мешканців району Молодіжний, який територіально межує з північним промисловим вузлом міста (рис. 6.2).

До Північного промвузла м. Кременчука належать потужні підприємства-забруднювачі: ПАТ «Укртатнафта», філія Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго», ПАТ «КЗТВ», промивально-пропарювальна

станція ВП «Вагонне депо Кременчук» та ін.

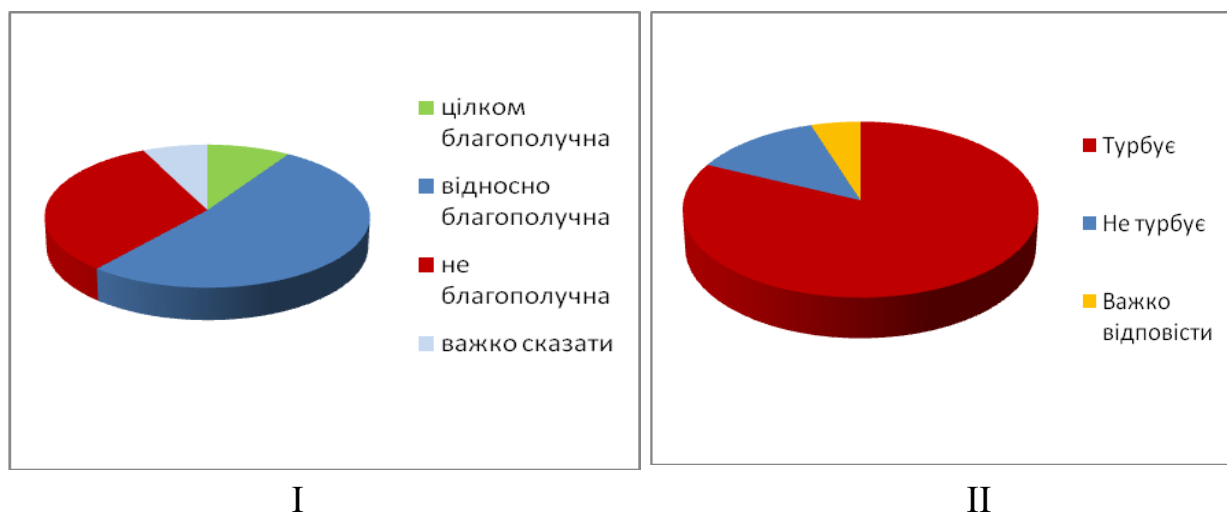


Рисунок 6.1 – Оцінка респондентами екологічної ситуації в місті (I) та ступінь екоотривожності населення (II)



Рисунок 6.2 – Порівняльна оцінка екологічного стану міста Кременчука загалом і району Молодіжний

Найнебезпечнішими факторами забруднення навколишнього середовища більшість респондентів уважали забруднення атмосферного повітря промисловими об'єктами. Також, небезпечними чинниками, вважали підвищений вміст шкідливих речовин в продуктах харчування, забруднення води і ґрунту (рис. 6.3).



Рисунок 6.3 – Небезпечні чинники забруднення довкілля в місті (за даними проведеного анкетування)

Більшість опитаних, не залежно від вікової категорії, зазначили наявність дискомфорту від функціонуючих в місті промислових об'єктів. Основна причина дискомфорту – наявність постійного неприємного запаху (більше 80 % респондентів вказали на це) (рис. 6.4).

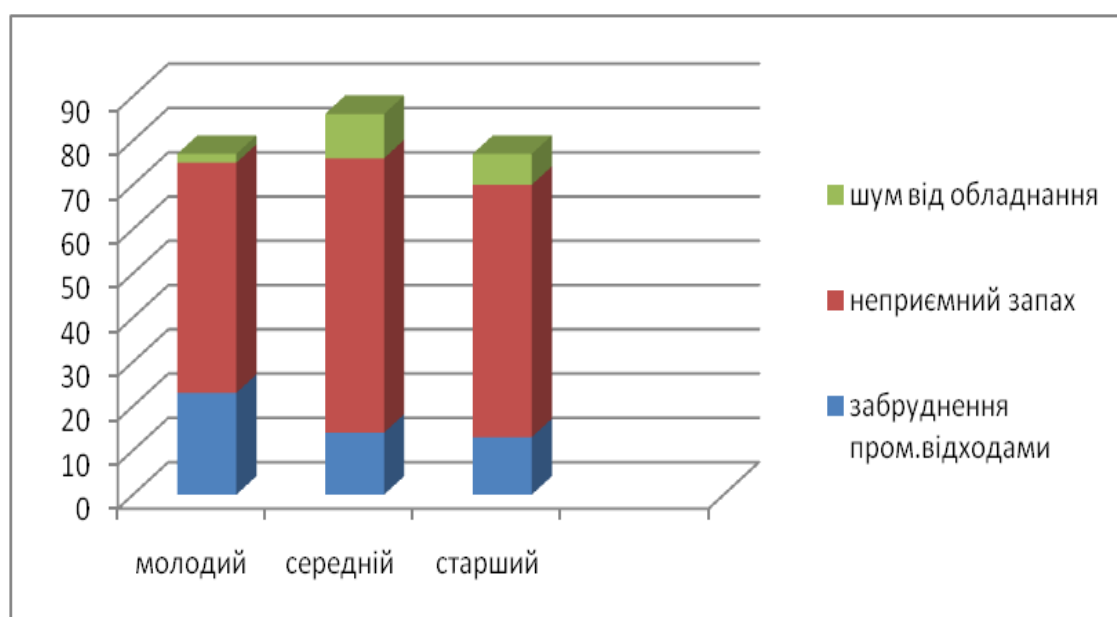


Рисунок 6.4 – Основні причини екологічного дискомфорту населення, % (за віковою категорією опитаних громадян)

Як наслідок дискомфорту, має місце обмеження побутової діяльності мешканців міста (неможливо ефективно провітрювати помешкання), недостатнє перебування на свіжому повітрі; неможливість ефективно займатись спортом на відкритих спортивних майданчиках тощо.

Аналіз результатів анкетування суб'єктивний, однак чітко вказує, що чинники зовнішнього негативного впливу, а саме – погіршення якості атмосферного повітря є визначальними у встановленні рівня благополуччя населення.

Варто зазначити, що результати анкетування (особливо серед респондентів з району «Молодіжний») побічно відображають зміни динаміки валових викидів шкідливих речовин підприємствами Північного промвузла міста, яку представлено на рис. 6.5.

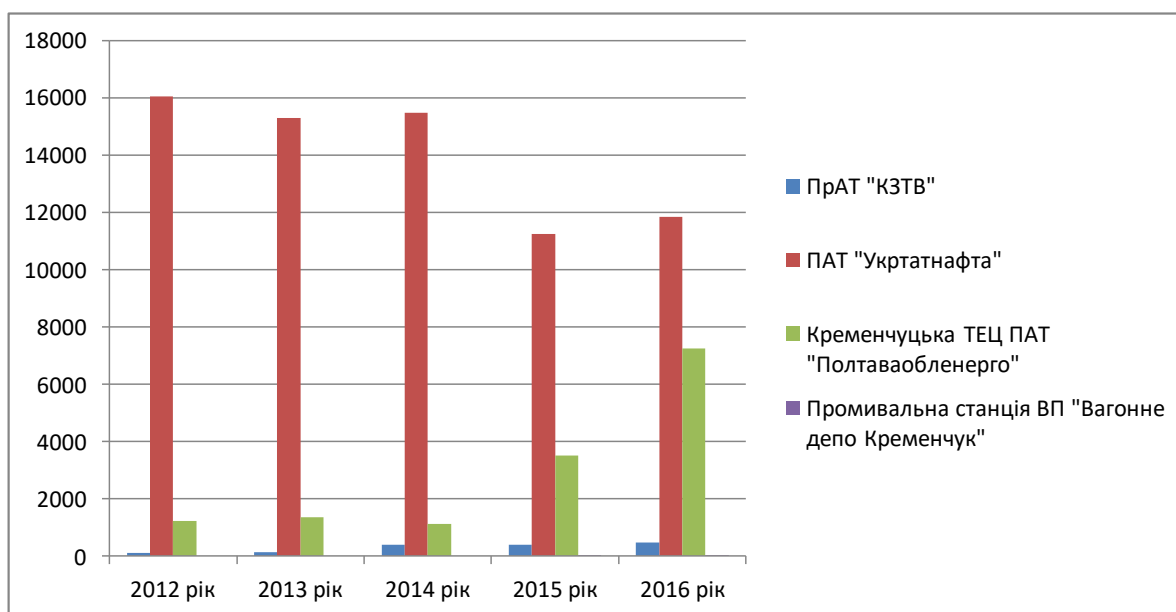


Рисунок 6.5 – Зведені фактичні сумарні викиди по підприємствам Північного промвузла м. Кременчук за 2012-2016 рр., т/рік

Аналіз діаграми фактичних сумарних викидів свідчить, що за останні п'ять років спостерігається тенденція збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферу міста від Філії Кременчуцької ТЕЦ та ПрАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю», що нівелює зменшення обсягів

викидів ПАТ «Укртатнафта».

Додатково фахівцями Державної Установи «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України» було проведено аналіз рівнів поширеності захворювань дорослого населення м. Кременчук на основі даних наданих Управлінням охорони здоров'я виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області. Управлінням надано інформацію по поширеності та захворюваності населення м. Кременчука по деяким діагнозам згідно форми 12 «Звіт про захворювання, зареєстровані у хворих, які проживають у районі обслуговування лікувально-профілактичного закладу».

Проведений аналіз дозволив встановити зростання даних показників у період з 2012 по 2016 р., за такими хворобами як алергічний риніт (у 1,1 рази), хронічний бронхіт (в 1,3 рази), бронхіальна астма (у 1,3 рази). При аналізі динаміки рівнів поширеності дитячого населення достовірних змін не спостерігалось. Перевищення рівнів поширеності відносно обласного показника відмічалось по бронхіальній астмі – на 13,4 % та по обструктивним хворобам легень – на 46,9 %.

Аналіз рівнів первинної захворюваності дорослого населення дозволив встановити поступове зростання алергічного риніту (у 1,3 рази) та хронічного бронхіту (у 12 разів) – у порівнянні з 2012 р.; перевищення середньообласного показника по алергічному риніту – на 3,3 %, по хронічному бронхіту – 6,1 %; по бронхіальній астмі – на 0,7 %; по обструктивним хворобам легень – на 6,3 %.

Серед дитячого населення відмічалось значне зростання рівнів захворюваності алергічним ринітом (в період з 2012 по 2015 р. майже в 11 разів), хронічним бронхітом – в 3 рази. На фоні відсутності зростання рівнів захворюваності відмічалось перевищення середньообласних рівнів захворюваності на бронхіальну астму.

Таким чином, серед дорослого і дитячого населення відмічається поступове зростання рівнів поширеності і захворюваності на алергічний

риніт, хронічний бронхіт, бронхіальну астму [235].

Отже, місто Кременчук є промисловим містом України з широкопрофільними проявами екологічної небезпеки, де організовано системну роботу суб'єктів державної системи моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря. Дана техногенно навантажена урбосистема є вдалим полігоном для практичної реалізації розроблених елементів системи муніципального екологічного моніторингу атмосферного повітря, у тому числі, із застосуванням ПМЕЛ.

6.2 Аналіз існуючої системи розміщення стаціонарних постів спостереження у м. Кременчук

Постійне спостереження за станом атмосферного повітря міста Кременчука проводиться Лабораторією спостережень за забрудненням атмосферного повітря м. Кременчука Полтавського обласного центру з гідрометеорології Державної служби з надзвичайних ситуацій України (надалі – ЛСЗА) [234].

За результатами роботи Кременчуцької ЛСЗА встановлено, що спостереження за забрудненням атмосферного повітря у м. Кременчук проводяться на 4-х стаціонарних постах (ПСЗ):

- ПСЗ № 1 – вул. Молодіжна, 9;
- ПСЗ № 2 – вул. Лікаря О. Богаєвського, 2;
- ПСЗ № 4 – вул. Шевченка, 22/30;
- ПСЗ № 5 – вул. І. Приходька, 89.

За рік, у середньому, на ПСЗ відбирається 24000–25000 проб атмосферного повітря та аналізується 25000–30000 визначень, у т. ч. основних інгредієнтів – 11000–13000 проб, специфічних – 13000–15000 проб. Оцінювання стану забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом порівняння з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин у повітрі населених пунктів. Лише за I півріччя 2017 року відібрано

12022 проби атмосферного повітря.

Відбір проб здійснюється 2–4 рази на добу, 6 днів на тиждень (із понеділка до суботи, неділя та святкові дні – вихідні).

Визначаються 17 домішок у атмосферному повітрі м. Кременчук.

Основні – пи́л недиференційований за складом, ангідрид сірчистий (діоксид сірки), оксид вуглецю, діоксид азоту.

Специфічні – сульфати, оксид азоту, сірководень, фенол, сажа, ненасичені вуглеводні, аміак, формальдегід, бензол, толуол, етилбензол, м,п-ксилол, о-ксилол. Проби на визначення вмісту важких металів і бенз(а)пірену відбираються на двох постах міста (ПСЗ № 1 та ПСЗ № 4), але на даний період за технічними причинами не аналізуються та зберігаються у лабораторії.

На ПСЗ № 1 (вул. Молодіжна, 9) та № 4 (вул. Шевченка, 22/30) відбираються проби на визначення вмісту 8 важких металів: залізо, марганець, кадмій, мідь, нікель, свинець, хром, цинк.

Оцінювання стану забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом порівняння з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин у повітрі населених пунктів.

За даними ЛСЗА на стаціонарному посту № 1 (вул. Молодіжна, 9) протягом січня – вересня 2016 року порівняно з аналогічним періодом минулого року загальний рівень забруднення підвищився. Збільшився середній вміст діоксиду азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, формальдегіду. Середні концентрації по фенолу та сажі за цей період були практично на одному рівні. Незначне зменшення спостерігалось по пи́лу. Чітко просліджується тенденція зростання середньомісячних концентрацій діоксиду азоту, оксиду вуглецю та діоксиду сірки з березня по вересень 2016 року та у порівнянні з відповідними місяцями 2015 року [236–239].

Схему розташування діючих ПСЗ Лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчук наведено на рис. 6.6.



● – PS3 Кременчуцької ЛСЗА

Рисунок 6.6 – Мережа діючих PS3 Кременчуцької ЛСЗА

У табл. 6.1 представлені значення максимальної концентрації домішок (C_{max}) та кількість випадків коли їх середньодобові концентрації (C_i) дорівнювали або перевищували встановлені санітарно-гігієнічні нормативи (ГДК).

Наведені дані свідчать про те, що лише чотири специфічні інгредієнти, за якими ведуться спостереження на ПСЗ, є забруднювачами атмосферного повітря міста на рівні перевищення ГДК_{с.д.}: фенол (у 11 % випадків середньодобова концентрація була вище ГДК_{с.д.}), бензол (25 %), формальдегід (74 %), сажа (45 %).

Таблиця 6.1 – Показники забруднення атмосферного повітря м. Кременчук специфічними інгредієнтами (2012–2014 рр.)

Речовина	C_{max} мг/м ³	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	ГДК _{с.д.} , мг/м ³	Кількість перевищень ГДК _{м.р.} , $C_i \geq ГДК_{мр}$	Кількість перевищень ГДК _{с.д.} , $ГДК_{мр} > C_i \geq ГДК_{сд}$
1	2	3	4	5	6
ПСЗ 1					
Сірководень	0,004	0,008	–	Не зафіксовано	–
Фенол	0,0155	0,01	0,003	4	117
сажа	0,045	0,15	0,05	Не зафіксовано	Не зафіксовано
Вуглеводні	2,47	1	–	146	–
Бензол	0,73	1,5	0,1	Не зафіксовано	272
Толуол	0,2	0,6	0,6	Не зафіксовано	Не зафіксовано
Етилбензол	0,015	0,2	0,2	Не зафіксовано	Не зафіксовано
ПСЗ 2					
Сульфати розчинні	0,025	–	–	–	–
Окис азоту	0,093	0,4	0,06	Не зафіксовано	3
Аміак	0,103	0,2	0,04	Не зафіксовано	15
Формальдегід	0,0465	0,035	0,003	1	808
ПСЗ 4					

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6
Сірководень	0,01	0,008	–	3	–
Фенол	0,0073	0,01	0,003	Не зафіксовано	59
Сажа	0,185	0,15	0,05	6	493
Вуглеводні	7,3	1	–	222	–
Бензол	1,12	1,5	0,1	Не зафіксовано	93
Толуол	0,2	0,6	0,6	Не зафіксовано	Не зафіксовано
Етилбензол	0,03	0,2	0,2	1	
ПСЗ 5					
Фенол	0,0165	0,01	0,003	3	79

Підвищений рівень фенолу спостерігається майже на усій території міста, особливо в районі розташування підприємств Північного промвузла міста (ПСЗ №1), де також підвищений рівень забруднення атмосфери бензолом. У центральній частині міста на лівому березі р. Дніпро спостерігається забруднення атмосфери формальдегідом (ПСЗ №2) та сажею (ПСЗ №4).

Ефективність діючої мережі ПСЗ із точки зору можливості визначення внеску джерел екологічної небезпеки у формування загального рівня забруднення атмосферного повітря у зонах сельбищної забудови нашого міста досліджено в два етапи [240]:

– на основі значень середньорічних концентрацій основних забруднювачів атмосферного повітря на ПСЗ Кременчуцької ЛСЗА за останні 5 п'ять років;

– за аналізом просторових особливостей розташування діючих ПСЗ із метою встановлення чинників, що можуть негативно впливати, як безпосередньо на результати вимірювань, так на використання цих результатів для продукування управлінських рішень.

На *першому етапі* проаналізовано середньорічні значення концентрацій основних забруднюючих речовин за постами спостережень у

м. Кременчуці за останні п'ять років. Кременчуцька ЛСЗА визначає також наявність у повітрі й важких металів (залізо, марганець, кадмій, мідь, свинець, хром і цинк), однак концентрація їх не значна, перевищення гранично допустимих концентрацій не спостерігається.

На основі наведених даних побудовані діаграми, за якими проведено аналіз динаміки змін середньорічних концентрацій зазначених ЗР. Графічне відображення змін середньорічних концентрацій представлено на рис. 6.7–6.12 [240].

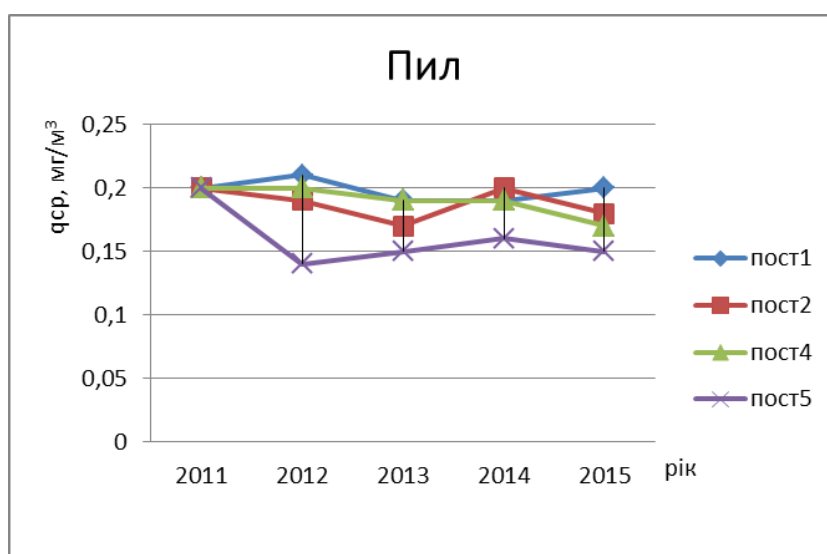


Рисунок 6.7 – Динаміка змін середньорічних концентрацій пилу

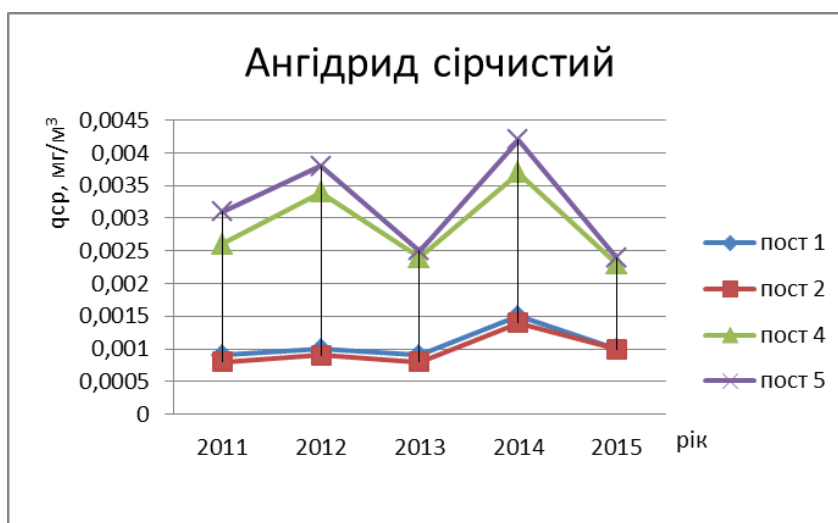


Рисунок 6.8 – Динаміка змін середньорічних концентрацій ангідриду сірчистого

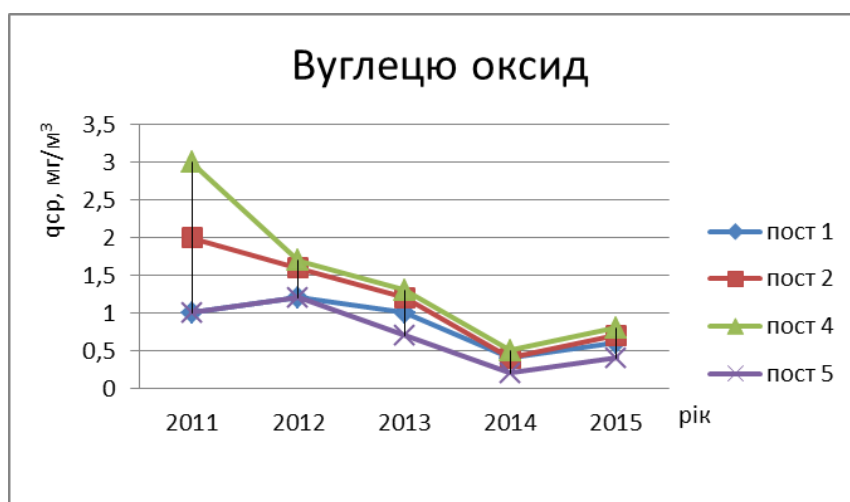


Рисунок 6.9 – Динаміка змін середньорічних концентрацій оксиду вуглецю

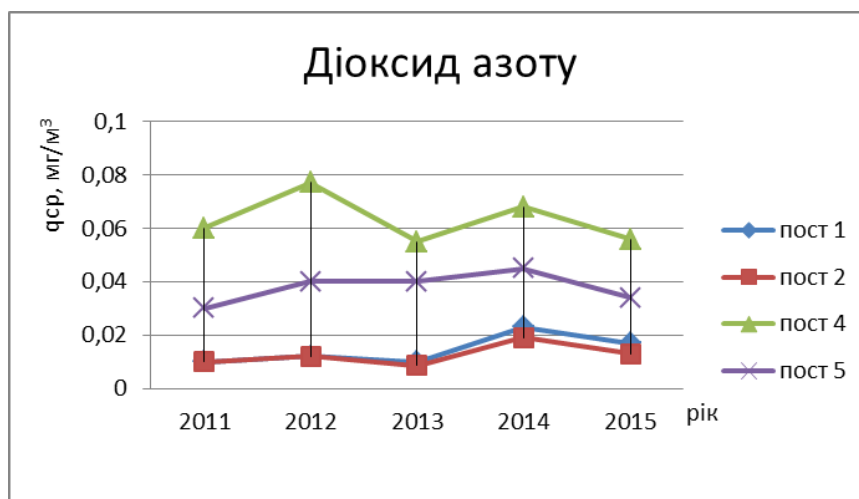


Рисунок 6.10 – Динаміка змін середньорічних концентрацій оксидів азоту у перерахунку на NO_2

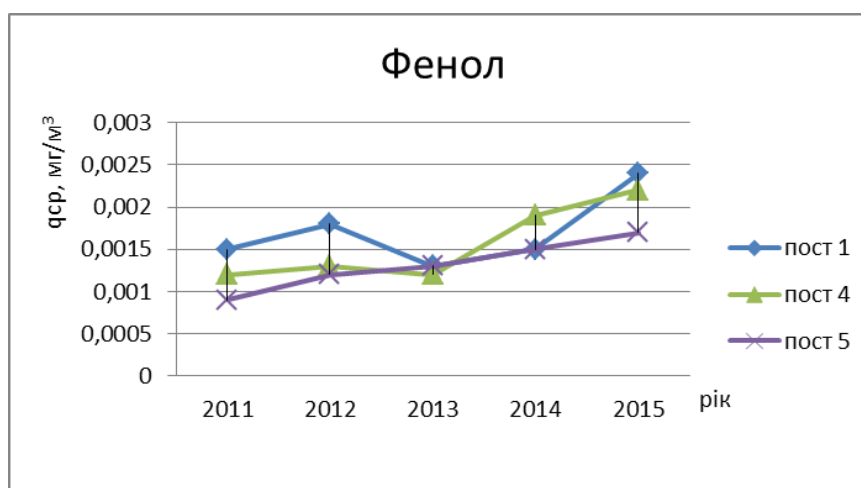


Рисунок 6.11 – Динаміка змін середньорічних концентрацій фенолу

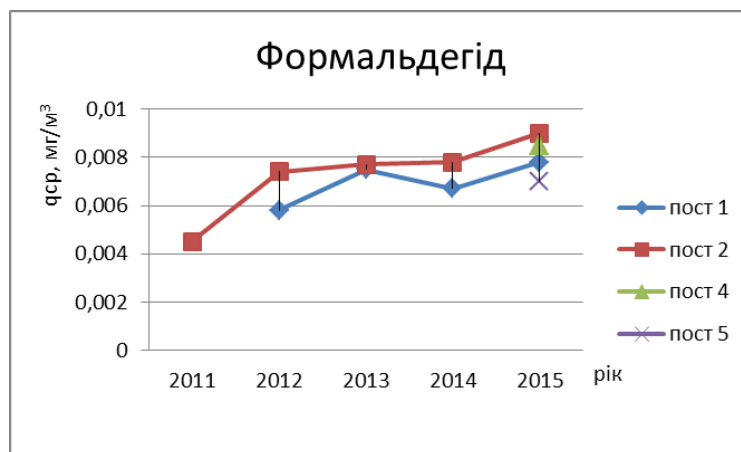


Рисунок 6.12 – Динаміка змін середньорічних концентрацій формальдегіду

Аналіз наведених даних дозволяє зробити висновок, що найбільший внесок у рівень забруднення атмосферного повітря міста Кременчука здійснюють викиди автомобільного транспорту (дані ПСЗ № 2). Це з одного боку є позитивним моментом для визначення загальної ситуації із рівнем забруднення атмосферного повітря на приміагістральних територіях центральної частини міста, а з іншого боку, враховуючи, що практично всі підприємства пов'язані автомобільними шляхами, дає підстави промисловим об'єктам міста стверджувати, що їх внесок у загальний рівень забруднення атмосферного повітря нижчий за рівень забруднення, що створюються автотранспортом. А це не жавжди відповідає дійсності. Також встановлено, що вимірювання концентрацій певних речовин здійснюється лише на окремих постах.

Аналізуючи діаграми розподілу середньорічних концентрацій основних забруднюючих речовин за останні п'ять років можна стверджувати, що задача встановлення впливу конкретних чинників екологічної небезпеки (викиди промислових об'єктів, вплив на рівень забруднення автомобільного транспорту) на загальний стан забруднення атмосферного повітря в місті за існуючих умов є складною для розв'язання.

Так, за середньорічними концентраціями пилу найбільші значення зафіксовані на ПСЗ №1, хоча теоретично це має бути ПСЗ №4 внаслідок його безпосереднього розташування майже на перехресті найбільш завантажених

транспортних магістралей міста. За сірчистим ангідридом маємо більші значення на ПСЗ №4 та №5, хоча значні концентрації мають спостерігатись на ПСЗ №1 внаслідок впливу об'єктів північного промислового вузла. За монооксидом вуглецю значення з усіх ПСЗ майже однакові, однак не зрозуміло чому найнижчі значення фіксувались на ПСЗ №5 протягом усього періоду. За діоксидом азоту не зовсім зрозумілим є те, чому значення ПСЗ №5 в рази більші ніж на ПСЗ №1, натомість чітко прослідковується вплив викидів автотранспорту. За фенолом неможливо обґрунтувати значні концентрації на ПСЗ №4, адже цей пост розташований поза межами зон активного забруднення промислових підприємств, а у викидах автотранспорту вміст фенолу не значний. За формальдегідом значення концентрацій на усіх ПСЗ в одному діапазоні, що є зрозумілим з огляду на майже 100 % внесок автомобільного транспорту у формування рівня забруднення.

Отже, можна зробити висновок, що жоден з діючих ПСЗ в місті Кременчуці не дає можливості чітко зазначити внесок конкретних джерел забруднення у формування загального рівня екологічної небезпеки в зонах сельбищної забудови.

На *другому етапі* досліджень шляхом здійснення критичного аналізу, з урахуванням значень середньорічних концентрацій основних забруднюючих речовин на ПСЗ міста, визначали недоліки існуючої системи моніторингу з точки зору місць розташування стаціонарних постів спостережень [240]:

1) пост № 1 (див. рис. 4.1) знаходиться на вулиці Молодіжній, 9. Пост розташований в зоні активного забруднення атмосферного повітря підприємствами Північного промислового вузла м. Кременчук. У той же час, пост розташований впритул до торцевої частини триповерхової будівлі житлового будинку по вул. Молодіжній, 9. Таке розташування сприяє частковому перекриттю доступу повітряних мас зі шкідливими речовинами до місця відбору проб атмосферного повітря, що може позначитись на реальності результатів вимірювань у бік зменшення їх значень. Поряд

розташовані автомобільні шляхи (вул. Молодіжна) та гаражі, де відбувається постійний рух автотранспорту, що може впливати на результати замірів. Отже стаціонарний ПСЗ № 1 є важливим елементом системи спостережень, але внаслідок наявності чинників, що можуть впливати негативно на об'єктивність даних, результати спостережень на даному ПСЗ доцільно доповнювати шляхом створення додаткового ПСЗ у межах активної зони забруднення підприємствами Північного промвузла Кременчука з урахуванням метеокліматичних особливостей розповсюдження домішок в атмосферному повітрі міста.

2) Пост № 2, розміщений по вул. Лікаря Богаєвського, 2, по перше, знаходиться в зоні активного руху автотранспорту (вул. Лікаря Богаєвського, Івана Мазепи та Проспекту Свободи), по-друге, в зоні активного забруднення промислових підприємств, основним з яких є ПАТ «Кредмаш». Отже, результати вимірювань концентрацій забруднюючих речовин на даному ПСЗ не є об'єктивними, а ні з точки зору встановлення внеску у рівень забруднення автомобільного транспорту, а ні з точки зору визначення конкретного внеску у стан забруднення промислових підприємств центральної частини нашого міста.

3) Пост № 4, розміщений по вулиці Шевченко, 22/30, знаходиться на відстані менш ніж 25 м від перехрестя вулиці Першотравневої та Шевченка, найбільш завантажених магістральних вулиць міста Кременчук, якими здійснюється рух переважної більшості маршрутного автотранспорту міста, розвантаження мосту через р. Дніпро. До того ж, в усі дні тижня, окрім понеділка, інтенсивність руху автотранспорту на цій ділянці є найбільш значною в місті, що зумовлено розташуванням Центрального ринку м. Кременчука. Звичайно, таке розташування ПСЗ з огляду на об'єктивність даних щодо загального рівня забруднення атмосферного повітря в зоні сельбищної забудови є неприпустимим через вплив викидів автотранспорту. У той же час поточне розташування ПСЗ № 4 дозволяє стверджувати, що на рівень забруднення атмосферного повітря, що фіксується на даному пості,

вплив автомобільного транспорту є визначальним практично на 100 %, що зумовлено відсутністю поряд із цим ПСЗ потужних промислових об'єктів.

4) Пост № 5, вулиця Івана Приходька, 89, розташований на майже відкритій місцевості, де відсутня багатоповерхова житлова забудова та активні автомобільні магістралі. Таким чином, зважаючи на той факт, що пост розташований в зоні активного забруднення промислових об'єктів Крюківського промислового вузла міста, дані вимірювань на цьому ПСЗ достатньо адекватно відображають ситуацію із забрудненням атмосферного повітря в сельбищній зоні південної частини міста. У той же час невідомо, чи враховує поточне розташування ПСЗ № 5 метеокліматичні особливості нашого міста.

Таким чином, за результатами аналізу встановлено, що існуюча система розташування стаціонарних ПСЗ Кременчуцької ЛСЗА не є достатньо ефективною та такою, що дозволяє одержувати дані про внесок різноякісних джерел у загальний стан забруднення атмосферного повітря в зонах сельбищної забудови в цілому в м. Кременчук. Це дає підстави для проведення подальших досліджень із обґрунтування місць розташування постів спостереження у нашому місті, у тому числі з урахуванням впливу метеокліматичних чинників.

6.3 Вплив основних кліматичних умов на просторове поширення домішок в урбосистемі міста

Як було зазначено [14, 19], однією з основних вимог під час обґрунтування місць розташування стаціонарних постів спостережень мережі екологічного моніторингу атмосферного повітря є аналіз кліматичних умов поширення домішок у районі населеного пункту.

Серед метеокліматичних умов, що мають вплив на процеси розповсюдження шкідливих домішок в атмосферному повітрі зазначимо наступні: повторюваність вітрів різних напрямів («роза вітрів») за

результатами багаторічних спостережень; середньорічні значення швидкості вітру, кількості днів із штилем, вологості, атмосферного тиску, кількості днів з метеоявищами, що перешкоджають процесам розсіювання (інверсія, тумани тощо). Аналізуючи зазначений перелік метеорологічних умов варто зазначити, що для вирішення питання розташування постів контролю за станом атмосферного повітря, з урахуванням фізико-географічних (рівнинний рельєф місцевості з перепадами абсолютних висот місцевості менше ніж 50 м/км) та метеокліматичних (в цілому сталі значення середньорічного та середньомісячного розподілу швидкостей вітру, атмосферного тиску, частоти атмосферних явищ), визначальний вплив на вибір місця розташування має «роза вітрів» для міста. При цьому варто також враховувати, що переважна кількість днів штилю припадає на період «травень-вересень», а також той факт, що викиди основних забруднювачів підприємствами міста Кременчука змінюються в опалювальний період.

Нами було проаналізовано «розу вітрів» для м. Кременчук у частині визначення середньорічних значень та значень повторюваності вітру окремо для опалювального періоду та встановлення на основі цих значень переважаючих напрямків розповсюдження домішок в атмосферному повітрі для нашого міста [240].

Теоретичним базисом для проведення аналізу обрано метод уточнення розмірів санітарно-захисних зон (далі – СЗЗ) промислових об'єктів залежно від «рози вітрів» району їх розташування [184], згідно якого межі СЗЗ з урахуванням рози вітрів району розміщення підприємства визначаються за формулою:

$$l = L \cdot \frac{P}{P_i}, \quad (6.1)$$

де L – розрахунковий розмір ділянки місцевості в даному напрямку, де концентрація забруднюючих речовин перевищує ГДК, м; P – середньорічна повторюваність напрямку вітрів розглянутого румба, %; P_i – повторюваність напрямку вітрів одного румба при круговій розі вітрів, %; $P_i = 100/8 = 12,5$ %

– при восьмирумбовій розі вітрів.

Уточнення розмірів розрахункової СЗЗ здійснюється у такий спосіб:

– у напрямку вітрів, імовірність появи яких менше 12,5 %, розрахункові розміри залишаються без зміни;

– у напрямку вітрів, імовірність появи яких більше 12,5 %, розрахункові розміри коректуються у бік збільшення.

Провівши аналогію приймемо за основу, що під час вибору місць розташування постів спостереження за станом забруднення атмосферного повітря варто враховувати переважаючі напрями вітру за даними «рози вітрів» для даної місцевості, середньорічні (одержані за результатами довготривалих спостережень) значення повторюваності яких більше 12,5 %.

Було розраховано середні значення повторюваності напрямів протягом опалювального періоду (жовтень-березень) та також порівняно із середньорічною розою вітрів [240]. Результати наведені у табл. 6.2.

Таблиця 6.2 – Середні значення повторюваності вітрів за рік та в опалювальний період

Повторюваність напрямку вітру, %	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
Опалювальний період	7,9	7,8	16,5	14,8	12,4	12,8	17,3	10,5
Рік	9,8	8,8	15,8	12,0	11,1	10,9	17,8	13,8

Таким чином, встановлено, що переважаючими напрямками вітру для м. Кременчук є (див. рис. 6.13 та 6.14):

– у опалювальний період Сх – 16,5 %, ПдСх – 14,8 %, ПдЗх – 12,8 %, Зх – 17,3 %;

– середньорічні значення Сх – 15,8 %, Зх – 17,8 %, ПнЗх – 13,8 %.

Бажано також враховувати напрямки вітрів повторюваність яких наближена до 12,5 %. Це Пд – 12,4 % в опалювальний період та ПдСх – 12,0 % за середньорічною «розою вітрів».

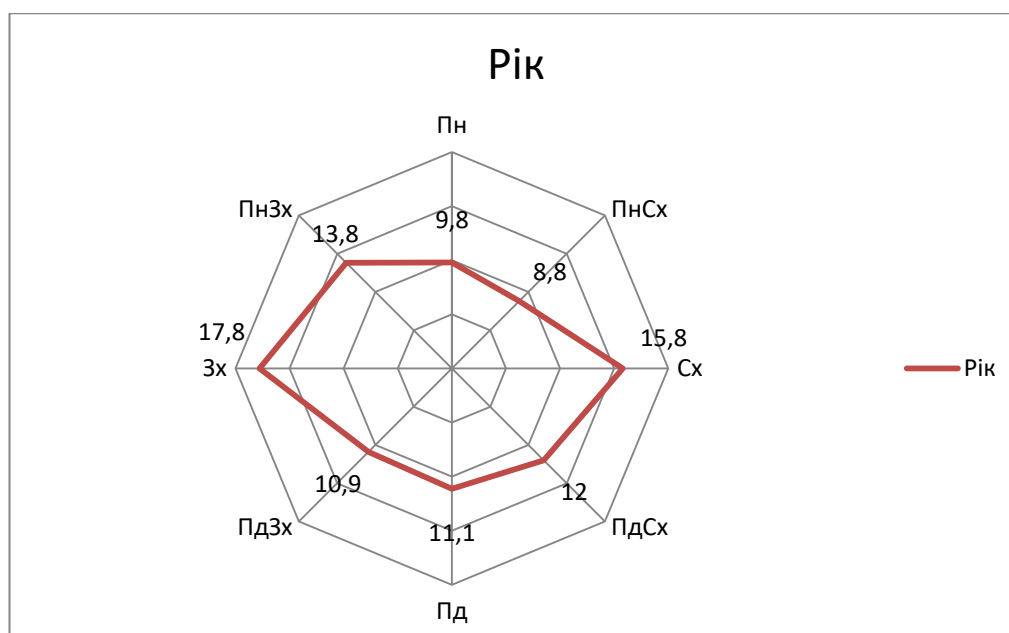


Рисунок 6.13 – «Роза вітрів» для міста Кременчук

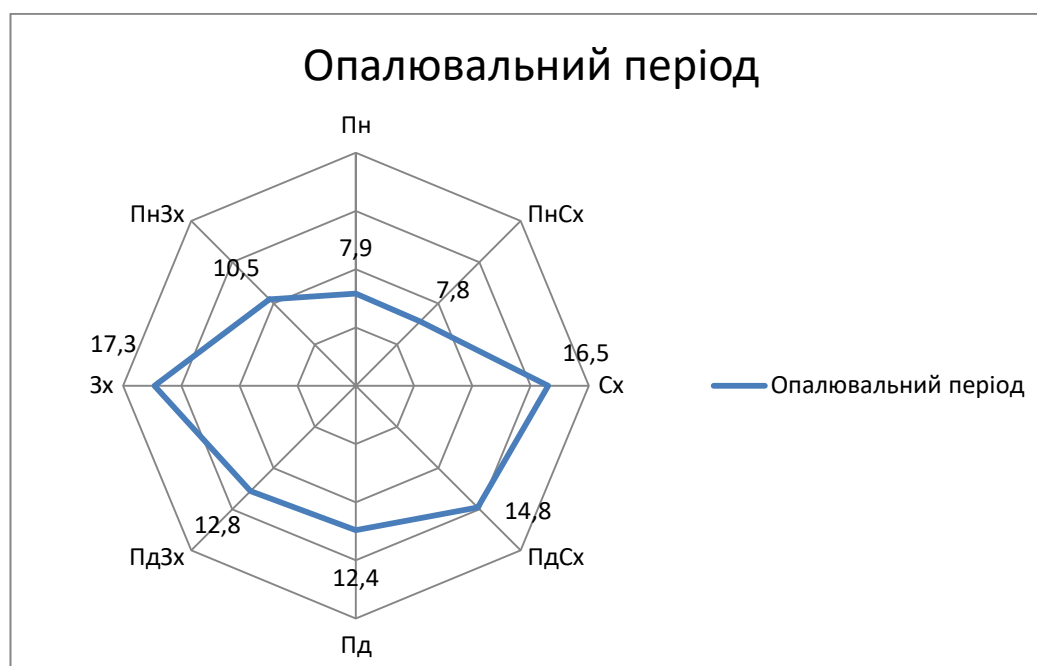


Рисунок 6.14 – «Роза вітрів» для міста Кременчук в опалювальний період (жовтень-березень)

Варто зазначити, що переважаючі напрямки вітрів визначають спрямування розсіювання домішок в атмосферному повітрі. Визначення останнього здійснюється шляхом транспонування значень за принципом «напрямок вітру – звідки, напрямок розсіювання домішок – куди». Одержані

значення повторюваності напрямків розсіювання домішок в атмосферному повітрі м. Кременчук з виділенням переважаючих в опалювальний період і протягом року наведені на рис. 6.15 та 6.16 відповідно.

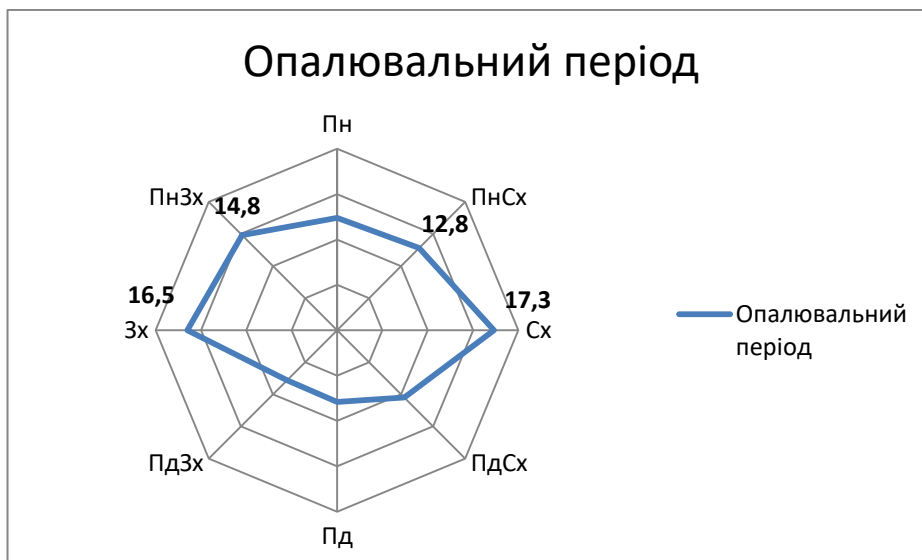


Рисунок 6.15 – Переважаючі напрямки розсіювання домішок в атмосферному повітрі для міста Кременчук в опалювальний період (жовтень-березень)

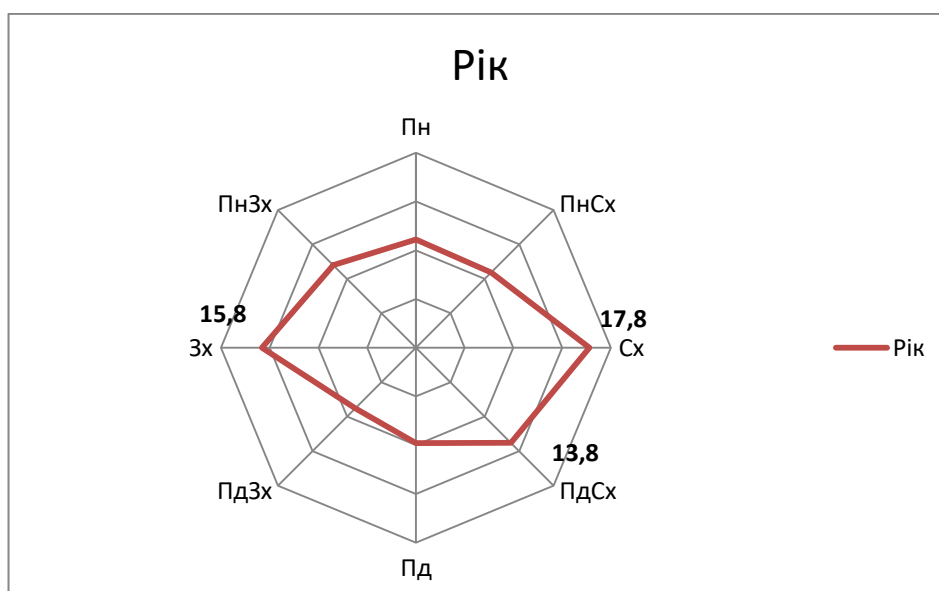


Рисунок 6.16 – Середньорічні переважаючі напрямки розсіювання домішок в атмосферному повітрі для міста Кременчук

Ситуаційно результати аналізу представлено на рис. 6.17.

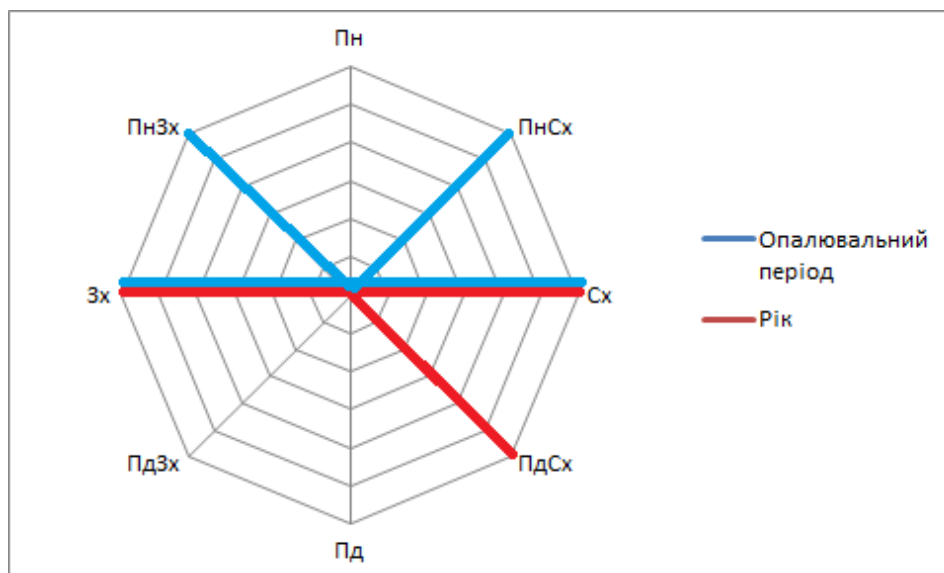


Рисунок 6.17 – Переважаючі напрямки розсіювання домішок в атмосферному повітрі для міста Кременчук

Отже, за результатами проведеного аналізу встановлено переважаючі напрямки розсіювання домішок в атмосферному повітрі для міста Кременчука, що дозволяє обґрунтувати вибір місць розташування постів спостережень за станом забруднення атмосферного повітря з урахуванням метео-кліматичних умов нашого міста. Остаточні результати вибору місць розташування будуть залежати від специфіки розподілу зон активного забруднення атмосферного повітря основними промисловими підприємствами міста.

6.4 Обґрунтування вибору місць розташування постів спостережень оновленої мережі моніторингу

Остаточні результати вибору місць розташування точок (постів) спостереження за станом забруднення атмосферного повітря будуть залежати від специфіки розподілу зон активного забруднення атмосферного повітря основними промисловими підприємствами міста.

Задачу вибору місць розташування ПСЗ оновленої мережі спостережень розв'язано шляхом виконання наступних завдань:

- вибір діючих ПСЗ, які можуть увійти до оновленої системи спостережень;
- визначення місця розташування «міського фонового» ПСЗ у межах території міста поза зонами активного антропогенного забруднення атмосферного повітря;
- встановлення місця розташування ПСЗ, що буде надавати дані щодо рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом поза зонами активного забруднення атмосферного повітря промисловими об'єктами;
- визначення місць розташування ПСЗ, що мають відображати рівні забруднення атмосферного повітря на території зон сельбищної забудови міста.

Для виконання завдань нашого дослідження, з урахуванням результатів, наведених у 2 розділі дисертації, приймемо, що зона активного забруднення від промислового об'єкта, що має висотні джерела викидів, розповсюджується на територію до 40 висот найвищого джерела викиду промислового підприємства. У табл. 6.3 приведені висоти найвищих джерел викидів деяких промислових підприємств міста Кременчук [240].

Таблиця 6.3 – Найбільші висоти джерел викидів підприємств м. Кременчук

Назва підприємства	Висота джерела викиду, м
ПАТ «Кредмаш»	26
ПАТ «АВТОКРАЗ»	47
ПАТ «Кременчуцький колісний завод»	60
ПАТ «Кременчуцький сталеливарний завод»	60
ПАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю»	80
ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»	100
ПАТ «Полтаваобленерго» (ТЕЦ)	180
ПАТ «Укртатнафта»	180

Із метою визначення меж зон активного забруднення використано значення висот, наведених у табл. 6.3, шляхом встановлення розмірів

сферичних площ навколо промислових об'єктів (груп об'єктів) і нанесення цих площ на карту міста:

– підприємства Північного промвузла – висота найвищого джерела (ТЕЦ) – 180 м, розмір зони активного забруднення (ЗАЗ) – 7,2 км;

– підприємства Крюківського промвузла – висота найвищого джерела (Вагонобудівний завод) – 100 м, розмір ЗАЗ – 4,0 км;

– підприємства центральної частини міста – висота найвищого джерела (Кредмаш) – 26 м, розмір ЗАЗ – 1 км;

– підприємства Автозаводського промвузла – найбільша висота джерела викиду (Кременчуцький колісний завод) – 60 м, розмір ЗАЗ – 2,4 км.

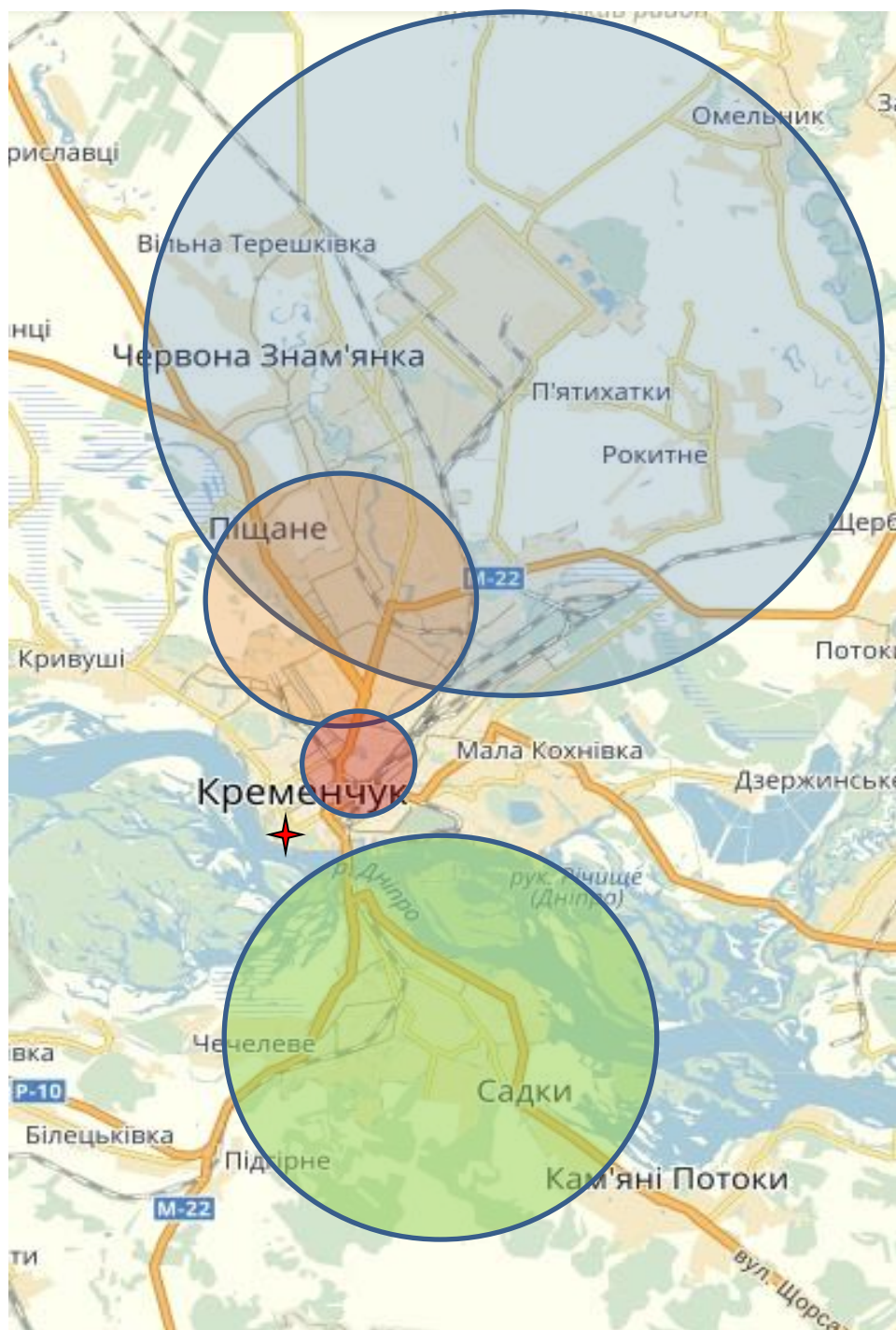
Встановлені розміри ЗАЗ нанесено на карту міста (рис. 6.18) [240].

Аналіз орієнтовних ЗАЗ вказує, що найбільш вірогідним місцем розташування «міського фонового» ПСЗ є територія східної частини міста. У той же час цей район, по перше – віддалений від інфраструктури міста, по друге – на території цього району міста є достатня кількість різнопрофільних промислових підприємств незначної потужності. Тому місцем розташування «міського фонового» ПСЗ визначимо територію Центрального парку відпочинку «Придніпровський», найбільш вірогідним місцем встановлення посту є початок центральної алеї парку. Це місце достатньо відкрите у напрямку переважаючих вітрів і розміщене поза ЗАЗ промислових об'єктів, а також зон впливу викидів автотранспорту.

Найбільш вірогідними місцями розташування «міських транспортних» та звичайних «міських мережевих» ПСЗ будуть такі:

1. Як місце розташування ПСЗ, що буде надавати дані щодо рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом поза ЗАЗ промислових об'єктів, пропонується використати місце максимально наближене до розташування існуючого ПСЗ № 4 Кременчуцької ЛСЗА.

2. Як ПСЗ, що мають відображати загальний рівень забруднення атмосферного повітря у зонах сельбищної забудови міста з урахуванням метеокліматичних умов і впливу промислових об'єктів, приймемо такі:



- – ЗАЗ, що створюється підприємствами Північного промвузла;
- – ЗАЗ, що створюється підприємствами Автозаводської промислової зони;
- – ЗАЗ, що створюється підприємствами Центральної частини міста;
- – ЗАЗ, що створюється підприємствами Південної (Крюківської) промислової зони;
- ✦ – пропозиція щодо місця розташування «міського фонового» посту.

Рисунок 6.18 – Ситуаційна карта-схема з нанесенням орієнтовних ЗАЗ від основних промислових підприємств м. Кременчук

– ПСЗ, що має додатково відображати загальний стан забруднення атмосферного повітря в ЗАЗ підприємств Північного промвузла, повинен бути розміщений на території щільної сельбищної забудови, але з урахуванням забезпечення належного «провітрювання» території. Пропонується розташування ПСЗ на території новобудови комплексу дитячого садочку-школи по вул. Козацькій (Радянської Армії). Таке розташування дозволить дублювати та контролювати інформацію ПСЗ № 1 Кременчуцької ЛСЗА в зоні сельбищної забудови на більш значній відстані від промвузла;

– ПСЗ, що має відображати загальний стан забруднення нагріної частини міста в ЗАЗ підприємств Автозаводського промвузла, пропонується розташувати максимально наближено рекреаційної зони Парк «Миру» м. Кременчук. Приземні концентрації забруднюючих речовин завдяки такому розташуванню будуть дещо знижені за рахунок остаточного впливу багатоповерхової забудови по вул. Миру. У той же час наявність підвищених значень концентрацій на цій території залежно від напрямку вітру буде чітко вказувати на промислове підприємство чи групу об'єктів, що мають переважаючий внесок у формування рівня забруднення;

– ПСЗ, що мають додатково відображати загальний стан забруднення атмосферного повітря в ЗАЗ підприємств Крюківського промвузла, повинні бути розміщені на території щільної сельбищної забудови, але з урахуванням забезпечення належного «провітрювання» території. Пропонується обрати для цього територію сельбищної забудови у східному та у західному напрямках від групи підприємств промвузла.

З урахуванням існуючої нумерації діючих постів уведено нову нумерацію ПСЗ як *N'*:

– ПСЗ №1' – місце розташування діючого посту №1 Кременчуцької ЛСЗА;

– ПСЗ №2' – орієнтовне місце розташування додаткового ПСЗ в зоні дії (ЗАЗ) підприємств Північного промислового вузла;

– ПСЗ №3' – орієнтовне місце розташування ПСЗ в зоні дії (ЗАЗ) підприємств Автозаводської промислової зони;

- ПСЗ №4' – місце розташування діючого посту №4 Кременчуцької ЛСЗА («міського транспортного» ПСЗ в оновленій схемі);
- ПСЗ №5' – орієнтовне місце розташування «міського фонового» ПСЗ;
- ПСЗ №6' – місце розташування діючого посту №5 Кременчуцької ЛСЗА;
- ПСЗ №7,8' – орієнтовні місця розташування додаткових ПСЗ в зоні дії (ЗАЗ) підприємств Південної промислової зони міста Кременчука;

Таким чином, оптимальна система розташування ПСЗ у м. Кременчуці буде у складі восьми постів спостережень [240].

Загальна схема розташування ПСЗ оновленої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря наведена на рис. 6.19.



- – ПСЗ N' – орієнтовне місце розташування посту спостережень

Рисунок 6.19 – Ситуаційна карта-схема м. Кременчук із нанесенням обґрунтованих місць розташування стаціонарних постів контролю за станом забруднення атмосферного повітря

Варто зазначити, що запропоновані у роботі місця розташування ПСЗ є теоретично обґрунтованими та орієнтовними, тобто такими, що визначені без урахування вимог до розташування ПСЗ у мікрмасштабі, а також без урахування можливостей ПМЕЛ для контролю стану забруднення атмосферного повітря в цих місцях.

Отже, на основі результатів розв'язання поставлених завдань запропоновано загальну схему розташування ПСЗ оновленої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря з обґрунтуванням місць розміщення стаціонарних ПСЗ.

6.5 Розробка програми постійного контролю та спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчук

Враховуючи той факт, що суб'єкти державної системи моніторингу атмосферного повітря в місті Кременчук мають власні програми спостережень, регламентовані та затверджені у встановленому порядку, розробці у м. Кременчук підлягає програма контролю та спостереження за забрудненням атмосферного повітря з використанням ПМЕЛ.

6.5.1 Концептуальні завдання для реалізації програми спостережень за станом атмосферного повітря

Формулювання концептуальних завдань системи моніторингу якості атмосферного повітря в м. Кременчук з використанням пересувної екологічної лабораторії базуються на вимогах діючих керівних документів із спрямуванням на підвищення ефективності муніципальної системи спостереження за якістю атмосферного повітря, у тому числі, забезпечення дієвості підсистеми прийняття управлінських рішень. Такий підхід дозволив визначити наступні концептуальні завдання [20, 181]:

1. Забезпечення громади міста в цілому, окремих громадян,

зацікавлених організацій незалежно від форми власності інформацією про якість атмосферного повітря на території м. Кременчук.

2. Забезпечення контролю за станом атмосферного повітря в місті, як за рахунок систематичних (режимних) спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом оцінювання внеску конкретних джерел негативного впливу шляхом організації та проведення оперативних і систематичних спостережень на межі СЗЗ цих об'єктів.

3. Одержання диференційованої інформації від системи спостереження в обсязі і якості, достатніх для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря і здоров'я громадян міста.

4. Забезпечення інтеграції програми режимних спостережень із даними Кременчуцької ЛСЗА Гідрометцентру ДСНС України та Кременчуцьким міськрайонним відокремленим підрозділом лабораторних досліджень Полтавського обласного лабораторного центру Міністерства охорони здоров'я України».

6.5.2 Вибір кількості та місць розташування маршрутних точок спостережень для проведення системних досліджень

Системні спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря, що формується хімічними чинниками екологічної небезпеки (шкідливими речовинами, у т.ч. твердими частками недиференційованими за складом) здійснюються ПМЕЛ за переліком речовин, що зазначений у табл. 6.4* [4, 227]. Спостереження за рівнем впливу на стан атмосферного повітря і здоров'я населення фізичних чинників формування екологічної небезпеки здійснюються ПМЕЛ за переліком, наведеним у табл. 6.5.

Вибір місць розташування МТС має бути здійснений з урахуванням технічної можливості здійснення замірів концентрацій забруднювачів за допомогою автомобілю ПМЕЛ з урахуванням безпеки персоналу ПМЕЛ та додержанням правил дорожнього руху [241].

Таблиця 6.4. – Характеристика забруднюючих речовин, що визначаються ПМЕЛ

Назва речовини, що визначається	ГДК _{м.р.} , мг/м ³
Оксид вуглецю CO	5,0
Оксид азоту NO	0,4
Діоксид азоту NO ₂	0,2
Озон O ₃	0,16
Сірчистий ангідрид SO ₂	0,5
Сірководень H ₂ S *	0,008
Метан CH ₄	50 (ОБРВ)
Метилмеркаптан CH ₃ SH	0,0001
Формальдегід CH ₂ O	0,035
Аміак NH ₃	0,2
Пил (не диференційований за складом)	0,5
Сума вуглеводнів	не регламентовано

Примітка. * – список речовин може бути змінений та розширений при визначенні інших специфічних забруднювачів атмосферного повітря, характерних для м. Кременчука, одержаних за результатами проведення додаткових наукових досліджень.

Таблиця 6.5 – Характеристика фізичних чинників забруднення атмосферного повітря

Назва фізичного чиннику забруднення атмосферного повітря, що визначається, одиниці вимірювання	Допустимі рівні
Гамма-фон, мкР/год	30
β-випромінювання	30 β част/см ² ·хв
Шум (еквівалентний та максимальний рівні звуку у сельбищних зонах населеного пункту), дБА	Згідно ДБН В1.1–31:2013
Густина потоку енергії електромагнітного поля, мкВт/см ²	Згідно ДСН 239-96

Варто зазначити, що дослідження, які здійснюються на стаціонарних постах Кременчуцької ЛСЗА, забезпечують надходження інформації про стан атмосферного повітря в першій третині площі ЗАЗ, що може створюватись підприємствами Північного промвузлу міста (ПСЗ № 1 – вул. Молодіжна, 9);

на перехресті доріг (вул. Шевченка, вул. Першотравнева) з інтенсивним рухом автомобільного транспорту (ПСЗ № 4 – вул. Шевченка, 22/30); в ЗАЗ, що може створюватись працюючими підприємствами центральної частини міста, в основному – ПАТ «Кредмаш» (ПСЗ № 2 – вул. 40-річчя Жовтня, 2); в межах ЗАЗ підприємств Крюківського промвузла (ПСЗ № 5 – вул. І. Приходька, 89).

Враховуючи вище зазначене, а також результати досліджень з формування оновленої мережі ПСЗ (пр. 6.4 роботи) доцільно обрати наступні місця розташування МТС:

– МТС1 «міська фоновая» – площа Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б. 12, заїзд з вул. Перемоги;

– МТС2 «міська транспортна1» – на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравнева, напроти будинку № 28В (із виконанням умови №5 Директиви ЄС розташування точок у мікромасштабі), заїзд на тротуар із правого крайнього ряду руху транспорту по вулиці Першотравневій;

– МТС3 «міська транспортна2» – у заїзному кармані транспортної магістралі по пр. Свободи, напроти торця будинку № 22А;

– МТС4 – розширення дороги на перетині вул. Ігоря Сердюка та вул. Лейтенанта Покладова, напроти будинку № 11/29 по вул. Лейтенанта Покладова;

– МТС5 – заїзний карман (гостьова стоянка Міської лікарні ім. Богаєвського) по вул. Гранітній, навпроти будинку № 8/2;

– МТС6 – узбіччя міжквартального проїзду по вул. Миру, 19;

– МТС7 – на перетині вул. Козацької та вул. Михайла Грушевського (в районі новобудови дитячого садка – початкової школи);

– МТС8 – ліве узбіччя дороги по пров. Грозненському, по діагоналі навпроти кута території середньої школи № 26;

– МТС9 – перетин пров. В.Вернадського та вул. Соняшної, навпроти будинку по вул. Соняшній, 21;

– Додаткова: МТС10 – перетин вул. Василя Стуса та вул.

Чорноморської і вул. Гайдамацької, біля будинку № 46 по вул. Чорноморській.

Карти-схеми розташування зазначених точок на території міста Кременчука наведено на рисунках К.1–К.10 *додатку К* роботи.

Подібне розташування МТС дозволить одержати режимну інформацію про:

– МТС1 «міська фоновая» – стан забруднення атмосферного повітря загалом по місту без урахування безпосереднього впливу промислових і транспортних джерел забруднень;

– МТС2 «міська транспортна1» – рівень забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом (поза ЗАЗ основних промислових підприємств міста) в умовах його інтенсивного руху, ускладненого щільною забудовою з обмеженням умов нормального розсіювання шкідливих домішок, дублюючи результати спостережень на ПСЗ №4 Кременчуцької ЛСЗА та з урахуванням вимог п.С, Додатку III Директиви ЄС [177];

– МТС3 «міська транспортна2» – рівень забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом в умовах його інтенсивного руху «на підйом», однак не ускладненого щільною забудовою без обмеження умов нормального розсіювання шкідливих домішок за рахунок розміщення на підвищенні рельєфу місцевості;

– МТС4 – загальний рівень забруднення атмосферного повітря в центральній частині міста;

– МТС5 – загальний рівень забруднення атмосферного повітря в центрально-західній частині міста, де умови розсіювання шкідливих домішок в атмосферному повітря ускладнені пониженням рельєфу місцевості та можливими застоями повітря в період складних метеорологічних умов;

– МТС6 – рівень забруднення атмосферного повітря в західній (автозаводській) частині міста в межах ЗАЗ підприємств Автозаводської промзони міста: ПАТ «АвтоКрАЗ», ПАТ «Кременчуцький завод коліс», Кар'єроуправління «Кварц»;

– МТС7 – рівень забруднення атмосферного повітря в північній частині міста, квартал № 278 в межах другої третини можливої ЗАЗ від підприємств Північного промвузла міста;

– МТС8 – рівень забруднення атмосферного повітря в північній частині міста, квартал № 287 в межах середньої частини можливої ЗАЗ від підприємств Північного промвузла міста;

– МТС9 – рівень забруднення атмосферного повітря в південній частині міста із більшою щільністю населення в межах ЗАЗ від підприємств Південного промвузла міста;

– МТС10 – рівень забруднення атмосферного повітря в південній частині міста і в межах ЗАЗ від підприємств Південного промвузла міста з урахуванням метеокліматичних особливостей міста, а саме в періоди, коли напрямок вітру – Східний протягом літніх місяців року.

6.5.3 Обґрунтування програми і схеми системних спостережень

На сьогодні, враховуючи поточний графік роботи і технічні можливості, ПМЕЛ може здійснювати максимально п'ять системних вимірювань протягом дня: о 9-30, 11-00, 13-00, 15-00 та 16-30.

Загальні умови схеми, необхідні для виконання концептуальних завдань системи спостережень: вимірювання на «міській фоновій» МТС має здійснюватися щодня (окрім суботи та неділі), вимірювання на транспортних МТС – в період максимальної інтенсивності руху автотранспорту, на інших МТС – поза періодами максимальної інтенсивності руху, що дозволить нормалізувати внесок пересувних джерел у загальний рівень забруднення.

Переважає більшість схем роботи маршрутних постів реалізується в місячному періоді шляхом послідовного вимірювання на МТС за збільшенням порядкового номеру точки від першої до останньої протягом першого тижня, та у зворотному напрямку – протягом другого тижня таким чином, щоб забезпечити рівну кількість вимірювань на всіх МТС.

Така реалізація в умовах диференціації одержаних результатів спостережень практично не є можливою, оскільки виконання вимоги обов'язкового щоденного спостереження на «міській фоновій» МТС дасть вдвічі більшу кількість вимірів.

До того ж схема вимірювань на МТС має бути оптимізованою з точки зору маршруту руху ПМЕЛ з урахуванням максимальної економії паливних ресурсів.

Виходячи з вищезазначеного, запропоновані МТС варто розподілити на чотири групи:

- 1) МТС1 «міська фоновая» – щоденно;
- 2) МТС2 «міська транспортна1», МТС4 «сквер», 5 «лікарня», 9 «раківка» або 10 «крюків» (для Східного напрямку вітру) – раз на два дні;
- 3) МТС3 «міська транспортна2», МТС6 «миру» ,7 «кв278», 8 «кв287» – раз на два дні.

Отже, план першого тижня спостережень буде таким: (табл. 6.6)*.

Примітка. * – залежить від можливостей роботи ПМЕЛ.

Таблиця 6.6 – План першого тижня спостережень [241]

День тижня	№ МТС	Час початку спостереження
1	2	3
Понеділок	1 «фоновая»	9-30
	4 «сквер»	11-00
	5 «лікарня»	13-00
	9 «раківка» або 10	15-00
	2 «транспортна1»	16-30
Вівторок	3 «транспортна2»	9-30
	6 «миру»	11-00
	7 «кв278»	13-00
	8 «кв287»	15-00
	1 «фоновая»	16-30
Середа	1 «фоновая»	9-30
	4 «сквер»	11-00
	5 «лікарня»	13-00
	9 «раківка» або 10	15-00
	2 «транспортна1»	16-30

Продовження таблиці 6.6

1	2	3
Четвер	3 «транспортна2»	9-30
	6 «миру»	11-00
	7 «кв278»	13-00
	8 «кв287»	15-00
	1 «фонова»	16-30
П'ятниця	1 «фонова»	9-30
	4 «сквер»	11-00
	5 «лікарня»	13-00
	9 «раківка» або 10	15-00
	2 «транспортна1»	16-30

Реалізація плану третього та четвертого тижнів місяця повторюється. Місячні плани у річному перебігу мають забезпечувати однакову кількість вимірювань на МТС 2–9 з урахуванням технічних можливостей ПМЕЛ та вихідних і святкових днів календаря.

План другого тижня спостережень наведений у табл. 6.7.

Таблиця 6.7 – План другого тижня спостережень

День тижня	№ МТС	Час початку спостереження
1	2	3
Понеділок	3 «транспортна2»	9-30
	6 «миру»	11-00
	7 «кв278»	13-00
	8 «кв287»	15-00
	1 «фонова»	16-30
Вівторок	1 «фонова»	9-30
	4 «сквер»	11-00
	5 «лікарня»	13-00
	9 «раківка» або 10	15-00
	2 «транспортна1»	16-30
Середа	3 «транспортна2»	9-30
	6 «миру»	11-00
	7 «кв278»	13-00
	8 «кв287»	15-00
	1 «фонова»	16-30
Четвер	1 «фонова»	9-30
	4 «сквер»	11-00
	5 «лікарня»	13-00
	9 «раківка» або 10	15-00

Продовження таблиці 6.7

1	2	3
	2 «транспортна1»	16-30
П'ятниця	3 «транспортна2»	9-30
	6 «миру»	11-00
	7 «кв278»	13-00
	8 «кв287»	15-00
	1 «фонова»	16-30

Варто зазначити, що найбільші вимоги до достовірності результатів спостережень висуваються до МТС1 «міська фонова», так як вимірювання у цій точці має забезпечити якісну інформацію про загальний стан забруднення атмосферного повітря у місті. Усі інші МТС тим чи іншим чином доповнюють результати спостережень на ПСЗ Кременчуцької ЛСЗА. Базуючись на цьому, кількісна характеристика вимірювань на МТС1 має бути на рівні не меншому за вимоги, що висуваються до стаціонарних спостережень (не менше 200 на рік), у той час як кількість вимірювань на інших МТС, так як ці точки закріплені фактично на одній відстані від джерел впливу, має бути не меншою за граничну кількість для маршрутних чи підфакельних постів спостережень (не менше, ніж 50 на рік) [14].

Отже, максимальна кількість спостережень за кожною ЗР у кожній МТС за умов реалізації запропонованого плану спостережень складатиме: для МТС1 «міська фонова» – 240 вимірювань на рік, для інших МТС – 120 відповідно [241].

План спостережень за станом забруднення атмосферного повітря на МТС 2–9,10 повинен бути реалізованим протягом не менше 2 років. По завершенні дворічного терміну план має бути скорегованим: по-перше – відповідно до можливих суттєвих змін у номенклатурі викидів і характеристиках джерел впливу, а по друге – для оптимізації мережі спостережень шляхом проведення порівняльного статистичного аналізу з метою виявлення найбільш доцільних МТС, а також створення віртуальних точок спостережень.

Таким чином, можна сформулювати завдання для спостереження за

шумовим забрудненням атмосферного повітря в межах міста за допомогою ПМЕЛ:

- установа рівня фонового міського шуму, що характеризується інтегрованою дією, як природних, так й антропогенних джерел шуму, однак на значення рівня якого не впливають окремі техногенні та транспортні джерела шуму;

- спостереження за рівнями шумового забруднення, що формуються транспортними потоками;

- вимірювання рівнів шумового забруднення на території зон сельбищної забудови, особливо у локальних місцях відпочинку, місцях зосередження дитячого населення;

- заміри рівнів шуму безпосередньо на межі СЗЗ промислових об'єктів, що мають обладнання, яке є джерелом шуму, внаслідок реагування на звернення громадян на муніципальну «гарячу лінію».

Виходячи з окресленого переліку завдань, їх можна розв'язати шляхом проведення обґрунтованих для хімічних чинників схем режимних, оперативних та епізодичних спостережень за допомогою ПМЕЛ в межах визначеного графіку для тривалості програми протягом двох років.

Режимні спостереження за рівнем фонового шуму доцільно проводити на «міській фоновій» МТС1.

Режимні спостереження за рівнем шумового забруднення, що створюється транспортними потоками доцільно проводити на «міських транспортних» МТС2, 3.

Режимні спостереження за рівнями шуму в межах зон сельбищної забудови доцільно проводити на МТС4-8. У разі надходження чисельних звернень громадян, що мешкають у Південній частині міста (Крюків) до графіку режимних спостережень варто визначити додаткову МТС11 «шум». Карту-схему розташування МТС11 «шум» наведено на рисунку К.11 у додатку К дисертаційної роботи.

Дані про рівні шуму, одержані за результатами режимних

спостережень, дозволять більш чітко визначити характеристики джерел шуму в межах сельбищної забудови, провести порівняльний аналіз рівнів шуму: «фонового» міського, в зонах житлової забудови, що створюється транспортними потоками. Одержані дані дозволять також визначити необхідність більш детального вивчення рівнів шумового забруднення в місті зі створенням шумової карти.

На основі результатів досліджень представлених у [104] доведено недоцільність проведення режимних спостережень за станом електромагнітного забруднення атмосферного повітря в межах урбосистем. Між тим ПМЕЛ має бути оснащення приладами для проведення оперативних спостережень за рівнями фонового електромагнітного забруднення для реагування на звернення громадян.

Основні завдання для спостереження за радіаційним забрудненням атмосферного повітря в межах міста за допомогою ПМЕЛ :

1. Вимірювання рівнів радіаційного забруднення на території зон сельбищної забудови, особливо у локальних місцях відпочинку, місцях зосередження дитячого населення;

2. Вимірювання рівнів радіаційного забруднення безпосередньо на території урбосистеми внаслідок реагування на звернення громадян на муніципальну «гарячу лінію».

Для виконання першого завдання доцільно проводити режимні спостереження на МТС1 та МТС4-11.

6.5.4 Обґрунтування мети, завдань і схеми проведення оперативних і епізодичних спостережень

Згідно даних [14] оперативні спостереження застосовуються з метою визначення причин різкого погіршення якості повітря. В умовах організації системи спостережень за якістю атмосферного повітря на території техногенно навантаженої урбосистеми, яка історично вже сформована, тобто

відомі характеристики переважної більшості стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря, трафік руху автомобільного транспорту основними магістралями та вулицями, базисом для організації оперативних спостережень є звернення громадян міста на муніципальні «гарячі» лінії з повідомленнями про можливе наднормове забруднення атмосферного повітря.

Організація оперативних спостережень за рівнем шуму по аналогії з хімічними чинниками забруднення атмосферного повітря здійснюється внаслідок реагування на звернення та скарги громадян на різку зміну рівнів постійного шуму. Враховуючи той факт, що на відміну від складно прогнозованого розповсюдження забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на значні відстані, шумове забруднення має більш локалізований характер внаслідок особливостей затухання звукових хвиль в повітряному середовищі, мінімальну порогову кількість звернень можна прийняти на рівні 30% від визначеної для інгредієнтного забруднення. Оперативні спостереження варто проводити з дотриманням вимог п. 6 (умови вимірювання) та п. 7 (проведення вимірювань) [195] з визначенням еквівалентного та максимального рівнів звуку, дБА. Проведення контрольних вимірювань з урахуванням метеорологічних характеристик є доцільним, якщо чітко визначено джерело шумового впливу. У якості контрольного варто безпосередньо перед або після здійснення оперативних вимірів здійснити вимірювання рівня звуку на «міській фоновій» МТС1.

Епізодичні спостереження з деталізованого вивчення шумового забруднення, що створюється транспортними потоками, варто здійснювати за схемою (рис. 3.10) з урахуванням вимог пп. 6, 7 [195] та п. 6.2 [228]. Перша точка розташування МТЕС при вивченні шумового забруднення має бути розміщена на відстані 7,5 м від осі найближчої смуги руху транспорту.

Враховуючи наявні дані щодо розташування основних підприємств – забруднювачів атмосферного повітря, фіксацію перевищень гранично допустимих концентрацій вмісту ЗР в атмосферному повітря, що

вимірюються систематично на ПСЗ №1 ЛСЗА. А також, той факт, що переважаюча маса звернень громадян на «гарячі» лінії відбувається саме з району «Молодіжний», що потрапляє в ЗАЗ Підприємств північного промвузла. Нами запропоновано обрати одну МТС для проведення епізодичних спостережень (МТЕС1), що має розташовуватись на рівні умовного перетину СЗЗ підприємств Північного промвузла, а саме: ПАТ «Укртатнафта», ПАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю», філія Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго», в напрямку району «Молодіжний» міста. Візуалізацію місця розташування МТЕС1 відображено на рис. 6.20.

Враховуючи той факт, що вихідні умови для організації епізодичних спостережень за рівнем шумового забруднення в цілому є аналогічними визначеним для інгредієнтних забруднень, вони проводяться згідно алгоритму за виключенням вимоги врахування змін метеорологічних умов.

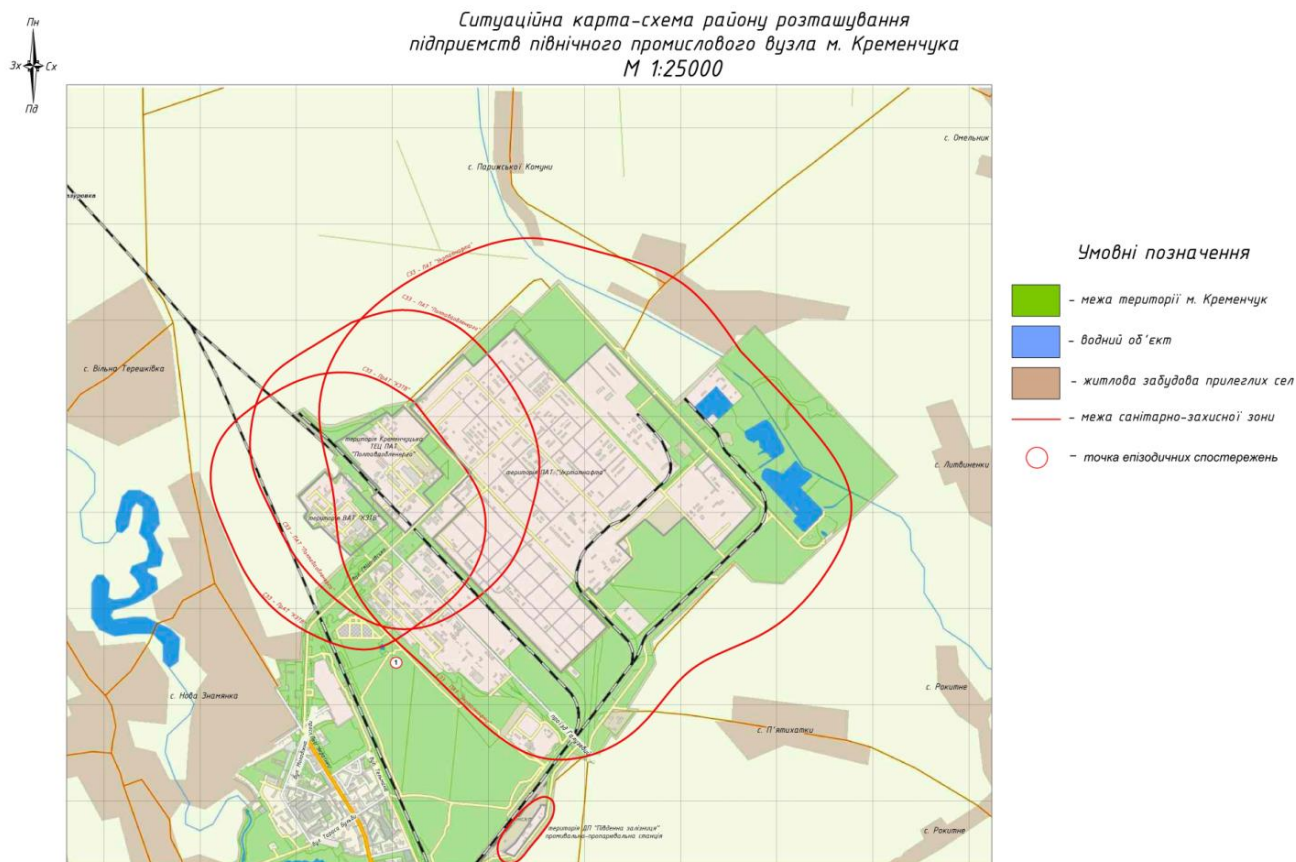


Рисунок 6.20 – Ситуаційна карта-схема місця розташування МТЕС1

6.5.5 Аналіз бази даних звернень громадян з питань погіршення якості атмосферного повітря

Організація системи реєстрації звернень громадян з питань погіршення екологічної ситуації (у даному випадку – різкого погіршення якості атмосферного повітря) є дуже важливим завданням місцевої влади, як з точки зору стимулювання контролюючих та управляючих функцій, так і з точки зору підвищення рівня екологічної самосвідомості членів громади міста. Адже, якщо кількість дійсно екологічно свідомих мешканців міста незначна, то цей факт є базисом для розробки системи заходів інформаційно-організаційного характеру, спрямованих на стимулювання підвищення рівня екологічної культури, освіти та самосвідомості громадян міста [150, 242].

У 2016 році в місті Кременчук запрацювала система електронної реєстрації звернень громадян з проблемних питань, у тому числі – з питань погіршення якості навколишнього середовища. Одним з організаційних рішень щодо реагування муніципальної влади на звернення громадян з питань різкого погіршення якості атмосферного повітря є проведення оперативного контролю за вмістом забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за допомогою ПМЕЛ. При цьому постало питання реагування на звернення громадян, адже у випадку організації спостережень мова йде про додаткові фінансові витрати відповідної комунальної служби міста, пов'язані з організацією виїзду лабораторії для оперативного спостереження, понаднормових виплат заробітної плати працівникам за виїзди у вихідні дні та нічний час доби тощо. Звичайно, такі додаткові витрати потребують, як кошторисного прогнозування, так і певного нормування їх кількості.

Отже, потребує розв'язання складне завдання: з одного боку – кожне звернення мешканця міста на муніципальну «гарячу» лінію з проблеми погіршення якості атмосферного повітря є дуже важливим і потребує невідкладного реагування, з іншого боку – економічна ефективність організації такого процесу буде мати від'ємне значення.

Як варіант розв'язання цього компромісного завдання можна встановити орієнтовану мінімальну кількість зареєстрованих протягом певного часу доби звернень мешканців міста на муніципальну «гарячу» лінію. Для встановлення мінімальної кількості звернень застосуємо елементи математичної статистики з урахуванням важливості екологічних питань. Іншими словами – необхідно визначити мінімальний обсяг респондентів (вибірки), звернення яких на «гарячу» лінію можна вважати не випадковими та достовірними. Варто зазначити, що встановлення обсягу вибіркової сукупності – проблема не стільки статистична, скільки змістовна. Тобто обсяг вибіркової сукупності залежить від безлічі факторів, у тому числі від цілей і завдань, теоретичної моделі, гіпотез і методів дослідження, ступеня однорідності генеральної сукупності, нарешті, точності одержуваної інформації тощо. У випадку звернень громадян з питань різкого погіршення якості атмосферного повітря генеральну сукупність можна вважати апріорі однорідною, виходячи з того, що у питаннях погіршення якості середовища кожен респондент прагне до його негайного покращення. При цьому мета формування вибірки – єдина – оцінити значущість питання погіршення якості атмосферного повітря при організації оперативних спостережень. В соціології вважається, якщо вибірка є однорідною, то достатньо провести опитування навіть кількох громадян для одержання достовірного результату. Таким чином, достатньо лише незначної кількості звернень, щоб стверджувати, що вони не є випадковими.

Отже, для встановлення мінімальної кількості звернень громадян для організації невідкладного виїзду ПМЕЛ доцільно дослідити базу даних існуючих зареєстрованих звернень. В процесі аналізу бази даних визначити максимальну кількість звернень з питання погіршення якості атмосферного повітря протягом 12 год (наприклад, нічний час доби), далі визначити максимальну кількість звернень в одногодинному інтервалі (звернень/год), одержані значення встановити як орієнтовно мінімальну кількість звернень за одиничний інтервал часу для виїзду ПМЕЛ. В процесі накопичення

статистичних даних мінімальна кількість звернень може переглядатись та корегуватись.

З метою визначення кількості звернень громадян м. Кременчук, що є підставою для виїзду ПМЕЛ було проаналізовано базу даних звернень громадян і визначено майже 1600 скарг мешканців з питань погіршення якості атмосферного повітря за 2016 рік [150, 242]. Проаналізовано та проранжовано 10 випадків найбільшої кількості звернень у годинному інтервалі з множини бази даних . Результати аналізу представлені в табл. 6.8.

Таблиця 6.8 – Найбільша кількість звернень громадян у годинному інтервалі

Максимальна кількість звернень	Дата	Інтервал часу	Район міста
36	29.06.16	17:01 - 17:59	Молодіжний
32	29.06.16	19:01 - 19:57	Молодіжний
22	04.08.16	21:04 - 21:55	Молодіжний
19	15.07.16	23:00 - 23:57	Молодіжний
18	23.06.16	22:08 - 22:53	Молодіжний
17	30.06.16	20:01 - 20:59	Молодіжний
15	28.06.16	21:02 - 21:58	Молодіжний
14	16.07.16	22:04 - 22:59	Молодіжний
14	29.06.16	20:00 - 20:57	Молодіжний
13	15.07.16	22:02 - 22:58	Молодіжний

Аналіз представлених даних не дозволяє обґрунтовано визначити мінімальну кількість звернень, так як наведені десять випадків найбільшої кількості звернень за годину припадають лише на літній період року. Таким чином, додатково було визначено значення максимальної кількості звернень у годинному інтервалі за місяцями року. Результати наведено в табл. 6.9.

Таке відображення результатів аналізу бази даних звернень (помісячно протягом року) дозволило визначити усереднене значення максимальної кількості звернень за рік у помісячному інтервалі, і, як результат, встановити мінімальну кількість звернень за годину для оперативного виїзду екологічної лабораторії.

Таблиця 6.9 – Найбільша кількість звернень громадян помісячно протягом 2016 року

Максимальна кількість звернень за годину	Дата	Місяць року	Інтервал часу	Район міста
36	29.06	Червень	17:01 - 17:59	Молодіжний
22	04.08	Серпень	21:04 - 21:55	Молодіжний
19	15.07	Липень	23:00 - 23:57	Молодіжний
9	13.09	Вересень	21:08 - 21:40	Молодіжний
8	27.05	Травень	16:09 - 16:58	Молодіжний
8	26.10	Жовтень	08:00 - 08:54	Молодіжний
6	20.11	Листопад	21:23 - 21:23	Молодіжний
4	08.01	Січень	08:05 - 08:47	вул. Троїцька (Центр)
4	20.04	Квітень	18:28 - 18:47	квт.287 (Молодіжний)
2	13.02	Лютий	12:31 - 12:38	Аврора (Молодіжний)
2	29.03	Березень	17:55 - 17:57	Молодіжний
2	22.12	Грудень	10:43 - 10:44	Молодіжний
Середнє значення максимальної кількості звернень за рік – 10,17				

Варто також зазначити, що аналіз звернень громадян з питань незадовільної якості атмосферного повітря дозволяє не лише визначити умови оперативного реагування на звернення, але й закладає базис для більш детального аналізу причин, що спровокували значну кількість звернень, а саме: близькості до діючих техногенних об'єктів, магістралей руху автотранспорту, метеорологічних умов, що сприяли формуванню незадовільних станів забруднення атмосферного повітря тощо.

Аналіз бази даних звернень дозволив визначити район міста з якого надійшла найбільша кількість звернень. Таким районом став житловий район міста Кременчука – «Молодіжний» на північний схід від якого розташовані об'єкти Північного промислового вузла міста (див. рис. 6.21). Житлова

забудова району «Молодіжний» м. Кременчука від підприємств північного промислового вузла, знаходиться на відстані:

- ПАТ «Укртатнафта» – 2000 м;
- ПрАТ «Кременчуцький завод технічного вуглецю» – 2000 м;
- філії Кременчуцька ТЕЦ ПАТ «Полтаваобленерго» – 2400 м;
- промивально-пропарювальної станції ВП «Вагонне депо Кременчук» – 700 м.

Дані було систематизовано за адресами з яких надходили звернення за п'ятьма градаціями: 1-20, 21-50, 51-90, 91-150, 151-250 звернень, що позначені: зеленим, жовтим, помаранчевим, бузковим та рожевим кольором відповідно. Результати нанесено на карту схему розташування району «Молодіжний» міста Кременчука (рис. 6.21) [150].

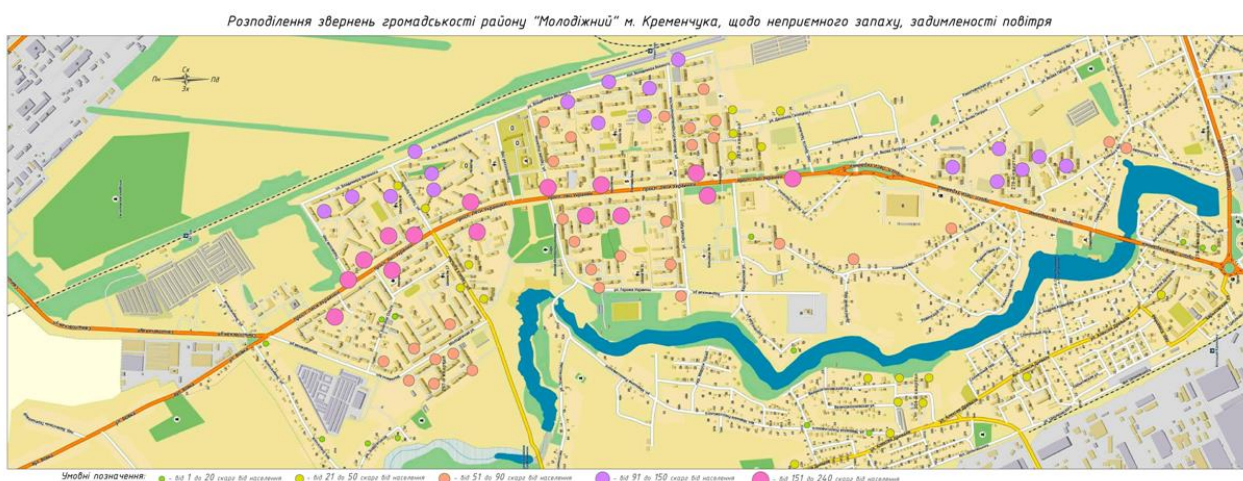


Рисунок 6.21 – Розподіл звернень громадськості району «Молодіжний» м. Кременчук з питань погіршення якості атмосферного повітря

Аналіз графічної візуалізації розподілу кількості звернень вказує, що максимальна кількість звернень громадян спостерігається із зон сельбищної (житлової) забудови, що розташовані безпосередньо, як у зоні активного забруднення підприємств Північного промвузла міста, так і наближені до основної транспортної магістралі. Така ситуація дозволяє висунути припущення, що у таких зонах збільшена кількість звернень громадян є

наслідком ефекту сумації впливів, як промислових об'єктів так і транспорту за метеоумов, що сприяють забрудненню атмосферного повітря. Таке припущення потребує перевірки шляхом безпосереднього лабораторного контролю рівнів забруднення у цих зонах порівняно із тими, що знаходяться поза межами безпосереднього впливу транспорту.

Дані наведені у таблицях 6.8 та 6.9 було нами проаналізовано у порівнянні із основними метеорологічними чинниками: напрямом і швидкістю вітру. При цьому було висунуто задачу перевірки гіпотези, що напрям вітру та його швидкість має вплив на кількість звернень громадян. Підтвердження чи спростування такої гіпотези хоча б на рівні видимої тенденції (так як представлений обсяг вибірки не дозволяє робити аргументовані висновки) дозволить розробити інструмент прогнозування виникнення ситуацій із раптовим погіршенням якості атмосферного повітря на основі даних двох баз даних: звернень та метеорологічних ситуацій.

Результати аналізу наведені у таблицях 6.10 та 6.11 [150].

Таблиця 6.10 – Аналіз метеорологічних чинників під час виникнення десяти випадків найбільшої кількості звернень

Кількість звернень	Дата	Інтервал часу	Переважаючий напрямок вітру	Максимальна швидкість вітру, м/с	Середня швидкість вітру, м/с	Максимальна температура атмосферного повітря, град.	Середня температура атмосферного повітря, град.
1	2	3	4	5	6	7	8
36	29.06.	17:01 – 17:59	Сх	3,5	1,08	29,77	25,26
32	29.06.	19:01 – 19:57	ПнЗх	4,1	1,29	25,68	24,76
22	04.08.	21:04 – 21:55	Пн	3,6	1,46	28,96	22,86
19	15.07.	23:00 – 23:57	Сх	2,9	0,52	33,88	28,02
18	23.06.	22:08 – 22:53	Пн	4,1	1,16	30,10	25,52

Продовження таблиці 6.10

1	2	3	4	5	6	7	8
17	30.06.	20:01 – 20:59	ПнЗх	3,8	1,72	21,18	21,00
15	28.06.	21:02 – 21:58	Сх	3,6	1,04	30,53	26,33
14	16.07.	22:04 – 22:59	ПнСх	3,3	1,30	36,44	29,57
14	29.06.	20:00 – 20:57	ПнЗх	4,0	0,96	25,68	24,09
13	15.07.	22:02 – 22:58	ПнСх	4,0	0,94	35,81	29,25

Таблиця 6.11 – Аналіз метеорологічних чинників під час виникнення найбільшої кількості звернень за місяць протягом року

Кількість звернень	Дата	Місяць року	Інтервал часу	Переважаючий напрямок вітру	Середня швидкість вітру, м/с	Середня температура атмосферного повітря, град.
1	2	3	4	5	6	7
36	29.06. 16	Червень	17:01 – 17:59	Сх	1,08	25,26
22	04.08. 16	Серпень	21:04 – 21:55	Пн	1,46	22,86
19	15.07. 16	Липень	23:00 – 23:57	Сх	0,52	28,02
9	13.09. 16	Вересень	21:08 – 21:40	ПнЗх	1,71	22,47
8	27.05. 16	Травень	16:09 – 16:58	Пн	1,22	21,09
8	26.10. 16	Жовтень	08:00 – 08:54	ПдСх	3,59	0,37
6	20.11. 16	Листопад	21:23 – 21:23	–	0	0
4	08.01. 16	Січень	08:05 – 08:47	Зх	2,53	0,5
4	20.04. 16	Квітень	18:28 – 18:47	-	0	9,21
2	13.02. 16	Лютий	12:31 – 12:38	Пн	3,26	3,04

Кінець таблиці 6.11

1	2	3	4	5	6	7
2	29.03. 16	Березень	17:55 – 17:57	3х	1,1	12,79
2	22.12. 16	Грудень	10:43 – 10:44	-	0,25	-0,67

Враховуючи географічні особливості розташування групи промислових підприємств відносно сельбищної забудови (рис. 6.21) можна зробити висновок, що значущими з точки зору впливу на житлову забудову є наступні напрями вітру: Північний, Північно-Східний, Східний. Найгірші умови, що сприяють утворенню найбільших значень приземних концентрацій в зонах забруднення за рахунок зменшення ефективності розсіювання забруднювачів виникають при значеннях середньої швидкості менше 2 м/с.

Для перевірки висунутих гіпотез використовуємо методи статистичного аналізу.

З огляду на те, що слід досліджувати вплив якісних змінних – напрямку або сили вітру на кількісну – число звернень, вважаємо найбільш доцільним застосування факторного (дисперсійного аналізу).

1. Для визначення впливу першого фактору розіб'ємо об'єднані дані таблиць 5-6 на шість груп за напрямом вітру. Для оцінки суттєвості впливу фактора висуваємо гіпотезу: $H_0: S_1^2 = S_2^2$, де S_1^2 – значення міжгрупової дисперсії; S_2^2 – значення внутрішньогрупової дисперсії.

Для перевірки гіпотези застосуємо F – критерій, $F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$.

Знаходимо значення міжгрупової дисперсії $S_1^2 = 121.554166$ та внутрішньогрупової дисперсії $S_2^2 = 79.616667$.

Тоді, маємо значення $F = 1.526742726$. Отримане значення F – критерію порівнюємо з критичним, яке знаходимо для ступенів свободи $k_1 = 6 - 1 = 5$ (число рівнів фактору мінус 1) та $k_2 = 16 - 6 = 10$ (число

спостережень мінус число груп). Рівень значущості α приймаємо 0,05 як найбільш вживаний рівень значимості, $\alpha = 1 - p$, де p – довірна ймовірність результату. За таблицями критичних значень розподілу Фішера-Снедекора знаходимо критичне значення $F = 3,326$. І, оскільки $F_{розр} < F_{крит}$ немає підстав відкинути нульову гіпотезу, то вплив фактору «напрямок вітру» слід вважати несуттєвим.

2. Досліджувався вплив фактору – «швидкість вітру» на кількісний показник – «число звернень». Були прийняті наступні рівні фактору: «низька швидкість вітру»: від 0 до 1 м/с; «середня швидкість вітру»: від 1 до 0 м/с; і «висока швидкість вітру»: від 2 м/с і вище. Відповідно, об'єднана за таблицями 5-6 сукупність спостережень розділена на три групи за рівнями фактору. Для оцінки впливу, висуваємо гіпотезу: $H_0: S_1^2 = S_2^2$. Аналогічно попередньому випадку, знаходимо значення міжгрупової дисперсії $S_1^2 = 229.8447368$ та внутрішньогрупової дисперсії $S_2^2 = 77.13125$. Отримане значення $F_{розр} = 2.979917$, порівнюємо з критичним, яке знаходять для ступенів свободи, $k_1 = 3 - 1 = 2$ (число груп за рівнями фактора мінус 1) та $k_2 = 19 - 3 = 16$ (число спостережень мінус число рівнів фактора). Рівень значущості приймаємо 0,05. За таблицями розподілення знаходимо критичне значення $F_{крит} = 3.633723$. Визначаємо, що на такому рівні значущості, вплив фактору слід вважати несуттєвим.

Одержані значення, особливо стосовно впливу чинника «швидкість вітру», не мають логічних пояснень, що скоріше за все викликано несуттєвим об'ємом даних у вибірці. Спробуємо підняти рівень значущості, тобто, знизити рівень довіри до результату. Прийmemo значення $\alpha = 0.1$. За таблицями розподілу знаходимо нове критичне значення критерію: $F_{розр} = 2.668171$. Тепер $F_{розр} > F_{крит}$ отже, нульову гіпотезу слід відкинути, або, іншими словами, можна вважати, що в 90% випадків (на рівні довіри $p = 1 - 0.1 = 0.9$) число звернень залежить від рівня швидкості вітру [150].

Одержані результати дають підставу для формулювання припущення, що спільний статистичний аналіз бази даних звернень громадян з питань різкого погіршення стану атмосферного повітря з базою даних локальної метеостанції в розрізі розглянутих параметрів: швидкість, напрямок вітру, представляє інтерес з точки зору високого потенціалу для прогнозування кількісного «сплеску» звернень залежно від поєднання показників метеофакторів при сталому негативному впливі промислових об'єктів.

Таким чином, проведення сумісного аналізу звернень громадян у почасовому інтервалі за сезонами року із зафіксованими локальною метеостанцією значеннями таких основних метеорологічних параметрів як середня швидкість вітру, напрямок вітру, середня і максимальна температура повітря дозволить використати потужності регресійного аналізу даних для задач прогнозування умов різкого погіршення якості атмосферного повітря, локально, в межах населеного пункту.

6.5.6 Дооснащення пересувної муніципальної екологічної лабораторії м. Кременчук

Проект дооснащення ПМЕЛ КП НТЦ «Соціально-екологічних досліджень» виконкому міської ради міста Кременчука виконано на замовлення комунального підприємства відповідно до заявленого переліку обладнання та згідно до вимог ДСТУ 3974-2000 [243]. Проектом переоснащення передбачено розробку технічного завдання на переоснащення, настанов з експлуатації обладнання, ескізного та робочого проекту реалізації технічних рішень.

Необхідні для дооснащення вихідні показники та характеристики Кременчуцької ПМЕЛ прийнято за результатами її обстеження, яке виявило ряд розбіжностей з відповідними значеннями в документації, комплект якої надано виробником лабораторії – закритим акціонерним товариством «Всеукраїнський науково-дослідний інститут аналітичного

приладобудування» (ЗАТ «Украналіт»). А також, у розрізі обладнання для дооснащення щодо здійснення контролю за переліком А і Б загальнопоширених та специфічних речовин згідно вимог [4]. До переліку дооснащення включене обладнання для контролю стану забруднення атмосферного повітря такими речовинами, як: метан CH_4 , метилмеркаптан CH_3SH , сума вуглеводнів, а також для моніторингових спостережень за рівнем екологічної небезпеки, що створюється негативним впливом фізичних чинників.

Додаткові прилади придбані і включені до складу ПМЕЛ КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» міста Кременчука Полтавської області.

Особливістю даного технічного завдання є обґрунтування переліку приладів та обладнання, які, враховуючи умови та потреби міста Кременчука з контролю та спостереження за забрудненням його довкілля, інтеграційно доповнюють та розширюють аналітичні можливості наявної у міста ПМЕЛ для контролю стану атмосферного повітря урбосистеми та забезпечення відповідної повноти виконання завдань, передбачених програмою муніципального моніторингу в м. Кременчук.

Цільове призначення ПМЕЛ для визначення забруднень атмосферного повітря не обмежує її дооснащення приладами та обладнанням контролю стану гідросфери та літосфери, зважаючи насамперед на об'єктивно наявні в біосфері міжкомпонентні міграції та взаємовплив забруднень.

Технічне завдання є дослідно-конструкторським розділом «Розробка ТЗ для оснащення ПМЕЛ додатковими приладами та обладнанням контролю і спостережень за забрудненням атмосферного повітря з інтеграцією в існуючу систему» науково-дослідної роботи «Розробка частини проекту автоматизованої системи контролю і спостережень за забрудненням атмосферного повітря пересувним пунктом (постом) – ПМЕЛ з оснащенням його додатковими приладами і обладнанням» за договором № 364/16–ЕБОП–ГЗК–КПНТЦ від 27 жовтня 2016 року між комунальним підприємством «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» міста Кременчука

Полтавської області та Кременчуцьким національним університетом імені Михайла Остроградського.

Дооснащена ПМЕЛ повинна відповідати санітарно-гігієнічним вимогам та вимогам техніки безпеки і охорони праці, а також специфічним для даної лабораторії технічним вимогам.

Принципово призначення дооснащеної ПМЕЛ не змінюється, а розширюється через отримання нею можливості виконання ряду додаткових функцій, що визначається введенням до її складу нових приладів та обладнання. Тому призначення дооснащеної ПМЕЛ доцільно розглядати через оцінку, як наявних в ПМЕЛ приладів та обладнання, так і тих, якими вона додатково облаштовується.

ПМЕЛ, як мобільний комплексний засіб вимірювання, призначена для одноразових (при електричному живленні від акумуляторів) та безперервних автоматичних (при електричному живленні від мережі 220 В) вимірювань концентрації токсичних газів та пилу в атмосферному повітрі населених пунктів, санітарній та робочій зонах промислових підприємств.

ПМЕЛ забезпечує безперервні вимірювання в автоматичному режимі за допомогою стаціонарних газоаналізаторів масових концентрацій наступних газових забруднювачів атмосферного повітря:

- діоксиду азоту NO_2 ;
- оксиду азоту NO ;
- оксиду вуглецю CO ;
- діоксиду сірки SO_2 .

Також забезпечується відбір, обробка вимірювальної газоаналізаторами інформації та її зберігання на персональному комп'ютері, що спеціальними кабелями підключений до газоаналізаторів і забезпечує представлення результатів вимірювань у вигляді таблиць та графіків.

Лабораторія забезпечує одноразові вимірювання переносним газоаналізатором вмісту аміаку NH_3 на рівні допустимих концентрацій в повітрі робочої зони, а також надає можливість отримати одноразові

вимірювання суми вуглеводнів у повітрі переносним газоаналізатором. Лабораторія забезпечує одноразові вимірювання вмісту пилу у повітрі переносним аналізатором. ПМЕЛ також забезпечено цифровою портативною метеостанцією, що дозволяє у реальному часі фіксувати значення таких метеопараметрів як: температура, відносна вологість, атмосферний тиск, швидкість (максимальні та середні значення за період) і напрям вітру з цифровим рівнем опадів.

Назви та типи приладів і основного та допоміжного обладнання ПМЕЛ, а також їх основні параметри та технологічні характеристики наведено у табл. Л.1, *додатку Л*.

ПМЕЛ розміщено в салоні висотою 1985 мм та об'ємом 10,3 м³ вантажопасажирського автомобіля Ford Transit Van F350 MWB, переобладнаного під її потреби з додатковим облаштуванням пробозабірником, пристроєм (навігатором) спостереження за рухомими об'єктами, стойками для приладів, кондиціонером, світлодіодними світильниками, рядом розеток з напругою 12 та 220 вольт, дорожнім знаком та меблями: столом, стільцем, сидіннями, відсіком-шафою.

Електричне живлення приладів здійснюється однофазним змінним струмом напругою 220 В з частотою (50±1) Гц від електромережі та від джерела безперебійного живлення (акумулятор з інвертором) для забезпечення 3-х годинної роботи лабораторії за межами досягнення мережі 220 В.

У разі відімкнення зовнішньої мережі інвертор автоматично перемикається на роботу від акумулятора, тобто подає живлення 220 В на прилади та, за необхідності, на ПК.

Програмно-апаратний комплекс збору та обробки інформації на базі ПК із спеціальним програмним забезпеченням «ГАЗАТ-АСЕМА» виконує наступні функції:

– відбирає вимірювальну інформацію від 3-х газоаналізаторів і передає її на ПК за допомогою інтерфейсу RS232;

- формує архів даних на жорсткому диску ПК;
- забезпечує побудову таблиць, графіків, звітів, з відтворенням необхідної інформації на екрані монітора;
- формує протокол з можливістю його друкування на принтері, який підключений до ПК.

Споживана електрична потужність вимірювального обладнання – не більше 0,4 кВт.

Додатковий обігрів салону в автономному режимі у зимовий час здійснюється обігрівачем та трьома додатковими акумуляторами, які підключають по черзі по мірі виснаження. В інший час додаткові акумулятори можуть зберігатися за межами пересувної лабораторії.

Встановлені прилади та обладнання і їх призначення та технічні характеристики стало забезпечують регламентну роботу ПМЕЛ і, за результатами кількарічної її експлуатації, не викликають нарікань з боку обслуговуючого персоналу.

Дооснащення ПМЕЛ обумовлено потребою розширення її функцій до більш повного оцінювання стану довкілля, зважаючи насамперед на тісний взаємозв'язок та вплив його компонентів – атмосфери, гідросфери та літосфери.

Системний аналіз промислового та транспортного секторів міста, юридично-правових засад ідентифікації першопричин екологічних порушень, звернень громадських організацій та окремих громадян щодо питань екології міста, стан міського бюджету, ступінь невикористання можливостей типової ПМЕЛ та інші природоохоронні потреби обумовили перелік додаткових характеристик стану довкілля, для аналітичного визначення яких доцільно дооснастити ПМЕЛ:

- концентрації сірководню, формальдегіду та метантиолу (метан меркаптану) в атмосферному повітрі;
- концентрації в атмосферному повітря твердофазних забруднюючих речовин недиференційованих за складом (пил);

- концентрацію забруднень автомобільних газів;
- вимірювання димності;
- концентрацію нітратів;
- температури, вмісту солей, Рh та концентрації розчиненого кисню у воді чи водній витяжці ґрунту або повітря;
- інтенсивності шумів та вібрацій у відкритому просторі чи приміщеннях;
- рівня електромагнітного поля;
- рівня радіації та дозиметричного контролю.

Також потребують заміни на рівноцінні та збільшення кількості акумуляторів 6ST-74, термін придатності яких вичерпаний, заміна інвертора на більш потужний відповідно збільшенню навантаження, додати у комплект лабораторії бензинову електростанцію номінальною потужністю не менше 2,5 кВт та прилад безперебійного живлення (АPS) належної потужності.

В таблиці Л.2, *додатку Л* наведено типи, характеристики та орієнтовні ціни приладів і обладнання, що рекомендуються для дооснащення ПМЕЛ.

Зазначені у табл. Л.2, *додатку Л* газоаналізатори ДИХЦ з датчиками використовують для безперервного автоматичного вимірювання масової концентрації газів та парів відповідних компонентів у повітрі населених пунктів, у повітрі робочої зони підприємств та технологічних і комунальних об'єктів, у промислових викидах.

Газоаналізатори ДИХЦ з датчиками та пилoměром використовують для безперервного автоматичного вимірювання масової концентрації газів та парів відповідних компонентів у повітрі населених пунктів, повітрі робочої зони підприємств та технологічних і комунальних об'єктів, промислових викидах. Напруга живлення датчика 6,5...12 В, споживання постійного струму не більше 50 мА. Габаритні розміри датчика 129×120×103 мм, маса датчика не більше 1,2 кг.

Датчики, чутливим елементом донизу, можуть кріпитися на рівну

вертикальну поверхню відповідним кутовим кріпленням, що входить у комплект поставки.

Датчики мають вихідний сигнал RS485 і підключаються до контролерів чи комп'ютерів з відповідним цифровим інтерфейсом RS-485. Для цього використовується концентратор-перетворювач СПК-8.

Підключення датчиків до цифрового інтерфейсу RS232 ноутбука ПМЕЛ потребує певного переналагодження.

Нормальна робота датчиків забезпечується при:

- температурі навколишнього повітря $-30...+50$ °С;
- відносній вологості до 95%;
- атмосферному тиску 84,0...106,7 КПа (630...800 мм рт. ст.);
- вмісті невимірюваних газових складових та механічних домішок у

контрольованому газовому середовищі в межах ГДК за чинними санітарними нормами.

Лабораторія призначена для роботи в наступних умовах експлуатації:

- температура навколишнього повітря від мінус 30°С до плюс 40 °С;
- відносна вологість навколишнього повітря до 98%;
- атмосферний тиск від 84 кПа до 106,7 кПа (630-800 мм.рт.ст).

Зазначені умови не суперечать нормальній експлуатації датчиків газоаналізаторів дооснащення ПМЕЛ.

Температурні коливання зовнішнього повітря корегуються дією нагрівачів, що встановлюються в лабораторії.

Спеціальні вимоги до конструктивних і експлуатаційних способів забезпечення надійності відсутні.

Експлуатаційна надійність функціонування дооснащеної ПМЕЛ гарантується високою технічною надійністю застосованих приладів та обладнання, які мають відповідну сертифікацію

Підтримка коректності результатів аналітичного контролю забезпечується належною кваліфікацією обслуговуючого персоналу та своєчасною періодичною перевіркою точності приладів.

Важливо зазначити, що вихід з ладу приладів, які споживають електричний струм напругою до 12 В і при їх експлуатації не потребують використання токсичних чи вибухонебезпечних і пожежонебезпечних компонентів, не призводить до інших наслідків, окрім певного порушення місцевого графіку контролю стану довкілля.

Рекомендовані прилади мають масу до 1,5 кг і поставляються в комплекті з кріпленням до вертикальної поверхні.

Акумулятори розміщуються і закріплюються в спеціальних боксах, які облаштовані в лабораторному салоні ПМЕЛ. Необхідно розробити кріплення бензинового електрогенератора для запобігання його неконтрольованого зміщення під час руху автомобіля.

Вимоги до виробничої експлуатаційної та ремонтної технологічності типової ПМЕЛ відносяться до використаного для лабораторії автомобіля.

Типові та додаткові прилади і обладнання ПМЕЛ є специфічними, їх налаштування та ремонт можуть проводити виключно спеціалізовані організації.

Вимоги уніфікації та стандартизації забезпечуються використанням виключно сертифікованих додаткових приладів та обладнання, кожен з яких комплектує ПМЕЛ в одиничному екземплярі. Чотири газоаналізатори типу ДИХЦ, та чотири акумулятори типу 6ST-74.

Вимоги до метрологічного вимірювання параметрів довкілля та контролю її якості мають виключне юридичне та соціальне значення та забезпечується застосуванням сертифікованих приладів, та обладнання і систематичною підтримкою їх нормативної точності.

Система засобів експлуатаційного контролю, види і періодичності обслуговування та ремонту, умови експлуатації та експлуатаційні режими викладено в настановах з експлуатації дооснащеної ПМЕЛ.

Орієнтовно витрати на облаштування ПМЕЛ становлять 460 000 гривень, зокрема вартість:

– додаткових приладів та обладнання – 400 000 грн;

- допоміжних матеріалів – 10 000 грн;
- монтажних та налагоджувальних робіт – 50 000 грн.

Можливість використання для комплектації дооснащення ПМЕЛ приладів та обладнання закордонного виробництва обумовлена відсутністю вітчизняних виробів з відповідними характеристиками.

Розроблено ескізний проект щодо розміщення в ПМЕЛ додаткових приладів та обладнання, перелік та типи яких обґрунтовано у технічному завданні. Ескізний проект передбачає:

- повне дотримання та забезпечення чинних правил і вимог з охорони праці, протипожежної безпеки та безпечного поводження з електроприладами;

- створення для персоналу ПМЕЛ комфортних умов при виконанні аналізів та переміщеннях пересувної лабораторії;

- достатність за потужністю та конфігурацією існуючої внутрішньої лабораторної електричної мережі для забезпечення безпечного функціонування всього комплексу приладів та обладнання дооснащеної лабораторії;

- доступність приладів та обладнання для їх використання, видалення та ремонту;

- максимальне використання нефункціональних площ та об'ємів приміщення лабораторії, зокрема під відкидними сидіннями та за їх спинками;

- зручність під'єднання приладів та обладнання до джерела електропостачання з метою підзарядки акумуляторів, вбудованих у портативні прилади;

- використання існуючих пристроїв та обладнання для централізованого забору проб зовнішнього повітря до стаціонарно встановлених газоаналізаторів;

- автоматичний збір результатів аналітичного контролю параметрів зовнішнього середовища, їх належна обробка та формування відповідної бази

даних;

- підвищення надійності функціонування лабораторії за рахунок влаштування в ній і використання портативної бензинової електростанції, як додаткового резервного джерела електропостачання збільшеної потужності;
- зберігання малогабаритних портативних приладів у призначених для кожного з них відділеннях у закритому боксі.

Розробка ескізного проекту дооснащення ПМЕЛ полягала насамперед у отриманні компоновочного рішення з розміщення додаткових приладів та обладнання із врахуванням та максимальним збереженням розміщення наявних у лабораторії приладів та обладнання.

Назви та типи наявних і додаткових приладів та обладнання ПМЕЛ, які враховувались при розробці компоновочного рішення ескізного проекту, наведено у табл. Л.1 та Л.2, *додатку Л.*

Раціональне компоновочне ескізне рішення стосовно розміщення приладів та обладнання, передбачених технічним завданням на дооснащення ПМЕЛ, отримано в результаті варіантного та просторово наглядного 3D проектування, наведеного у *додатку Л.*

Зазначені 3D проєкції демонструють інтер'єр лабораторної робочої зони ПМЕЛ і свідчать про компактність розміщення та зручність використання додаткових приладів та обладнання.

Рішеннями робочого проекту щодо розміщення в ПМЕЛ додаткових приладів та обладнання відповідає рішенням ескізного проекту, і показано на рис. 6.22–6.25.

Отже, дооснащена ПМЕЛ є продукцією, на одержання якої орієнтоване технічне завдання та ескізний проект і призначенням якої є розширення аналітичної спроможності ПМЕЛ до максимально можливого забезпечення потреб м. Кременчук в необхідному та достатньому контролі екологічного стану компонентів його довкілля, у тому числі – атмосферного повітря.

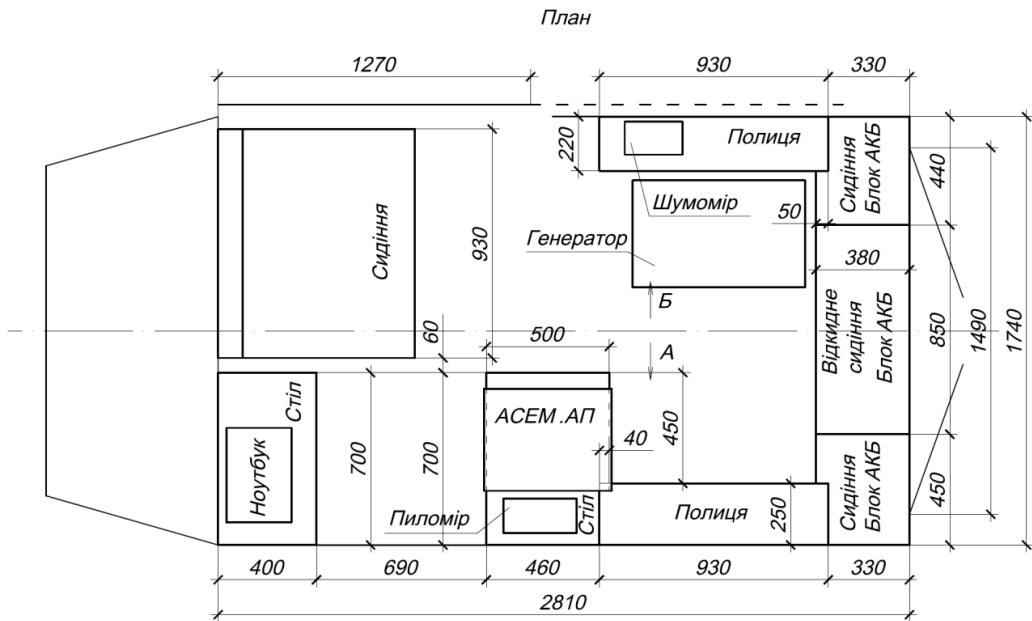


Рисунок 6.22 – Ескізне креслення плану розташування обладнання

ПІМЕЛ

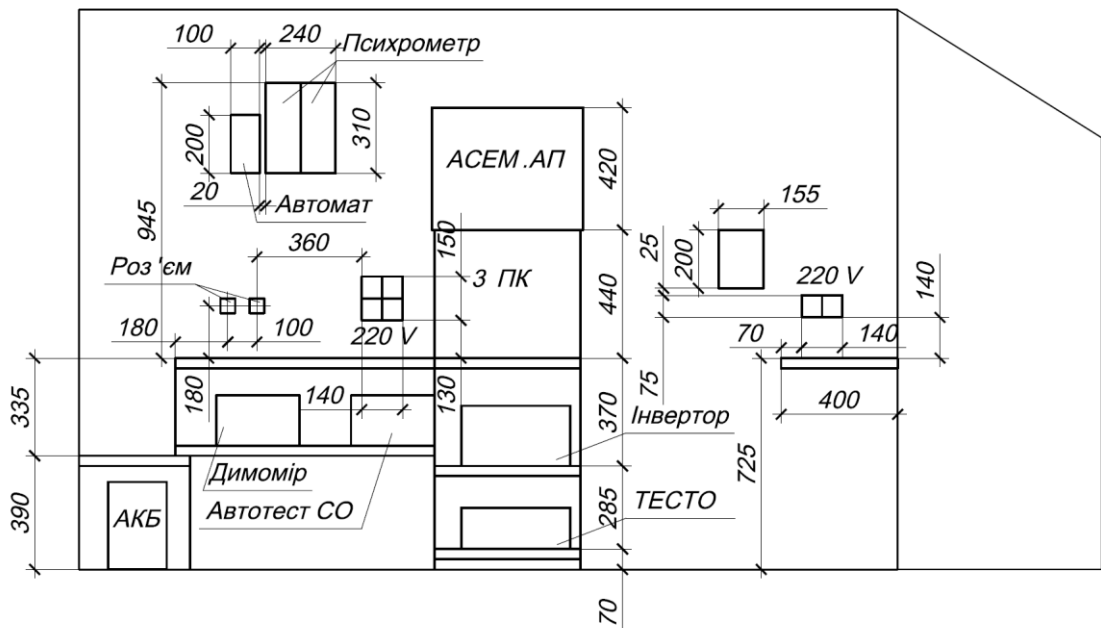
Вид А
(лівий борт)

Рисунок 6.23 – Ескізне креслення лівого борту ПІМЕЛ (Вид А)

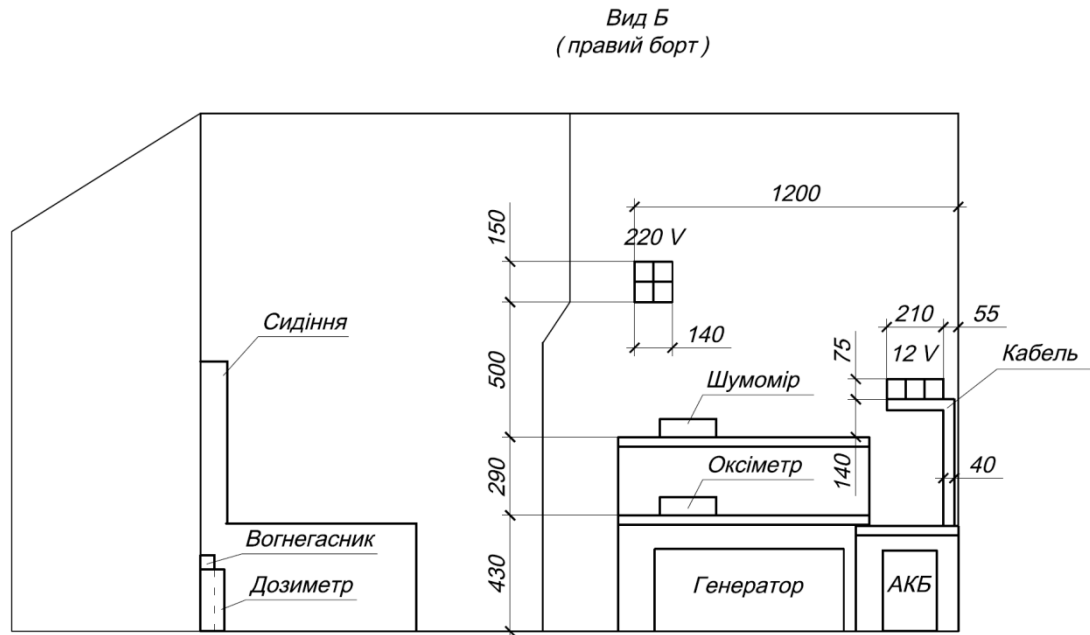


Рисунок 6.24 – Ескізне креслення правого борту ПМЕЛ (Вид Б)

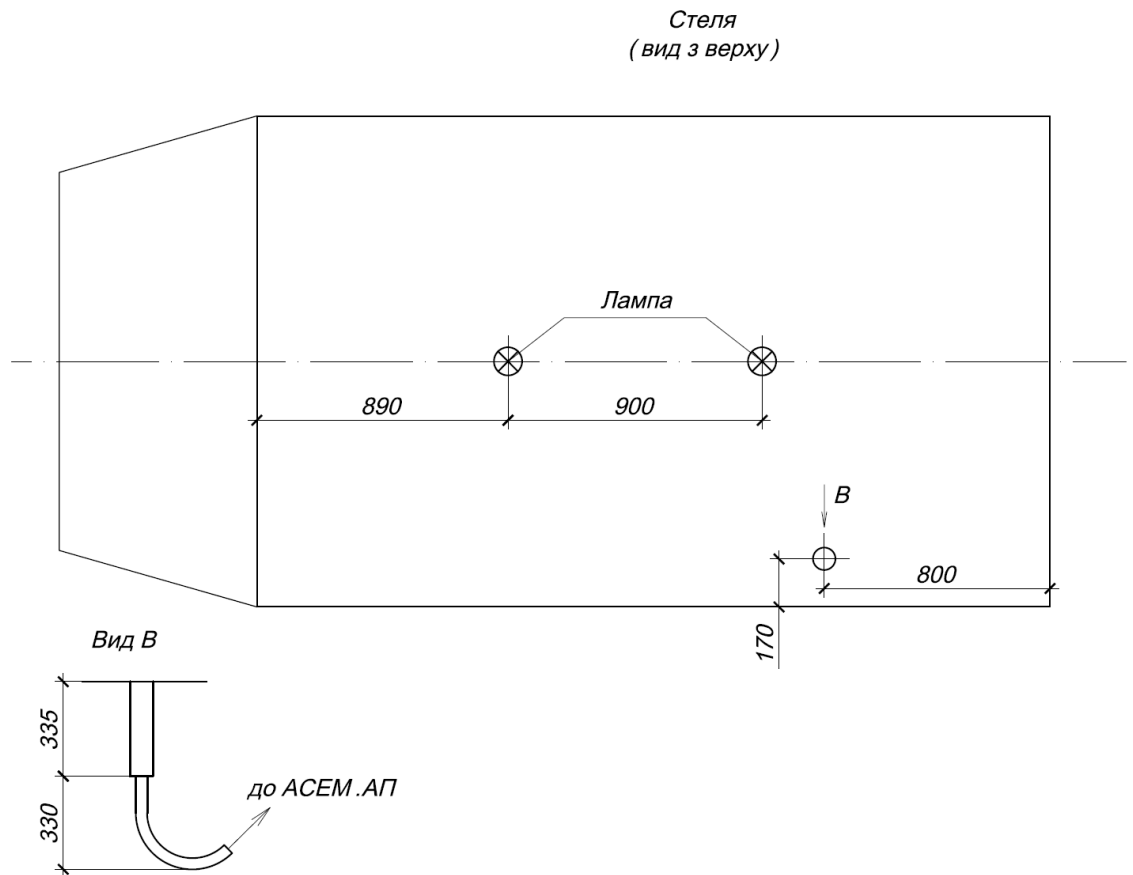


Рисунок 6.25 – Ескізне креслення ПМЕЛ (Вид зверху та Вид В)

6.6 Інтегрування розробленої програми постійного контролю та спостереження з існуючою державною системою моніторингу

Варто зазначити, що діючи на сьогодні на місцевому рівні в Україні суб'єкти підсистеми спостережень мають функціональну підпорядкованість загальнодержавним органам і установам, що зумовлює необхідність розробки функціональних схем взаємодії суб'єктів системи постійного моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря на рівні урбосистеми. Це дозволять упорядкувати питання міжгалузевих взаємовідносин в системі.

Враховуючи вищезазначене варто визначити роль та місце суб'єктів системи спостережень за станом забруднення атмосферного повітря міста Кременчука у розрізі виконання завдань системних, оперативних та епізодичних спостережень [181].

Спостереження за станом забруднення атмосферного повітря у місті Кременчук здійснюють:

1. Суб'єкти державної системи моніторингу навколишнього природного середовища: а) Лабораторія спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука Державної служби України з надзвичайних ситуацій; б) Кременчуцький міськрайонний відокремлений підрозділ лабораторних досліджень Полтавського обласний лабораторний центр міністерства охорони здоров'я України (ЛЦ);

2. Суб'єкт комунальної структури міста Кременчука – Комунальне підприємство «Науково-технічний центр еколого-соціальних досліджень» (КП НТЦ) на базі якого працює пересувна муніципальна екологічна лабораторія (ПМЕЛ).

Стисло особливості роботи вищезазначених організації щодо організації та проведення спостережень за станом забруднення атмосферного повітря представлені у табл. 6.12.

Як видно з таблиці розробка інтегрованої програми спостережень між усіма суб'єктами системи не є можливою.

Таблиця 6.12 – Організація та проведення спостережень суб'єктами системи моніторингу забруднення атмосферного повітря в м. Кременчук

Суб'єкт системи (аббревіатура)	Вид спостережень	Частота організації замірів	Результати спостережень	Доступність результатів для громади міста
ЛСЗА	Системні	4 рази на добу, шість днів на тиждень	Максимальні разові	Не доступні
			Середньодобові	Доступні (за запитом)
			Середньомісячні	Доступні
			Середньорічні	Доступні
ЛЦ	Планові (епізодичні)	1 раз на місяць	Максимальні разові	Доступні
ПМЕЛ	Режимні (системні)	До 5 замірів на день у денний час доби	Максимальні разові	Доступні
			Середньомісячні та Середньорічні (за умови повноти реалізації запропонованої програми)	На сьогодні не доступні
	Епізодичні	У денний час доби (08-00 – 18-00)	Максимальні разові	Доступні
	Оперативні	У бідь який час доби (є додаткові умови)	Максимальні разові	Доступні

Однак, враховуючи той факт, що основною метою створення програми є об'єктивне інформування громади міста про стан забруднення атмосферного повітря, дані моніторингу, одержані різними суб'єктами логічно доповнюють одне одного та дозволяють створити муніципальну базу даних результатів спостережень у розрізі, як максимальних разових, так і систематичних (середньомісячних, щоквартальних та середньорічних) даних. Таким чином, інтегрування програм спостережень може виявлятися у

структурній взаємодії суб'єктів з муніципальною владою. Наприклад, ЛЦ не маючи власної пересувної лабораторії, може приєднуватись до проведення замірів в оперативному режимі, що здійснюються ПМЕЛ. ЛЦ та ПМЕЛ можуть одночасно проводити епізодичні спостереження за узгодженою групою шкідливих речовин у двох різних точках за напрямом вітру: на межі СЗЗ об'єкту та в зоні сельбищної забудови на відстані СЗЗ+200 (або 500) м.

Враховуючи вище зазначене розроблено схему взаємодії суб'єктів системи постійного моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря [181], структурна якої представлена на рис. 6.26.

Варто зазначити, що спрямування протоколів перевищень до органів, підприємств, служб є елементом організаційних рішень в системі моніторингу, які мають трансформуватись в управлінські рішення, та направляються одразу до органів, компетенція яких охоплює питання порушення вимог адміністративного й інших кодексів в структурі екологічного законодавства України.

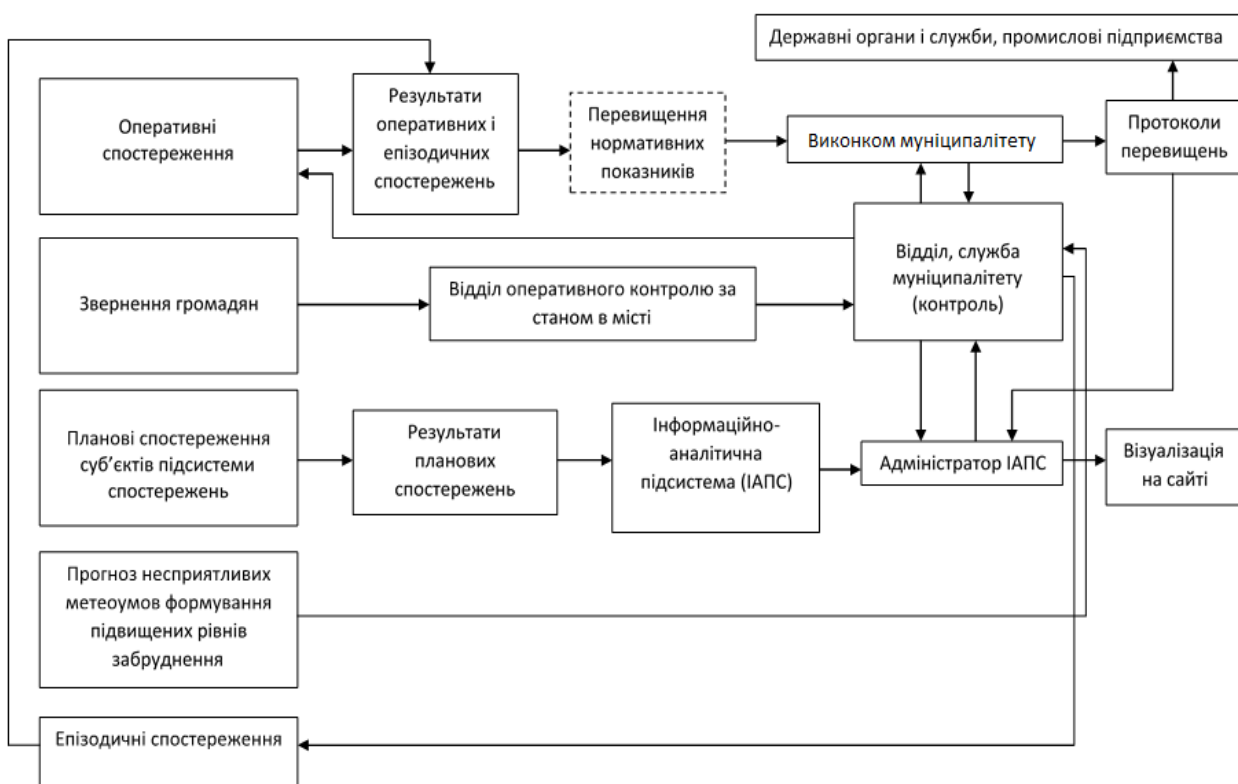


Рисунок 6.26 – Функціональна схема взаємодії суб'єктів системи постійного моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря

На цій основі розроблено функціональну схему реалізації програми постійного моніторингу атмосферного повітря міста Кременчук, яку представлено на рис. 6.27.

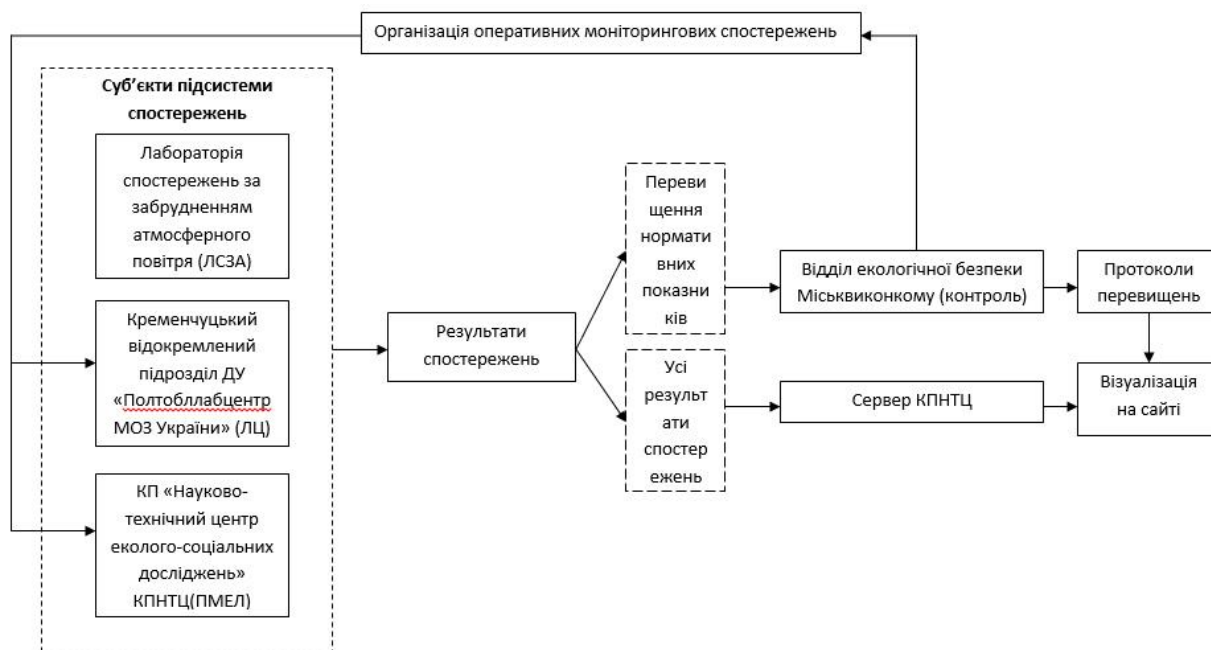


Рисунок 6.27 – Функціональна схема реалізації програми постійного моніторингу за станом забруднення атмосферного повітря в м. Кременчук

Згідно даної схеми функції епізодичних спостережень за станом забруднення атмосферного повітря реалізуються із застосуванням ПМЕЛ згідно алгоритму, наведеному на рис. 3.9 роботи.

На основі наведеної на рис. 6.27 схеми розроблено «Порядок здійснення оперативного контролю за забрудненням атмосферного повітря на території міста Кременчука», згідно з яким:

1. Черговий спеціаліст відділу оперативного контролю за станом в місті в разі надходження звернень щодо забруднення атмосферного повітря в кількості більше десяти з одного мікрорайону за годину в позаробочий час повідомляє про це начальнику відділу екологічної безпеки, завідувачу Кременчуцьким МВПЛД ДУ «Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України» (Лабораторний центр) та директору КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень».

2. Начальник відділу екологічної безпеки приймає рішення про позаплановий виїзд пересувної муніципальної екологічної лабораторії (ПМЕЛ) КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» за участю спеціаліста Лабораторного центру, визначає місце проведення вимірювання вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

3. Спеціалісти ПМЕЛ та Лабораторного центру виконують вимірювання вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та надають протоколи з результатами вимірювання у відділ екологічної безпеки.

4. Метеорологічною інформацією в позаробочий час забезпечує відділ оперативного контролю за станом в місті.

5. Транспорт – пересувною муніципальною екологічною лабораторією – забезпечує КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень».

6. Приладами для визначення наявності в атмосферному повітрі загальнопоширених та специфічних забруднюючих речовин та фахівцями забезпечують керівництво Кременчуцького МВПЛД ДУ «Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України» та КП «Науковий центр соціально-екологічних досліджень».

7. Кременчуцьке міськрайонне управління ГУ Держпродспоживслужби у Полтавській області в разі виявлення перевищень максимально разових гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин вживає заходи в межах своїх повноважень.

8. Начальник лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука повідомляє відділ екологічної безпеки про виявлення на постах спостереження будь-яких перевищень максимально разових гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин, а також надає дані спостережень на вимогу виконавчого комітету.

9. Відділ екологічної безпеки, у разі виявлення перевищень максимально разових гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин на межі санітарно-захисних зон підприємств, передає зазначену

інформацію першому заступнику міського голови для звернення у відповідні контролюючі органи з метою подальшого реагування.

Функціональну схему взаємодії суб'єктів системи оперативного контролю представлено на рис. 6.28.

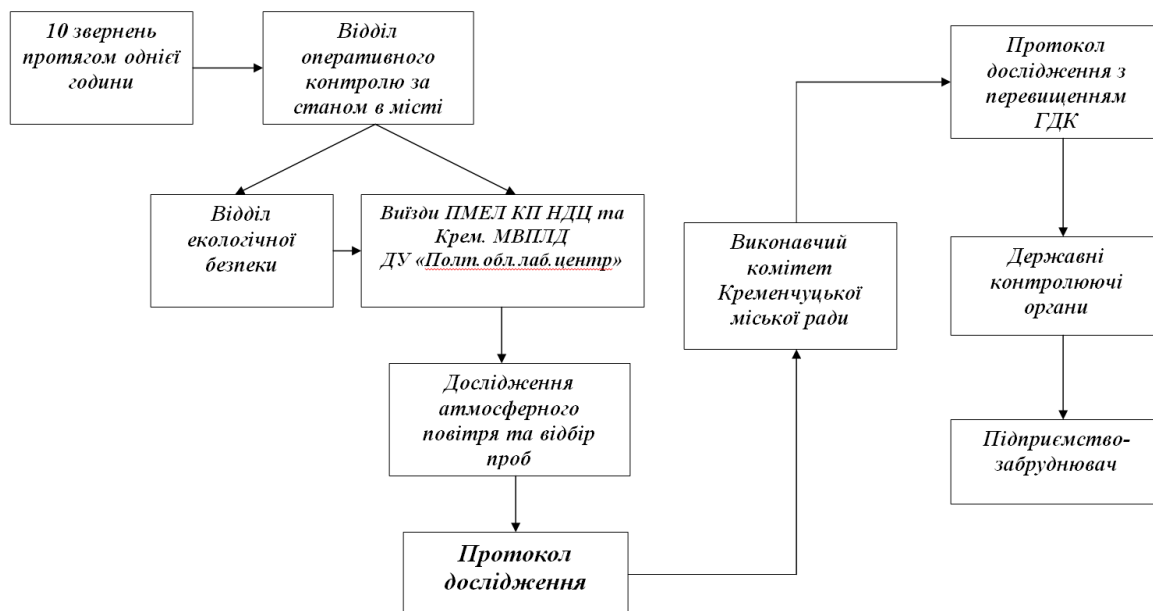


Рисунок 6.28 – Функціональна схема взаємодії органів і служб при здійсненні оперативного контролю за забрудненням атмосферного повітря

Також, на основі наведеної на рис. 6.27 схеми розроблено «Порядок реагування в період НМУ на території міста Кременчука».

Згідно із зазначеним порядком:

1. Начальник ЛСЗА м. Кременчука передає попередження I-го ступеня про очікувані метеорологічні умови високого забруднення атмосфери (МУВЗ) або про настання МУВЗ до відділу оперативного контролю за станом в місті та підприємствам за затвердженим списком.

2. Черговий спеціаліст відділу оперативного контролю за станом в місті передає оповіщення про НМУ начальнику відділу екологічної безпеки, завідувачу Кременчуцьким МВПЛД ДУ «Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України» (Лабораторний центр) та директору КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень».

3. Черговий спеціаліст відділу оперативного контролю за станом в місті

розміщує інформаційну довідку про НМУ для електронного оповіщення населення.

4. Спеціалісти ПМЕЛ КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» та Лабораторного центру виконують вимірювання вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, надають протоколи з результатами вимірювання у відділ екологічної безпеки та оприлюднюють інформацію на офіційному сайті.

5. Підприємства в разі отримання попередження I-го ступеня вживають заходи щодо регулювання викидів забруднюючих речовин відповідно до першого режиму роботи підприємства в період НМУ, забезпечують посилений контроль відомчої лабораторії викидів забруднюючих речовин в атмосферу безпосередньо на джерелах викидів і на межі санітарно-захисної зони та оприлюднюють результати контролю під час НМУ на офіційному сайті підприємства.

Функціональну схему реагування в період НМУ візуалізовано на рис. 6.29.

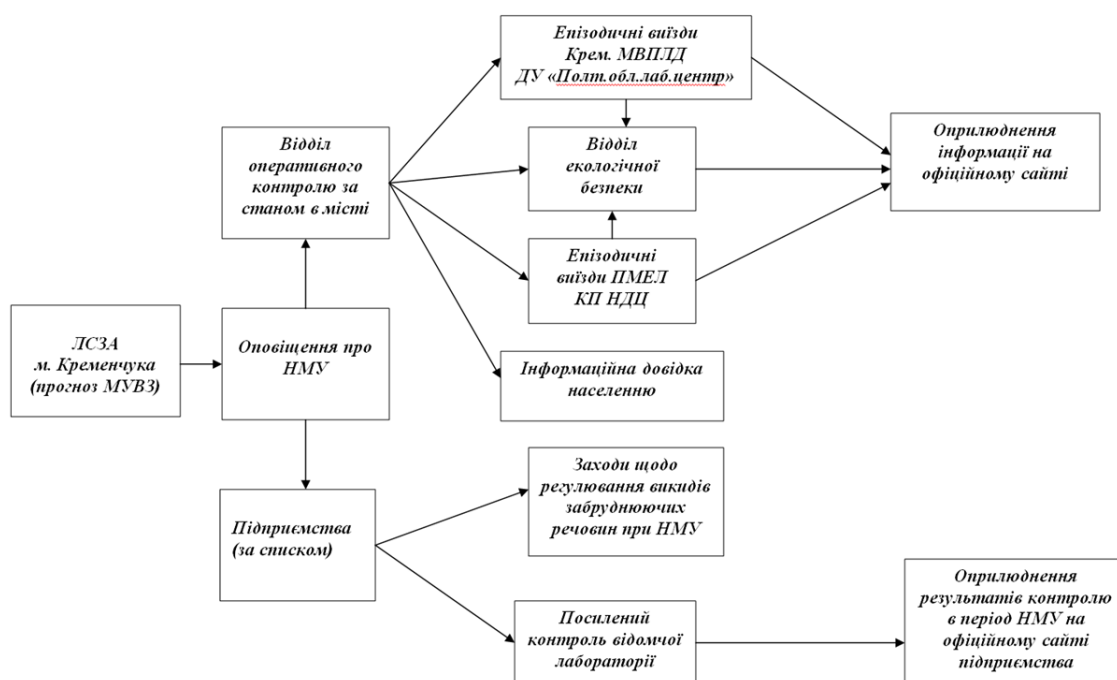


Рисунок 6.29 – Функціональна схема реагування суб'єктів системи спостереження і контролю за якістю атмосферного повітря в м. Кременчук в період НМУ

Практична реалізація запропонованих схем дозволить з використанням ПМЕЛ та з урахуванням результатів спостережень інших суб'єктів забезпечити виконання на рівні урбосистеми вище зазначених конкретизованих пріоритетних завдань муніципальних органів контролю якості атмосферного повітря.

6.7 Практичне застосування моделі розпізнавання ситуацій та підтримки прийняття рішень системи моніторингу

З метою визначення складу і концентрацій речовин, забруднюючих атмосферне повітря міста та основних джерел їх викидів протягом 2017 року фахівцями спеціалізованих лабораторій було здійснено ряд досліджень стану забруднення атмосферного повітря на території м. Кременчук.

За результатами дослідження рівнів забруднення атмосферного повітря та ґрунту встановлено [235]:

1. ЛСЗА у 2017 році визначались 10 забруднюючих домішок. Основні – пил, ангідрид сірчистий (діоксид сірки), оксид вуглецю, діоксид азоту. Специфічні – сульфати, оксид азоту, фенол, сажа, аміак, формальдегід. Відбиралися проби на визначення вмісту 8-ми важких металів (кадмій, залізо, марганець, мідь, нікель, свинець, хром, цинк) та бенз(а)пірену на двох постах міста (ПСЗ № 1, ПСЗ № 4).

Аналіз результатів спостережень за цей період свідчить, що загальний рівень забруднення міста за індексом забруднення (ІЗА) характеризувався як підвищений. Загалом по місту пріоритетними домішками, які зумовлювали забруднення атмосферного повітря, виявились формальдегід, пил, діоксид азоту, фенол, аміак. Індекс забруднення по цим домішкам склав 6,0.

Результати спостережень показали, що середній концентрації забруднювальних речовин у I півріччі в цілому по місту перевищували норму по пилу в 1,4 рази та формальдегіду в 2,2 рази. Середній вміст сульфатів склав 0,012 мг/м³.

Максимальні з разових концентрацій перевищували ГДК_{м.р.}:

- по пилу в 2,4 рази на ПСЗ № 2 у січні,
- фенолу в 2,8 рази на ПСЗ № 4 у травні,
- формальдегіду в 1,08 рази на ПСЗ № 4 у червні.

Загалом по місту повторюваність випадків з концентрацією, що перевищувала максимально разову ГДК по пилу становила 1,4 %, фенолу – 0,9 %, формальдегіду – 0,1 %.

Випадків високого забруднення (ВЗ) та екстремально-високого (ЕВЗ) за цей період не зафіксовано. Характеристику забруднення атмосферного повітря міста за I півріччя 2017 р. наведено в таблиці 6.13. При порівнянні результатів аналізу з I півріччям 2016 року встановлено, що загальний рівень забруднення атмосферного повітря міста збільшився. Помітно підвищився середній вміст пилу, діоксиду сірки, діоксиду азоту, сажі. Зменшився вміст формальдегіду та оксиду вуглецю. За іншими шкідливими речовинами істотних змін не спостерігалось.

2. Здійснювались планові та позапланові оперативні виїзди пересувної муніципальної екологічної лабораторії (ПМЕЛ). Оцінювання фактичного рівня забруднення атмосферного повітря проводилось шляхом співставлення показника забруднення з відповідними ГДК_{м.р.} речовин у повітрі населених міст.

Контролювалося 13 забруднюючих компонентів приземного шару атмосфери, які вносять найбільший вклад в забруднення атмосферного повітря міста, а саме: оксид вуглецю (CO), оксид азоту (NO), діоксид азоту (NO₂), сірчистий ангідрид (SO₂), сірководень (H₂S), метан (CH₄), метилмеркаптан (H₃SH), формальдегід (CH₂O), аміак (NH₃), пил (недиференційований за складом), сума вуглеводнів ($\sum C_n H_m$) та радіаційний фон, а саме гамма та бета випромінення.

За показником діоксид азоту зафіксовані неодноразові перевищення ГДК_{м.р.} (на рівні до трикратного перевищення нормативу) на транспортних маршрутних точках спостережень, що зумовлює переважаючий внесок

автотранспорту у загальний рівень забруднення атмосферного повітря.

Таблиця 6.13 – Характеристика забруднення атмосферного повітря м. Кременчук за I півріччя 2017 р. (за даними ЛСЗА)

Назва інгредієнтів	Середня концентрація за I півріччя 2017 р. в цілому по місту, в частках ГДК	Середня концентрація за I півріччя 2016 р. в цілому по місту, в частках ГДК	Максимальна концентрація		Повторюваність випадків з концентрацією вище, %		Середні концентрації по постам, в частках ГДК			
			в частках ГДК	Де спостерігалася	ГДК м.р.	5 ГДК м.р.	№ 1	№ 2	№ 4	№ 5
Пил	1,4	0,9	2,4	ПСЗ № 2	1,4	0	1,4	1,6	1,4	1,25
Діоксид сірки	0,17	0,03	0,12	№ 1	0	0	0,2	0,16	0,18	0,15
Вуглецю оксид	0,2	0,3	0,6	№ 1,2,4	0	0	0,1	0,2	0,3	0,1
Діоксид азоту	0,9	0,6	0,9	№ 4	0	0	0,7	0,5	1,6	0,85
Оксид азоту	0,3	0,25	0,3	№ 2	0	0	–	0,3	–	–
Фенол	0,6	0,6	2,8	№ 4	0,9	0	0,6	–	0,7	0,5
Сажа	0,3	0,13	0,5	№ 4	0	0	0,2	–	0,4	–
Аміак	0,35	0,35	0,15	№ 2	0	0	–	0,35	–	–
Формальдегід	2,2	2,4	1,08	№ 1,2,4	–	–	–	–	–	–

Варто зазначити, що спостереження за станом атмосферного повітря із застосуванням ПМЕЛ, починаючи з червня місяця 2017 року здійснюються за визначеними МТС на основі розробленої програми спостережень в оновленій мережі пунктів контролю.

У червні 2017 року контролювалося 13 забруднюючих компонентів приземного шару атмосфери та радіаційний фон.

За показником діоксид азоту зафіксовані перевищення:

– на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В в 1,655 рази гранично допустимої максимально разової концентрації (ГДК_{м.р.}) – 0,331 мг/м³, в результаті інтенсивності руху транспорту.

– у заїзному кармані транспортної магістралі по проспекту Свободи, навпроти торця будинку № 22А в 1,940 рази гранично допустимої максимально разової концентрації (ГДК_{м.р.}) – 0,388 мг/м³, в результаті інтенсивності руху транспорту.

За всіма іншими показниками рівень концентрації вимірювань відмічений нижче від (ГДК_{м.р.}):

– за оксидом вуглецю 0,044 – 0,420 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась у заїзному кармані транспортної магістралі по проспекту Свободи, навпроти торця будинку № 22А – 2,10 мг/м³;

– за оксидом азоту 0,055 – 0,798 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В – 0,319 мг/м³;

– за сірчистим ангідридом 0,254 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась у заїзному кармані транспортної магістралі по проспекту Свободи, навпроти торця будинку №22А – 0,127 мг/м³;

– значимих концентрацій метану, формальдегіду та аміаку в атмосферному повітрі не виявлено;

– за метилмеркаптаном 0,030 – 0,090 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Соломії Крушельницької, 46/1 – 0,000009 мг/м³;

– по пилу 0,004 – 0,032 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В – 0,016 мг/м³;

– середня концентрація суми вуглеводнів складала 1,30 мг/м³;

– рівні гамма-фону в місті за червень 2017 року становили 9,80 – 20,70 мкР/год (при допустимому рівні 30 мкР/год);

– поверхнева густина потоку частинок бета-випромінювання становила 5,4 – 12,0 β част/см²·хв (при допустимому рівні 30 β част/см²·хв).

Радіаційна обстановка стабільна та не перевищує допустимих значень.

У порівнянні з вимірюваннями аналогічного періоду минулого року рівень концентрації забруднення підвищився за оксидом вуглецю, оксидом азоту та діоксидом азоту.

Усього за червень 2017 року складено і передано до міськвиконкому на розгляд 52 протоколи. У порівнянні з попереднім місяцем підвищився рівень концентрації забруднення за оксидом вуглецю, оксидом азоту, діоксидом азоту та сірчистим ангідридом. Рівень концентрації забруднення за метаном та формальдегідом не змінився. Рівень концентрації забруднення за метил меркаптаном, аміаком та пилом зменшився. Середня концентрація суми вуглеводнів за червень місяць у порівнянні з попереднім місяцем збільшилась, що пов'язано з погодними умовами та інтенсивністю руху транспорту. Радіаційна обстановка стабільна та не перевищує допустимих значень.

У липні 2017 року за показником діоксиду азоту зафіксовані перевищення:

– на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В в 1,630 рази гранично допустимої максимально разової концентрації (ГДК_{м.р.}) – 0,326 мг/м³, в результаті інтенсивності руху транспорту.

За всіма іншими показниками рівень концентрації вимірювань відмічений нижче від ГДК_{м.р.}:

– за оксидом вуглецю 0,024 – 0,580 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 2,90 мг/м³;

– за оксидом азоту 0,070 – 0,733 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 0,293 мг/м³;

- за сірчистим ангідридом 0,298 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 0,149 мг/м³;
- за метаном 0,527 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 26,36 мг/м³;
- за формальдегідом 0,800 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 0,028 мг/м³;
- за метилмеркаптаном 0,040 – 0,950 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 0,000095 мг/м³;
- за аміаком – 0,500 ГДК_{м.р.} (0 – 0,1 мг/м³), що не перевищує гранично допустимих концентрацій максимально разових;
- по пилу 0,006 – 0,550 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на вул. Чкалова (р-н заправки БРСМ) – 0,275 мг/м³;
- середня концентрація суми вуглеводнів склала 1,57 мг/м³.
- рівні гамма-фону в місті за липень 2017 року становили 9,85 – 12,65 мкР/год (при допустимому рівні 30 мкР/год);
- поверхнева густина потоку частинок бета-випромінювання становила 5,4 – 8,4 β част/см²·хв (при допустимому рівні 30 β част/см²·хв). Радіаційна обстановка стабільна.

У порівнянні з вимірюваннями аналогічного періоду минулого року рівень концентрації забруднення підвищився за оксидом вуглецю, оксидом азоту та сірчистим ангідридом.

Всього за липень 2017 року складено і передано до міськвиконкому на розгляд 46 протоколів. У порівнянні з попереднім місяцем підвищився рівень концентрації забруднення за оксидом вуглецю, сірчистим ангідридом, метаном, формальдегідом, метил меркаптаном, аміаком та пилом. Рівень концентрації забруднення за оксидом азоту та діоксидом азоту зменшився.

Середня концентрація суми вуглеводнів за липень місяць у порівнянні з попереднім місяцем збільшилась, що пов'язано з погодними умовами та інтенсивністю руху транспорту.

У серпні 2017 року за показником концентрації діоксиду азоту

зафіксовані перевищення:

– на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В у 1,040 рази гранично допустимої максимально разової концентрації (ГДК_{м.р.}) – 0,208 мг/м³, в результаті інтенсивності руху транспорту;

– у заїзному кармані транспортної магістралі по проспекту Свободи, навпроти торця будинку № 22А в 1,200 та 1,705 рази гранично допустимої максимально разової концентрації (ГДК_{м.р.}) – 0,240 мг/м³ та 0,341 відповідно, в результаті інтенсивності руху транспорту.

За всіма іншими показниками рівень концентрації вимірювань відмічений нижче від ГДК_{м.р.}:

– за оксидом вуглецю 0,042 – 0,490 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась у заїзному кармані транспортної магістралі по проспекту Свободи, навпроти торця будинку № 22А – 2,45 мг/м³;

– за оксидом азоту 0,088 – 0,700 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравнева, навпроти будинку № 28В – 0,280 мг/м³;

– за сірчистим ангідридом 0,372 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на площі Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12 – 0,186 мг/м³;

– за сірководнем 0,025 – 0,238 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась у заїзному кармані транспортної магістралі по проспекту Свободи, навпроти торця будинку № 22А – 0,0019 мг/м³;

– за метаном 0,002 – 0,726 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на площі Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12 – 36,29 мг/м³;

– значимих концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі не виявлено;

– за метилмеркаптаном 0,040 – 0,180 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на площі Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12 –

0,000018 мг/м³;

– за аміаком 0,500 ГДК_{м.р.}, що не перевищує гранично допустимих концентрацій максимально разових;

– по пилю 0,006 – 0,072 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась по вул. Сумській, 46 – 0,036 мг/м³;

– середня концентрація суми вуглеводнів склала 1,28 мг/м³.

– рівні гамма-фону в місті за серпень 2017 року становили 9,50 – 15,75 мкР/год (при допустимому рівні 30 мкР/год);

– поверхнева густина потоку частинок бета-випромінювання становила 5,3 – 8,3 β част/см²·хв (при допустимому рівні 30 β част/см²·хв). Радіаційна обстановка стабільна.

У порівнянні з вимірюваннями аналогічного періоду минулого року рівень концентрації забруднення підвищився за оксидом вуглецю, оксидом азоту, сірчистим ангідридом та метаном.

Всього за серпень 2017 року складено і передано до міськвиконкому на розгляд 50 протоколів. У порівнянні з попереднім місяцем підвищився рівень концентрації забруднення за діоксидом азоту, сірчистим ангідридом та метаном. Рівень концентрації забруднення за аміаком не змінився. Рівень концентрації забруднення за оксидом вуглецю, оксидом азоту, формальдегідом, метилмеркаптаном та пилом зменшився. Середня концентрація суми вуглеводнів за серпень місяць у порівнянні з попереднім місяцем зменшилась, що пов'язано з погодними умовами. ГДК_{м.р.}

У вересні 2017 року за показником концентрації діоксиду азоту зафіксовані перевищення:

– на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В в 1,350 та 1,505 разів гранично-допустимої максимально разової концентрації (ГДК_{м.р.}) – 0,270 мг/м³ та 0,301 мг/м³ відповідно, в результаті інтенсивності руху транспорту.

За всіма іншими показниками рівень концентрації вимірювань відмічений нижче від ГДК_{м.р.}:

– за оксидом вуглецю 0,056 – 0,446 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В – 2,23 мг/м³;

– за оксидом азоту 0,048 – 0,655 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на узбіччі транспортної магістралі по вул. Першотравневій, навпроти будинку № 28В – 0,262 мг/м³;

– за сірчистим ангідридом 0,216 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на площі Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12 – 0,108 мг/м³;

– за сірководнем 0,013 – 0,075 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на площі Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12; узбіччі міжквартального проїзду по вул. Миру, 19; перетині вул. Козацькій та вул. Михайла Грушевського (в районі новобудови дитячого садка-початкової школи); лівому узбіччі дороги по пров. Грозненському, по діагоналі навпроти кута території середньої школи № 26 – 0,0006 мг/м³;

– за метаном 0,002 – 0,494 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на площі Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12 – 24,69 мг/м³;

– значимих концентрацій формальдегіду та аміаку в атмосферному повітрі не виявлено;

– за метилмеркаптаном 0,040 – 0,130 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на узбіччі міжквартального проїзду по вул. Миру, 19; лівому узбіччі дороги по пров. Грозненському, по діагоналі навпроти кута території середньої школи № 26 – 0,000013 мг/м³;

– по пилу 0,002 – 0,196 ГДК_{м.р.}. Найбільша концентрація спостерігалась на перетині вул. Козацької та вул. Михайла Грушевського (в районі новобудови дитячого садка-початкової школи) – 0,098 мг/м³;

– середня концентрація суми вуглеводнів склала 1,24 мг/м³.

– рівні гамма-фону в місті за вересень 2017 року становили 9,85 – 13,25 мкР/год (при допустимому рівні 30 мкР/год);

– поверхнева густина потоку частинок бета-випромінювання становила $5,3 - 8,3 \beta$ част/см²·хв (при допустимому рівні 30β част/см²·хв).

У порівнянні з вимірюваннями аналогічного періоду минулого року рівень концентрації забруднення підвищився за оксидом вуглецю, оксидом азоту та метаном.

Всього за вересень 2017 року складено і передано до міськвиконкому на розгляд 41 протокол. У порівнянні з попереднім місяцем підвищився рівень концентрації забруднення за пилом. Рівень концентрації забруднення за формальдегідом не змінився. Рівень концентрації забруднення за оксидом вуглецю, оксидом азоту, діоксидом азоту, сірчистим ангідридом, сірководнем, метаном метилмеркаптаном та аміаком зменшився. Середня концентрація суми вуглеводнів за вересень місяць у порівнянні з попереднім місяцем зменшилась, що пов'язано з погодними умовами.

Результати замірів концентрацій шкідливих речовин, одержані під час реалізації програми спостережень у повному обсязі представлено на сайті КП «Науково-технічний центр еколого-соціальних досліджень Виконавчого комітету Кременчуцької міської ради». Приклад результатів добових спостережень представлено на рис. 6.30.

Дата	Адреса	Оксид азоту NO (мг/м ³)	Сірководень H ₂ S (мг/м ³)	Діоксид азоту NO ₂ (мг/м ³)	Сірчистий ангідрид SO ₂ (мг/м ³)	Сума вуглеводнів E SpHm (мг/м ³)	Гамма-фон (мкР/год)	Пил (мг/м ³)	Бета-випромінювання (В част/см ² ·хв)	Метан CH ₄ (мг/м ³)	Формальдегід CH ₂ O (мг/м ³)	Оксид вуглецю CO (мг/м ³)	Аміак NH ₃ (мг/м ³)	Метилмеркаптани CH ₃ SH (мг/м ³)	
07.09.2017	мико СЗЗ ПП "Крембін" на відстані 100 м	0.4	0.008	0.2	0.015	0.001	1.24	13.25	0.008	6.1	4.06	0	0.71	0	0.000007
07.09.2017	площа Перемоги з боку вулиці Генерала Жадова, б.12	0.11	0.0002	0.073	0.108	1.23	9.85	0.006	6.7	7.22	0	1.13	0	0.000007	
07.09.2017	на узбіччї транспортної магістралі по вул. Першотравнева, навпроти будинку № 28 В	0.262	0.0001	0.301	0.009	1.26	11.6	0.005	6.8	17.2	0	2.23	0	0.000006	
07.09.2017	перетин пров. В. Вернадського та вул. Сонячний, навпроти будинку по вул. Сонячний, 21	0.076	0.0001	0.049	0.003	1.24	10.85	0.001	5.7	2.86	0	0.7	0	0.000006	
07.09.2017	заїзний карман (гостюва стовпика Міської лікарні ім. Богоявського) по вул. Гранітній, навпроти будинку №6/2	0.069	0.0003	0.007	0.049	1.26	10.15	0.007	7.5	12.24	0	0.39	0	0.000007	
07.09.2017	розширення дороги на перетині вул. Ігора Сердюка та вул. Лейтенанта Поглодова, навпроти б. №11/29 по вул. Лейтенанта Поглодова	0.055	0.0002	0.003	0.021	1.22	10.4	0.005	6.3	9.19	0	0.34	0	0.000008	

Рисунок 6.30 – Результати, одержані при реалізації програми спостережень

3. Моніторингові дослідження атмосферного повітря проводились в 8-ми постійних точках міста, що передбачені планами ДУ «Полтавський обласний лабораторний центр МОЗ України» та Кременчуцького підрозділу лабораторних досліджень.

Дослідження в кожній точці проводились щомісячно, починаючи з березня по листопад. За 7 місяців 2017 року проведено 320 досліджень, в тому числі з перевищенням по окремих хімічних речовинах вище ГДК – 8. Перевищення спостерігалися:

– проспект Лесі Українки, житлова забудова район 4-ї поліклініки – 20.07.17 – по пилу в 1,32 рази (0,66 мг/дм³);

– вул. Небесної Сотні – вул. Першотравнева (район будинку № 3 по вул. Небесної Сотні) – 2 рази по фенолу 19.06.17 – в 1,3 (0,013 мг/дм³), 05.07.17 – в 1,7 рази (0,017 мг/дм³);

– вул. В. Пугачова – вул. Київська (район будинку № 63 по вул. Київській) – по пилу 3.04.17 – в 1,3 рази (0,65 мг/дм³), 3.07.17 – по формальдегіду в 1,4 рази (0,04 мг/дм³), фенолу в 1.5 рази (0,015 мг/дм³);

– вул. Бетонна, 124/2, по фенолу – 2 рази 24.04.2017 – в 1,5 рази (0,015 мг/дм³), 10.05.17 – в 1,8 рази (0,018 мг/дм³).

При розрахунку коефіцієнта комбінованої дії (ККД) шкідливих речовин, а саме сірчистого ангідриду, вуглецю оксиду, азоту діоксиду та фенолу встановлено, що ККД (допустиме значення <1.0) перевищує допустимі норми по пр. Лесі Українки, 65 навпроти 4-ї поліклініки (4 випадки) та складає – 1,16, 1,29, 1,36, 1,56; в житловій забудові по вул. Бетонній, 124/2, (3 випадки) – 1,19, 1,56, 1,64; по вул. Небесної Сотні – вул. Першотравнева район будинку №3 по вул. Небесної Сотні – (3 випадки) – 1,41, 1,87, 2,49; вул. В. Пугачова – вул. Київська район будинку № 63 по вул. Київській (2 випадки) – 1,56, 2,23; по вул. Манагарова, 16а в зоні можливого впливу ПАТ «КВБЗ» та ПАТ «СЛЗ» (3 випадки) – 1,11, 1,33, 1,74; пров. Тецівський, 2, 1000м від ПАТ «Укртатнафта» (4 випадки) – 1,16, 1,28, 1,47, 1,61; пров. Фруктовий, 28 100м від ПАТ «Кредмаш» (4 випадки) – 1,39, 1,43,

1,47, 1,51.

Крім моніторингових досліджень проведені дослідження атмосферного повітря за дорученням виконавчого комітету Кременчуцької міської ради в зв'язку з масовими скаргами громадян міста (особливо район «Молодіжний»), в тому числі у вечірній та нічний час доби.

Виконано 120 досліджень повітря, з перевищенням ГДК – 10, з них 5 на селищі Молодіжному. Перевищення ГДК спостерігалися:

– проспект Лесі Українки 1/10 – 09.06.2017 – по сірководню в 1,37 рази (0,011 мг/дм³), по фенолу в 1,5 рази (0,015 мг/дм³);

– проспект Лесі Українки, 54, 24.07.17 – по фенолу в 1,1 рази (0,011 мг/дм³);

– межа санітарно-захисної зони ПАТ «КЗТВ» 1000м біля Свіштовського кладовища – 09.06.17 – по сірководню в 1,6 рази (0,013 мг/дм³), по фенолу в 1,7 рази (0,017 мг/дм³);

– вул. Володимира Великого, 68 – 15.07.2017 – по фенолу в 1,7 рази (0,017 мг/дм³);

– район підприємства «Квіти Кременчука» – 17.07.2017 – по фенолу в 1,5 рази (0,015 мг/дм³), та в 1,7 рази (0,017 мг/дм³);

– ФОП «Височін» – 19.05.17 – по сірководню в 1,12 рази (0,009 мг/дм³);

– вул. Крупської, 46/1 район «Паперової фабрики» 15.06.17 – по аміаку в 1,65 рази (0,33 мг/дм³).

Таким чином, згідно проведеного аналізу та розрахунків встановлено випадки перевищення, як фактичної концентрації окремих хімічних речовин відносно ГДК, так і коефіцієнт комбінованої дії хімічних речовин в атмосферному повітрі, що негативно впливає на здоров'я людей та якість життя в забрудненому атмосферному повітрі [235].

В рамках виробничого екологічного контролю на підприємствах м. Кременчука проводиться контроль вмісту у викидах наступних токсичних забруднюючих речовин: тверді речовини, карбону(II) оксид, нітрогену(IV)

оксид, сульфур(IV) оксид, вуглеводні (сума), легкі органічні сполуки (сума), а також метан (у рамках моніторингу викидів парникових газів). Обсяги викидів основного парникового газу – карбону(IV) оксид – оцінюються розрахунковим методом. Дещо ширший перелік забруднюючих речовин контролюється в атмосферному повітрі у рамках екологічного моніторингу: тверді седиментовані частки не диференційовані за складом, сажа, карбону(II) оксид, нітрогену(IV) оксид та нітрогену(II) оксид, сульфур(IV) оксид, важкі метали, вуглеводні (сума), легкі органічні сполуки (сума), фтористий водень, фенол, бензол, толуол, сума ксилолів, бенз(а)пірен. Вищеназвані забруднюючі речовини розглядаються як пріоритетні для екологічного і санітарно-гігієнічного контролю, зважаючи на їх небезпечність для навколишнього природного середовища і здоров'я людини.

Для стану атмосферного повітря, особливо в промислових містах, найбільшу небезпеку становить приземна інверсія в поєднанні зі слабким вітром, тобто виникнення ситуації «застою повітря». Встановлена залежність вмісту забруднюючих речовин у повітрі від погодних умов: максимальні значення їх концентрацій спостерігаються, як правило, в теплу безвітряну погоду, тоді як під час тривалої негоди, сильного вітру та після випадання опадів вони різко зменшуються. У зв'язку з цим під час сталих погодних періодів (літо та середина зими) чисельність скарг мешканців на неприємний запах у атмосферному повітрі збільшується.

На цій основі сформовано словник факторів – ознак ситуацій (прикладів), до якого на попередньому етапі увійшли концентрації речовин: карбону(II) оксид (CO), нітрогену(II) оксид (NO), нітрогену(IV) оксид (NO₂), сульфур(IV) оксид (SO₂), сірководень, формальдегід, метан, метил меркаптан, аміак, суми вуглеводнів, пил (тверді седиментовані частки не диференційовані за складом), а також фонове іонізуюче випромінювання, напрямок вітру та чисельність скарг мешканців по районах.

Згідно викладеної у пр. 5.2 роботи методиці побудови бази знань,

розроблена матриця, яка містить нечіткі правила розпізнавання ситуацій, матрицю сумісності ситуацій і матрицю прийняття рішень. Між тим, структура означених матриць не відрізняється оригінальністю.

Для настроювання нечіткої моделі розпізнавання ситуацій використовувалося 90 прикладів і ще 90 – для тестування. На рис. 6.31 показано частку розпізнаних ситуацій до навчання (значення всіх вагових коефіцієнтів дорівнюють «1») і після навчання. Після навчання модель помітно краще розпізнає ситуації. Рівень ризику помилок першого і другого роду у всіх ситуаціях уважався однаковим [230].

Таким чином, здійснено практичне застосування експериментального зразка інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень щодо корекції ситуації з екологічною безпекою. Отримано результати експериментального навчання системи на реальних прикладах. Встановлено, що після навчання кількість правильно розпізнаних ситуацій підвищується від 1,7% до 6,1% в діапазоні тестової вибірки (90 прикладів).

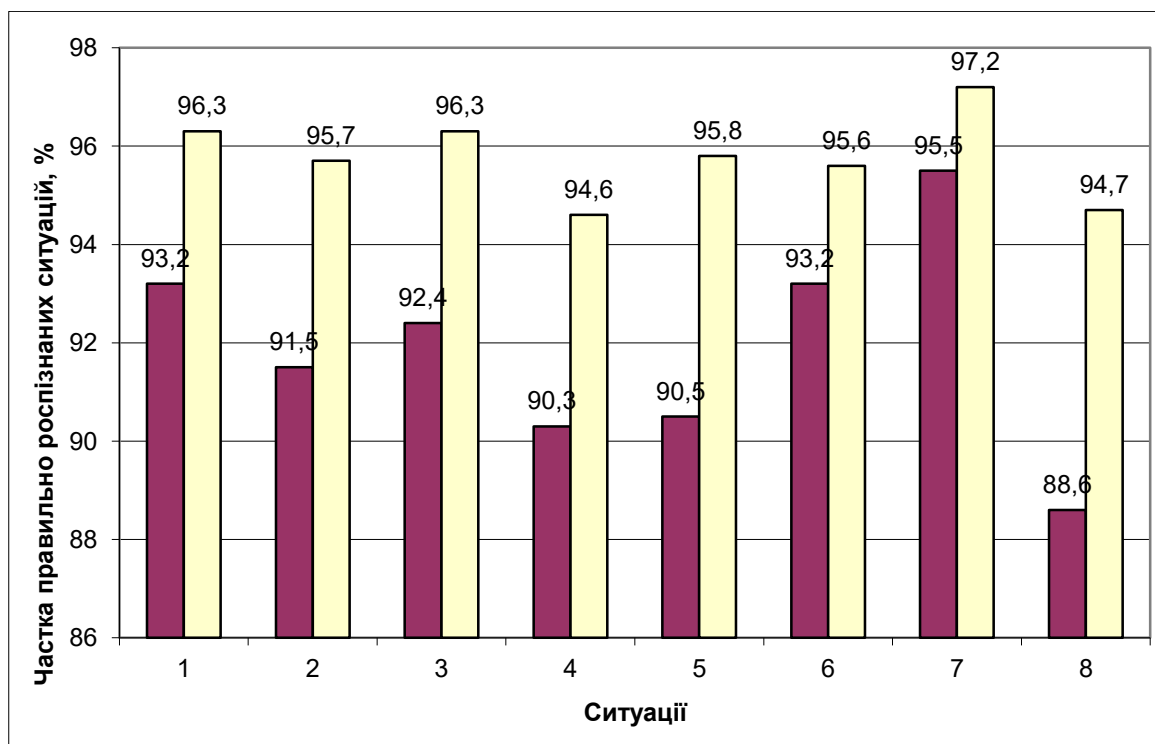


Рисунок 6.31 – Частка розпізнаних ситуацій до та після навчання моделі

6.8 Висновки до розділу 6

1. На прикладі конкретної техногенно навантаженої урбосистеми (м. Кременчук) розроблено програму і схеми системних, епізодичних та оперативних спостережень за якістю атмосферного повітря.

2. Реалізація запропонованої програми спостережень дозволить забезпечити розв'язання наступних концептуальних завдань: забезпечити повноту інформації про якість атмосферного повітря на території муніципалітету; забезпечити контроль за станом атмосферного повітря в місті, як за рахунок систематичних спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом організації та проведення оперативних і систематичних спостережень на межі СЗЗ цих об'єктів; одержувати диференційовану інформацію від системи спостереження достатню для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря і здоров'я громадян міста; забезпечити інтеграцію програм спостережень між усіма суб'єктами моніторингу.

3. Отримано результати настроювання нечіткої моделі розпізнавання ситуацій шляхом експериментального навчання системи на прикладах – конкретних результатах спостережень за станом атмосферного повітря. Встановлено, що кількість правильно розпізнаних ситуацій після навчання суттєво підвищується.

4. Наукові результати і практичні рекомендації з розробки комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем впроваджені на КП «Науково-технічний центр еколого-соціальних досліджень» м. Кременчука при роботі ПМЕЛ, у відділі екологічної безпеки виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області у частині реалізації програми постійного моніторингу атмосферного повітря.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на основі узагальнення результатів виконаних теоретичних та експериментальних наукових досліджень подано нове розв'язання актуальної науково-прикладної проблеми удосконалення методологічного підходу до розробки структури муніципального екологічного моніторингу шляхом створення комплексу функціонально взаємопов'язаних елементів системи екологічного моніторингу атмосферного повітря техногенно навантажених урбосистем, що у сукупності забезпечує розробку обґрунтованих управлінських рішень із забезпечення екологічної безпеки. Зокрема:

1. Встановлено що основною проблемою у спробах підвищення ефективності систем моніторингу довкілля на муніципальному рівні в Україні є недосконалість організації підсистем спостереження й оцінювання, що у кінцевому випадку призводить до недостатньої обґрунтованості в підсистемі підтримки прийняття управлінських рішень, яка безпосередньо пов'язана з управлінням екологічною безпекою.

2. Запропоновано базову схему концепції екологічного моніторингу. Конкретизовано складові концепції з виділенням цілей, задач, стратегічних результатів, статичних та динамічних індикаторів її реалізації. Доведено доцільність виділення разом з технічними, соціальних індикаторів, саме чисельні показники яких визначають антропоцентричну спрямованість концептуального підходу до розробки систем екологічного моніторингу. Сформовано теоретичний базис для побудови інформаційних сайтів та запропоновано вимоги до їх структури як частини ІАС екологічного моніторингу.

Визначено пріоритетні завдання функціонування муніципальних систем моніторингу, серед яких, зокрема, встановлено доцільність мобільного контролю, необхідність поточного інформування громадян і органів муніципальної влади та забезпечення термінового реагування на

запити членів громади. Проведено експериментальні та аналітично-розрахункові дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах сучасних змін забудови населених міст (на прикладі м. Кременчук та м. Дніпро). Обґрунтовано методи визначення зон активного забруднення, використання яких дозволить оптимізувати мережу стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря для ведення екологічного моніторингу. Доведено, що лінійний розмір ЗАЗ для промислових об'єктів варто встановлювати на рівні 40~50 висот найвищого стаціонарного джерела викидів. Розроблений спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх місць розташування (із диференціацією на «міські фонові», «міські транспортні» та «міські мережеві» залежно від розміщення відносно ЗАЗ промислових об'єктів I-III класу небезпеки та транспортних магістралей) та кількості (з урахуванням як мінімум одного «фонового» та одного «транспортного» стаціонарних постів) для оцінювання якості атмосферного повітря в системі моніторингу забруднення атмосферного повітря.

3. Обґрунтовано структуру комплексної система екологічного моніторингу атмосферного повітря на рівні урбосистеми (на муніципальному рівні управління екологічною безпекою) у складі якої виділено такі підсистеми: прогнозування МУЗ та попередження про настання 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 управлінських рішень) інформації системи моніторингу (база даних). 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.

4. Розроблено загальну структуру ІАС моніторингу якості атмосферного повітря на муніципальному рівні. Деталізовано складові ІАС у частині: формування бази даних за результатами спостережень, роботи блока візуалізації даних, 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 на основі принципу «внутрішнє (житлове) – зовнішнє (навколишнє) середовище». Запропоновано структуру ІАС у частині обробки запитів на інформацію та її візуалізації, а також структурну схему роботи блоку візуалізації даних, що дозволить диференціювати інформацію за різними схемами залежно від рівня доступу та авторизації користувачів системи, забезпечуючи таким чином повноту доступу до екологічної інформації відповідно до вимог законодавства.

5. Розроблено теоретико-множинні моделі, що описують архітектуру інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень щодо заходів, які забезпечують екологічну безпеку урбанізованих територій на муніципальному рівні. Розроблено адаптивну нечітку модель розпізнавання ситуацій у процесі моніторингу екологічної обстановки, яка дозволяє просте масштабування системи підтримки прийняття рішень. Це досягається, по перше, за рахунок простого розширення словника ознак, ситуацій і бази знань. По друге, гнучкого налаштування бази знань шляхом корекції вагових коефіцієнтів, що дозволяє підвищити частку правильно розпізнаних ситуацій і підвищує ефективність управління екологічною безпекою. Сформовано загальний опис інформаційної технології моніторингу та підтримки прийняття оперативних рішень щодо корекції екологічно небезпечних ситуацій. Результати роботи застосовані при

розробці інформаційно-аналітичної системи моніторингу та підтримки прийняття рішень з екологічної безпеки на рівні міста.

6. На прикладі конкретної техногенно навантаженої урбосистеми (м. Кременчук) розроблено програму і схеми системних, епізодичних та оперативних спостережень за якістю атмосферного повітря. Реалізація запропонованої програми спостережень дозволить забезпечити розв'язання наступних концептуальних завдань: забезпечити повноту інформації про якість атмосферного повітря на території муніципалітету; забезпечити контроль за станом атмосферного повітря в місті, як за рахунок систематичних спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом організації та проведення оперативних і систематичних спостережень на межі СЗЗ цих об'єктів; одержувати диференційовану інформацію від системи спостереження достатню для обґрунтування управлінських рішень у сфері захисту атмосферного повітря і здоров'я громадян міста; забезпечити інтеграцію програм спостережень між усіма суб'єктами моніторингу. Отримано результати настроювання нечіткої моделі розпізнавання ситуацій шляхом експериментального навчання системи на прикладах – конкретних результатах спостережень за станом атмосферного повітря. Встановлено, що кількість правильно розпізнаних ситуацій після навчання підвищується від 1,7% до 6,1% в діапазоні тестової вибірки.

Наукові результати і практичні рекомендації з розробки комплексної системи екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем впроваджені на КП «Науково-технічний центр еколого-соціальних досліджень» м. Кременчука при роботі ПМЕЛ, у відділі екологічної безпеки виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області у частині реалізації програми постійного моніторингу атмосферного повітря. Також, результати роботи використовуються у навчальному процесі підготовки фахівців-екологів на першому та третьому рівнях вищої освіти у КрНУ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Eric Biber. The Problem of Environmental Monitoring. USA; Colorado: University Of Colorado Law Review. 2011. Vol. 83, Issue 1. 83 p.
2. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Дата оновлення: 04.06.2017. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 10.06.2017).
3. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: постанова Каб. Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391. Дата оновлення: 16.09.2015. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF> (дата звернення: 12.10.2016).
4. Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: постанова Каб. Міністрів України від 09.03.1999 р. № 343. Дата оновлення: 30.10.2013. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/343-99-%D0%BF> (дата звернення: 13.10.2016).
5. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: постанова Каб. Міністрів України від 20.07.1996 р. № 815. Дата оновлення: 30.10.2013. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/815-96-%D0%BF> (дата звернення: 13.10.2016).
6. Про затвердження Положення про моніторинг земель: постанова Каб. Міністрів України від 20.08.1993 р. №661. Дата оновлення: 25.04.2012. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/661-93-%D0%BF> (дата звернення: 13.10.2016).
7. Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення: постанова Каб. Міністрів України від 26.02.2004 р. №51. Дата оновлення: 26.02.2004. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0383-04> (дата звернення: 13.10.2016).
8. Про попереднє схвалення законопроекту про внесення змін до Конституції України щодо децентралізації влади: постанова Верховної Ради

України, проект від 31.08.2015 р. № 656-VIII. Дата оновлення: 31.08.2015. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/656-19> (дата звернення: 13.10.2016).

9. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2014 році: URL: <http://menr.gov.ua/docs/activity-dopovidi/NacDopovid2014.pdf> (дата звернення: 23.09.2016).

10. Про затвердження Змін до Порядку визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі: наказ Мінприроди України від 30.07.2001 р. № 286. Дата оновлення: 20.01.2017. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01> (дата звернення: 15.02.2017).

11. Про оптимізацію системи центральних органів виконавчої влади: постанова Каб. Міністрів України від 10 вересня 2014 р. № 442. Дата оновлення: 13.01.2017. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/442-2014-%D0%BF> (дата звернення: 15.02.2017).

12. Концепція реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього середовища в Україні: Мінприроди України, проект від 12.04.2017 р. URL: http://menr.gov.ua/press-center/news/123-news1/5358-kontseptsiya-reformuvannia-systemy-derzhavnoho-nahliadu-kontroliu-u-sferi-okhorony-navkol_yshnoho-seredovyscha-v-ukraini (дата звернення : 23.09.2016).

13. Федонюк М.А. До питання удосконалення системи державного екологічного моніторингу стану атмосферного повітря. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2013. Вип. 2. URL: <http://www.dy.nayka.com.ua/?op=1&z=541> (дата звернення: 17.09.2016).

14. РД 52.04.186–89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. [Чинний від 1991-07-01]. URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/ (дата звернення: 17.09.2016).

15. Гриценко А. В. Моніторинг атмосферного повітря на території Харківської області та м. Харків. URL:

http://www.niiep.kharkov.ua/sites/default/files/monitoring_atmosfernogo_povitrya_24.09.2014_1_0.ppt (дата звернення: 23.09.2016).

16. Потапенко В.Г., Шевчук І.В. Проблеми державної системи екологічного моніторингу в Україні та шляхи їх подолання. Аналітична записка. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/1038/> (дата звернення: 08.10.2016).

17. Бахарєв 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.

18. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-ХІІ. Дата оновлення: 04.08.2016. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2707-12> (дата звернення: 10.09.2016).

19. Клименко М.О., Прищепя А.М., Вознюк Н.М. Моніторинг довкілля: навч. Посібник. Київ: Академія, 2006. – 360 с.

20. Маренич А.В., Бахарєв В.С. Обґрунтування вимог до організації та проведення режимних, оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря із застосуванням пересувних екологічних лабораторій. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 1 (102). С. 88–97.

21. Bakharev V., 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*. 2016. Vol. 4, Issue 7. P. 133–139. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s7/IJISSET_V4_I07_18.pdf (Last accessed: 15.07.2017).

22. Парпан В.І., Миленька М.М. Методологічні аспекти оцінки екологічного стану урбанізованих і техногенно змінених територій. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія*. Дніпро: ДНУ, 2010. № 18 (2). С. 61–68.

23. Курочкін В.М. Система «Elfintest» обробки даних моніторингу

довкілля на основі кластеризації. *Наукові технології: зб.наук.пр. Нац. авіаційного ун-тету*. Київ: НАУ, 2015. №2 (26). С.127–132.

24. Дичко А.О., Єремєєв І.С. Організація моніторингу довкілля з використанням методів теорії фракталів. *Управління розвитком складних систем*. Київ: КПІ, 2014. №19. С.150–156.

25. Яцишин А.В., Попов О.О., Артемчук В.О. Використання інформаційних технологій в задачах управління екологічною безпекою. *Праці Одеського політехн. ун-тету*. Одеса: ОНПУ, 2013. №2 (41). С.289–294.

26. Хабарова Г.В. Екологічний ризик забруднення атмосферного повітря викидами теплових електростанцій при використанні кам'яного вугілля: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01 / Укр. науково-дослідний інститут екол. проблем. Харків, 2016. 16 с.

27. Трофимчук О.М., Мокрий В.І. Система екологічного моніторингу та управління природно-заповідного фонду Західного Полісся. *Екологічна безпека та природокористування*. Київ: НАНУ, 2012. № 11. С. 5–18.

28. Попов О.О., Яцишин А.В. Інформаційні системи для вирішення задач комплексного радіоекологічного моніторингу АЕС. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ: НАНУ, 2014. № 72. С. 3–16.

29. Новохацька Н. А. Комплексна оцінка та прогнозування впливу сміттєзвалищ на складові довкілля: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01 / КНУБА. Київ, 2015. 20 с.

30. Варламов Є. М. Система технічного забезпечення моніторингу навколишнього середовища: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01 / Український науково-дослідний інститут екологічних проблем. Харків, 2005. 13 с.

31. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище : науково-теоретичні основи, практична реалізація: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. док. техн. наук: 21.06.01 / Івано-Франк. нац. техн. ун-тет нафти і газу. Івано-Франківськ, 2006. 25 с.

32. Фоменко Н. В. Сучасна екологічна ситуація в м. Івано-Франківську

та система забезпечення екологічної безпеки міської території: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. геогр. наук: 11.00.11 / Чернівець.нац.ун-т ім. Ю. Федьковича. Чернівці, 2006. 8 с.

33. Марікуца У., Березюк Б., Фармага І. Особливості побудови програмного забезпечення системи моніторингу навколишнього середовища. *Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка": Комп'ютерні системи проектування. Теорія і практика*. Львів: НУ «ЛП», 2011. № 711. С. 31–32.

34. Дмитриков В.П. Екологічний моніторинг мікродомішок поліциклічних сполук у повітряному середовищі за відсутності еталонів: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. док. техн. наук: 21.06.01 / Нац. техн. ун-тет Укр. „Київський політехнічний інститут”. Київ, 2006. 13 с.

35. Лазаренко-Гевель Н. Перевірка структури мережі постів моніторингу атмосферного повітря засобами геоінформаційного аналізу. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Київ: КНУБА, 2013. №25. С. 104–105.

36. Степанченко И.В. Об алгоритме стационарного контроля загрязняющих веществ в небольшом городе. *Современные проблемы науки и образования*. 2014. № 6. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=16043> (дата обращения: 20.09.2017).

37. Ковач В.О. Розробка математичної моделі для системи комплексного радіоекологічного моніторингу м. Дніпродзержинська. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2014. № 5(10). С. 21–25.

38. Мокін В.Б., Дзюняк Д.Ю., Бондалетов К.О., Олійник В.В. Метод і технологія моніторингу стану атмосферного повітря за допомогою універсальної інформаційно-вимірювальної системи з використанням мобільних пристроїв. *Інформаційні технології та комп'ютерна техніка*. Вінниця: Вінницький нац. техн. ун-тет, 2015. №4. С. 26–34.

39. Прищепов О.Ф., Алексєєва А.О. Організація системи моніторингу довкілля на регіональному рівні. *Техногенна безпека*.

Миколаїв: Чорноморський держ. ун-тет ім. П.Могили, 2010. № 124 (Том 137). С.68–73.

40. Бордюг Н. С. Освітньо-наукові та управлінські аспекти аналізу системи державного моніторингу довкілля. *ScienceRise*. Харків, 2016. №5(18). С.4–8.

41. Тимченко І.В. Вдосконалення системи комп'ютеризованого екологічного моніторингу перевантаження шкідливих рідин в акваторіях морських портів: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 21.06.01 / Нац. уні-тет кораблебудування ім. адмірала Макарова. Миколаїв, 2010. 8 с.

42. Адаменко М.І. Інформаційне та технічне забезпечення екологічної безпеки критично небезпечних промислових об'єктів: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. док. техн. наук: 21.06.01 / Харк. нац. ун-тет ім. В. Н. Каразіна. Харків, 2011. 26 с.

43. Гунько О.Ю. Прогнозування забруднення повітряного середовища в умовах забудови при техногенних аваріях: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01 / ДВНЗ “Придніпр. держ. акад. буд-ва та архіт.” Дніпро, 2013. 20 с.

44. Гошовський В.С. Екологічна безпека техноприродних геосистем адміністративних областей (на прикладі Львівської області): автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. геол. наук: спец. 21.06.01 / Івано-Франк. нац. техн. уні-тет нафти і газу. Івано-Франківськ, 2008. 23 с.

45. Скрипник В.С. Система екологічного моніторингу та заходи стабілізації стану довкілля Надвірнянського нафтогазопромислового району. *Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування*. Івано-Франківськ, 2010. №1(1). С. 16–26.

46. Бахарев В.С., Романенко С.С., Приходько А.С. Використання можливостей інтернет-сервісів YandexMaps та GoogleMaps для графічного відображення екологічної інформації. *Ідеї академіка Вернадського та науково-практичні проблеми стійкого розвитку регіонів*: матеріали XIII

Міжнародної науково-практичної конференції. (Кременчук, 29–30 вересня 2011 р.). Кременчук: КрНУ, 2011. С. 129.

47. Степанченко И.В., Камаев В.А. О структуре системы экологического мониторинга атмосферного воздуха города. *Вопросы современной науки и практики*. Киев: Университет им. В.И.Вернадского, 2014. №4(54). С.132–138.

48. Зубко К.Ю. Екологічний моніторинг як засіб запобігання та усунення негативного впливу будівельної індустрії. *Вісник Сумського держ.ун-ету: Інвестиції : практика і досвід*. Суми, 2013. №13. С.73–78.

49. Руденко С.В. Екологічна безпека техногенно навантажених урбанізованих екосистем: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. док. техн. наук: 21.06.01 / Нац. уні-тет кораблебудування ім. адмірала Макарова. Миколаїв, 2007. 23 с.

50. Бендюг В.І. Система оцінки техногенної безпеки промислових підприємств: методологія та алгоритм розрахунку: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 21.06.01 / Нац. техн. уні-тет Укр. «Київський політехнічний інститут». Київ, 2005. 25 с.

51. Атаєв С.В. Бальна оцінка впливу на навколишнє середовище гідротехнічних споруд з врахуванням ризику: автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01 / Київ. нац. ун-т буд-ва та архіт. Київ, 2012. 20 с.

52. Дробнич В.Г., Поп С.С. ГІС екологічного моніторингу та комплексного аналізу стану навколишнього природного середовища в Закарпатській області. *Нові технології в геодезії, землевпорядкуванні та лісовпорядкуванні*: зб. мат. IV Міжнародної науково-практична конф. Ужгород, 2009. №5. С. 166–176.

53. Крихівський М.В. Прогнозування показників екологічної безпеки міст за результатами моніторингу навколишнього середовища (на прикладі Івано-Франківська): автореф. дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: 21.06.01 / Івано-Франків. нац. техн. ун-т нафти і газу. Івано-Франківськ, 2014.

20 с.

54. Беляев Н.Н., Русакова Т.И. Прогноз уровня загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния городских автомагистралей *Наук.вісник Нац.гірнич.ун-ту*. Дніпро, 2016. №1. С. 15–22.

55. Харламова О.В., Шмандій В.М. Теоретичні та практичні аспекти управління екологічною безпекою на основі антропоцентричного підходу. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія: Екологія*. Харків: ХНУ, 2013. №9. С.24–30.

56. Дзендзелюк О., Мусійчук І., Рабик В. Автоматизована система моніторингу параметрів довкілля. *Теоретична електротехніка*. Львів: Львівський нац. ун-тет ім.Івана Франка, 2010. № 61. С. 90–98.

57. Цыбина А.В., Дьяков М.С., Вайсман Я.И Опыт создания современных автоматизированных систем мониторинга атмосферного воздуха на территории промышленно развитых городов России. *Вестник Пермского нац. Исследовательского политехн. ун-та: Организация и результаты экологического мониторинга*. Пермь, 2015. №1. С.65–89.

58. Маренич А.В., Бахарев В.С. Аналітичний огляд результатів наукових досліджень з проблем моніторингу довкілля в Україні. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 2 (22). С. 35–42.

59. Guoxia Ma, Yujun Tian, Tianzhen Ju and Zhengwu Ren. Assessment of traffic noise pollution from 1989 to 2003 in Lanzhou city, *Environmental Monitoring and Assessment*. 2006. Vol. 123. P. 413–430.

60. Naseri F., Nejadkoorki F. and Yousefi E. Analyzing street traffic noise pollution in the city of Yazd, *Iran. J. Environ. Health. Sci. Eng.* 2010. Vol. 7, No. 1. P. 53–62.

61. Darko I. Mihailov, Dragan S. Cvetkovic and Momir R. Prascevic. Measurement and assessment of the environmental noise level in urban areas of the city of Nisa (Serbia), *Environmental Monitoring and Assessment*. 2014. Vol. 186. P. 1157–1165.

62. Ferreira A. M. C., Szeremetta B. and Zannin P. H. Evaluation of noise

pollution in urban parks, *Environmental Monitoring and Assessment*. 2006. Vol. 118. P. 423–433.

63. Wazir Alam. GIS based assessment of noise pollution in Guwahati City of Assam, India, *International journal of environmental sciences*. 2011. Vol. 2, No. 2. P. 731–740.

64. Mbuligwe S. E. Levels and influencing factors of noise pollution from small-scale industries (SSIs) in a developing country. *Environmental Management*. 2004. Vol. 33, No. 6. P. 830–839.

65. Бахарев В.С., Дейна І.П. Шумове забруднення компонентів довкілля як чинник техногенної небезпеки. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки*: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. (Харків, 6 грудня 2013 р.). Х.: НУНЦЗУ, 2013. С. 190–191.

66. Hammer M.S, Neitzel R.L. and Swinburn T.K. Environmental noise pollution in the United States: developing an effective public health response. *Environmental Health Perspectives*. 2014. Vol. 122, No. 2. P. 115–119.

67. Akan Z., Körpınar M.A. and Tulgar M. Effects of noise pollution over the blood serum immunoglobulin's and auditory system on the VFM airport workers Van, Turkey. *Environ Monit Assess*. 2011. Vol. 177. P. 537–543.

68. Basu R. and Chakraborty A. The effects of traffic noise pollution on auto-driver's health in selected auto-routes: the case of Kolkata municipal corporation. *Journal of Arts, Science & Commerce*. 2015. Vol. 6. P. 120–132.

69. Silva A., Souza L. and Suriano M. A decision-support tool for the control of urban noise pollution. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2015. Vol. 20, No. 7. P. 2201–2210.

70. Aramendía E., Arana M., San Martin M. L. and San Martin R. Strategic noise map of a major road carried out with two environmental prediction software packages. *Environ Monit Assess*. 2010. Vol. 163. P. 503–513.

71. Jaina V.K., Kumar K., Prakash A., Singh D. and Srivastava A.K. The effects of meteorological parameters in ambient noise modeling are studied in Delhi. *Environ Monit Assess*. 2013. Vol. 185. P. 1873–1882.

72. Agarwal S. and Swami B.L. Comprehensive approach for the development of traffic noise prediction model for Jaipur city. *Environ Monit Assess.* 2011. Vol. 172. P. 113–120.

73. Бахарєв В.С., Єлізаров О.І., Дейна І.П. Способи та методи оцінки зниження рівнів шумового забруднення атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2012. № 2 (73). С. 156–158.

74. Bayrak M., Genç Ö. and Yaldiz E. Analysis of the electromagnetic pollution for a pilot region in Turkey. *Journal of Electromagnetic Annalysis&Applications.* 2010. Vol. 2. P. 139–144.

75. Balmori A. The incidence of electromagnetic pollution on wild mammals: A new “poison” with a slow effect on nature?”. *Environmentalist.* 2010. Vol. 30. P. 90–97.

76. Крушевський Ю.В., Кравцов Ю.І., Бородай Я.О. Вплив електромагнітного випромінювання пристроїв стільникового зв'язку на людину/ *Наукові праці Вінницького національного технічного університету*. Вінниця: ВНТУ, 2008. №1. URL: <http://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/48> (дата звернення 30.10.2017).

77. Firstenberg A. Killing Fields. *The Ecologist.* 2008. Vol. 34. P. 22–27.

78. Buckner C. Effects of electromagnetic fields on biological processes are spatial and temporal-dependent. *Thesis abstract for Dr. Sc. (Biomolecular), School of Graduate Studies Laurentian University Sudbury, Ontario, Canada.* 2011.

79. Ghosh R. and Sunkavalli S. “Clean” pollution: the hidden legacy of the electromagnetic wave”. *International Journal of Environmental Science and Development.* 2010. Vol. 1. No. 4. P. 336–340.

80. Shatalov V.M. Mechanism of the biological impact of weak electromagnetic fields and the in vitro effects of blood degassing. *Biofizika.* 2012. Vol. 57, No. 6. P. 808–813.

81. Maha E.D., Salah A.R., Sanaa R., Sarah E.M. and Yehia M. Effects of

low frequency electromagnetic fields on status oncogene expression level in peripheral blood mononuclear cells. *British Biotechnology Journal*. 2014. Vol. 4, No. 12. P. 1264–1271.

82. Dhami A.K. and Jagbir K. Orientation studies of a cell-phone mast to access electromagnetic radiation exposure level. *International Journal of Environmental Science*. 2012. Vol. 2, No. 3. P. 2285–2294.

83. Jampílec J. and Král'ová K. Impact of environmental contaminants on breast cancer. *Ecological Chemistry and Engineering S-Chemia*. 2015. Vol. 22, No. 1. P. 9–44.

84. Ambroziak D., Gradolewski D., Jakubiuk K., Jaworski J., Kocicki A., Krawczuk M., Lewczuk B., Piechocki J., Redlarski G., Skarbek L., Tojza P., and Zak A., The influence of electromagnetic pollution on living organisms: historical trends and forecasting changes. 2015. URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/234098> (accessed November 11, 2016).

85. Batish D.R., Kohli R.K. Sharma V.P. and Singh H.P. Cell phone electromagnetic fields radiations affect rhizogenesis through impairment of biochemical processes. *Environmental Monitoring Assessment*. 2011. Vol. 184. P. 1813–1821.

86. Chen D., Dong Y., Hao W., Wang M., Wu, F., Yi Y., Yu X. Zhao H., and Zhang Y. The double-layer matching design of broad-band foam cement absorbing panel for electromagnetic pollution control, *Applied Mechanics and Materials*. 2013. Vol. 3. P. 924–929.

87. Alejos A.V., Cuinas I. and Sanchez M.G., Vegetal barriers for minimizing electromagnetic pollution at cellular phone bands, *Electronics Letters Journal*. 2005. Vol. 41, No 6. P. 340–341.

88. Herberman R. B. Growing concern about electromagnetic pollution and cell phones, 2008, URL: http://cellphones.procon.org/sourcefiles/Herberman_Testimony.pdf (accessed November 11, 2016).

89. Maslov M. Y., Spodobaev M. Y. and Spodobaev Y. M. Electromagnetic

monitoring of the megapolis, *Work SRIR*. 2013. Vol. 4. P. 5–16.

90. Levent S. Assessment of Electromagnetic Radiation with Respect to Base Station Types. *International Journal of Information and Electronics Engineering*. 2015. Vol. 5, No. 3. P. 176–179.

91. Begishev M.R., Dvoeglazova S.V., Kozmin V.A., Kochkin D.E. and Saveliev S.A. Automated monitoring of electromagnetic field intensity, 2012. URL: www.bnti.ru/showart.asp?aid=1004&lvl=04.01.01. (accessed November 10, 2016).

92. Armer A.I. and Elyagin S.V. Mobile environmental monitoring device-level electromagnetic field. *Modern problems of science and education*. 2008. Vol. 4. P. 30–34.

93. Sviridova E.Y. Environmental monitoring and improvement of electromagnetic safety of the urbanized territories in the vicinity of power lines: thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering), 05.23.19 / Moscow state technical University, Moscow, Russia, 2012. 24 p.

94. Merzlikin I.N. Method of evaluation and monitoring of electromagnetic radiation at aviation enterprises of civil aviation: thesis abstract for Cand. Sc. (Engineering), 05.22.14 / Moscow state technical University of civil aviation, Moscow, Russia, 2013. 20 p.

95. Cret P., Lolea M. and Sorin G. Investigation about urban electromagnetic pollution sources from perimeter of city of Oradea. *Nonconventional Technologies review*. 2014. Vol. 3. P. 12–17.

96. Antolin A., Jimenez A., Paniagua J. M. and Rufo M. The spatial statistics formalism applied to mapping electromagnetic radiation in urban areas. *Environmental Monitoring Assessment*. 2012. Vol. 185, Iss. 1. P. 311–322.

97. Bulucu U., Gümüştay Ü., Kavas A. and Şen A. Programming an artificial neural network tool for spatial interpolation in GIS – a case study for indoor radio wave propagation of WLAN, *Sensor*. 2008. Vol. 8. P. 5996–6014.

98. Aboura H., Agbinya J. and Chaczk Z. Software engineering for mapping radio frequency pollution. *Intl journal of electronics and telecommunications*.

2010. Vol. 56, No. 2. P. 129–136.

99. Bakharev V.S., Marenych A.V., Voloshyna V.G. The environmental electromagnetic pollution problems analysis in the context of this type of environmental hazard environmental monitoring methodology formation. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 6 (101). С. 96–103.

100. Nykyforov V., Sakun O., Bakharev V. Assessment and forecasting influence of electromagnetic noise and pollution on protected territory and leisure. *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, 2015. Vol. 4(93), P. 90–96.

101. Marenych A.V., Bakharev V.S., Voloshyna V.G. The environmental electromagnetic pollution problems analysis in the context of this type of environmental hazard environmental monitoring methodology formation. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 6 (101). С. 96–103.

102. Бахарев В.С., Маренич А.В. Проблемні питання екологічного моніторингу електромагнітного забруднення. *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XIII міжнародної науково-технічної конференції*. (Кременчук, 06–08 жовтня 2015 р.). Кременчук: КрНУ, 2015. – С.47.

103. Бахарев В.С., Маренич А.В. Оцінка цілодобового безперервного впливу електромагнітного випромінювання на стан здоров'я людини – базис для розробки системи екологічного моніторингу. *Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку регіонів: матеріали XVI міжнародної наук.-практ. конф.* (Кременчук, 14–15 травня 2015 р.). Кременчук: КрНУ, 2015. С. 82–83.

104. Маренич А.В. Розробка системи моніторингу атмосферного повітря урбосистем із застосуванням пересувних екологічних лабораторій: дис. ...канд. тех. наук: 21.06.01 / КрНУ. Кременчук, 2017. 214 с.

105. ДСН 239-96. Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань: наказ МОЗ від

01.0801996 р. № 239. Дата оновлення: 23.05.2017. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96> (дата звернення: 15.06.2017).

106. Сорокіна Т.С. Всесвітня організація охорони здоров'я. Історія медицини у двох томах, 2009. URL: <http://bibliograph.com.ua/423/index.htm> (дата звернення: 15.04.2017).

107. Ушакова Ю. Розробка критеріїв екологічної безпеки житлових приміщень. *Тенденції та перспективи розвитку науки і освіти в умовах глобалізації*: матеріали XXV Міжнародної науково-практичної інтернет конференції. Переяслав-Хмельницький, 2017. Вип. 25. С. 35–38. URL: <http://confscientific.webnode.com.ua> (дата звернення: 10.02.2017)

108. Sankov P. Residential Environmental and Ecological Safety of Person. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017. Vol. 4, Issue 4. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s4/IJISSET_V4_I04_31.pdf (дата звернення: 20.05.2017)

109. Цыганков А.В. Комплексная оценка эффективности систем кондиционирования воздуха в помещениях жилых зданий. *Холод: техника и технологии*. С. 33–36. URL: http://www.refportal.com/upload/files/10_18.pdf (дата звернення: 23.12.2016)

110. Senitkova. I. Impact of indoor surface material on perceived air quality. *Mater. Sci. Eng. C. Mater. Biol. Appl.* 2014. Vol. 36. P. 1–6.

111. Максимова М.Г. Оценка комфортности городской квартиры по критериям экологической безопасности отделочных материалов и предметов быта. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета: Прикладная экология. Урбанистика*. Пермь, 2014. № 2. С. 15–24. URL: http://vestnik.pstu.ru/urbanistic/archives/?id=&folder_id=4001 (дата звернення: 20.09.2016)

112. L. Verloock, W. Joseph, F. Goeminne et al. Assessment of radio frequency exposures in schools, homes, and public places in Belgium. *Health Phys.* 2014. Vol. 107, No. 6. P. 503–513.

113. Damiano Urbinello, Wout Joseph, Anke Huss, Leen Verloock, Johan Beekhuizen, Roel Vermeulen, Luc Martens, Martin Röösl. Radio-frequency electromagnetic field (RF-EMF) exposure levels in different European outdoor urban environments in comparison with regulatory limits. *Environment International*. 2014. Vol. 68. P. 49–54.

114. Carpenter D.O. Excessive Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields May Cause the Development of Electrohypersensitivity. *Altern. Ther. Health Med*. 2014. Vol. 20, No. 6. P. 40–42.

115. Study of indoor radon distribution using measurements and CFD modeling. *J. Environ. Radioact*. 2014. Vol. 136. P. 105–111.

116. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха в помещениях: сырость и плесень. Сырость и плесень. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2009. URL: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0018/246321/E92645r.pdf?ua=1 (дата звернення: 02.03.2017)

117. Paunovic K. Burden of myocardial infarction attributable to road-traffic noise: a pilot study in Belgrade. *Noise Health*. 2014. Vol. 16. No. 73. P. 374–379.

118. The cost of hypertension-related ill-health attributable to environmental noise. *Noise Health*. 2013. Vol. 15, No. 67. P. 437–445.

119. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Макарова В.Н., Гільов В.В., Ткач Н.А. Определение достоверности метода экспресс-оценки шумового загрязнения сельских территорий по результатам экспериментальных исследований. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2015. № 2 (20). С. 96–100.

120. Rahul B. Hiremath, P. Balachandra et al. Indicator-based urban sustainability. A review. *Energy for Sustainable Development*. 2013. Vol. 17. Issue 6. P. 555–563.

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

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

123. Dalia Streimikiene. Housing indicators for assessing quality of life in Lithuania. *Intellectual economics*. 2014. Vol. 8, No. 1(19). P. 25–41.

124. Є. М. Безсонов, В. І. Андрєєв. Обґрунтування та формалізація підходу до оцінювання екологічної безпеки регіону. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2016. Vol. 2, Issue 10 (80). С. 9–18.

125. T.Y. Ovsianikova and M.N. Nikolaenko. Quality assessment of urban environment. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2015. Vol. 71, Conf. 1. URL: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/71/1/012051/meta> (дата звернення: 02.02.2017)

126. A.O. Yoade, O.O. Adeyemi and B.A. Adeyemi. An assessment of housing and neighbourhood quality condition in Ilesa, Nigeria. *Analele Universității din Oradea, Seria Geografie, Year XXV*. 2015. Vol. 2. P. 242–252.

127. Ibem E.O. and Amole O.O. Assessment of the Qualitative Adequacy of Newly Constructed Public Housing in Ogun State, Nigeria. *Journal of Property Management*. 2011. Vol. 29, No. 3. P. 285–304.

128. M.O. Sunny-Anibire, M.A. Hassanain. Quality assessment of student housing facilities through post-occupancy evaluation. *Architectural Engineering and Design Management*. 2016. Vol. 12, Issue 5. P. 367–380.

129. Y. Xiong ,U. Krogmann et al. Indoor air quality in green buildings: A case-study in a residential high-rise building in the northeastern United States. *Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/hazardous substances & environmental engineering*. 2015. Vol. 50, No. 3. P. 225–242.

130. D. Liuliu, T. Prasauskas et al. Assessment of indoor environmental quality in existing multi-family buildings in North–East Europe. *Environment International*. 2015. Vol. 79. P. 74–84.

131. Ioanni Delsante. Urban environment quality assessment using a methodology and set of indicators for medium-density neighbourhoods: a

comparative case study of Lodi and Genoa. *Ambiente Construído, Porto Alegre*. 2016. Vol. 16, No. 3. P. 7–22.

132. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V., Tretyakov O., Nesterenko S. Development of the method of evaluation the level of environmental safety of housing accommodation and its approbation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, Issue 10 (88). P. 61–69.

133. Бушмелева К.И., Плюснин И.И., Сысоев С.М., Бушмелев П.Е., Ельников А.В. Концепция автоматизации экологического мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Ханты-Мансийского автономного округа. *Современные наукоемкие технологии*, 2007. № 3. С. 41–43.

134. Шабалин Н.В., Илюшин Д.Г., Спиридонов В.А. Концепция экологического мониторинга и сопровождения геологических работ при освоении месторождений на арктическом шельфе Российской Федерации. *Инженерные изыскания*, 2014. № 9-10. С. 90–94.

135. Воронич С.С. и др. Современная концепция развития системы экологического мониторинга промышленных городов России. *Проблемы региональной экологии*. Москва: ООО «Камертон», 2016. № 2. С. 14–19

136. Dana Procházková. Theoretical background of environmental monitoring and its conception in the Czech Republic. *Environmental Monitoring and Assessment*. 1995. Vol 34, Issue 2, P. 105–113

137. Концепция и методика мониторинга водной растительности. Методика проведения мониторинга растительного мира в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2011. С. 28–39.

138. Сухінін. Д.Є. Досвід Канади в організації та проведенні муніципального моніторингу. *Публічне управління: теорія та практика*. 2013. Вип. 1. С. 177–183.

139. A working definition of e-government, The Future of E-Government.

New York, Center for Technology in Government. 2003. URL: https://www.ctg.albany.edu/publications/reports/future_of_egov?chapter=2. (Last accessed: 25.03.2017).

140. Andreas Meier, *eDemocracy & eGovernment*, Springer, 2012.

141. Imrat Verhoeven & Jan Willem Duyvendak, *Enter emotions. Appealing to anxiety and anger in a process of municipal amalgamation. Critical Policy Studies*. 2015.

142. William J. Environmental Appeals Boards: A Case Study of the Influence of Citizen Expertise on Local Environmental Decisions. *Journal of Architectural Research*. 1979. Vol, 7. No. 2. P. 21–30.

143. Michael I. Jeffery. Environmental Governance: A Comparative Analysis Of Public Participation And Access To Justice. *Journal of South Pacific Law (JSPL)*. 2005. Vol. 9, Issue 2. URL: <https://www.usp.ac.fj/index.php?id=13304>. (Last accessed: 15.04.2017).

144. Public involvement in environmental issues in the ASEM – background and overview, Helsinki: Asia-Europe Environmental Technology Centre (AEETC), 2002.

145. A citizens' guide to EPA's environmental appeals board, U.S. Environmental Protection Agency's, 2013. URL: <https://yosemite.epa.gov>. (Last accessed: 11.05.2017).

146. Citizens Guide to Strategic Lawsuits against Public Participation (SLAPP) in Pennsylvania, Widener School of Law Environmental & Natural Resources Law Clinic's, 2010. URL: http://blogs.law.widener.edu/envirolawcenter/files/2010/03/PA_Citizens_Guide_to_SLAPP.pdf. (Last accessed: 15.05.2017).

147. Maryna Ditkovska. Development of the system of processing of citizens' appeals as a component of e-governance. *Public administration, research and development*. 2016. Vol. 1. P. 85–91.

148. Lazarieva L.O. Mechanism of appeals: experience of the Ukrainian Parliamentary Commissioner for human rights. *Aspekyt publichnogo upravlinnia*.

2013. Vol. 1, Issue 1. P. 41–45.

149. Радовенчик В.М., Радовенчик Я.В., Качула І.Г. Доступ до екологічної інформації в Україні. *Вісник НТУ «КПІ». Серія: Хімічна інженерія, Екологія та збалансоване природокористування*. Київ: НТУ «КПІ». 2016. Вип. 1. С. 75–80.

150. Bakharev V., Kortsova O., Marenych A., Kyrylaha N., Moroz M. Some aspects of the analysis of citizens' appeals to municipalities on environmental issues. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017. Vol. 4, Issue 8. P. 272–278. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s8/IJSET_V4_I08_29.pdf (Last accessed: 25.08.2017).

151. Яцишин А.В., Попов О.О., Артемчук В. О. Використання інформаційних технологій в задачах управління екологічною безпекою. *Праці Одеського політехнічного університету*. Одеса: ОНПУ, 2013. Вип. 2, № 41. С. 289–294.

152. Артемчук В.А., Грибан О.А. Информационно-аналитическая система эколога-энергетического мониторинга. *Моделювання та інформаційні технології*. Київ: ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України, 2010. Т. 1, спец. вип. С. 120–128.

153. 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.

154. Байбуз О.Г., Сидорова М.Г., Сидорова Л.П. Інформаційно-аналітична система моніторингу поверхневих вод «ANALIT». *Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій*. Дніпро: ДНУ ім. О. Гончара, 2015. Том 19. С. 103–111.

155. Курочкін В. М. Система «ELFINTEST» обробки даних моніторингу довкілля на основі кластеризації. *Наукоємні технології*. Київ: НАУ, 2015. Вип. 2, № 26. С. 127–132.

156. Yacyshyn A.V. Ecologichna bezpeka technogenno-navantaghenych

regioniv: aspekty upravlinnia. *NTU «KhPI» Bulletin: New solutions in modern technologies*. Kharkiv: NTU «KhPI». 2011. Vol. 24. P. 72–76.

157. Bartosz Balis, Tomasz Bartynski, Marian Bubak, Daniel Harezlak, Marek Kasztelnik, Maciej Malawski, Piotr Nowakowski, Maciej Pawlik, and Kasztelnik, Maciej Malawski, Piotr Nowakowski, Maciej Pawlik, and Bartosz Wilk. Smart levee monitoring and flood decision support system: reference architecture and urgent computing management. *Procedia Computer Science*. 2017. Vol. 108. P. 2220–2229.

158. Bartosz Balis, Marian Bubak, Daniel Harezlak, Piotr Nowakowski, Maciej Pawlik, and Bartosz Wilk. Towards an operational database for real-time environmental monitoring and early warning systems. *Procedia Computer Science*. 2017. Vol. 108. P. 2250–2259.

159. Ferreira L., Putnik G., Lopes N., Lopes A., Cruz-Cunha M. A cloud and ubiquitous architecture for effective environmental sensing and monitoring. *Procedia Computer Science*. 2015. Vol. 64. P. 1256–1262.

160. Rob Lokers, Rob Knapen, Sander Janssen, Yke van Randen, Jacques Jansen. Analysis of Big Data technologies for use in agro-environmental science. *Environmental Modelling & Software*. 2016. Vol. 84. P. 494–504.

161. Zhu Xiaomina, Yi Jianjuna, Huang Xiaoci, Chen Shaoli. An Ontology-based Knowledge Modelling Approach for River water Quality Monitoring and Assessment. *Procedia Computer Science*. 2016. Vol. 96. P. 335–344.

162. Korobko A.V., Penkova T.G. On-line analytical processing based on formal concept analysis. *Procedia Computer Science*. 2010. Vol. 1. P. 2311–2317.

163. Wayne R. Jones, Michael J. Spence, Adrian W. Bowman, Ludger Evers, Daniel A. Molinari. A software tool for the spatiotemporal analysis and reporting of groundwater monitoring data. *Environmental Modelling & Software*. 2014. Vol. 55. P. 242–249.

164. Zed Zulkafli, Katya Perez, Claudia Vitolo, Wouter Buytaert, Timothy Karpouzoglou, Art Dewulf, Bert De Bievre, Julian Clark, David M. Hannah, Simrita Shaheed. User-driven design of decision support systems for polycentric

environmental resources management. *Environmental Modelling & Software*. 2017. Vol. 88. P. 58–73.

165. Mendes J., Silva L., Ribeiro P., Magalhaes A. An urban environmental monitoring and information system. *WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 123, Air Pollution XVII*. 2009. P. 111–120. doi:10.2495/AIR090101

166. Speiser F., Magyar I., Enisz K. Municipal environmental-monitoring system. *Hungarian Journal Of Industrial Chemistry*. 2010, Vol. 38(1). P. 63–66.

167. Takei. Y. and Nakajima.Y. Construction of The Monitoring System of Urban Environment in Shinagawa City: *AIJ J. Technol. Des*. 2007. Vol.13, No.26. P. 635-640.

168. Ratti, Carlo et al. Live Geography - Embedded Sensing for Standardised Urban Environmental Monitoring. *International Journal on Advances in Systems and Measurements*. 2009. Vol. 2, No. 2-3. P.156-167.

169. Silva L.T., et al. A mobile environmental monitoring station for sustainable cities. *Int. J. Sus. Dev. Plann*. 2016. Vol. 11, No. 6. P. 949–958.

170. Anton Pashkevich et al. Development of Interactive Monitoring System for Urban Environmental Impact Assessment of Transport System. *Procedia Engineering*. 2017. Vol. 178. P. 42 – 52. doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.058

171. Namieśnik J., Wardencki W. Monitoring and Analytics of Atmospheric. Air Pollution. *Polish Journal of Environmental Studies*. 2002. Vol. 11, No. 3. P. 211-218.

172. URL: <http://www.eurotech.com/en/products/ReliaSENS+18-12>

173. Thunis P., Degraeuwe B., Pisoni E., Meleux F. & Clappier A. Analyzing the efficiency of short-term air quality plans in European cities, using the CHIMERE air quality model. *Air Qual Atmos Health*. 2017. Vol. 10. P. 235–248.

174. Developing indicators and monitoring systems for environmentally livable cities in the People’s Republic of China. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2014. 100 p.

175. Боголюбов В. М., Сафранов Т.А. Моніторинг довкілля: навч. посібник. Херсон, ОлдиПлюс, 2012. 530 с.

176. Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня: Інформаційно-аналітичний ресурс Мінприроди України. URL: <https://iac-menr.rgdata.com.ua/ShowPage.aspx?PageID=318> (дата звернення: 17.09.2016).

177. Директива 2008/50/ЄС європейського парламенту та Ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи. URL: http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/994_950 (дата звернення: 17.09.2016).

178. Бахарев В.С. Базові причини недосконалості існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні. *Актуальні проблеми енергетики та екології: матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції.* (Одеса, 05–07 жовтня 2016 р.). Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2016. С. 172.

179. Бахарев В.С., Шмандий В.М., Шмандий Е.В. Особенности формирования экологической опасности на региональном уровне и социогенные аспекты управления экологической безопасностью. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: Міжрегіональні проблеми екологічної безпеки.* Одеса: ОДАБТА, 2008. № 29. Ч.1. С. 381–388.

180. Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська конвенція). Конвенцію ратифіковано Законом № 832-XIV (832-14) від 06.07.99. URL: http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/994_015.

181. Маренич А.В., Бахарев В.С. Теоретичний базис розробки систем моніторингу якості атмосферного повітря урбосистем з використанням пересувних лабораторних комплексів. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського.* Кременчук: КрНУ, 2016. №. 5. Ч.2 (100). С. 77–82.

182. Бахарев В.С. Функціональні особливості створення муніципальних систем моніторингу атмосферного повітря в Україні. *Екологія – 2017:*

збірник наукових праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю. (Вінниця, 20–22 вересня 2017 р.). Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 87.

183. Бахарєв В.С., Сараненко І.І., Корольова Л.В., Костенко П.П. Використання комп'ютерного графічного моделювання при проектуванні санітарно-захисної зони підприємства. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2008. № 6 (47). Ч. 2. С. 53–56.

184. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. URL: http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/2/2826/ (дата звернення 20.12.2016).

185. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Саньков П.Н., Гилєв В.В. Определение зон активного загрязнения атмосферного воздуха от промышленных предприятий и транспорта для организации систем экологического мониторинга урбанизированных территорий. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2016. № 12 (30). С. 33–37.

186. Бахарєв В.С. До питання визначення зон активного забруднення атмосферного повітря від техногенних об'єктів. *Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки*: матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції. (Кременчук, 01–03 червня 2017 р.). Кременчук: КрНУ, 2017. С. 87.

187. Бахарєв В.С., Смагін Д.М., Луговой А.В. Дослідження процесу розповсюдження домішок у верхніх прошарках атмосфери. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2009. № 1 (54). Ч. 1. С. 111–113.

188. Лагутин М.Ф., Смагин Д.М., Пивненко А.Д. Рассеяние и перенос примеси в верхней атмосфере. *Изв. АН СССР. Сер. Физика атмосферы и океана*. 1989. Том 25, № 11. С. 1226–1230.

189. Justus G.G. The spectrum and scales of upper atmospheric turbulence. *J. Geophys. Res.* 1967. Vol. 72, No. 7. P. 1933–1940.

190. Иванов В.Н., Стратонович Р.Л. К вопросу о лагранжевых характеристиках турбулентности. *Изв. АН СССР. Сер. Геофизика*. 1963. № 10. С. 1581–1593.

191. Колесник. С.І. Статистична оцінка забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом. Київ, 2004. 124 с.

192. Васькін Р.А., Васькіна І.В. Аналіз динаміки забруднення атмосферного повітря України викидами автотранспорту. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2009. № 5 (58). С. 109–112.

193. ДСП 173-96. Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. [Чинний від 1996-06-19]. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96> (дата звернення: 10.01.2017).

194. Бахарев В.С., Корцова О.Л., Костиря В.В., Маринін Д.В. Дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах змін сучасної забудови населених міст. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2012. № 1 (13). С. 43–47.

195. ГОСТ 23337-2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий. [Міждержавний стандарт. Чинний від 25-07-01]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200114242> (дата звернення: 20.11.2016).

196. Бахарев В.С., Котенко Е.О., Полищук Д.В., Полищук В.С. Расчет эффективности снижения уровня аэродинамического шума газового потока перфорированной пластиной. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2013. Вип. 1 (15). С. 103–106.

197. Бахарев В.С., Маренич А.В., Дейна І.П. Проблемні питання екологічного моніторингу шумового та електромагнітного забруднення в межах сельбищних територій. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції*. (Харків, 04 грудня 2015 р.). Х.: НУНЦЗУ, 2015. С.153–154.

198. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V. Prediction of Acoustic Pollution in the Conditions of Reconstruction of Industrial Enterprise.

International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology. 2017. Vol. 4. Issue 5. P. 356–363. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s5/IJSET_V4_I05_54.pdf (Last accessed: 25.05.2017).

199. Методические указания для органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы по контролю за выполнением «Санитарных норм допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки» № 3077-84. МЗ СССР № 4283-87. М., 1987. 19 с.

200. ДСН 3.3.6.037–99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку, та інфразвуку. К., 1999. 30 с.

201. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Гилёв В.В., Макарова В.Н. Определение достоверности метода экспресс–оценки состояния экологической безопасности примагистральных территорий селитебных зон по уровню загазованности. *Бюллетень науки и практики: электрон. науч. журн.* 2016. № 12 (13). С.107–113. URL: <http://www.bulletennauki.com/sankov-1> (дата обращения: 15.11.2016). DOI:10.5281/zenodo.205132.

202. Елисеев Д.В. Влияние техногенных факторов на экологию: научная: монография. Новосибирск: Издательство «СибАК», 2014. 164 с.

203. Бахарев В.С., Макарова В.М., Гилев В.В., Трошин М.Ю. Метод экспресс-оценки урбанизированных территорий по фактору загазованности выхлопными газами автотранспорта. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2015. № 10 (16). С. 62–64.

204. Гилёв В.В., Макарова В.Н., Трошин М.Ю. Оценка качества и безопасности жизнедеятельности населения проживающего на территории с многоэтажной застройкой по фактору шумового загрязнения. *Международный научный журнал*, 2015. № 1. С. 14–17.

205. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики: ГОСТ 20444-85. [Действующий от 1986-01-01]. Москва: Государственный комитет СССР по делам строительства, 1986. 14 с.

206. Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки

наблюдений. М.: Наука, 1968. 288 с.

207. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Маковецкий Б.И., Ткач Н.А. Шумовой режим внутриквартальной автостоянки для временного хранения автотранспорта. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2014. № 4. С. 24–27.

208. Бахарев В.С., Саньков П.М., Ткач Н.О. Рекомендації щодо організації екологічно безпечного розміщення місць паркування для транспортних засобів з урахуванням фактору шуму. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2014. № 2 (18). С. 35–42.

209. Маренич А.В., Бахарев В.С., Журавська М.К. To the question of stationary air sampling stations location and number determination in urban agglomerations ecological monitoring system. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 1 (21). С. 42–45.

210. Маренич А.В., Бахарев В.С. До питання визначення місць розташування та кількості стаціонарних пунктів відбору проб атмосферного повітря в системі муніципального екологічного моніторингу. *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: збірник матеріалів IV міжнародного конгресу*. (Львів, 21-23 вересня 2016 р.). Львів: НУ «Львівська політехніка», 2016. С. 67.

211. Спосіб побудови мережі постів моніторингу забруднення атмосфери і визначення характеристик джерел її забруднення пат. № 2397514 Російська Федерація: МПК G01W 1/02 Сафатов А.С., Сафатов А.Н., Десятков Б.М., Генералов В.М., Буряк Г.А., Лаптева В.А., Белан Б.Д., Симоненков Д.В., Толмачев Г.Н.; Федеральное государственное учреждение науки «Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора) (RU). № RU 2397514 C1; заяв. 02.06.2009; опубл. 20.08.2010, Бюл. № 23. 16с.: 2 кресл.

212. Спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу

забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх кількості та місць розташування: пат. 119268 Україна: МПК(2006) G01W1/00, G01N21/94(2006.01) № 201700145; заявл. 03.11.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18 (кн. 1). 4 с.

213. Бахарев В.С. Визначення місць розташування постів моніторингу атмосферного повітря з урахуванням сценарію відсутності зовнішнього впливу на територію міської агломерації. *Архітектура та Екологія: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції*. (Київ, 31 жовтня – 01 листопада 2016 р.). Київ: НАУ, 2016. С. 25–27.

214. Маренич А.В., Бахарев В.С. Методика визначення внеску різноякісних джерел у загальний рівень забруднення атмосферного повітря урбосистем. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: тези доповідей IV міжнародної наукової конференції молодих учених*. (Харків, 1-2 грудня 2017 р.). Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2016. С. 70–71.

215. Бахарев В.С. Структура інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 3 (104). Ч.1. С. 85–92.

216. Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України: КД 52.9.4.01–09. Київ: Держгідромет, 2010. 77с.

217. Основні вимоги до будівель і споруд безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього природного середовища: ДБН В.1.2-8-2008. [Чинний від 2008.10.01]. К.: Мінрегіон України, 2008 22 с.

218. Розрахункові параметри мікроклімату приміщень для проектування та оцінки енергетичних характеристик будівель по відношенню до якості повітря, теплового комфорту, освітлення та акустики (EN 15251:2007, IDT): ДСТУ Б EN 15251:2011. [Чинний від 2013.01.01]. Київ: Мінрегіон України, 2012. 71 с.

219. Захист територій, будинків і споруд від шуму: ДБН В.1.1–31:2013. [Чинний від 2013.12.27]. К.: Мінрегіон України, 2014. 54 с.
220. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): ДГН 6.6.1.–5.001–98. [Чинний від 2000.07.12]. К.: Міністерство охорони здоров'я, 1997. 34 с.
221. Бахарев В.С., Гільов В.В. Методика бальної оцінки впливу чинників екологічної небезпеки на стан довкілля шляхом експертного оцінювання. *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції*. (Кременчук, 12–14 жовтня 2016 р.). Кременчук: КрНУ, 2016. С. 18.
222. Бахарев В.С., Дмитриков В.П. Структурные приоритеты экспертной системы экологического мониторинга. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2013. Вип. 2 (16). С. 28–31.
223. Дмитриков В.П. Нечеткости определений экспертной системы мониторинга загрязнителей. *Вестник НТУ „ХПИ”*, 2004. № 38. С. 17–21.
224. Алиев Р.А., Церковный А.Э., Мамедова Г.А. Управление производством при нечеткой исходной информации. М.: Энергоатомиздат, 1991. 250 с.
225. Яхьяева Г.Э. Нечеткие множества и нейронные сети. М.: Лаборатория знаний, 2006. 320 с.
226. Бахарев В.С., Маренич А.В. Організація режимних, оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря з використанням мобільних екологічних лабораторій. *ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції*. (Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р.). Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2017. С. 262–264.
227. Перелік найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню: постанова Каб. Міністрів України від 29 листопада 2001 р. № 1598. Дата оновлення: 29.11.2001. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001->

%D0%BF (дата звернення: 15.12.2016).

228. ДСТУ-Н Б В.1.1-33:2013. Настанова з розрахунку та проектування захисту від шуму сельбищних територій. [Чинний від 2014-01-01]. URL: http://ecotechservice.com.ua/docs/dbn/dstu_n_b_v%201-1-33-2013.pdf. (дата звернення: 20.11.2016).

229. Бахарев В.С., Шевченко І.В., Коваль С.С., Корцова О.Л. Інформаційно-технологічні аспекти управління екологічною безпекою в системах муніципального моніторингу атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 4 (105). С. 68–73.

230. 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.

231. Каменева І.П. Компьютерные средства оценивания экологических рисков с использованием структурного анализа данных мониторинга. *Електронне моделювання*. Київ: НАН України, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Е. Пухова, 2013. Том. 35, Вып. 6. С. 99–114.

232. Бахарев В.С. Моделі інформаційної технології та підтримки прийняття рішень в системі муніципального моніторингу атмосферного повітря. *Проблеми екологічної безпеки*: збірник тез доповідей XV Міжнародної науково-технічної конференції. (Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р.). Кременчук: КрНУ, 2017. С. 79.

233. Характеристика стану навколишнього природного середовища в м. Кременчуці. URL: <https://kremen.gov.ua/index.php/rozdil/gromadyanam/ecosafety> (дата звернення 10.01.2017).

234. Екологічні пріоритети Кременчука: сучасний стан і перспективи: колективна монографія. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2016. 100 с.

235. В. С. Бахарєв, О. Л. Корцова, О. В. Харламова, В. Г. Волошина. Наукова еколого-експертна оцїнка екологічної ситуації, що склалась у районї північного промвузла м. Кременчук. *Вїсник КрНУ іменї Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 5 (106). С. 101–108.

236. Інформаційний звіт по монїторингу забруднення атмосферного повітря в містї Кременчук за 2015 рік. *Виконавчий комітет Кременчуцької міської ради*. Кременчук: КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень», 2015. 12 с.

237. Інформаційний звіт по монїторингу забруднення атмосферного повітря в містї Кременчук за 2014 рік. *Виконавчий комітет Кременчуцької міської ради*. Кременчук: КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень», 2015. 12 с.

238. Інформаційний звіт по монїторингу забруднення атмосферного повітря в містї Кременчук за 2013 рік. *Виконавчий комітет Кременчуцької міської ради*. Кременчук: КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень», 2015. 12 с.

239. Інформаційний звіт по монїторингу забруднення атмосферного повітря в містї Кременчук за 2012 рік. *Виконавчий комітет Кременчуцької міської ради*. Кременчук: КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень», 2015. 12 с.

240. Маренич А.В., Бахарєв В.С., Журавська М.К. Аналіз адекватності діючої мережі та обґрунтування пропозицій щодо розміщення стаціонарних постів спостереження за станом атмосферного повітря у м. Кременчук. *Вїсник КрНУ іменї Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 4 (99). С. 80–87.

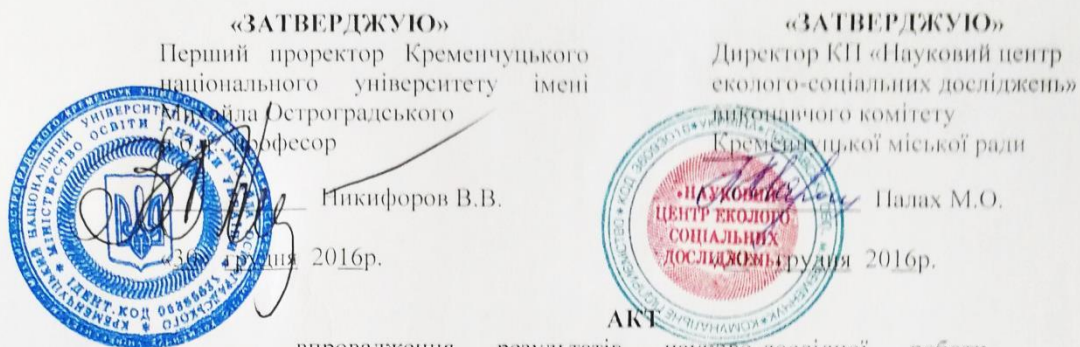
241. Маренич А.В., Бахарєв В.С., Мороз М.М. Виконання комплексу завдань монїторингу атмосферного повітря за допомогою пересувної муніципальної екологічної лабораторії в м. Кременчук. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 1 (23). С. 32–39.

242. Маренич А.В., Бахарєв В.С., Корцова О.Л. Аналіз звернень

громадян як засіб організації оперативного моніторингу якості атмосферного повітря. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017*: збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції. (Харків, 19-22 квітня 2017 р.). Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 33–34.

243. ДСТУ 3974-2000. Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення. Вид. офіц. Київ: Держстандарт України, 2001. 38 с.





АКТ
впровадження результатів науково-дослідної роботи
«Обґрунтування місць розташування стаціонарних постів
спостереження за станом забруднення атмосферного
повітря в місті Кременчуці для ведення екологічного
моніторингу»

Даним Актом встановлено, що результати наукових досліджень, виконаних колективом науковців Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського у складі: Дейна І.П., Маренич А.В., Журавська М.К. під керівництвом декана факультету природничих наук, к.т.н., доцента Бахарєва В.С., впроваджені в практичну роботу КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень» з метою підвищення ефективності використання пересувної муніципальної екологічної лабораторії, що є на балансі підприємства, для ведення моніторингових спостережень за станом забруднення атмосферного повітря в місті Кременчуці.

Авторами роботи виконано ряд теоретичних досліджень, а саме:

1. Проведено стислий аналіз базових вимог щодо вибору місць розташування стаціонарних постів відбору проб для оцінки якості атмосферного повітря;
2. Науково обґрунтовано порядок визначення кількості та принципів схем розташування постів моніторингу в межах міських індустріальних агломерацій;
3. Здійснено аналіз ефективності існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря в м. Кременчук, встановлено основні недоліки з точки зору організації просторового розміщення постів спостереження за станом забруднення атмосферного повітря;

4. Обґрунтовано нову систему розташування постів мережі моніторингу в м. Кременчук для забезпечення належної ефективності виконання завдань системи муніципального моніторингу.

Задачу вибору місць розташування ПСЗ оновленої мережі спостережень розв'язано шляхом виконання наступних завдань:

– визначено діючі стаціонарні пости спостережень за забрудненням атмосферного повітря, які можуть увійти в оновлену систему спостережень;


– визначено місця розташування «фонових» посту спостережень в межах території міста поза зонами активного забруднення атмосферного повітря стаціонарними та пересувними джерелами;

– встановлено місце розташування посту спостережень, що буде надавати дані щодо рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом поза зонами активного забруднення атмосферного повітря стаціонарними джерелами промислових об'єктів;

– визначено місця розташування постів спостережень, що будуть відображати рівні забруднення атмосферного повітря на території зон сільбищної забудови міста.

Запропоновані у роботі місця розташування постів спостережень є теоретично обґрунтованими та реалістичними з огляду на технічні можливості їх облаштування в мікромасштабі як маршрутних точок спостережень з використанням пересувної муніципальної екологічної лабораторії.

Від КП «Науковий центр еколого-соціальних досліджень»

Інженер з техногенно-екологічної безпеки  Таран О.В.

Від Кременчуцького національного університету імені Михайла

Остроградського

к.т.н., доц.  Бахарєв В.С.



В.М. ПЕЛИПЕНКО

липень 2017 р.

АКТ

впровадження науково-практичних результатів, одержаних при виконанні наукового дослідження, проведеного колективом кафедри екологічної безпеки та організації природокористування Кременчуцького національного університету ім. М. Остроградського

Результати наукових досліджень колективу науковців Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського у складі: Бахарева В.С., Харламової О.В., Ригас Т.С. та Маренича А.В. впроваджені та використовуються відділом екологічної безпеки виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області з червня 2017 року у вигляді Програми постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчуці на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегровану з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука.

На основі теоретичних та практичних результатів наукових досліджень вищезазначеного колективу фахівців:

– проведено математичну оцінку обсягів викидів в атмосферне повітря стаціонарними та пересувними джерелами, а також залежності стану здоров'я населення від ступеню забруднення атмосферного повітря для основних міст Полтавської області та здійснено їх розподіл за рівнем екологічної безпеки;

– надано оцінку ефективності діючої системи моніторингу атмосферного повітря як мережі стаціонарних постів спостережень за станом забруднення атмосферного повітря у місті Кременчуці;

– встановлені вимоги до організації та проведення спостережень за якістю атмосферного повітря в м. Кременчуці із застосуванням пересувної муніципальної екологічної лабораторії (ПМЕЛ);

– здійснено вибір кількості та місць розташування тимчасових мобільних точок спостережень для проведення системних (режимних) моніторингових досліджень із застосуванням ПМЕЛ;

– розроблено програми режимних (системних), оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря на муніципальному рівні, у тому числі із застосуванням ПМЕЛ.

– розроблено функціональні схеми взаємодії суб'єктів моніторингу для інтегрування програми постійного контролю та спостереження за якістю атмосферного повітря в місті Кременчуці з існуючою системою моніторингу.

Практична реалізація розробленої програми дозволить розв'язати наступні актуальні для міста Кременчука завдання:

1. Забезпечити громаду міста в цілому, окремих громадян, зацікавлених організацій незалежно від форми власності інформацією про якість атмосферного повітря на території міста.

2. Забезпечити контроль за станом атмосферного повітря в місті як за рахунок систематичних (режимних) спостережень за загальним рівнем забруднення, так і шляхом оцінювання внеску конкретних джерел негативного впливу шляхом організації та проведення оперативних і систематичних спостережень на межі СЗЗ цих об'єктів.

3. Одержати диференційовану інформацію від системи спостереження в обсязі і якості, достатній для обґрунтування управлінських рішень у сфері охорони атмосферного повітря і здоров'я громадян міста.

Розроблена і впроваджена вище зазначена програма є одним з ключових етапів виконання рішення Кременчуцької міської ради від 22.12.2016 « Про затвердження Програми заходів (дій) з метою недопущення перевищення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в м. Кременчуці».

Начальник відділу
екологічної безпеки

О.М. Федун

*ЗМ У ім Михайла
Осиповича*



КРЕМЕНЧУЦЬКА МІСЬКА РАДА
ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ

КОПІЯ № 4

РІШЕННЯ

30.10.2017

м. Кременчук

№ 1159

Про проведення державної екологічної експертизи екологічної ситуації, що склалась у районі Північного промвузла м. Кременчука та затвердження Програми постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчугі на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегрованою з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука

На виконання Програми заходів (дій) з метою недопущення перевищення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря в м. Кременчугі, затвердженій рішенням сесії Кременчуцької міської ради від 22.12.2016, на підставі листа Товариства з обмеженою відповідальністю «Науково-технічний центр «ПРОМЕКОЛОГІЯ» від 21.09.2017 № 233, для підвищення ефективності контролю за викидами підприємств і автотранспорту в атмосферне повітря міста та отримання своєчасної достовірної інформації, з метою забезпечення прийняття управлінських рішень щодо екологічної ситуації, що склалась у районі Північного промвузла м. Кременчука, до якого належать потужні підприємства-забруднювачі (публічне акціонерне товариство «Укртатнафта», філія Кременчуцька ТЕЦ публічного акціонерного товариства «Полтаваобленерго», публічне акціонерне товариство «Кременчуцький завод технічного вуглецю», промивально-пропарювальна станція ВП «Вагонне депо Кременчук» та ін.), керуючись ст. 33 Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні», відповідно до ст.ст. 13, 14 Закону України «Про екологічну експертизу», Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», виконавчий комітет Кременчуцької міської ради Полтавської області

вирішив:

1. Організувати за кошти фонду охорони навколишнього природного середовища міського бюджету проведення державної екологічної експертизи (в т.ч. громадської) екологічної ситуації, що склалась у районі Північного промвузла м. Кременчука.

2. Товариству з обмеженою відповідальністю «Науково-технічний центр «ПРОМЕКОЛОГІЯ» провести оцінку екологічної ситуації, що склалась у районі Північного промвузла м. Кременчука, до якого належать потужні підприємства-забруднювачі (публічне акціонерне товариство «Укртатнафта», філія Кременчуцька ТЕЦ публічного акціонерного товариства «Полтаваобленерго», публічне акціонерне товариство «Кременчуцький завод технічного вуглецю», промивально-пропарювальна станція ВП «Вагонне депо Кременчук» та ін.), відповідно до вимог чинного природоохоронного законодавства.

3. Затвердити Програму постійного контролю та спостереження (моніторингу) за забрудненням атмосферного повітря в м. Кременчугі на відповідність вмісту забруднюючих речовин нормам ГДК, інтегрованою з існуючою системою моніторингу лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ЛСЗА) м. Кременчука.

4. Оприлюднити рішення відповідно до вимог законодавства.

5. Контроль за виконанням цього рішення покласти на першого заступника міського голови **Дедигетика В.М.**

Міський голова



В.О. МАЛЕЦЬКИЙ

Рішення виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області

від 30.10.2017 № 1159
Сторінка 1 з 2

Рішення виконавчого комітету Кременчуцької міської ради Полтавської області

від 30.10.2017 № 1159
Сторінка 2 з 2



ЗАТВЕРДЖУЮ»

Перший проректор КрНУ
Д.С.Т. професор

Никифоров В.В.

лютого 2017р.

АКТ

впровадження результатів дисертаційних досліджень:
«Комплексна система екологічного моніторингу атмосферного повітря урбосистем»,
 Бахарева Володимира Сергійовича та
«Розробка системи моніторингу атмосферного повітря урбосистем із застосуванням
пересувних екологічних лабораторій»
 Маренича Андрія Вікторовича

Комісія у складі:

Шмандій В.М., голова комісії, д.т.н., професор, завідувач кафедри;

Безденежних Л.А., член комісії, к.т.н., доцент;

Святенко А.І., член комісії, к.т.н., доцент,

на основі детального аналізу встановила, що результати наукових досліджень виконаних к.т.н., доцентом Бахаревим В.С. та аспірантом Мареничем А.В. вперше реалізовані в навчальному процесі підготовки здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» за напрямом 6.040106 – «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (Бахарев В.С., Маренич А.В.) та здобувачів освітньо-наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 – «Екологія» (Бахарев В.С.) на кафедрі екологічної безпеки та організації природокористування (ЕБОП) Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.

Протягом 2016-2017 рр. на кафедрі ЕБОП було проведено випробування результатів вище зазначених дисертаційних досліджень.

Нові знання щодо теоретичних аспектів забезпечення ефективної діяльності систем моніторингу якості атмосферного повітря самі на муніципальному рівні за рахунок практичної реалізації комплексу завдань науково-обґрунтованого переліку підсистемних елементів використані у навчальному процесі при викладанні лекційного матеріалу з дисципліни «Екологічний моніторинг забруднення довкілля»

Спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх кількості та місць розташування, а також програма режимних (системних), оперативних та епізодичних спостережень пересувним постом контролю і спостереження за забрудненням атмосферного повітря (мобільною екологічною лабораторією) використанні при проведенні практичних занять з дисципліни «Моніторинг довкілля».

Впровадження у навчальний процес результатів наукових досліджень Бахарева В.С. та Маренича А.В. дозволило підвищити його ефективність за рахунок постановки проблемних завдань щодо визначення диференційованого внеску різноманітних джерел забруднення у загальний рівень забруднення атмосферного повітря конкретних техногенно-навантажених урбосистем для здобувачів ступеня доктора філософії, а також, за рахунок вивчення студентами нових методів формування мережі спостережень за якістю атмосферного повітря, нових підходів до організації системних, оперативних та епізодичних моніторингових досліджень.

Голова комісії

В.М. Шмандій

Члени комісії:

А.І. Святенко

Л.А. Безденежних

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Бахарєв В.С., Шевченко І.В., Коваль С.С., Корцова О.Л. Інформаційно-технологічні аспекти управління екологічною безпекою в системах муніципального моніторингу атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 4 (105). С. 68–73.

2. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V., Tretyakov O., Nesterenko S. Development of the method of evaluation the level of environmental safety of housing accommodation and its approbation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. Vol. 4, Issue 10 (88). P. 61–69.

3. Bakharev V., Kortsova O., Marenych A., Kyrylaha N., Moroz M. Some aspects of the analysis of citizens' appeals to municipalities on environmental issues. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017. Vol. 4, Issue 8. P. 272–278. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s8/IJISSET_V4_I08_29.pdf (Last accessed: 25.08.2017).

4. Бахарєв В.С. Структура інформаційно-аналітичної системи муніципального моніторингу якості атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 3 (104). Ч.1. С. 85–92.

5. Bakharev V., 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*. 2016. Vol. 4, Issue 7. P. 133–139. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s7/IJISSET_V4_I07_18.pdf (Last accessed: 15.07.2017).

6. Bakharev V., Sankov P., Trifonov I., Tkach N., Hilov V. Prediction of

Acoustic Pollution in the Conditions of Reconstruction of Industrial Enterprise. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*. 2017. Vol. 4. Issue 5. P. 356–363. URL: http://ijiset.com/vol4/v4s5/IJSET_V4_I05_54.pdf (Last accessed: 25.05.2017).

7. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Мороз М.М. Виконання комплексу завдань моніторингу атмосферного повітря за допомогою пересувної муніципальної екологічної лабораторії в м. Кременчук. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 1 (23). С. 32–39.

8. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Обґрунтування вимог до організації та проведення режимних, оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря із застосуванням пересувних екологічних лабораторій. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2017. № 1 (102). С. 88–97.

9. Бахарєв В.С., Маренич А.В., Саньков П.Н., Гилєв В.В. Определение зон активного загрязнения атмосферного воздуха от промышленных предприятий и транспорта для организации систем экологического мониторинга урбанизированных территорий. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2016. № 12 (30). С. 33–37.

10. Bakharev V.S., Marenych A.V., Voloshyna V.G. The environmental electromagnetic pollution problems analysis in the context of this type of environmental hazard environmental monitoring methodology formation. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 6 (101). С. 96–103.

11. Бахарєв В.С., Маренич А.В. Аналітичний огляд результатів наукових досліджень з проблем моніторингу довкілля в Україні. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 2 (22). С. 35–42.

12. Бахарєв 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. № 5. Ч.2 (100). С. 77–82.

13. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Гилёв В.В., Макарова В.Н. Определение достоверности метода экспресс-оценки состояния экологической безопасности примагистральных территорий селитебных зон по уровню загазованности. *Бюллетень науки и практики: электрон. науч. журн.* 2016. № 12 (13). С.107–113. URL: <http://www.bulletennauki.com/sankov-1> (дата обращения: 15.11.2016). DOI:10.5281/zenodo.205132.

14. 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. № 5 (100). С. 76–81.

15. Бахарев В.С., Маренич А.В., Журавська М.К. 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. № 4 (99). С. 80–87.

16. Bakharev V.S., Marenych A.V., Zhuravska M.K. To the question of stationary air sampling stations location and number determination in urban agglomerations ecological monitoring system. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2016. № 1 (21). С. 42–45.

17. Екологічні пріоритети Кременчука: сучасний стан і перспективи: колективна монографія. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2016. 100 с.

18. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Макарова В.Н., Гільов В.В., Ткач Н.А. Определение достоверности метода экспресс-оценки шумового загрязнения селитебных территорий по результатам экспериментальных исследований. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2015. № 2 (20). С. 96–100.

19. Бахарев В.С., Макарова В.М., Гилев В.В., Трошин М.Ю. Метод экспресс-оценки урбанизированных территорий по фактору загазованности выхлопными газами автотранспорта. *Научно-методический журнал «Наука,*

техника и образование». Москва: Проблемы науки, 2015. № 10 (16). С. 62–64.

20. Бахарев В.С., Сакун О.А., Никифоров В.В. Оцінка та прогнозування впливу шумового та електромагнітного забруднення на природно-заповідні та рекреаційні території. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2015. № 4 (93). С. 90–96.

21. Бахарев В.С., Саньков П.М., Ткач Н.О. Рекомендації щодо організації екологічно безпечного розміщення місць паркування для транспортних засобів з урахуванням фактору шуму. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2014. № 2 (18). С. 35–42.

22. Бахарев В.С., Саньков П.Н., Маковецкий Б.И., Ткач Н.А. Шумовой режим внутриквартальної автостоянки для временного хранения автотранспорта. *Научно-методический журнал «Наука, техника и образование»*. Москва: Проблемы науки, 2014. № 4. С. 24–27.

23. Бахарев В.С., Дмитриков В.П. Структурные приоритеты экспертной системы экологического мониторинга. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2013. Вип. 2 (16). С. 28–31.

24. Бахарев В.С., Котенко Е.О., Полищук Д.В., Полищук В.С. Расчет эффективности снижения уровня аэродинамического шума газового потока перфорированной пластиной. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2013. Вип. 1 (15). С. 103–106.

25. Бахарев В.С., Корцова О.Л., Костира В.В., Маринін Д.В. Дослідження стану забруднення атмосферного повітря в умовах змін сучасної забудови населених міст. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчук: КрНУ, 2012. № 1 (13). С. 43–47.

26. Бахарев В.С., Єлізаров О.І., Дейна І.П. Способи та методи оцінки зниження рівнів шумового забруднення атмосферного повітря. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КрНУ, 2012. № 2 (73). С. 156–158.

27. Бахарев В.С., Смагін Д.М., Луговой А.В. Дослідження процесу розповсюдження домішок у верхніх прошарках атмосфери. *Вісник КДПУ*

імені Михайла Остроградського. Кременчук: КДПУ, 2009. № 1 (54). Ч. 1. С. 111–113.

28. Бахарев В.С., Сараненко І.І., Корольова Л.В., Костенко П.П. Використання комп'ютерного графічного моделювання при проектуванні санітарно-захисної зони підприємства. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Кременчук: КДПУ, 2008. № 6 (47). Ч. 2. С. 53–56.

29. Бахарев В.С., Шмандий В.М., Шмандий Е.В. Особенности формирования экологической опасности на региональном уровне и социогенные аспекты управления экологической безопасностью. *Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: Міжрегіональні проблеми екологічної безпеки*. Одеса: ОДАБТА, 2008. № 29. Ч.1. С. 381–388.

Наукові праці, які свідчать про апробацію матеріалів дисертації:

30. Бахарев В.С. Моделі інформаційної технології та підтримки прийняття рішень в системі муніципального моніторингу атмосферного повітря. *Проблеми екологічної безпеки: збірник тез доповідей XV Міжнародної науково-технічної конференції*. (Кременчук, 11–13 жовтня 2017 р.). Кременчук: КрНУ, 2017. С. 79.

(Форма участі – очна).

31. Бахарев В.С. Функціональні особливості створення муніципальних систем моніторингу атмосферного повітря в Україні. *Екологія – 2017: збірник наукових праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю*. (Вінниця, 20–22 вересня 2017 р.). Вінниця: ВНТУ, 2017. С. 87.

(Форма участі – очна).

32. Бахарев В.С. До питання визначення зон активного забруднення атмосферного повітря від техногенних об'єктів. *Ідеї академіка В.І. Вернадського та проблеми сталого розвитку освіти і науки: матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції*. (Кременчук, 01–03 червня 2017 р.). Кременчук: КрНУ, 2017. С. 87.

(Форма участі – очна).

33. Бахарев В.С., Маренич А.В., Корцова О.Л. Аналіз звернень

громадян як засіб організації оперативного моніторингу якості атмосферного повітря. *Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування: освіта-наука-виробництво-2017*: збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції. (Харків, 19–22 квітня 2017 р.). Х.: ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2017. С. 33–34.

(Форма участі – очна).

34. Бахарев В.С., Маренич А.В. Організація режимних, оперативних та епізодичних спостережень за якістю атмосферного повітря з використанням мобільних екологічних лабораторій. *ЕКОГЕОФОРУМ-2017. Актуальні проблеми та інновації*: тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції. (Івано-Франківськ, 22–25 березня 2017 р.). Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, 2017. С. 262–264.

(Форма участі – заочна).

35. Бахарев В.С., Маренич А.В. Методика визначення внеску різноякісних джерел у загальний рівень забруднення атмосферного повітря урбосистем. *Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування*: тези доповідей IV міжнародної наукової конференції молодих учених. (Харків, 1–2 грудня 2017 р.). Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2016. С. 70–71.

(Форма участі – заочна).

36. Бахарев В.С. Визначення місць розташування постів моніторингу атмосферного повітря з урахуванням сценарію відсутності зовнішнього впливу на територію міської агломерації. *Архітектура та Екологія*: матеріали VIII Міжнародної науково-практичної конференції. (Київ, 31 жовтня – 01 листопада 2016 р.). Київ: НАУ, 2016. С. 25–27.

(Форма участі – заочна).

37. Бахарев В.С., Гільов В.В. Методика бальної оцінки впливу чинників екологічної небезпеки на стан довкілля шляхом експертного оцінювання. *Проблеми екологічної безпеки*: збірник тез доповідей XIV Міжнародної

науково-технічної конференції. (Кременчук, 12–14 жовтня 2016 р.). Кременчук: КрНУ, 2016. С. 18.

(Форма участі – очна).

38. Бахарев В.С., Маренич А.В. До питання визначення місць розташування та кількості стаціонарних пунктів відбору проб атмосферного повітря в системі муніципального екологічного моніторингу. *Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*: збірник матеріалів IV міжнародного конгресу. (Львів, 21–23 вересня 2016 р.). Львів: НУ «Львівська політехніка», 2016. С. 67.

(Форма участі – заочна).

39. Бахарев В.С. Базові причини недосконалості існуючої системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на муніципальному рівні. *Актуальні проблеми енергетики та екології*: матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. (Одеса, 05–07 жовтня 2016 р.). Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2016. С. 172.

(Форма участі – заочна).

40. Бахарев В.С., Маренич А.В., Дейна І.П. Проблемні питання екологічного моніторингу шумового та електромагнітного забруднення в межах сельбищних територій. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки*: збірник матеріалів міжнародної науково-практичної конференції. (Харків, 04 грудня 2015 р.). Х.: НУНЦЗУ, 2015. С.153–154.

(Форма участі – заочна).

41. Бахарев В.С., Маренич А.В. Проблемні питання екологічного моніторингу електромагнітного забруднення. *Проблеми екологічної безпеки*: збірник тез доповідей XIII міжнародної науково-технічної конференції. (Кременчук, 06–08 жовтня 2015 р.). Кременчук: КрНУ, 2015. – С.47.

(Форма участі – очна).

42. Бахарев В.С., Маренич А.В. Оцінка цілодобового безперервного впливу електромагнітного випромінювання на стан здоров'я людини – базис для розробки системи екологічного моніторингу. *Ідеї академіка В.І.*

Вернадського та проблеми сталого розвитку регіонів: матеріали XVI міжнародної наук.-практ. конф. (Кременчук, 14–15 травня 2015 р.). Кременчук: КрНУ, 2015. С. 82–83.

(Форма участі – очна).

43. Бахарев В.С., Дейна І.П. Шумове забруднення компонентів довкілля як чинник техногенної небезпеки. *Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції. (Харків, 6 грудня 2013 р.). Х.: НУНЦЗУ, 2013. С. 190–191.*

(Форма участі – очна).

44. Бахарев В.С., Романенко С.С., Приходько А.С. Використання можливостей інтернет-сервісів YandexMaps та GoogleMaps для графічного відображення екологічної інформації. *Ідеї академіка Вернадського та науково-практичні проблеми стійкого розвитку регіонів: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції. (Кременчук, 29–30 вересня 2011 р.). Кременчук: КрНУ, 2011. С. 129.*

(Форма участі – очна).

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

45. Спосіб побудови мережі стаціонарних постів моніторингу забруднення атмосфери населеного пункту, визначення їх кількості та місць розташування: пат. 119268 Україна: МПК(2006) G01W1/00, G01N21/94(2006.01) № 201700145; заявл. 03.11.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18 (кн. 1). 4 с.

1	1	1	2902		1	36									
1	1	2	301		1	18									
1	1	2	330		1	13.1									
1	1	2	337		1	5.7									
1	1	2	2902		1	0.1									
1	1	3	301		1	11.7									
1	1	3	330		1	7.1									
1	1	3	337		1	3.6									
1	1	3	2902		1	1.3									

ТАБЛИЦЯ 5. Опис шкідливих речовин

Код речовини	Найменування речовини	ГДК	Коеф. упоряд. осідання
301	Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту NO+NO ₂)	0.2	1
330	Сірки діоксид	0.5	1
337	Оксид вуглецю	5	1
2902	Речовини у вигляді суспенд.тв.частинок недиферен.за складом	0.5	1

ТАБЛИЦЯ 6. Опис груп сумачій шкідливих речовин

Код групи	Речовини що складають групи сумачій (коди)										Коефіцієнт потенц.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
31	301	330	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Завдання на розрахунок.

ТАБЛИЦЯ 4. Параметри розрахункових майданчиків.

N п/п	Коорд. центра сим.		Довжина, м	Ширина, м	Крок сітки		Кут повороту розр. майд. відн. вісі ОХ загальної сист. коорд., град.	Ознака зони
	X, м	Y, м			вісь ОХ, м	вісь ОУ, м		
1	0	0	15000	15000	500	500	0	0

ТАБЛИЦЯ 5. Завдання на розрахунок.

Найменування міста	Швидкість вітру в м/с					Швидкість вітру в долях (U _{мс})					Крок перебору небезпечних напрям. вітру	Фікс. напр. вітру	К-ість найб. вклад.	Число макс. концен.	Ознака обчис. фону
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5					
Кременчук	0.5					0.5	1	1.5			30		2	30	0

Речовина 301 (Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту NO+NO₂))

Розрахунковий майданчик 1

Точки найбільших концентрацій та перелік джерел, що дають найбільший внесок

Конц. в точці, долей ГДК	Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Напр. вітру, град.	Швид. вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %
0.27	2000	-2000	225	5	1	56.83	3	34.95	2	8.22	0	0	0	0
0.26	2500	-2500	225	5	1	59.62	3	31.39	2	9.00	0	0	0	0
0.25	2500	-2000	216.87	5	1	60.23	3	30.35	2	9.41	0	0	0	0
0.25	2000	-2500	233.13	5	1	60.23	3	30.35	2	9.41	0	0	0	0
0.24	3000	-2500	218.66	5	1	61.35	3	29.25	2	9.40	0	0	0	0
0.24	2500	-3000	231.34	5	1	61.35	3	29.25	2	9.40	0	0	0	0
0.23	3000	-3000	225	5	1	62.10	3	28.62	2	9.28	0	0	0	0
0.23	1500	-1500	225	4.37	1	55.51	3	36.58	2	7.91	0	0	0	0
0.22	-2000	2000	45	5	1	69.83	3	20.35	2	9.83	0	0	0	0
0.22	3500	-3000	219.81	5	1	63.54	3	26.94	2	9.52	0	0	0	0
0.22	3000	-3500	230.19	5	1	63.54	3	26.94	2	9.52	0	0	0	0
0.22	2000	-3000	239.04	5	1	62.60	3	26.84	2	10.55	0	0	0	0
0.22	3000	-2000	210.96	5	1	62.60	3	26.84	2	10.55	0	0	0	0
0.22	2500	-3500	236.31	5	1	63.19	3	26.89	2	9.92	0	0	0	0
0.22	3500	-2500	213.69	5	1	63.19	3	26.89	2	9.92	0	0	0	0
0.21	-2500	2000	39.81	5	1	71.44	3	18.80	2	9.77	0	0	0	0
0.21	-2000	2500	50.19	5	1	71.44	3	18.80	2	9.77	0	0	0	0
0.21	-1500	1500	45	5	1	63.33	3	25.78	2	10.89	0	0	0	0
0.21	-2000	1500	38.66	5	1	66.61	3	22.83	2	10.56	0	0	0	0
0.21	-1500	2000	51.34	5	1	66.61	3	22.83	2	10.56	0	0	0	0
0.21	3500	-3500	225	5	1	64.55	3	25.93	2	9.52	0	0	0	0
0.21	-2500	2500	45	5	1	72.86	3	17.57	2	9.56	0	0	0	0
0.20	3000	-4000	234.46	5	1	65.05	3	25.11	2	9.84	0	0	0	0
0.20	4000	-3000	215.54	5	1	65.05	3	25.11	2	9.84	0	0	0	0
0.20	-2500	1500	33.69	5	1	68.52	3	20.80	2	10.67	0	0	0	0
0.20	-1500	2500	56.31	5	1	68.52	3	20.80	2	10.67	0	0	0	0
0.20	-2500	3000	49.40	5	1	73.70	3	16.67	2	9.64	0	0	0	0
0.20	-3000	2500	40.60	5	1	73.70	3	16.67	2	9.64	0	0	0	0
0.20	-3000	2000	35.54	5	1	72.29	3	17.73	2	9.98	0	0	0	0
0.20	-2000	3000	54.46	5	1	72.29	3	17.73	2	9.98	0	0	0	0

Речовина 330 (Сірки діоксид)

Розрахунковий майданчик 1

Точки найбільших концентрацій та перелік джерел, що дають найбільший внесок

Конц. в точці, долей ГДК	Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Напр. вітру, град.	Швид. вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %
0.39	2000	-2000	225	5	1	92.40	3	5.93	2	1.67	0	0	0	0
0.38	2500	-2500	225	5	1	93.13	3	5.12	2	1.76	0	0	0	0
0.38	-2000	2000	45	5	1	95.42	3	2.90	2	1.68	0	0	0	0
0.37	-2500	2500	45	5	1	96.01	3	2.42	2	1.58	0	0	0	0
0.37	-2000	2500	50.19	5	1	95.73	3	2.63	2	1.64	0	0	0	0
0.37	-2500	2000	39.81	5	1	95.73	3	2.63	2	1.64	0	0	0	0
0.37	2500	-2000	216.87	5	1	93.27	3	4.90	2	1.82	0	0	0	0
0.37	2000	-2500	233.13	5	1	93.27	3	4.90	2	1.82	0	0	0	0
0.37	3000	-2500	218.66	5	1	93.55	3	4.65	2	1.79	0	0	0	0
0.37	2500	-3000	231.34	5	1	93.55	3	4.65	2	1.79	0	0	0	0
0.36	3000	-3000	225	5	1	93.74	3	4.51	2	1.75	0	0	0	0
0.36	-3000	2500	40.60	5	1	96.16	3	2.27	2	1.57	0	0	0	0
0.36	-2500	3000	49.40	5	1	96.16	3	2.27	2	1.57	0	0	0	0
0.35	-2000	3000	54.46	5	1	95.89	3	2.45	2	1.66	0	0	0	0
0.35	-3000	2000	35.54	5	1	95.89	3	2.45	2	1.66	0	0	0	0
0.35	-3000	3000	45	5	1	96.33	3	2.13	2	1.54	0	0	0	0
0.35	-1500	2000	51.34	5	1	94.73	3	3.39	2	1.88	0	0	0	0
0.35	-2000	1500	38.66	5	1	94.73	3	3.39	2	1.88	0	0	0	0
0.35	3000	-3500	230.19	5	1	94.07	3	4.16	2	1.76	0	0	0	0
0.35	3500	-3000	219.81	5	1	94.07	3	4.16	2	1.76	0	0	0	0
0.34	-2500	3500	53.13	5	1	96.28	3	2.14	2	1.58	0	0	0	0
0.34	-3500	2500	36.87	5	1	96.28	3	2.14	2	1.58	0	0	0	0
0.34	2500	-3500	236.31	5	1	93.98	3	4.17	2	1.85	0	0	0	0
0.34	3500	-2500	213.69	5	1	93.98	3	4.17	2	1.85	0	0	0	0
0.34	-1500	2500	56.31	5	1	95.13	3	3.01	2	1.85	0	0	0	0
0.34	-2500	1500	33.69	5	1	95.13	3	3.01	2	1.85	0	0	0	0
0.34	2000	-3000	239.04	5	1	93.82	3	4.20	2	1.98	0	0	0	0
0.34	3000	-2000	210.96	5	1	93.82	3	4.20	2	1.98	0	0	0	0
0.34	-3500	3000	41.19	5	1	96.46	3	2.01	2	1.53	0	0	0	0
0.34	-3000	3500	48.81	5	1	96.46	3	2.01	2	1.53	0	0	0	0

Речовина 337 (Оксид вуглецю)

Розрахунковий майданчик 1

Точки найбільших концентрацій та перелік джерел, що дають найбільший внесок

Конц. в точці, долей ГДК	Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Напр. вітру, град.	Швид. вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %
0.0042	2000	-2000	225	5	1	65.41	3	27.85	2	6.74	0	0	0	0
0.0040	2500	-2500	225	5	1	67.93	3	24.76	2	7.30	0	0	0	0
0.0039	2000	-2500	233.13	5	1	68.48	3	23.89	2	7.63	0	0	0	0
0.0039	2500	-2000	216.87	5	1	68.48	3	23.89	2	7.63	0	0	0	0
0.0038	2500	-3000	231.34	5	1	69.48	3	22.94	2	7.58	0	0	0	0
0.0038	3000	-2500	218.66	5	1	69.48	3	22.94	2	7.58	0	0	0	0
0.0037	3000	-3000	225	5	1	70.15	3	22.39	2	7.47	0	0	0	0
0.0036	-2000	2000	45	5	1	76.81	3	15.49	2	7.70	0	0	0	0
0.0035	1500	-1500	225	4.55	1	65.40	3	28.28	2	6.32	0	0	0	0
0.0035	-2500	2000	39.81	5	1	78.15	3	14.24	2	7.61	0	0	0	0
0.0035	-2000	2500	50.19	5	1	78.15	3	14.24	2	7.61	0	0	0	0
0.0035	3500	-3000	219.81	5	1	71.41	3	20.96	2	7.62	0	0	0	0
0.0035	3000	-3500	230.19	5	1	71.41	3	20.96	2	7.62	0	0	0	0
0.0035	-2500	2500	45	5	1	79.33	3	13.25	2	7.42	0	0	0	0
0.0034	2000	-3000	239.04	5	1	70.57	3	20.95	2	8.48	0	0	0	0
0.0034	3000	-2000	210.96	5	1	70.57	3	20.95	2	8.48	0	0	0	0
0.0034	2500	-3500	236.31	5	1	71.10	3	20.95	2	7.95	0	0	0	0
0.0034	3500	-2500	213.69	5	1	71.10	3	20.95	2	7.95	0	0	0	0
0.0034	-2000	1500	38.66	5	1	74.06	3	17.57	2	8.37	0	0	0	0
0.0034	-1500	2000	51.34	5	1	74.06	3	17.57	2	8.37	0	0	0	0
0.0034	-1500	1500	45	5	1	71.21	3	20.07	2	8.72	0	0	0	0
0.0034	3500	-3500	225	5	1	72.30	3	20.10	2	7.60	0	0	0	0
0.0033	-2500	3000	49.40	5	1	80.02	3	12.53	2	7.45	0	0	0	0
0.0033	-3000	2500	40.60	5	1	80.02	3	12.53	2	7.45	0	0	0	0
0.0033	-2000	3000	54.46	5	1	78.85	3	13.39	2	7.76	0	0	0	0
0.0033	-3000	2000	35.54	5	1	78.85	3	13.39	2	7.76	0	0	0	0
0.0033	-1500	2500	56.31	5	1	75.69	3	15.91	2	8.40	0	0	0	0
0.0033	-2500	1500	33.69	5	1	75.69	3	15.91	2	8.40	0	0	0	0
0.0032	3000	-4000	234.46	5	1	72.73	3	19.43	2	7.84	0	0	0	0
0.0032	4000	-3000	215.54	5	1	72.73	3	19.43	2	7.84	0	0	0	0

Речовина 2902 (Речовини у вигляді суспенд.тв.частинок недиферен.за складом)

Розрахунковий майданчик 1

Точки найбільших концентрацій та перелік джерел, що дають найбільший внесок

Конц. в точці, долей ГДК	Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Напр. вітру, град.	Швид. вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %
0.015	2000	-2000	225	5	1	71.56	3	28.11	2	0.33	0	0	0	0
0.014	2500	-2500	225	5	1	74.56	3	25.08	2	0.36	0	0	0	0
0.014	2500	-2000	216.87	5	1	75.36	3	24.26	2	0.38	0	0	0	0
0.014	2000	-2500	233.13	5	1	75.36	3	24.26	2	0.38	0	0	0	0
0.013	2500	-3000	231.34	5	1	76.36	3	23.26	2	0.37	0	0	0	0
0.013	3000	-2500	218.66	5	1	76.36	3	23.26	2	0.37	0	0	0	0
0.013	3000	-3000	225	5	1	76.97	3	22.67	2	0.37	0	0	0	0
0.013	-2000	2000	45	5	1	83.99	3	15.64	2	0.38	0	0	0	0
0.013	1500	-1500	225	5	1	73.61	3	26.10	2	0.29	0	0	0	0
0.013	-2500	2000	39.81	5	1	85.29	3	14.34	2	0.37	0	0	0	0
0.013	-2000	2500	50.19	5	1	85.29	3	14.34	2	0.37	0	0	0	0
0.012	3000	-3500	230.19	5	1	78.39	3	21.24	2	0.38	0	0	0	0
0.012	3500	-3000	219.81	5	1	78.39	3	21.24	2	0.38	0	0	0	0
0.012	-2500	2500	45	5	1	86.33	3	13.30	2	0.36	0	0	0	0
0.012	3500	-2500	213.69	5	1	78.32	3	21.29	2	0.39	0	0	0	0
0.012	2500	-3500	236.31	5	1	78.32	3	21.29	2	0.39	0	0	0	0
0.012	2000	-3000	239.04	5	1	78.17	3	21.41	2	0.42	0	0	0	0
0.012	3000	-2000	210.96	5	1	78.17	3	21.41	2	0.42	0	0	0	0
0.012	-1500	2000	51.34	5	1	81.70	3	17.89	2	0.41	0	0	0	0
0.012	-2000	1500	38.66	5	1	81.70	3	17.89	2	0.41	0	0	0	0
0.012	3500	-3500	225	5	1	79.28	3	20.34	2	0.37	0	0	0	0
0.012	-1500	1500	45	5	1	79.02	3	20.55	2	0.43	0	0	0	0
0.012	-2500	3000	49.40	5	1	87.06	3	12.58	2	0.36	0	0	0	0
0.012	-3000	2500	40.60	5	1	87.06	3	12.58	2	0.36	0	0	0	0
0.012	-2000	3000	54.46	5	1	86.12	3	13.50	2	0.38	0	0	0	0
0.012	-3000	2000	35.54	5	1	86.12	3	13.50	2	0.38	0	0	0	0
0.012	-2500	1500	33.69	5	1	83.41	3	16.18	2	0.42	0	0	0	0
0.012	-1500	2500	56.31	5	1	83.41	3	16.18	2	0.42	0	0	0	0
0.012	4000	-3000	215.54	5	1	79.91	3	19.70	2	0.39	0	0	0	0
0.012	3000	-4000	234.46	5	1	79.91	3	19.70	2	0.39	0	0	0	0

Група сумації 31

Розрахунковий майданчик 1

Точки найбільших концентрацій та перелік джерел, що дають найбільший внесок

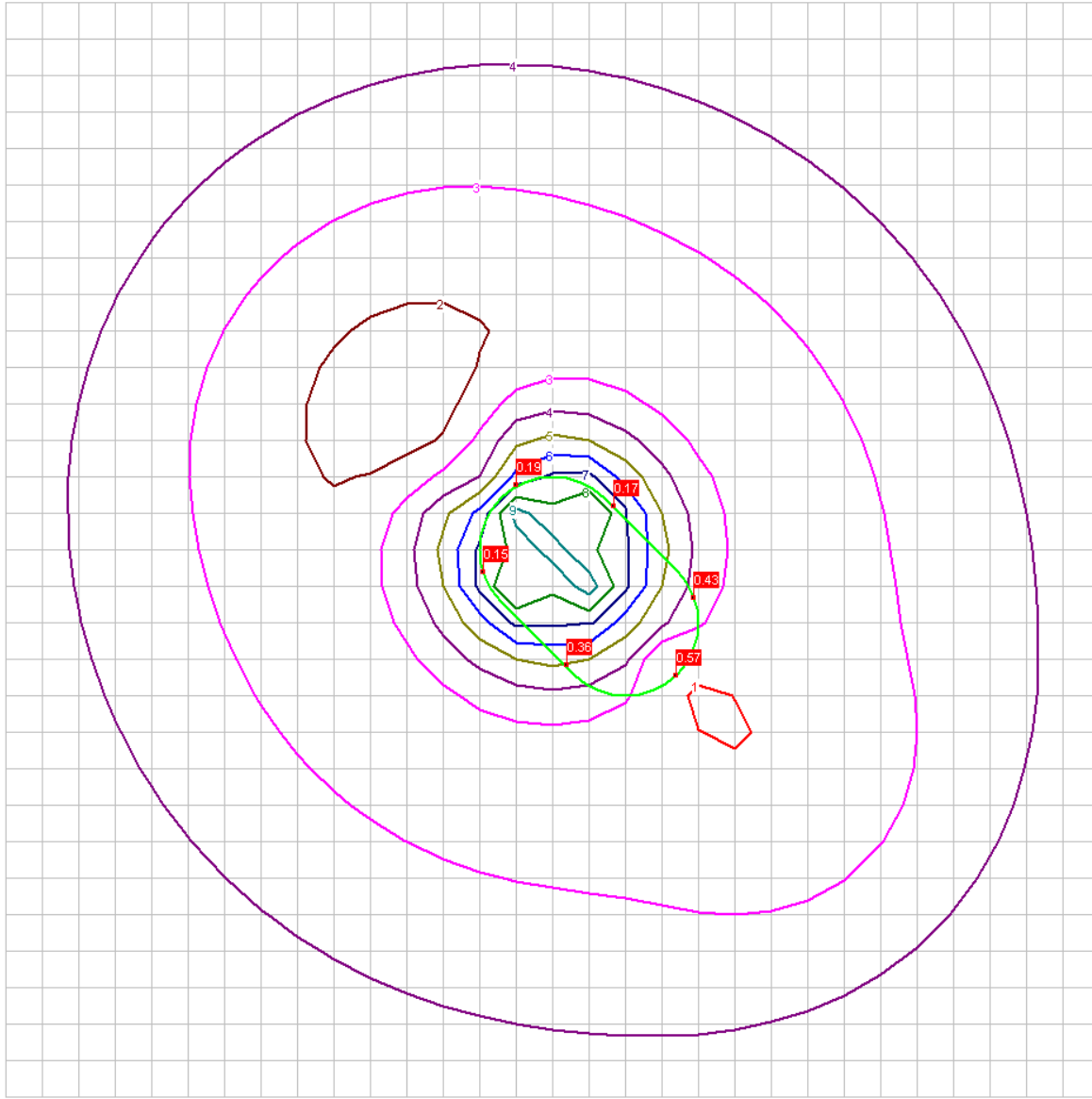
Конц. в точці, долей ГДК	Коорд.Х, м	Коорд.У, м	Напр. вітру, град.	Швид. вітру, м/с	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %	Код джерела	Внесок, %
0.66	2000	-2000	225	5	1	77.77	3	17.87	2	4.37	0	0	0	0
0.64	2500	-2500	225	5	1	79.67	3	15.67	2	4.67	0	0	0	0
0.62	2000	-2500	231.34	5	1	83.44	3	11.97	2	4.59	0	0	0	0
0.62	2500	-2000	218.66	5	1	83.44	3	11.97	2	4.59	0	0	0	0
0.61	3000	-2500	219.81	5	1	82.10	3	13.21	2	4.69	0	0	0	0
0.61	2500	-3000	230.19	5	1	82.10	3	13.21	2	4.69	0	0	0	0
0.60	-2000	2000	45	5	1	85.95	3	9.36	2	4.69	0	0	0	0
0.60	3000	-3000	225	5	1	81.29	3	14.00	2	4.71	0	0	0	0
0.60	-2500	2000	38.66	5	1	87.50	3	8.04	2	4.46	0	0	0	0
0.60	-2000	2500	51.34	5	1	87.50	3	8.04	2	4.46	0	0	0	0
0.58	-2500	2500	45	5	1	87.64	3	7.90	2	4.46	0	0	0	0
0.58	-1500	2500	59.04	5	1	88.82	3	6.90	2	4.28	0	0	0	0
0.58	-2500	1500	30.96	5	1	88.82	3	6.90	2	4.28	0	0	0	0
0.58	3000	-2000	213.69	5	1	87.69	3	7.74	2	4.58	0	0	0	0
0.58	2000	-3000	236.31	5	1	87.69	3	7.74	2	4.58	0	0	0	0
0.58	-2000	1500	36.87	5	1	85.84	3	9.37	2	4.79	0	0	0	0
0.58	-1500	2000	53.13	5	1	85.84	3	9.37	2	4.79	0	0	0	0
0.57	-2000	3000	56.31	5	1	88.89	3	6.82	2	4.29	0	0	0	0
0.57	-3000	2000	33.69	5	1	88.89	3	6.82	2	4.29	0	0	0	0
0.57	-1500	3000	63.43	5	1	90.53	3	5.48	2	3.99	0	0	0	0
0.57	-3000	1500	26.57	5	1	90.53	3	5.48	2	3.99	0	0	0	0
0.57	3500	-2500	215.54	5	1	84.90	3	10.44	2	4.66	0	0	0	0
0.57	2500	-3500	234.46	5	1	84.90	3	10.44	2	4.66	0	0	0	0
0.57	3500	-3000	220.60	5	1	82.77	3	12.51	2	4.72	0	0	0	0
0.57	3000	-3500	229.40	5	1	82.77	3	12.51	2	4.72	0	0	0	0
0.56	1500	-1500	225	5	1	79.71	3	16.52	2	3.77	0	0	0	0
0.56	-3000	2500	39.81	5	1	88.38	3	7.22	2	4.40	0	0	0	0
0.56	-2500	3000	50.19	5	1	88.38	3	7.22	2	4.40	0	0	0	0
0.56	-1000	3000	71.57	5	1	93.11	2	3.46	3	3.43	0	0	0	0
0.56	-3000	1000	18.43	5	1	93.11	2	3.46	3	3.43	0	0	0	0

Група сумації 31
7500.0

-7500.0

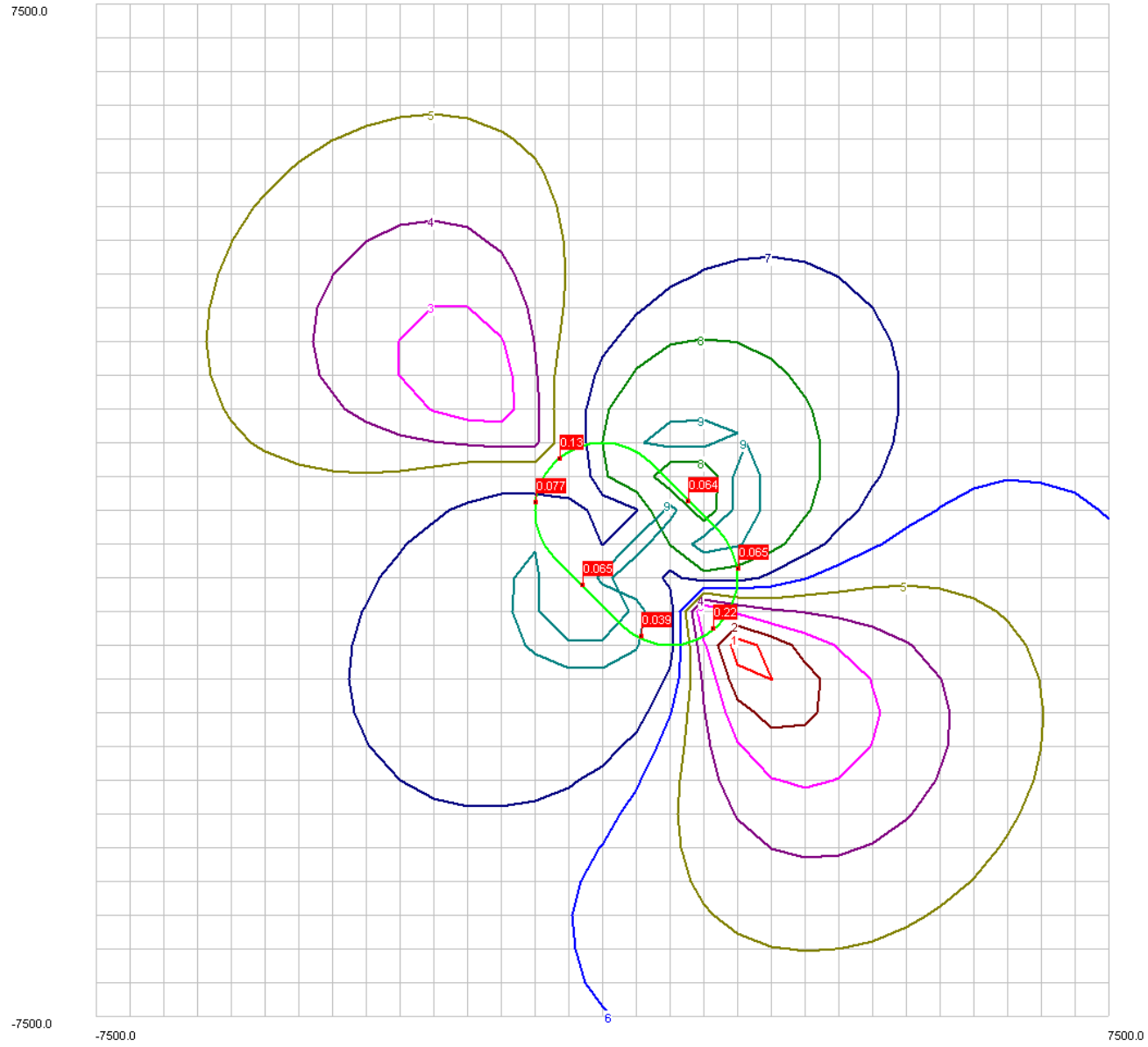
-7500.0

7500.0



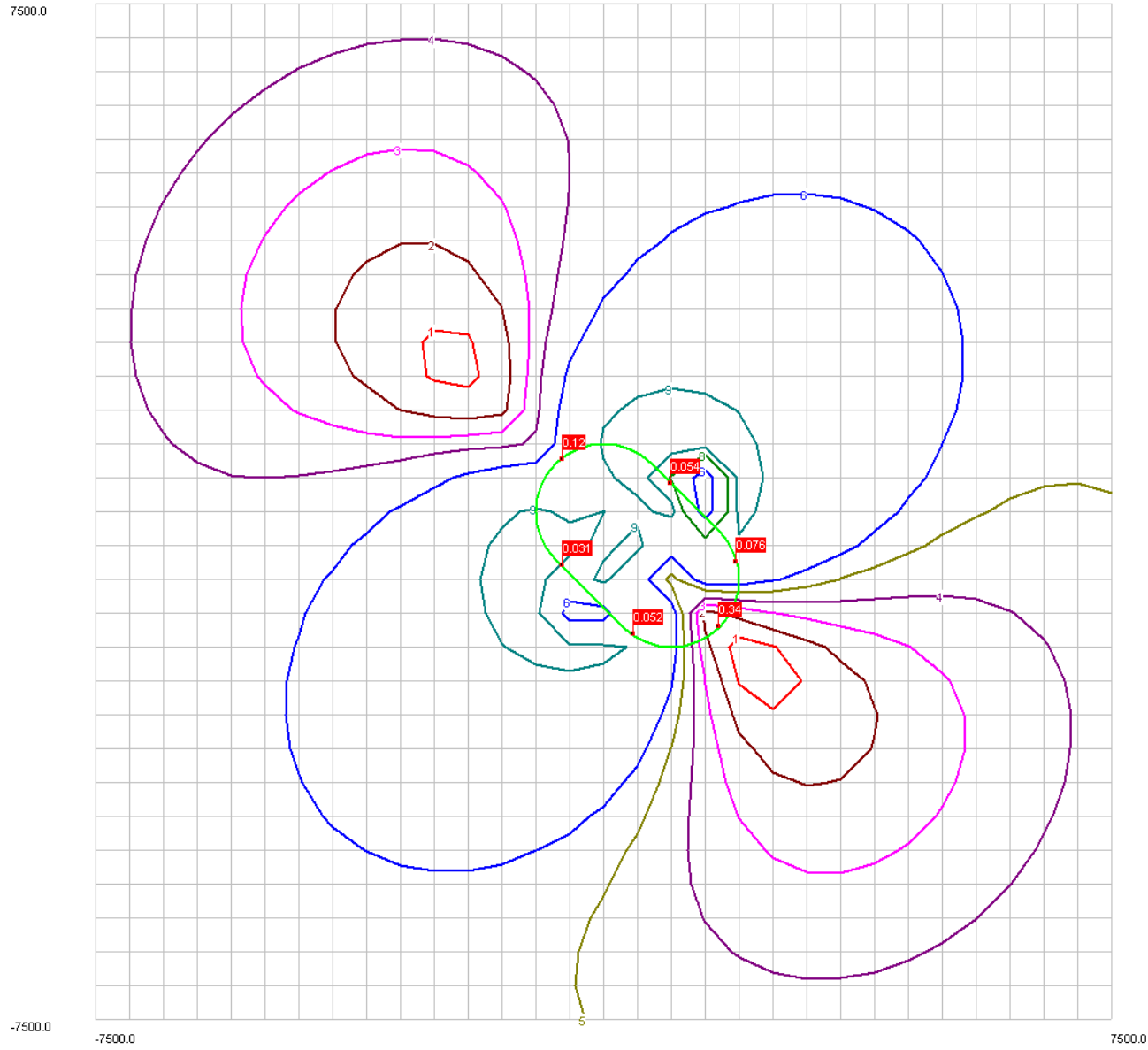
- 1 - 0.63 ГДК
- 2 - 0.55 ГДК
- 3 - 0.48 ГДК
- 4 - 0.41 ГДК
- 5 - 0.34 ГДК
- 6 - 0.27 ГДК
- 7 - 0.20 ГДК
- 8 - 0.13 ГДК
- 9 - 0.054 ГДК

Оксиди азоту (у перерахунку на діоксид азоту NO+NO₂). Розрахунок виконано 21.11.2016 о 10:42 програмою Еол-Плюс, версія 5.23
7500.0



- 1 - 0.26 ГДК
- 2 - 0.23 ГДК
- 3 - 0.20 ГДК
- 4 - 0.17 ГДК
- 5 - 0.14 ГДК
- 6 - 0.12 ГДК
- 7 - 0.087 ГДК
- 8 - 0.058 ГДК
- 9 - 0.030 ГДК

Сірки діоксид. Розрахунок виконано 21.11.2016 о 10:42 програмою Еол-Плюс, версія 5.23
7500.0

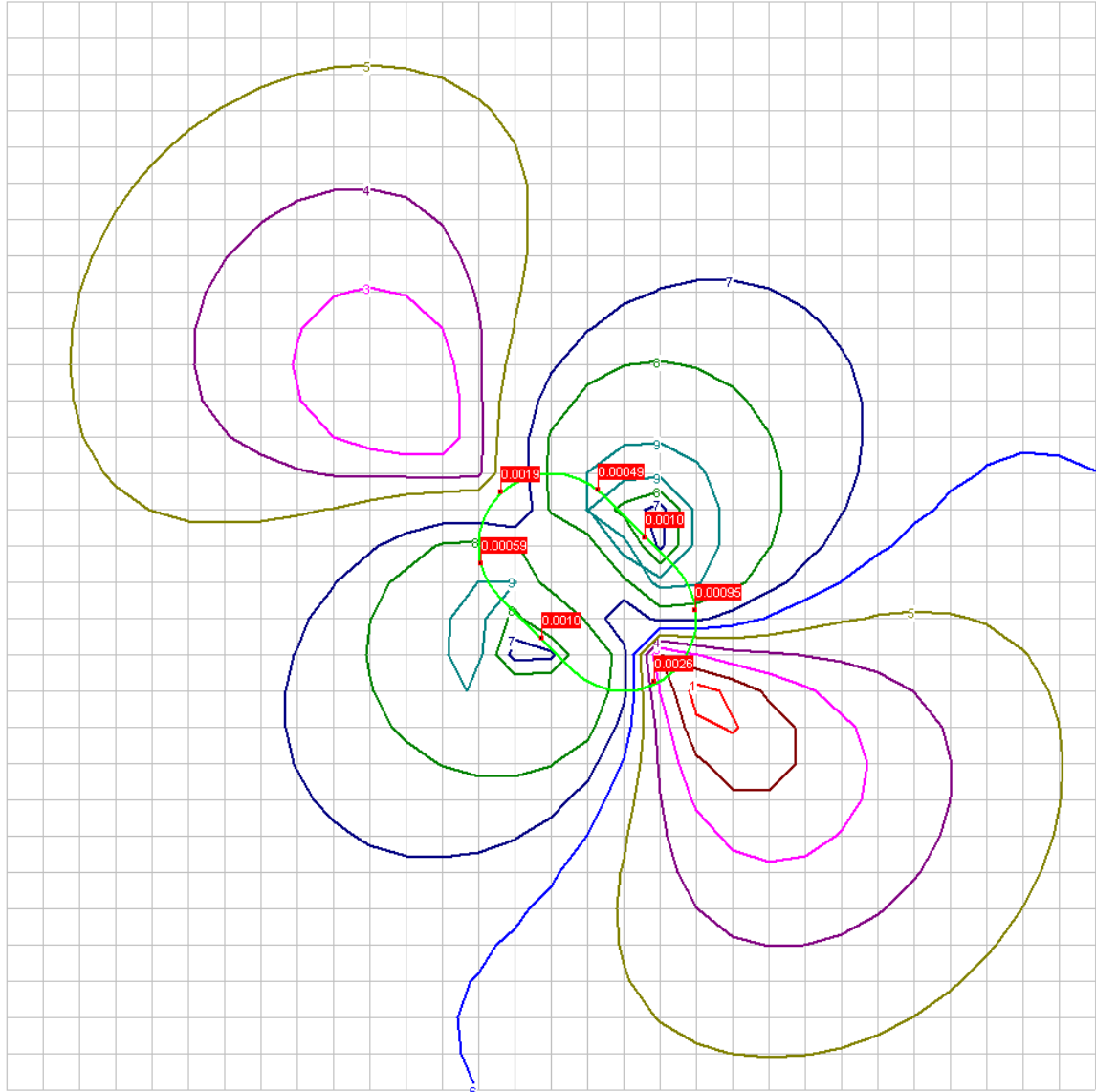


- 1 - 0.37 ГДК
- 2 - 0.33 ГДК
- 3 - 0.28 ГДК
- 4 - 0.24 ГДК
- 5 - 0.20 ГДК
- 6 - 0.15 ГДК
- 7 - 0.11 ГДК
- 8 - 0.068 ГДК
- 9 - 0.025 ГДК

Оксид вуглецю. Розрахунок виконано 21.11.2016 о 10:42 програмою Еол-Плюс, версія 5.23

7500.0

-7500.0



-7500.0

7500.0

- 1 - 0.0040 ГДК
- 2 - 0.0035 ГДК
- 3 - 0.0031 ГДК
- 4 - 0.0026 ГДК
- 5 - 0.0022 ГДК
- 6 - 0.0018 ГДК
- 7 - 0.0013 ГДК
- 8 - 0.00086 ГДК
- 9 - 0.00041 ГДК

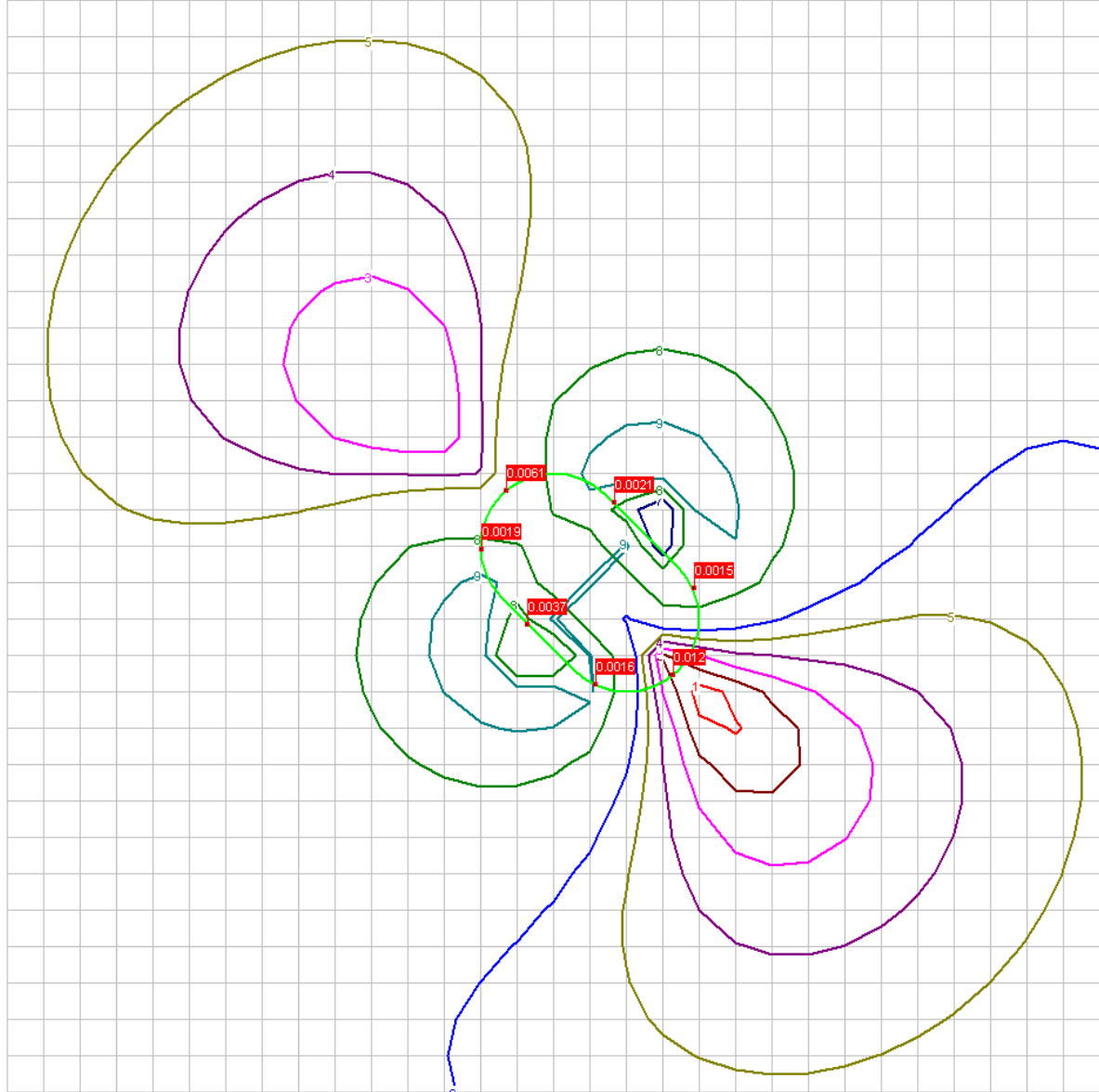
Речовини у вигляді суспенд. тв. частинок недиферен. за складом. Розрахунок виконано 21.11.2016 о 10:42 програмою Еол-Плюс, версія 5.23

7500.0

-7500.0

-7500.0

7500.0



- 1 - 0.014 ГДК
- 2 - 0.013 ГДК
- 3 - 0.011 ГДК
- 4 - 0.0093 ГДК
- 5 - 0.0077 ГДК
- 6 - 0.0060 ГДК
- 7 - 0.0044 ГДК
- 8 - 0.0027 ГДК
- 9 - 0.0011 ГДК

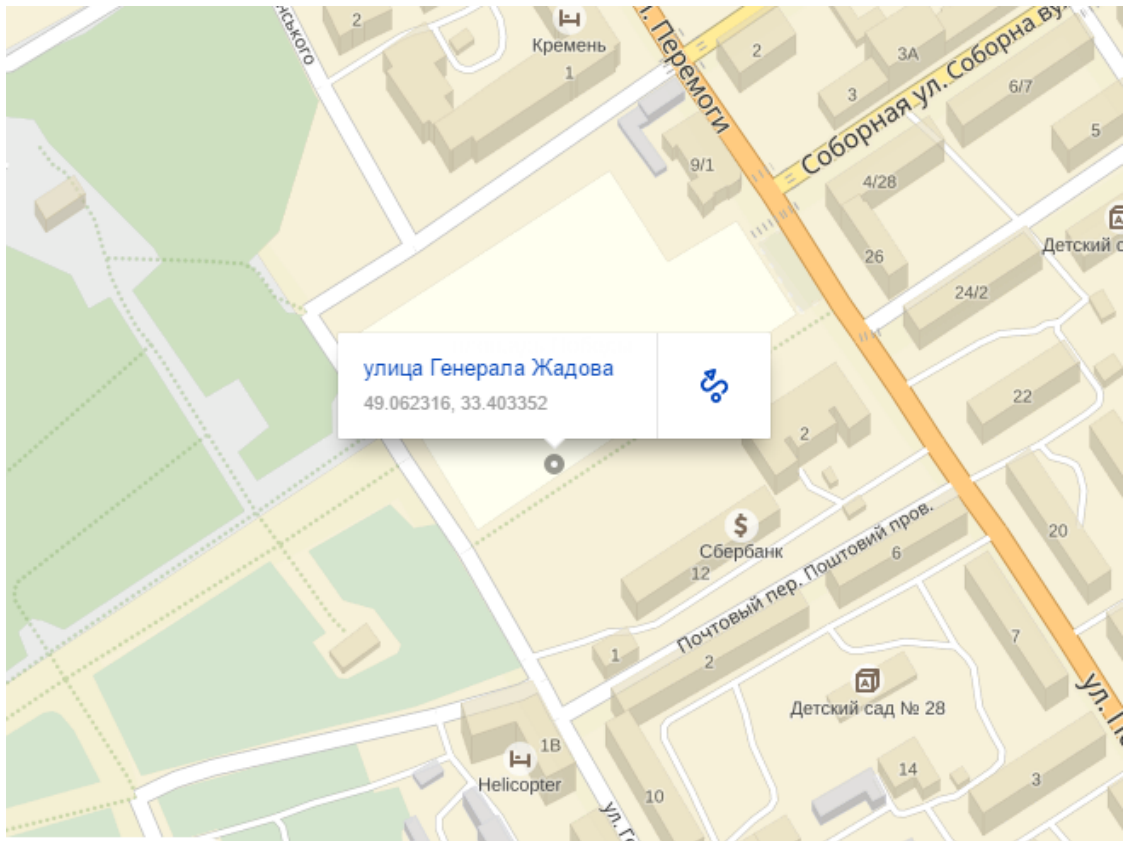


Рисунок К.1 – Карта-схема розташування МТС1 «міська фонов»

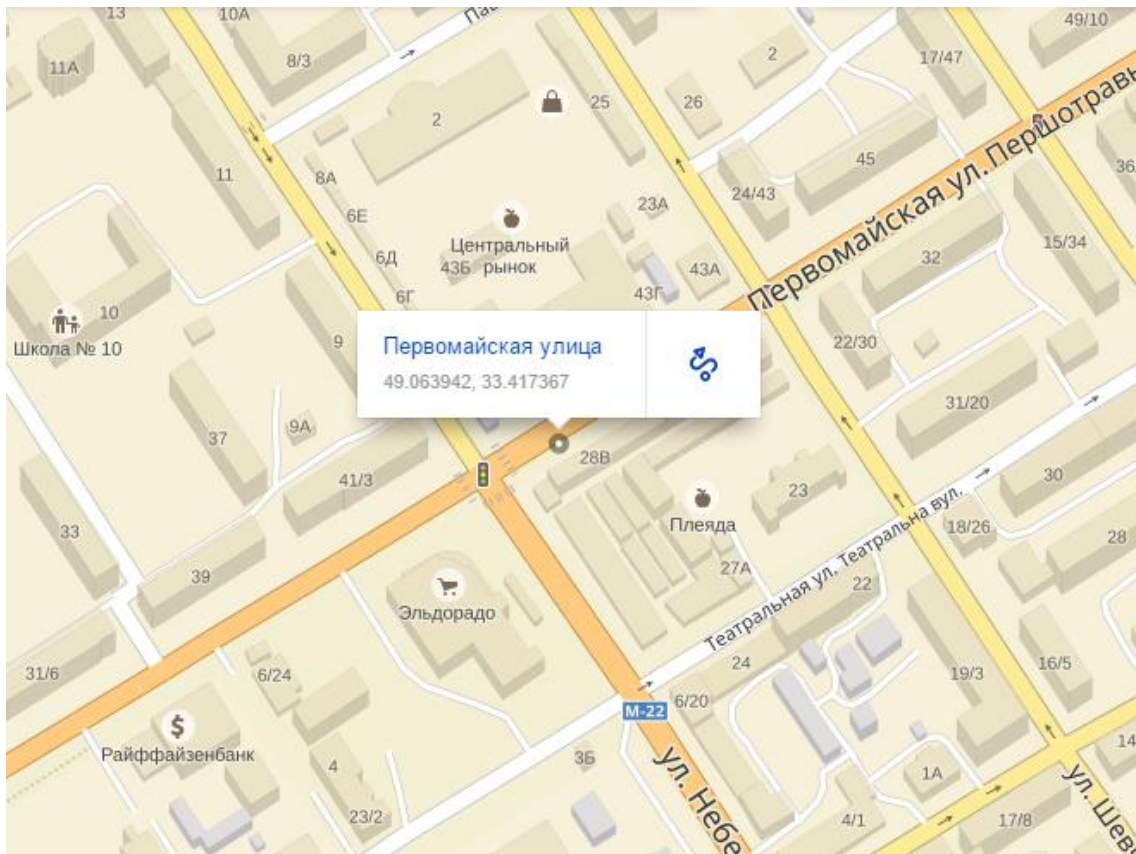


Рисунок К.2 – Карта-схема розташування МТС2 «міська транспортна1»

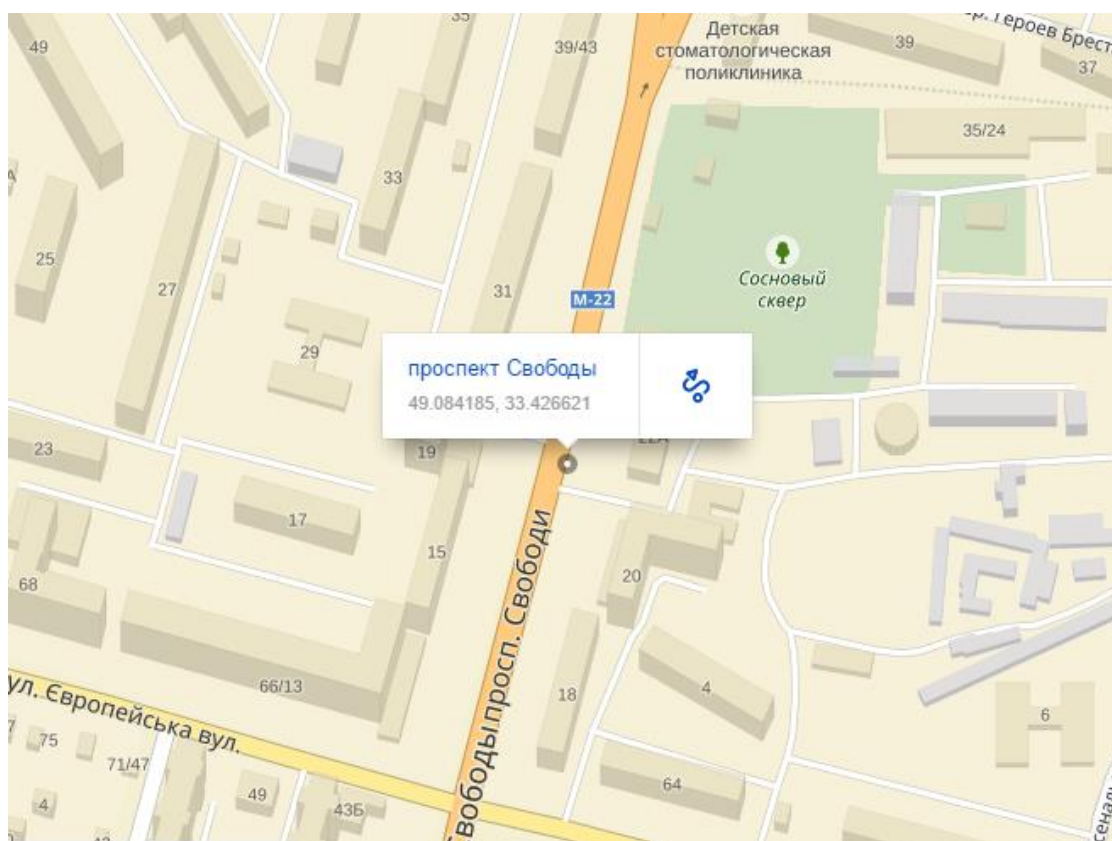


Рисунок К.3 – Карта-схема розташування МТС3 «міська транспортна2»

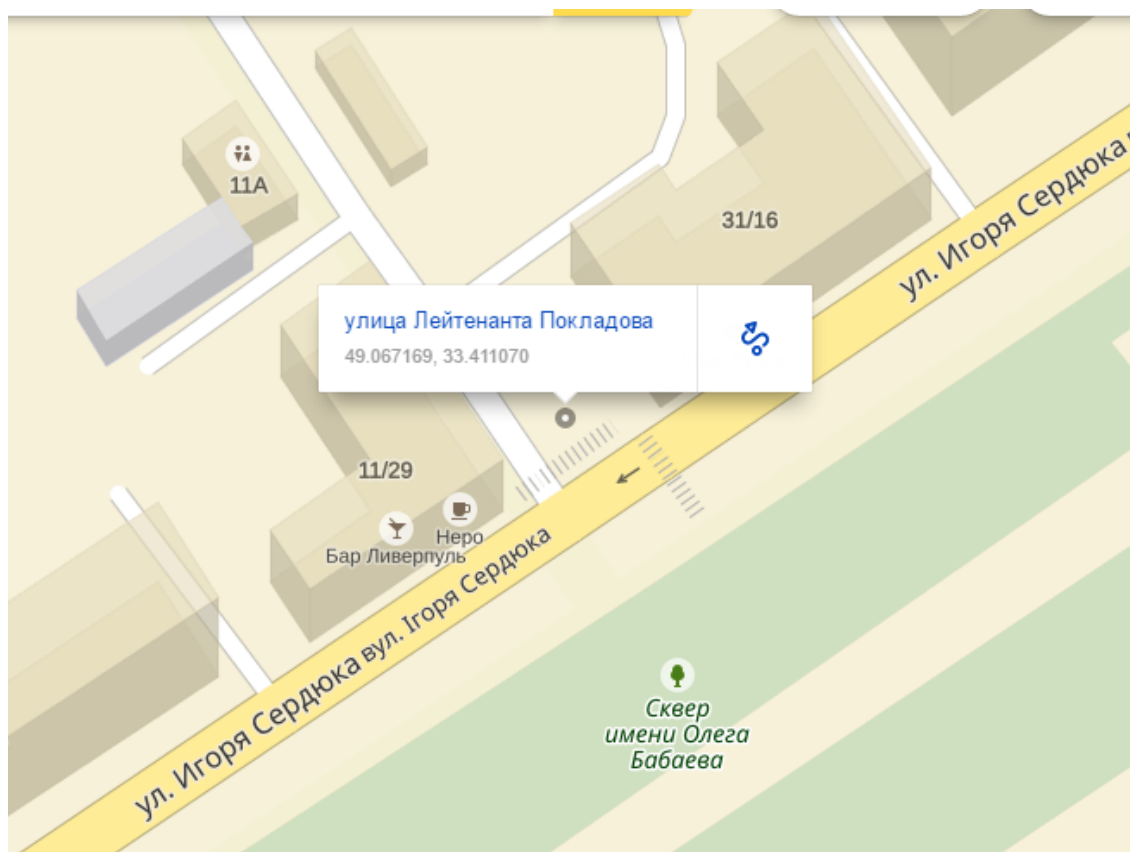


Рисунок К.4 – Карта-схема розташування МТС4

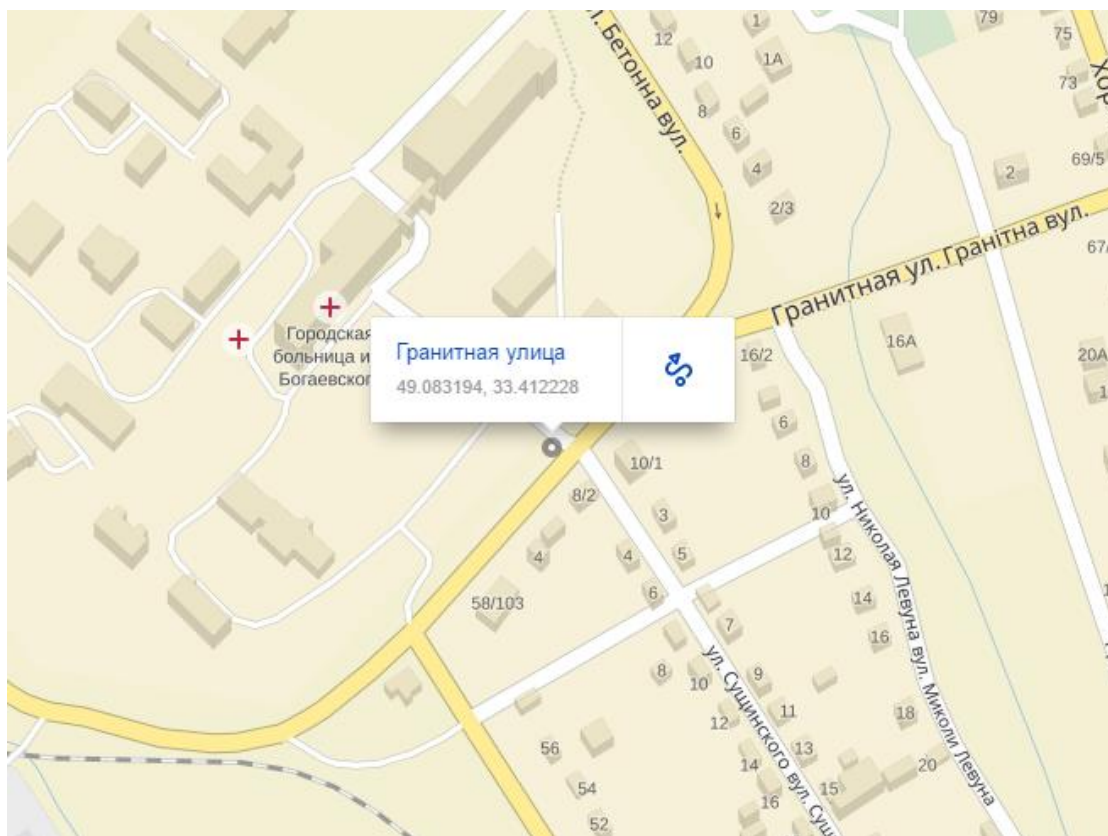


Рисунок К.5 – Карта-схема розташування МТС5

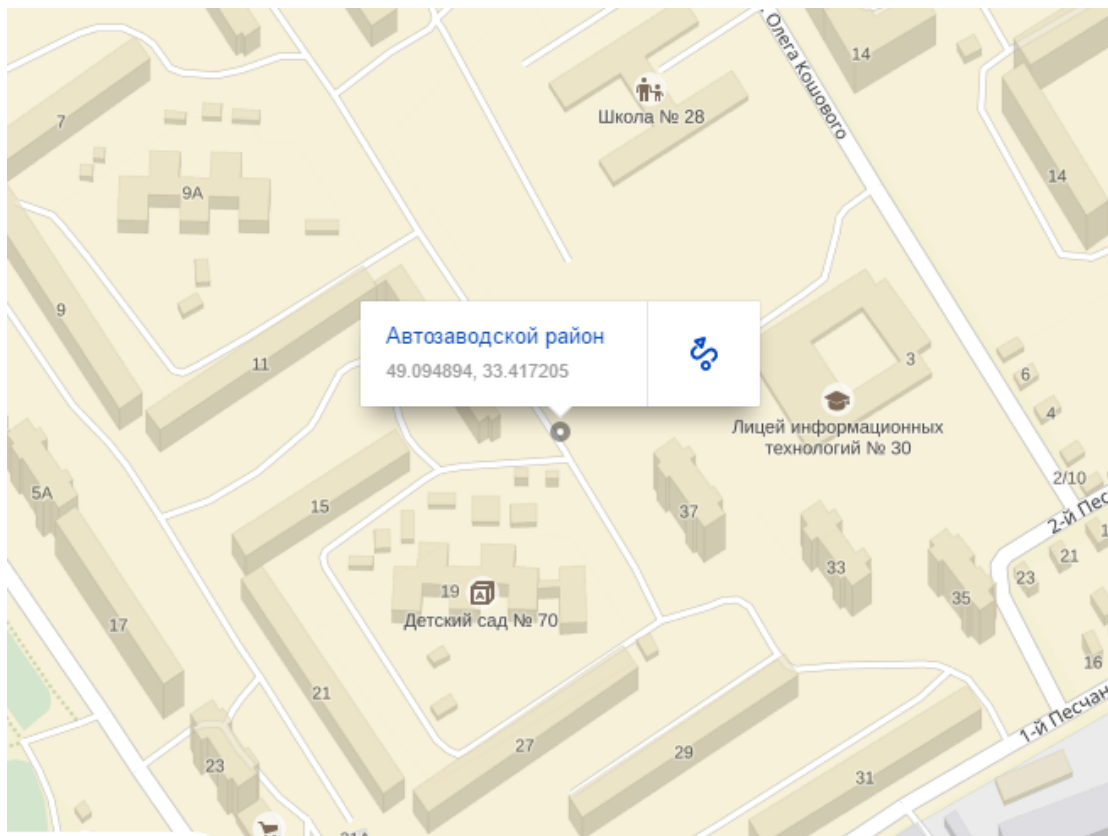


Рисунок К.6 – Карта-схема розташування МТС6

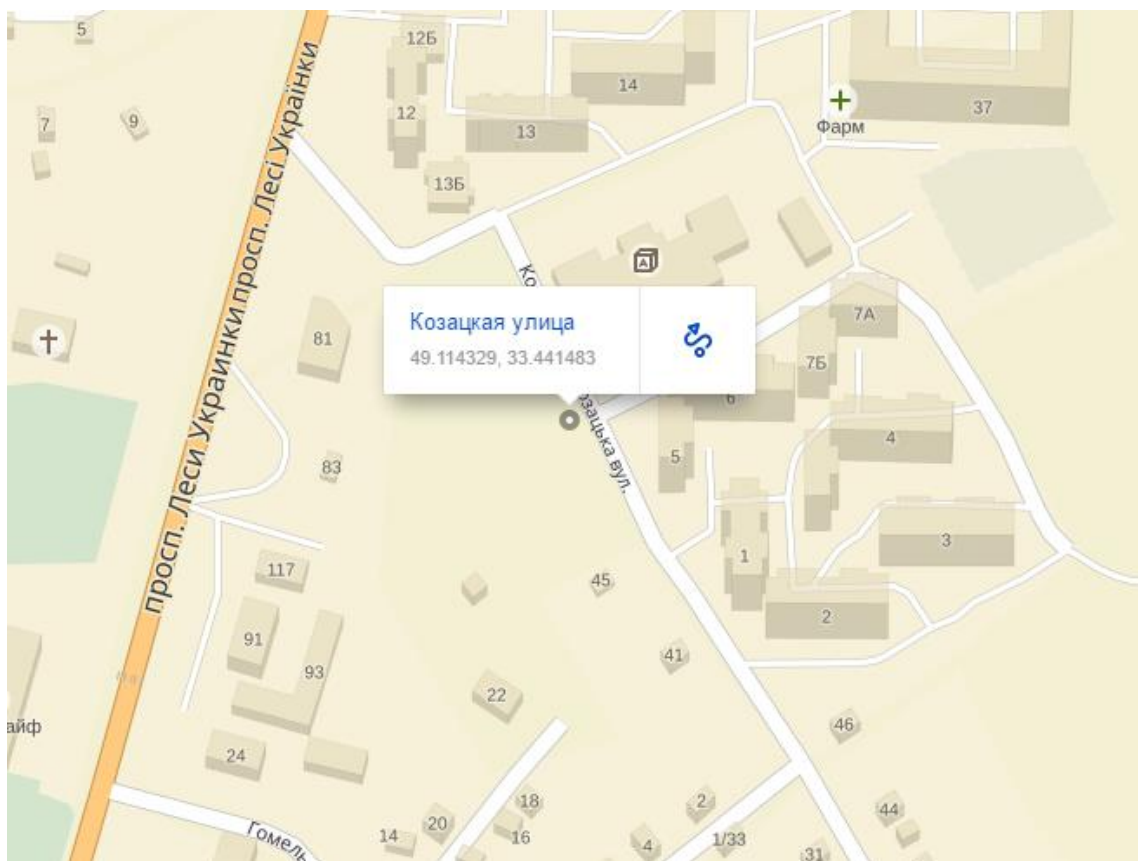


Рисунок К.7 – Карта-схема розташування МТС7

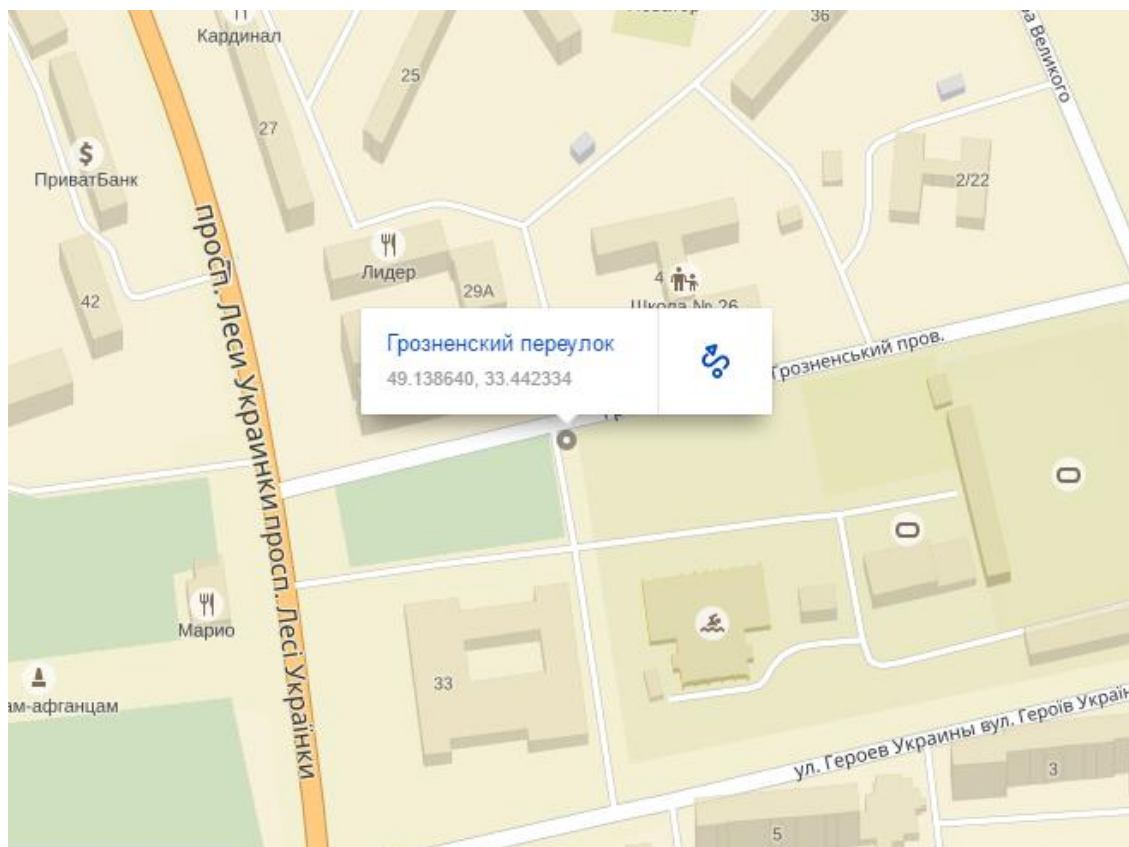


Рисунок К.8 – Карта-схема розташування МТС8

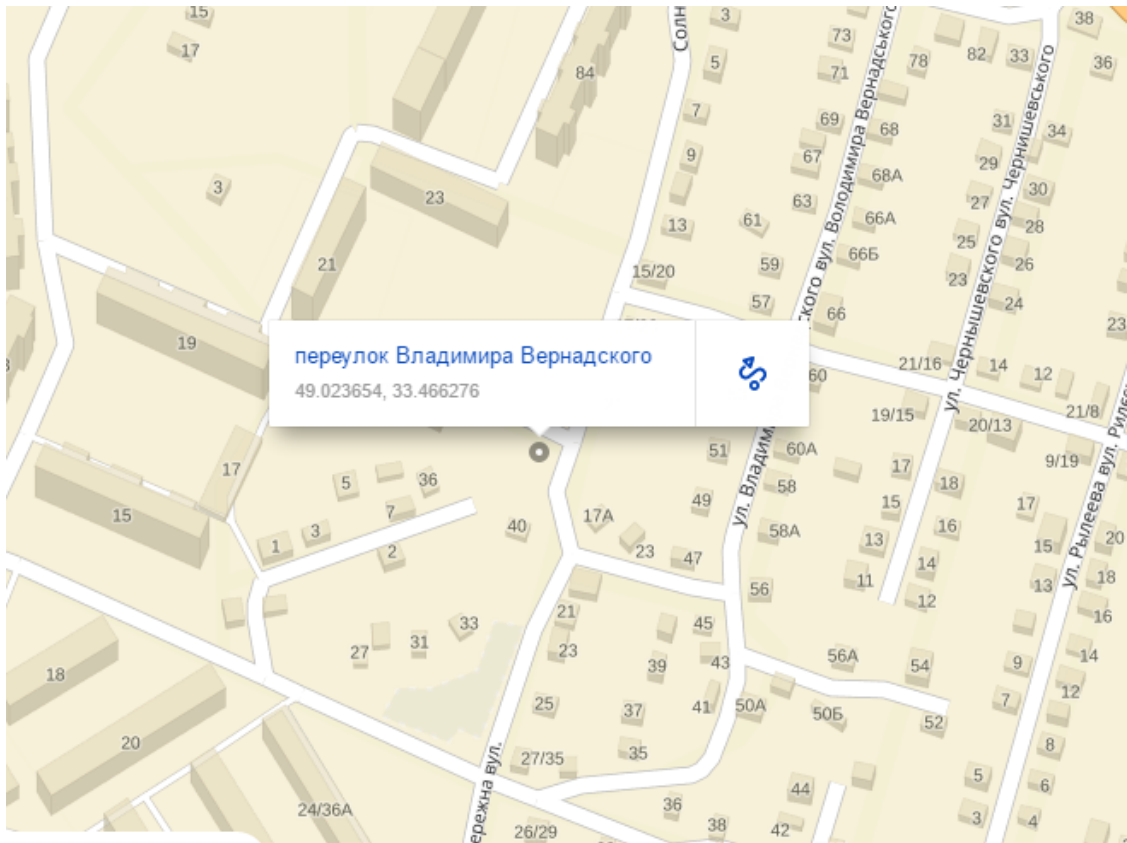


Рисунок К.9 – Карта-схема розташування МТС9

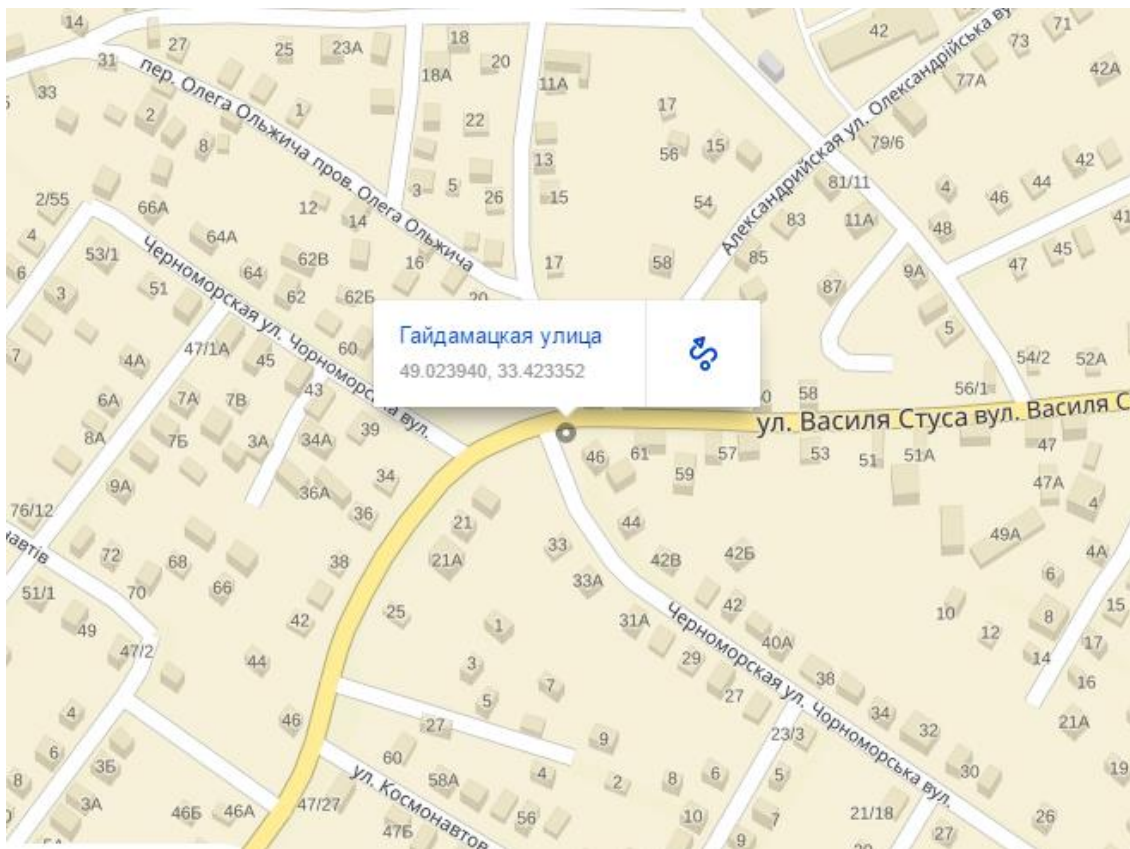


Рисунок К.10 – Карта-схема розташування МТС10

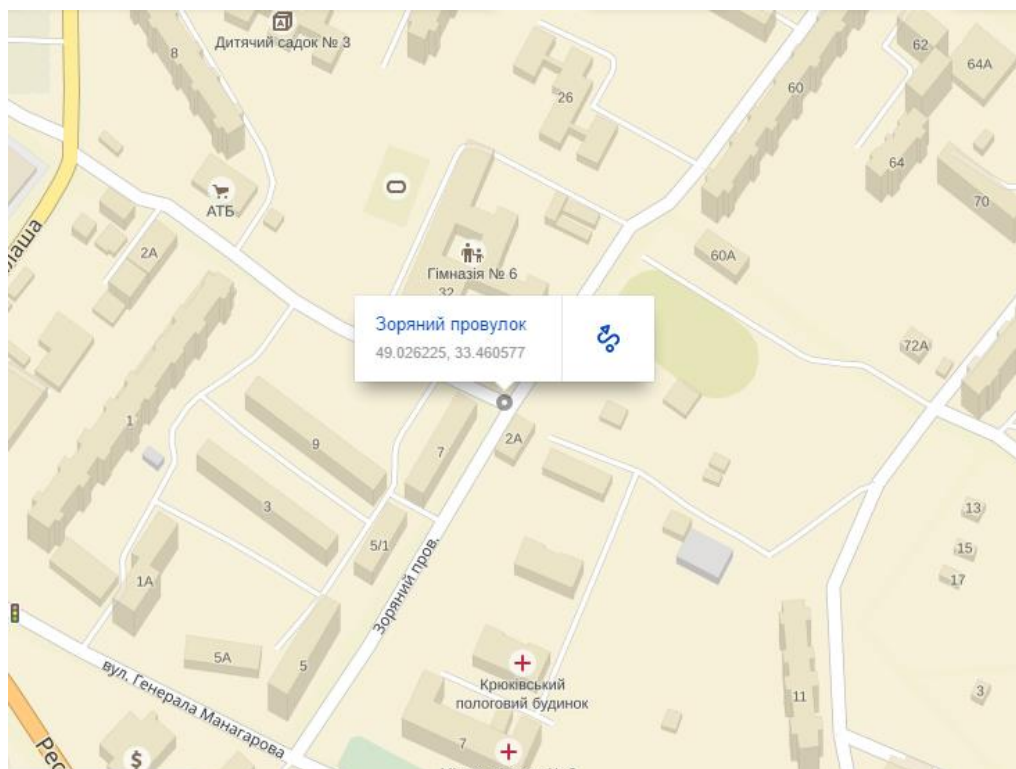
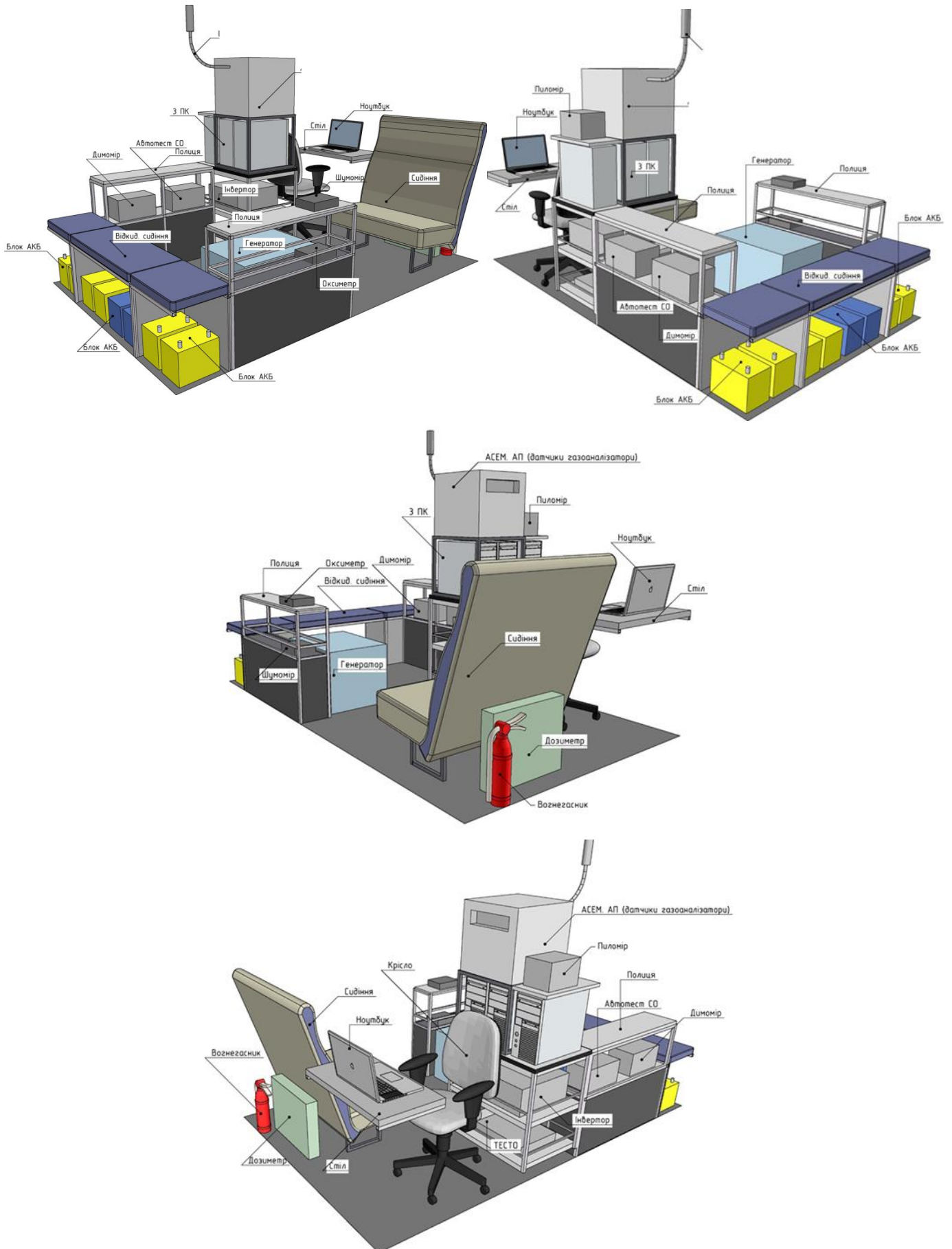


Рисунок К.11 – Карта-схема місця розташування МТС11 «шум»

Дооснащення ПМЕЛ. Ескізний проект.



Таблиця Л.1 – Прилади та обладнання ПМЕЛ КП НТЦ м. Кременчук

Характеристики приладів і обладнання	Значення характеристик
1	2
1. Основні вимірювальні прилади	
<i>1.1. Газоаналізатор NO₂ 645 XL 10</i>	
Діапазон вимірів, мг/м ³	C = 0...10,0
Допустима похибка, мг/м ³	± (0,005...0,15)×C
Робоча температура, °C	+5...+40
Маса приладу	до 5 кг
<i>1.2. Газоаналізатор суми NO (у перерахунку на NO₂ 667 ФФ 05</i>	
Діапазон вимірів, мг/м ³	C = 0...1,0
Допустима похибка, мг/м ³	± (0,05...0,15)×C
Робоча температура, °C	+5...+40
Маса приладу	до 10 кг
<i>1.3. Газоаналізатор CO 621 EX 20</i>	
Діапазон вимірів, мг/м ³	C = 0...50
Допустима похибка, мг/м ³	± (0,02...0,15)×C
Робоча температура, °C	+5...+40
Маса приладу	до 7 кг
2. Додаткові вимірювальні прилади	
<i>2.1. Портативний газоаналізатор NH₃ EX 08</i>	
Діапазон вимірів, мг/м ³	C = 0...70
Допустима похибка, мг/м ³	± 20%
Робоча температура, °C	-20...+40
Маса приладу	до 0,3 кг
<i>2.2. Переносний газоаналізатор суми вуглеводнів 623 ПИ 05</i>	
Діапазон вимірів, мг/м ³	C = 0...2000
Допустима похибка, мг/м ³	± 15%
Робоча температура, °C	+5...+40
Маса приладу	до 5 кг
<i>2.3. Переносний аналізатор пилу Капотак 3443</i>	
Діапазон вимірів, мг/м ³	0,01...10
Допустима похибка, мг/м ³	± 10%
Розмір часток пилу, мкм	0,1...10
Робоча температура, °C	+5...+40
Маса приладу	до 1,3 кг
<i>2.4 Метеостанція цифрова портативна WMR 928NX</i>	
Маса приладу	до 1,0 кг
3. Допоміжне обладнання	
<i>3.1. Ноутбук Lenovo Think Pad E520</i>	
Потужність, Вт	55

Продовження таблиці Л.1

1	2
Процесор	Intel Pentium 2,06 MHz
ОЗУ, HD	2,91 Gb, 500 Gb
Монітор	15,6''
<i>3.2. Адаптер USB StLab U 400</i>	
Входи (com – порти)	4×RS232
Виходи	1 кабель USB
<i>3.3. Інвертор G – 12 – 060 C</i>	
Потужність, Вт	600
Вхідна напруга, В	12 (0...15)
Вихідна напруга, В	220
Вихідна частота струму, Гц	50
<i>3.4. Акумулятор бСТ-74</i>	
Напруга, В	12
Ємність, А-год	74
<i>3.5. Обігрівач масляний OFR7 Векар</i>	
Напруга, В	220
Потужність, кВт	1,5
<i>3.6. Обігрівач на постійному струмі</i>	
Напруга, В	12
Потужність, кВт	0,2
<i>3.7. Зарядний пристрій ЗУ – 24/12 «Дует»</i>	
Вхідна напруга, В	220
Вихідна напруга, В	2×12
Струм зарядки, А	2×(0...10)
<i>3.8. Вимикач – авто АВВ С10А</i>	
Струм розмикання, А	10
<i>3.9. Кабель – подовжувач на катушці EW-R4-50e-3×15</i>	
Напруга, В	220
Довжина, м	50
<i>3.10. Вогнегасник переносний вуглекислотний ВВК - 2</i>	
Місткість, л	3
Вогнегасна речовина, Кг	2
<i>3.11. Аптечка медична автомобільна АМА - 1</i>	

Електричне живлення приладів здійснюється однофазним змінним струмом напругою 220 В з частотою (50±1) Гц від електромережі та від джерела безперебійного живлення (акумулятор з інвертором) для забезпечення 3-х годинної роботи лабораторії за межами досягнення мережі 220 В.

Таблиця Л.2 – Прилади і обладнання для дооснащення ПМЕЛ

Характеристики приладів та обладнання дооснащення	Значення характеристик	Вартість, грн.*
1	2	3
<i>Газоаналізатор формальдегіду ДИХЦ-СН₂О</i>		22 111
Діапазон вимірів, мг/м ³	0...5	
Відносна похибка вимірів, %	± 10	
<i>Газоаналізатор метантіолу ДИХЦ-СН₃SH</i>		22 111
Діапазон вимірів, мг/м ³	0...5	
Відносна похибка вимірів, %	± 10	
<i>Газоаналізатор сірководню ДИХЦ-Н₂S</i>		14 820
Діапазон вимірів, мг/м ³	0...5	
Відносна похибка вимірів, %	± 10	
<i>Генератор електричний Hyundai HNY 3000F</i>		10 200
Потужність, кВт	3,0	
Витрати бензину, л/кВт-год	До 0,5	
<i>Акумулятор автомобільний 6ST-74 (4 шт.)</i>		7 200
Напруга, В	12/24	
Ємність, А-год	74×4	
<i>Оксиметр AZ-8603</i>		15 000
Діапазон вимірів розчиненого кисню, мг/л	0...30	
Точність виміру O ₂ , %	± 3,0	
Діапазон вимірів рН	2...12	
Точність вимірів рН	± 0,1	
Діапазон вимірів солоності розчину, ppt	C=0...42	
Точність вимірів солоності, ppt	± 0,01×C	
Діапазон вимірів температури, °С	0...60	
Точність вимірів температури °С	± 0,5	
<i>Шумомір ВШВ-003-М2</i>		31 100
Частота вібрації, Гц	1...10 000	
Похибка заміру вібрації, %	± 10	
Частота звуку, Гц	2...18 000	
Рівень звуку, дБ	до 140	
Точність виміру сили звуку	1 клас	
<i>Вимірювач рівня електромагнітного фону АТТ-2593</i>		16 170
Діапазон частот	10 МГц...8 ГГц	
Діапазони вимірів напруженості ЕП	20 мВ/м...108 В/м	
Діапазон вимірів напруженості МП	53 мА/М...286мА/м	
Діапазон вимірів щільності потужності	0...,3,093 мкВт/см ²	
<i>Дозиметр МКС-07 «Пошук»</i>		48353
Діапазон вимірів МЕД	0,1 мкЗв/г...2 Зв\год	
Діапазон вимірів щільності β-часток	5..100 0000 1/см ² год	

Кінець таблиці Л.2

1	2	3
Похибка вимірів	±15%	
<i>Газоаналізатор Автотест 01.02.М</i>		<i>34 000</i>
<i>Димомір Інфракар ДІ-3.02</i>		<i>34 400</i>
<i>Інвертор</i>		<i>21 700</i>
<i>Джерело безперебійного живлення APC Back-UPS 800VA</i>		<i>2 700</i>
<i>Сервер ПК</i>		<i>20 000</i>
<i>Прилад фото-відеофіксації – цифрова фотокамера</i>		<i>17 500</i>
<i>Оптичний прилад (бінокль) вседобового спостереження</i>		<i>7 000</i>
<i>Пристрій ИПЛ-1000 масового виміру вмісту пилу у повітрі</i>		<i>42 000</i>

Примітка. * – Вартість наведена орієнтовна за даними сайтів продажу відповідних товарів, станом на 15.11.2016 року.