

## ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.064.36

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2026-1.01>

### **Тетяна КОЗУЛЯ**

доктор технічних наук, професор, професор кафедри хімічної техніки та промислової екології,  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[tatiana.kozulia@khp.edu.ua](mailto:tatiana.kozulia@khp.edu.ua)

**ORCID:** 0009-0000-4892-9140

### **Святослав КОРШУНОВ**

аспірант кафедри хімічної техніки та промислової екології,

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

[sviatoslav.korshunov@mit.khp.edu.ua](mailto:sviatoslav.korshunov@mit.khp.edu.ua)

**ORCID:** 0009-0001-6796-6980

## РОЗВИТОК ЛОКАЛЬНИХ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ З ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ СТАНУ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ

**Анотація.** Статтю присвячено дослідженню питань розвитку локальних систем моніторингу з екологічного контролю стану потенційно небезпечної діяльності підприємств, що розглянуті на прикладі планованої діяльності автозаправних станцій (АЗС) як одного з найбільш розповсюджених об'єктів, що потенційно становлять небезпеку для довкілля. Проведено огляд наявних інформаційних систем екологічного моніторингу діяльності об'єктів з високим ризиком виникнення надзвичайної ситуації, що застосовуються у країнах ЄС. Проаналізовано наявну в Україні процедуру післяпроектного моніторингу діяльності техногенних об'єктів. Розглянуто на основі прикладу організації автоматичного посту моніторингу якості атмосферного повітря. Запропоновано концепцію системи локального безперервного екологічного моніторингу. **Метою** роботи є розробка загальної структури інформаційно-програмного забезпечення екологічного контролю діяльності техногенно небезпечних об'єктів для виявлення джерел небезпеки та попередження розвитку надзвичайних ситуацій. **Методологія дослідження** базується на аналізі наукових праць на тематику розробки систем екологічного нагляду за діяльністю АЗС та інших екологічно небезпечних об'єктів і на аналізі наявних даних щодо моніторингу функціонуючих об'єктів. **Наукова новизна** полягає у застосуванні комплексного інформаційного підходу до питання організації моніторингу потенційно небезпечного об'єкта, що дозволить забезпечити вчасне та об'єктивне оцінювання безпечності діяльності підприємства для навколишнього середовища та здоров'я населення прилеглих територій. **Висновки.** У результаті роботи була визначена інформаційна основа для формування організаційної структури локальної системи екологічного контролю небезпек підприємницької діяльності та сформовані організаційна структура системи підтримки прийняття управлінських рішень щодо екологічного нагляду за потенційно небезпечною планованою діяльністю та інформаційна система забезпечення зв'язку систем вимірювання показників, що мають відношення до обчислення ризик-факторів надзвичайних ситуацій.

**Ключові слова:** локальний екологічний моніторинг, інформаційні системи, потенційно небезпечні об'єкти, автозаправні станції.

**Tatiana KOZULIA**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor at the Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

tatiana.kozulia@khpi.edu.ua

ORCID: 0009-0000-4892-9140

**Svyatoslav KORSHUNOV**

Postgraduate Student at the Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"

sviatoslav.korshunov@mit.khpi.edu.ua

ORCID: 0009-0001-6796-6980

## LOCAL MONITORING SYSTEM'S DEVELOPMENT FOR ENVIRONMENTAL CONTROL OF THE STATE OF POTENTIALLY HAZARDOUS ENTERPRISE'S ACTIVITIES

**Abstract.** The article is devoted to the study of the issues of development of local monitoring systems for environmental control of the state of potentially hazardous enterprise's activities, considered on the example of the planned activities of filling stations as one of the most common facilities that potentially can cause a danger to the environment. A review of existing information systems for environmental monitoring of facility's activities with a high risk of an emergency, used in EU countries, was conducted. The existing procedure for post-project monitoring of the activities of technogenic facilities in Ukraine was analyzed. The concept of a system of local continuous environmental monitoring is proposed based on the example of automatic atmospheric air quality monitoring station's organization. **The aim of the work** is to develop a general structure of information and software support for environmental control of the activities of technogenic hazardous facilities to identify sources of danger and prevent the development of emergencies. **The research methodology** is based on the analysis of scientific works on the development of environmental monitoring systems for the activities of filling stations and other environmentally hazardous facilities, and on the analysis of existing data on monitoring of operating facilities. **The scientific novelty** lies in the application of a comprehensive information approach to the issue of organizing monitoring of a potentially hazardous facility, which will ensure timely and objective assessment of the safety of the enterprise's activities for the environment and the health of the population of the surrounding areas. **Conclusions.** As a result of the work, an information basis was determined for the formation of the organizational structure of the local environmental control system activity and the organizational structure of the supporting decision-making system regarding environmental monitoring of potentially hazardous planned activities and an information system for ensuring the connection of systems for measuring indicators related to the calculation of risk factors of emergency situations were formed.

**Key words:** local ecological monitoring, information systems, potentially dangerous objects, filling stations.

**Постановка проблеми.** В Україні до потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) для довкілля відносять підприємства, діяльність яких пов'язана з ризик-факторами щодо виникнення надзвичайних ситуацій. Наприклад, автозаправні станції (АЗС) є джерелами пожежної та вибухопожежної безпеки. Головними чинниками безпеки для цих підприємств та прилеглих територій є аварійні ситуації внаслідок порушення герметичності резервуарів з паливом, займання парів проливу і вибухи резервуарів у результаті порушення їх цілісності. Негативні наслідки загострюються у разі дії ризик-факторів на селітебні зони, які розташовані на невеликій відстані від території АЗС. Санітарно захисна зона для малих і середніх АЗС здебільшого становить 50 м, для великих заправних станцій (більше

500 заправок на добу) до 100 м [16]. Таким чином, планована діяльність АЗС як потенційно небезпечного об'єкта повинна бути забезпечена системою поточного контролю стану екологічної безпеки на її території у вигляді локальної системи моніторингу.

За оглядом літературних даних визначено, що на АЗС в Україні не передбачені поточні контролювання параметрів роботи потенційних джерел безпеки. Рівень екологічності планованої діяльності підприємств автосервісу відзначається тільки у звітах з оцінки впливу на довкілля (ОВД). Це загальні показники впливу працюючої АЗС на атмосферне повітря та дані про акустичне забруднення за результатами екологічних вимірювань за поточний рік.

Системи екологічного контролю присутні безпосередньо на підприємствах автосервісу

в країнах ЄС, але вони не є спеціалізованими локальними моніторинговими системами для забезпечення поточного інформування про стан на території АЗС. Як системи екологічного моніторингу для автосервісу використовуються системи інформаційного забезпечення наслідків надання автопослуг, що мають відношення до моніторингу небезпечних об'єктів соціально-економічної діяльності з високим ризиком виникнення надзвичайних ситуацій:

– Shared Environmental Information System (SEIS) – створена за ініціативою Європейського агентства з охорони довкілля система, метою якої є відображення стану єдиного, відкритого та інтегрованого екологічного простору. SEIS забезпечує стандартизацію методів збору екологічних даних, оновлення інформації відповідно до вимог строків моніторингу, можливості інтеграції національних систем моніторингу у європейську мережу та відкритий доступ до даних для всіх зацікавлених сторін [15];

– Copernicus Data Space Ecosystem – система вільного доступу до даних дистанційного зондування Землі супутниками Sentinel-2, що дозволяє здійснювати спостереження за поточною екологічною ситуацією в регіоні та на території окремих об'єктів; інформація надається у вигляді динаміки змін екологічного стану у просторі і часі [14];

– геоінформаційна система (ГІС) Geographical information system of the Commission (GISCO), якою керує Eurostat для надання геоінформаційних даних для потреб країн ЄС, за допомогою якого здійснюється моделювання та прогнозування стану довкілля в зоні здійснення діяльності небезпечних підприємств. Створення спеціалізованих програмних пакетів, призначених для дослідження впливу антропогенної діяльності на навколишнє середовище, позначення зон ризику у разі наявності надзвичайних ситуацій, поширень забруднюючих речовин у середовищах довкілля, пов'язано з використанням на небезпечних об'єктах ГІС [13].

Таким чином, для АЗС як небезпечного об'єкта у загальному користуванні не передбачено застосування спеціалізованої системи контролю безпеки під час надання автопослуг. Для своєчасного вирішення завдань уникнення надзвичайних ситуацій на ПНО

необхідна розробка та впровадження на правово-законодавчому рівні локальної системи моніторингу як системи контролю безпеки за станом території. Доцільність таких заходів вивчена на прикладі дослідження екологічних наслідків у разі планованої діяльності функціонуючих АЗС.

**Актуальність дослідження.** В Україні екологічний стан потенційно небезпечних підприємств контролюється завдяки встановленим на законодавчому рівні вимогам щодо звітності таких об'єктів діяльності про впливи на атмосферне повітря, гідроресурси та ґрунти. Основні принципи проведення заходів екологічного моніторингу визначені у Постанові Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» [6].

Безпосередньо для АЗС на законодавчому рівні обговорюється тільки звітність з після-проектного моніторингу, що визначено статтею 13 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля». Аналіз планованої діяльності АЗС показав, що надання автопослуг пов'язано із забрудненням атмосферного повітря викидами продуктів випаровування нафтопродуктів через дихальні клапани резервуарів та складників зрідженого вуглеводного газу (ЗВГ) під час здійснення заходів з ремонту обладнання, забрудненням земель та підземних вод внаслідок витоків, утворенням відходів (залишків очищення резервуарів, відпрацьованих абсорбентів, шламу від очищення стічних вод), зливами у стоки. Такий комплексний аналіз впливу на системи навколишнього середовища відсутній з боку підприємства автопослуг. Внаслідок відсутності врахування всебічної негативної дії на довкілля на території небезпечного підприємства вчасно не надається інформація про ймовірність виникнення надзвичайної ситуації за певних обставин, що призводить до значних негативних екологічних наслідків [11].

В європейських країнах у разі наявності на підприємствах автопослуг інформаційного забезпечення контролювання стану безпеки на території фіксується значно нижчий рівень ризику виникнення аварійних і надзвичайних ситуацій [12]. Таким чином, робота потенційно небезпечних підприємств повинна контролюватися постійними вимірюваннями та фіксацією даних про стан джерел безпеки.

В Україні на АЗС будь-якого масштабу в післяпроектному моніторингу не передбачено системи контролю безпеки за виконанням функцій вимірювання та обробки даних поточної роботи на території надання автопослуг. Відсутня система прогнозування і реагування щодо можливості виникнення надзвичайних ситуацій безпосередньо на об'єкті [11].

Таким чином, у роботі пропонується розробка та обов'язкове впровадження системи безперервного екологічного моніторингу на функціонуючих небезпечних підприємствах, у тому числі АЗС, на стадії проектування планованої діяльності.

Аналіз джерел та останніх досліджень. У наукових роботах щодо забезпечення екологічного контролю на АЗС як потенційно небезпечних об'єктах здебільшого звертають увагу на питання екологічного захисту навколишнього середовища через здійснення оцінки ризиків впливу підприємств для довкілля [8], зокрема на оцінку ризику розвитку аварійних сценаріїв [11]. У проектні рішення закладається оцінка ризику планованої діяльності та проведення ОВД згідно з пунктом 3 статті 3 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля».

Пропонується застосування ГІС під час проектування планованої діяльності АЗС для перевірки місця розташування еколого небезпечних об'єктів стосовно відмежування їх від соціально-екологічного складника території з метою зниження ризиків негативного впливу на екосистеми та селітебну зону [10].

Для забезпечення безперервного контролю за станом безпеки територій АЗС використовуються можливості ГІС-моніторингу. Дані дистанційного спостереження за територією та прилеглими соціально-економічними об'єктами обробляються та оцінюються з позицій наявності джерел негативного впливу на атмосферне повітря. Перевагою використання ГІС-моніторингу є можливість відзначити суттєві джерела безпеки і таким чином встановити можливості виникнення та розповсюдження надзвичайної ситуації [16]. У проведених дослідженнях щодо дії джерел безпеки з боку функціонуючої АЗС на довкілля пропонується встановити систему поточного контролю небезпек, засновану на методиці сценарного підходу.

Додатково розглянуті можливості застосування ГІС-технологій для визначення змін у навколишньому середовищі внаслідок проведення діяльності, для візуалізації поширення забруднюючих речовин внаслідок викидів підприємств за межі санітарно-захисних зон (СЗЗ) та уточнення розмірів СЗЗ для гарантії безпеки.

Таким чином, за станом інформаційного забезпечення контролю екологічних небезпек на ПНО на прикладі результатів дослідження АЗС відзначено відсутність досконалої системи надання поточних даних про екологічний стан ПНО з можливістю встановлення впливу на навколишнє середовище наявних джерел безпеки.

**Мета** роботи полягає у розробці загальної структури інформаційно-програмного забезпечення екологічного контролю діяльності техногенно небезпечних об'єктів для виявлення джерел безпеки та попередження розвитку надзвичайних ситуацій. У роботі пропонується відповідно до загальної цілі вирішити такі питання:

1. Дослідити за українським законодавством проведення процедури післяпроектного моніторингу потенційно небезпечних об'єктів та надати оцінку її ефективності.

2. Визначити склад організаційної структури інформаційного забезпечення екологічного контролю на АЗС. Встановити основні напрями функціональності запропонованої інформаційної системи (ІС) стосовно обробки даних і оцінки небезпек.

3. Надати характеристику запропонованої інформаційно-програмної системи як локального моніторингу з контролю екологічної якості проведення планованої діяльності на АЗС.

Таким чином, на основі визначеної необхідності безперервного інформування екологічної ситуації на територіях ПНО була сформульована мета дослідження – створення інформаційно-екологічної системи як безперервного моніторингу екологічних загроз. У запропонованій послідовності вирішення поставлених завдань пропонується розробка структури локальної моніторингової системи на потенційно небезпечних об'єктах для оперативного прийняття рішень щодо уникнення надзвичайних ситуацій.

**Виклад основного матеріалу.** Необхідність проведення суб'єктом господарювання потенційно небезпечної планованої діяльності після-проектного моніторингу визначається уповноваженим органом у висновку з оцінки впливу на довкілля. Насамперед встановлюється таке:

- порядок проведення заходів моніторингу – до яких органів та у який спосіб надається звітність, форма звітності тощо;
- строки моніторингу – періодичність подання звітів з моніторингу планованої діяльності чи її окремих складників;
- вимоги до проведення моніторингу – фактори довкілля, що підлягають моніторингу, необхідні спостереження для зваженого екоуправління безпекою [7].

Для проведення екологічного моніторингу безпосередньо суб'єктом господарювання укладаються договори зі спеціалізованими екологічними службами, які здійснюють необхідні вимірювання згідно зі встановленими вимогами ОВД щодо потенційно небезпечної діяльності. Надана інформація становить кількісні характеристики техніко-екологічних показників на системах забезпечення діяльності небезпечного об'єкта. Так, для АЗС інформаційне забезпечення для оцінки екологічного стану території надання автопослуг пов'язано зі співпрацею з ліцензованими науково-дослідними організаціями.

Приклад типового звіту післяпроектного моніторингу діяльності АЗС розглянуто на основі звіту дослідної АЗС ПП «УКР-ПАЛЕТСИСТЕМ» за адресою: м. Запоріжжя, вул. Авраменка, 23. Дослідне підприємство отримує вхідну інформацію для заповнення звітної документації відповідно до договору з приватним науково-технічним підприємством «Соціум». У межах міста існують ліцензовані підприємства, такі як НВП «Укрекопроект», науково-екологічний центр «Зелений Квадрат» тощо. Згідно з вимогами здійснення поточного екологічного моніторингу на території ПНО суб'єкт господарювання повинен забезпечувати надання таких даних щодо техногенного впливу від функціонування об'єкта:

#### 1. Моніторинг атмосферного повітря.

Організація моніторингу стану атмосферного повітря передбачає вимірювання рівнів наявного забруднення на межі встановленої санітарно-захисної зони. Перевірка

проводиться на визначених контрольних точках (зазвичай чотирьох, по одній на кожен сторону світу від об'єкта), де здійснюються необхідні виміри вмісту забруднюючих речовин. Відповідно до виробничих функцій АЗС кількісно визначають викиди в атмосферне повітря таких речовин:

- бензин та сірководень у продуктах випаровування нафтопродуктів з дихальних клапанів резервуарів для зберігання та з паливних колонок та бензобаків автотранспорту під час заправки;
- метан, пропан чи бутан, що викидаються під час здійснення технологічних заходів із діагностики та ремонту ємностей для зберігання газового палива.

Невідповідність діяльності такого ПНО екологічним вимогам встановлюється за результатами порівняння отриманих кількісних характеристик з гранично допустимими концентраціями (ГДК), затвердженими Наказом МОН України № 52 від 14.01.2020 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» [4].

На дослідній АЗС разові виміри вмісту забруднюючих речовин у повітрі (бензин, сірководень, метан) проводились у чотирьох контрольних точках у зеленій зоні на півночі та півдні, найближчій житловій будові та території автостоянки на заході. За результатами дослідження відзначено, що рівні концентрації забруднювачів у повітрі не перевищують встановлених ГДК та стан атмосферного повітря можна характеризувати як допустимий.

#### 2. Акустичний моніторинг.

Спостереження за рівнем шумового навантаження на довкілля (внаслідок роботи устаткування підприємства та шуму автотранспорту) здійснюється на межі санітарно-захисної зони та на території найближчої житлової забудови із використанням шумомірів. Допустимість рівню шумового забруднення визначена як допустима на основі норм, затверджених Наказом МОН України № 463 від 22.02.2019 «Про затвердження Державних санітарних норм допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови» (рис. 1).

Таким чином, екологічний звіт щодо наслідків діяльності на території АЗС стосовно стану атмосферного повітря встановив відповідність планованої діяльності нормативним показникам.

Періодичність моніторингу атмосферного повітря, акустичного забруднення становить один раз на рік.

Згідно з визначеними процедурами після-проектного моніторингу ПНО контроль стану екобезпеки на території АЗС базується головним чином на моніторингу атмосферного повітря, що є основою екологічних рішень діяльності АЗС (рис. 2).

З урахуванням багатoproфільної діяльності АЗС відзначено, що навіть у разі дії на атмосферне повітря не враховуються всі чинники

небезпеки. Це призводить до незадовільного контролю рівнів техногенного забруднення повітря над територією ПНО та за межами СЗЗ, що становить загрозу природному середовищу і здоров'ю людини. Такий стан в управлінні діяльністю небезпечного об'єкта призводить до ймовірності виникнення і розвитку надзвичайних ситуацій на його території. Для усунення відзначених недоліків пропонується звернути увагу на негативні явища у проектному плануванні діяльності ПНО:

1) визначена періодичність моніторингу один раз на рік призводить до відсутності вчасної інформованості про екологічний стан у період навантаженості на підприємстві, що призводить до затримки рішень з усунення причин і наслідків небезпечних ситуацій та

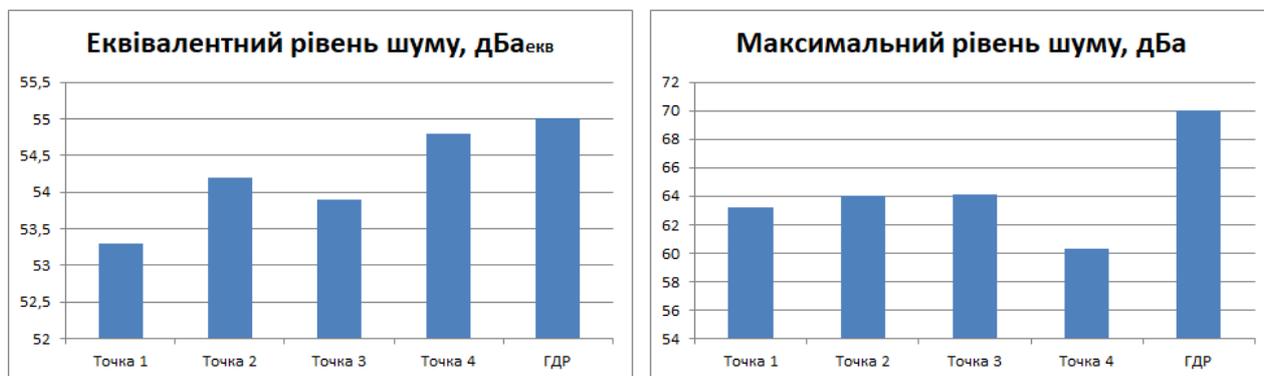


Рис. 1. Результати визначення шумового забруднення на контрольних точках дослідного об'єкта



Рис. 2. Схема проведення післяпроектного моніторингу на АЗС

запровадження запобіжних заходів з усунення шкідливих дій негативних факторів на рівень здоров'я населення;

2) наявна оцінка впливу діяльності АЗС на атмосферне повітря та шумового забруднення не відображає реальних негативних наслідків під час функціонування ПНО, потрібно звернути увагу на чинники негативного впливу на ґрунтові води, безпосередньо на ґрунти та на здоров'я населення;

3) надання звітності базується тільки на інформації від приватних ліцензованих організацій, на більшості ПНО відсутнє особисте спеціалізоване інформаційно-програмне забезпечення, що здатне своєчасно цілісно і у реальному часі надавати необхідну інформацію про можливі небезпеки під час діяльності на об'єкті.

Скринінг-аналіз поточної ситуації з моніторинговим забезпеченням контролю екологічного стану на ПНО в Запорізькій області показав, що на 31 потенційно небезпечному підприємстві відсутня система автоматизованого контролю екологічного стану для оперативного управління надзвичайною ситуацією у разі її виникнення [2].

Отже, проблема контролю екологічного стану територій і безпосередньо функціональних дій на потенційно небезпечних об'єктах потребує розробки локальної системи моніторингу, яка забезпечувала б оперативною інформацією для відстежування ймовірності виникнення небезпеки і масштабів її розвитку.

У роботі пропонується запровадити у після-проектний період на ПНО локальну систему інформаційно-програмного забезпечення, що дозволяє проводити безперервний контроль планованої діяльності на підприємстві.

Відповідно до досвіду організації моніторингових систем на небезпечних об'єктах у розвинутих країнах ЄС [11] пропонується ввести в обов'язок формування локальної системи контролю стану виробничих ділянок, що становлять імовірнісні джерела небезпеки: витоки пожежо- та вибухонебезпечних речовин внаслідок пошкодження стінок резервуарів, постійні протікання з підземних резервуарів, викид в атмосферу шкідливих речовин.

Згідно з метою розробки системи безперервного локального моніторингу було розглянуто досвід організації екологічного управ-

ління на функціонуючому небезпечному об'єкті ПрАТ «Укрграфіт» щодо застосування посту автоматичного спостереження за рівнем забруднюючих речовин у атмосферному повітрі внаслідок викидів підприємства, який працює з березня 2022 року у Запоріжжі [1]. Пост розташовується на території найближчої до санітарно-захисної зони підприємства житлової забудови та виконує вимір рівню вмісту CO, NO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, твердих частинок розміром не більше 2,5 мкм та 10 мкм у атмосферному повітрі. На посту застосовуються газоаналітичні прилади розробки Teledyne API, USA, які є сертифікованими в Україні, країнах ЄС та США. Пост відповідає вимогам ЄС, викладеним у Директиві № 2008/50/ЄС, та може бути інтегрований до європейського простору. Збір та управління зібраними даними здійснюється із використанням програмного забезпечення Envidas [9]. Для подальшого розширення функціональності системи пропонується створення вебінтерфейсу засобами комплексу Envidas Ultimate для відображення даних моніторингу в режимі реального часу в Інтернеті (рис. 3).

Для розробки локальної системи безперервного контролю стану екологічної безпеки на території ПНО пропонується використати позитивні аспекти розглянутої системи моніторингу. Наприклад, у систему екологічного контролю у роботі підприємств автопослуг пропонується включити такі складники:

– визначення за допомогою вимірювального обладнання кількісних характеристик факторів впливу на довкілля та передачу цих даних до системи із застосуванням розробленого програмного забезпечення, що дозволить відповідати вимогам точності, достовірності, своєчасності та реалістичності оцінки стану довкілля на досліджуваному об'єкті;

– обчислення комплексної оцінки впливу на довкілля з урахуванням викидів із резервуарів з паливом під час зберігання, емісії ЗВГ під час виконання технологічних процесів на автогазозаправному пункті (АГЗП) та випаровувань з гирл бензобаків автотранспорту, з дотриманням відповідності вимогам Директиви № 2008/50/ЄС;

– комплексне оцінювання впливів підприємства на навколишнє середовище, що враховує негативну дію виробничих факторів



**Рис. 3. Структура автоматизованої системи локального моніторингу якості атмосферного повітря ПрАТ «Укрграфіт»**

на гідросистеми, ґрунти та наявні ризики для здоров'я населення прилеглих територій;

- визначення ризиків негативних ефектів дії на екосистеми та загалом на навколишнє середовище факторів техногенезу, ризиків негативного впливу природних факторів на перебіг підприємницької діяльності;

- безперервну передачу даних вимірювання необхідних показників технічного оснащення виробництва або засобів надання послуг для оцінки безпечного стану виробничої території – автоматичних газоаналізаторів, шумомірів, датчиків вимірювання тиску та рівня палива в резервуарах АЗС;

- надання загальної інформації щодо стану контрольованих складників техніко-організаційної структури ПНО для оперативного управління екологічною безпекою, формування звіту з екологічного стану ПНО та оцінки безпеки за межами санітарно-захисної зони у встановлені законодавством терміни.

Для проведення оперативного моніторингового контролю небезпек були вибрані методики, на основі яких забезпечується інформаційна підтримка безперервного оцінювання рівнів впливу діяльності на навколишнє середовище:

1. Атмосферне повітря. Визначення рівня техногенної дії проводиться на основі вимірів вмісту забруднюючих речовин у повітрі

із застосуванням газоаналізаторів, встановлених на контрольних точках на межах санітарно-захисної зони потенційно небезпечного об'єкта. Розрахунок концентрацій забруднюючих речовин проводиться системою на основі методики ОНД-86 [2]. У разі наявності на АЗС АГЗП проводяться додаткові виміри втрат зрідженого вуглеводного газу (ЗВГ) під час проведення таких технологічних процесів, як ремонт трубопроводів або запірної арматури, перевірка клапанів, очищення фільтрів, зберігання ЗВГ тощо завдяки датчикам, що відслідковують вміст залишку ЗВГ у резервуарі для зберігання [2].

2. Ґрунти та підземні води. Нагляд за рівнем забрудненості ґрунтів здійснюється за рахунок проведення періодичного відбору проб та проведення лабораторного аналізу, що виконують науково-екологічні організації, з якими укладено договір. Результати досліджень вносяться до системи локального моніторингу для визначення відповідності вимогам безпечності та порівняння висновків з результатами попередніх перевірок з метою відстеження змін вмісту забруднюючих речовин у відповідних середовищах [3].

3. Ризики надзвичайної ситуації. Визначення ризиків виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті АЗС (пожежа проливу, вибух резервуару тощо) здійснюється згідно з мето-

диною визначення ризиків і для оцінки ступеня безпеки на об'єктах підвищеної небезпеки [5].

Для визначення ймовірностей розвитку сценаріїв надзвичайної ситуації пропонується застосовувати метод дерева подій [16]. Вихідна інформація для оцінки небезпеки становитиме дані вимірювань у місцях формування небезпеки – коливання тиску у резервуарах, вибух небезпечних речовин під час ремонтних робіт та експлуатаційних оглядів, небезпечні випаровування легкозаймистих речовин у місцях надання автопослуг.

На основі пропозиції щодо складників інформаційного забезпечення локального контролю та методичного забезпечення обробки даних розроблена схема організації системи локального моніторингу потенційно небезпечних об'єктів (рис. 4) та схема інформаційного забезпечення контролю небезпек на ПНО (рис. 5).

Таким чином, за встановленими пропозиціями щодо формування системи безперервного контролю екологічних загроз на ПНО визначено вид ІС (рис. 6) та програмне забезпечення щодо збору даних, їх обробки та надання інформації для оперативного екологічного

управління та формування екологічної звітності на підприємстві (рис. 7).

**Висновки.** Розробка системи локального моніторингу виду «Небезпечний об'єкт ↔ Навколишнє середовище» має на меті встановити постійний контроль за рівнем техногенного забруднення територій ПНО та прилеглих селітебних територій для уникнення виникнення факторів небезпек з розвитку надзвичайних ситуацій. У роботі запропоновано запровадити систему комплексного контролю екологічних небезпек (див. рис. 4–7) і надати практичні рекомендації для її використання в післяпроектний період планованої діяльності ПНО на прикладі проведених досліджень за роботою АЗС. У ході підготовки пропозицій щодо розробки інформаційно-програмного забезпечення локального моніторингу на ПНО були отримані такі результати:

1. Проведено огляд забезпеченості системами екологічного контролю небезпечних об'єктів у країнах ЄС та в Україні з метою встановлення необхідності їх використання як ефективних засобів попередження надзвичайних ситуацій. Отримана інформаційна основа використана для формування організаційної



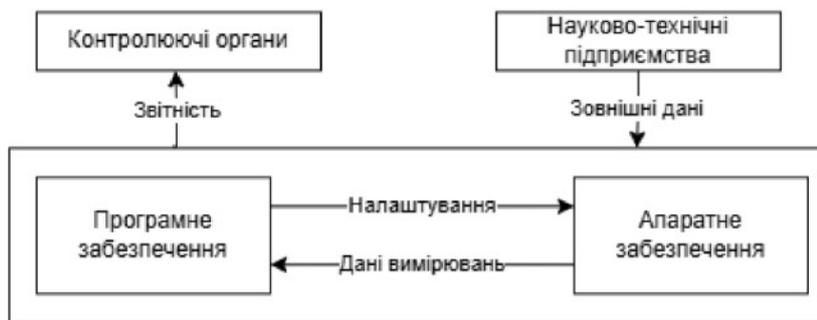
Рис. 4. Схема функціонування системи оперативного комплексного екологічного моніторингу діяльності потенційно небезпечного підприємства

Джерело: авторська розробка



**Рис. 5. Схема структури інформаційної системи комплексного контролю небезпек підприємницької діяльності**

Джерело: авторська розробка



**Рис. 6. Організація внутрішньої взаємодії компонентів ІС та взаємодії системи із зовнішніми чинниками**

Джерело: авторська розробка



**Рис. 7. Схема застосування програмного забезпечення для збору даних для ІС**

Джерело: авторська розробка

структури локальної системи екологічного контролю небезпек підприємницької діяльності (див. рис. 4 та 5).

2. Визначена організаційна структура системи підтримки прийняття управлінських рішень щодо екологічного нагляду за потенційно небезпечною діяльністю ПНО. Запропоновані концептуальні системи внутрішньої організації компонентів ІС і її взаємодії із зовнішніми системами контролю небезпек; застосування програмного забезпечення для збору та обробки даних у межах ІС (див. рис. 6 та 7).

3. Розроблено ІС для забезпечення інформаційного зв'язку систем вимірювання показників, що мають відношення до обчислення ризик-факторів надзвичайних ситуацій. Відповідно до аналізу наявного методичного забезпечення з ризик-оцінювання ситуації на небез-

печних об'єктах запропоновано включити до локальної системи контролю небезпек на ПНО програму з розрахунку ризику негативного впливу на навколишнє середовище внаслідок планованої діяльності.

Таким чином, наукова новизна роботи пов'язана з розробкою концепції локального моніторингу на ПНО з метою інформаційного забезпечення оперативного управління небезпеками та формування екологічної звітності з оцінки безпечності їхньої планованої діяльності.

Для подальшого розвитку результатів роботи пропонується дослідити питання ефективності застосування систем контролю виду «Небезпечний об'єкт ↔ Навколишнє середовище», можливості їх розвитку на основі залучення новітніх технологій і методик практичної оцінки ризику небезпек.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Автоматизований пост екологічного моніторингу інтегровано в європейську систему: кейс ПрАТ «Укрграфіт» / Ecobusiness Group. URL: <https://ecolog-ua.com/news/avtomatyzovanyu-post-ekologichnogo-monitoringu-integrovano-v-yevropeysku-systemu-keys-prat> (дата звернення: 02.10.2025).
2. Козуля Т.В., Коршунов С.Є. Комплексні заходи екологічної безпеки для запобігання аварійних ситуацій в діяльності АЗС – безперервний моніторинг впливу на довкілля. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ» Серія : Хімія, хімічна технологія та екологія*. 2025. № 1(13). С. 16–24. DOI: <https://doi.org/10.20998/2079-0821.2025.01.03>.
3. Методика оцінки стану забруднення земель та підземних вод / Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2025/06/4-Metodyka.pdf> (дата звернення: 14.10.2025).
4. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць / Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення: 17.10.2025).
5. Про затвердження Методики визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки / Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0637203-02#Text> (дата звернення: 07.10.2025).
6. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля / Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 30.09.2025).
7. Про оцінку впливу на довкілля / Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 02.09.2025).
8. Ajman N.N., Zainun N.Y., Sulaiman N., Khahro S.H. Environmental Impact Assessment (EIA) Using Geographical Information System (GIS): An Integrated Land Suitability Analysis of Filling Stations. *Sustainability*. 2021. № 13, 9859. С. 1–14. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13179859>.
9. Envitech LTD – Software / Envitech LTD. URL: <https://www.envitech.co.il/Software/Index.aspx> (дата звернення: 03.10.2025).
10. Khahro S.H., Matori A.N., Chandio I., Talpur M.A. Land suitability analysis for installing new petrol filling stations using GIS. *Procedia Engineering*. 2014. № 77. С. 28–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.024>.
11. Makka K., Kampova K., Lovecek T., Petrlova K. An Environmental Risk Assessment of Filling Stations Using the Principles of Security Management. A Case Study in the Slovak Republic. *Sustainability*. 2021. № 13, 12452. С. 1–15. DOI: <https://doi.org/10.3390/su132212452>.
12. Makka K., Siser A., Maris L., Kampova K. Impact of Filling Stations: Assessing the Risks and Consequences of the Release of Hazardous Substances. *Applied Science*. 2023. № 14. С. 1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/app14010022>.
13. Overview – GISCO / Eurostat. URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco> (дата звернення: 08.10.2025).

14. Sentinel-2 / Copernicus Data Space Ecosystem. URL: <https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-data/sentinel-2> (дата звернення: 10.10.2025).
15. Shared Environmental Information System / UNECE. URL: <https://unece.org/shared-environmental-information-system> (дата звернення: 12.10.2025).
16. Vasiutynska K., Smyk S., Ivanov O., Shevchuk I. Visualization of the pool fire action zones with using MapInfo GIS for the number of filling stations of the Odessa (Ukraine) residential district. *Хімічна інженерія: Екологія та технології захисту навколишнього середовища*. 2018. № 1/3(39). С. 30–39. DOI: <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.124241>.

#### REFERENCES:

1. Avtomatizovaniy post ekologichnogo monitoringu integrovano v evropeisiky sistemu: keis PrAT “Ukrgrafit” [Automated environmental monitoring post integrated into the European system: case of PrJSC “Ukrgrafit”]. (n.d.) Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/722/2019#Text> [in Ukrainian].
2. Kozulia, T.V., Korshunov, S.E. (2025). Kompleksni zahodi ekologichnoi bezpeki dlya zapobigannya avariinih situaciy v diyalnosti AZS – bezperervniy monitoring vplivu na dovkilya [Comprehensive environmental safety measures to prevent emergency situations in the filling station operations – continuous environmental impact monitoring]. *Vistnik Natsionalnogo tehnicnogo universitetu KHPI. Seria: Khimia, khimichna tehnologia ta ekologiya*, 1(13), 16–24 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.20998/2079-0821.2025.01.03>.
3. Metodika otsinki stanu zabrudnena zemel ta pidzemnih vod [Methodology for assessing the state of land and groundwater contamination]. (n.d.) Retrieved from: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2025/06/4-Metodyka.pdf> [in Ukrainian].
4. Pro zatverdzenya higienichnih reglamentiv dopustimogo vmistu himichnih i biologichnih rechovin v atmosfernomu povitri nacelenih misc [On approval of hygienic regulations for the permissible content of chemical and biological substances in the atmospheric air of populated areas]. (n.d.). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> [in Ukrainian].
5. Pro zatverdzenya metodiki viznachenya rizikiv ta ih priyatnih rivniv dlya declaruvanya bezpeki objectiv pidvischenoi nebezpeki [On approval of the Methodology for determining risks and their acceptable levels for declaring the safety of high-risk facilities]. (n.d.). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0637203-02#Text> [in Ukrainian].
6. Pro zatverdzenya Polozhennya pro derzhavnu sistemu monitoringu dovkilya [On approval of the Regulations on the State Environmental Monitoring System]. (n.d.). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> [in Ukrainian].
7. Pro ocinku vplivu na dovkillya [On Environmental Impact Assessment]. (n.d.). Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> [in Ukrainian].
8. Ajman, N.N., Zainun, N.Y., Sulaiman, N., Khahro, S.H. (2021). Environmental Impact Assessment (EIA) Using Geographical Information System (GIS): An Integrated Land Suitability Analysis of Filling Stations. *Sustainability*, 13, 1–14. <https://doi.org/10.3390/su13179859>.
9. Envitech LTD – Software. (n.d.) Retrieved from: <https://www.envitech.co.il/Software/Index.aspx>.
10. Khahro, S.H., Matori, A.N., Chandio, I., Talpur, M.A. (2014). Land suitability analysis for installing new petrol filling stations using GIS. *Procedia Engineering*, 77, 28–36. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.024>.
11. Makka, K., Kampova, K., Lovecek, T., Petrlova, K. (2021). An Environmental Risk Assessment of Filling Stations Using the Principles of Security Management. A Case Study in the Slovak Republic. *Sustainability*, 13, 1–15. <https://doi.org/10.3390/su132212452>.
12. Makka, K., Siser, A., Maris, L., Kampova, K. (2023) Impact of Filling Stations: Assessing the Risks and Consequences of the Release of Hazardous Substances. *Applied Science*, 14, 1–18. <https://doi.org/10.3390/app14010022>.
13. Overview – GISCO. (n.d.). Retrieved from: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/gisco>.
14. Sentinel-2. (n.d.). Retrieved from: <https://dataspace.copernicus.eu/data-collections/copernicus-sentinel-data/sentinel-2>.
15. Shared Environmental Information System. (n.d.) Retrieved from: <https://unece.org/shared-environmental-information-system>.
16. Vasiutynska, K., Smyk, S., Ivanov, O., Shevchuk, I. (2018). Visualization of the pool fire action zones with using MapInfo GIS for the number of filling stations of the Odessa (Ukraine) residential district. *Chimichna inzheneria: Ekologiya ta tehnologii zakhistu navkolishniogo seredovischa*, 1/3(39), 30–39. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2018.124241>.

Дата першого надходження статті до видання: 23.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 16.03.2026