

*Т. В. КОЗУЛЯ, С. Є. КОРШУНОВ***КОМПЛЕКСНІ ЗАХОДИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ В ДІЯЛЬНОСТІ АЗС – БЕЗПЕРЕВНИЙ МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ**

У статті розглянуто засади планованої діяльності автозаправних станцій (АЗС) з точки зору комплексного врахування факторів екологічної та соціальної небезпеки з метою подальшої розробки концепції комплексного моніторингу техногенної діяльності для завчасного запобігання надмірному впливу на довкілля та аварійним ситуаціям, або зменшення шкоди можливих наслідків. Наведено опис складових чинного законодавства України щодо екологічного контролю діяльності техногенних об'єктів, зокрема відношення АЗС до переліку потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) та процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД). Надано опис особливостей діяльності чотирьох основних типів АЗС за технічним влаштуванням: традиційних, модульних, контейнерних та блочних. Здійснено характеристику АЗС на основі технічних та технологічних рішень з позицій можливих екологічно-небезпечних факторів. Проведено всебічний огляд діяльності АЗС з метою визначення шляхів негативного впливу на компоненти навколишнього середовища та здоров'я населення прилеглих територій внаслідок викидів та скидів забруднюючих речовин, що відбуваються при здійсненні технологічних процесів на АЗС та у випадку виникнення надзвичайної ситуації. На основі розглянутих факторів впливу на довкілля були представлені варіанти захисних заходів, запровадження яких сприяє попередженню аварійних ситуацій та зменшенню техногенного навантаження на навколишнє середовище. Розроблено та надано опис інформаційно-програмного забезпечення для підтримки оперативного комплексного моніторингу планованої діяльності АЗС, для чого обґрунтовано необхідність його розробки. Запропоновані шляхи подальшого підвищення ефективності розробленого інформаційно-програмного забезпечення через запровадження технологій геоінформаційних систем (ГІС) та проведення оцінки соціального ризику для населення, на яке може вплинути впровадження діяльності АЗС з урахуванням особливостей природно-техногенної системи.

Ключові слова: автозаправна станція; комплексний моніторинг; оцінка впливу на довкілля; потенційно небезпечний об'єкт; техногенна діяльність; надзвичайні ситуації; інформаційно-програмне забезпечення; соціальний ризик.

*Т. V. KOZULIA, S. Ye. KORSHUNOV***COMPREHENSIVE ENVIRONMENTAL SAFETY MEASURES TO PREVENT EMERGENCY SITUATIONS IN THE FILLING STATION OPERATIONS – CONTINUOUS ENVIRONMENTAL IMPACT MONITORING**

The article discusses the principles of filling station's planned activities from the point of view of comprehensive consideration of environmental and social hazard factors to further development of the concept of technogenic activities comprehensive monitoring for the excessive environmental impact's early prevention and prevention of emergency situations, or damage reduction from possible consequences. Current Ukraine's legislation on environmental control of the technogenic facilities activities is described; in particular, list of potentially hazardous facilities and environmental impact assessment (EIA) procedure. Provided a description of four main types of gas stations by technical arrangement: traditional, modular, container and block. A filling station was characterized based on technical and technological solutions from the standpoint of possible environmentally hazardous factors. A comprehensive review of the filling station's activities was conducted to determine the ways of negative impact on environmental components and population's health as a emission's result and discharges of pollutants that occur during the technological processes implementation at the filling station and in the event of an emergency. Based on the considered environmental impact factors, options for protective measures were presented, the implementation of which contributes to the emergency situations prevention and the reduction of man-made loads on the environment. A description of the informational software to support operational comprehensive monitoring of the filling station's planned activities was developed and provided, for which the need for its development was justified. Proposed ways to further improvement of the developed software's effectiveness through the introduction of geoinformation systems (GIS) technologies and conducting a social risk assessment for the population that may be affected by the implementation of the filling station's activities, taking into account the peculiarities of the natural and man-made system.

Keywords: filling station; comprehensive monitoring; environmental impact assessment; potentially hazardous facility; man-made activity; emergencies; informational software; social risk.

Вступ. З 2001 року автозаправні станції (АЗС) в Україні віднесено до переліку потенційно небезпечних об'єктів (ПНО) [1]. За даними Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), концентрація вуглекислого газу в атмосфері за останні 20 років зросла на 11,4 відсотка, що пов'язано в першу чергу з перевищеними концентраціями таких парникових газів як метан та оксид азоту. Це є наслідком не тільки зростаючих масштабів росту промислового комплексу, а насамперед розширенням

мереж автозаправних станцій (АЗС), які є потужним і динамічним джерелом техногенного навантаження на довкілля.

У наслідок воєнних дій загальна кількість АЗС скоротилася з приблизно 7,5 тисяч станцій до 5,5 тисяч, але питання екологічної безпеки їх діяльності досі залишається актуальним. Підвищена увага до цього виду господарської діяльності обумовлена виконанням програми євроінтеграції

України, переходом Європи до вилучення всіх джерел парникових газів до 2050 року.

Згідно ст. 3, ч. 3, пт. 4 Закону України "Про оцінку впливу на довкілля" планована діяльність АЗС підлягає процедурі оцінки впливу на довкілля (ОВД) як підприємства, що здійснює поверхнєве та підземне зберігання викопного палива чи продуктів їх переробки на площі 500 м² і більше або об'ємом (для рідких або газоподібних) 15 м³ і більше [2]. У звітну документацію ОВД автозаправок головним чином включається інформація стосовно впливу на атмосферне повітря, відсутні дані дії негативних факторів від функціонуючих АЗС на інші природні середовища та виключені ймовірності врахування соціального ризику для прилеглих урбанізованих територій, зокрема канцерогенний та неканцерогенний ризик для здоров'я населення.

Таким чином, актуальним питанням дослідження екологічного стану територій розташування автозаправних станцій є проведення комплексного контролю екологічного стану підприємства визначенням рівня безпеки економічної діяльності АЗС. Відповідно до сьогоденних вимог з реалізації постанови Кабінету міністрів України від 13.09.22 року № 130 «Деякі питання ідентифікації об'єкта підвищеної небезпеки» та закону «Про страхування» [3] доцільним і необхідним є забезпечення цього виду діяльності системою безперервного моніторингу для уникнення аварійних ситуацій та автоматизованою системою комплексного оцінювання впливу на довкілля.

Мета та завдання. Метою роботи є розробка комплексної системи оперативного моніторингу планованої діяльності техногенного об'єкта екологічної небезпеки на основі концепції всебічного врахування негативних факторів впливу на довкілля планованої діяльності з урахуванням екологічних і соціальних ризиків. Для формування основ концепції комплексного моніторингу АЗС і оперативного вирішення питань екологічної безпеки на об'єкті в роботі визначені такі завдання:

- визначити та сформувати в систему фактори впливу на навколишнє середовище від техногенної діяльності АЗС з позиції комплексного урахування усіх шляхів шкідливої дії на компоненти природного середовища та здоров'я населення, можливості застосування охоронних та попереджувальних заходів для зменшення та недопущення надзвичайних ситуацій на АЗС;

- встановити складові моніторингової системи оперативного визначення рівня техногенного навантаження на навколишнє середовище внаслідок діяльності АЗС;

- розробити інформаційно-програмне забезпечення контролю стану екологічної безпеки на

автозаправних станціях у вигляді локального ПЗ та обґрунтувати його практичну доцільність ;

- надати пропозиції щодо подальшого розвитку розробленого інформаційно-програмного забезпечення з позицій застосування нових технологій для вирішення питань техногенно-екологічної безпеки діяльності економічного об'єкту.

Теоретичні відомості щодо діяльності АЗС та їх впливу на оточуюче середовище. Автозаправні станції являють собою розміщений на придорожній території комплекс споруд та обладнання, призначений для приймання, зберігання та роздрібної торгівлі рідким паливом у вигляді бензину різних марок, дизельного пального та зрідженим вуглеводним газом (ЗВГ), якщо на АЗС встановлено авто газозаправний пункт (АГЗП). Рідке паливо на АЗС зберігається у наземних та підземних резервуарах (підземним вважається резервуар, у якому найвищий рівень пального знаходиться більше ніж на 0,2 м нижче рівня прилеглої з усіх сторін території на відстані більше трьох метрів від стінки резервуару [4]). У планованій діяльності АЗС передбачена торгівля мастилами, маслами та іншими автомобільними товарами, виконання робіт з технічного обслуговування транспорту [5].

Масштабність виконуваних технічних і технологічних робіт та операцій на АЗС залежить від кількості заправок за добу (див. табл. №1).

Таблиця 1 – Основні характеристики функціональної системи типової АЗС

Кількість заправок за добу	Займана площа, га	Кількість заправних постів	Кількість резервуарів для зберігання палива
250–500	0,35–0,4	5–6	5–6
500–1000	0,4–0,5	8–10	8–10

Загалом за технічним рішенням АЗС класифікуються на чотири основні типи:

- традиційні, у яких паливо зберігається у підземних резервуарах, а паливо-роздавальні колонки (ПРК) розташовані окремо;

- модульні, у яких паливо зберігається у наземних резервуарах, а ПРК розташоване окремо;

- контейнерні, у яких резервуари для зберігання є наземними та ПРК є його частиною;

- блочні, що обладнані підземними резервуарами, над якими розташовані ПРК [5].

В залежності від їх потужності АЗС змінюються масштаби техногенного вилучення територій та наданих послуг, що і є основою формування негативних факторів на довкілля (див. табл. №2) [4].

Таблиця 2 – Характеристика типів АЗС з позицій техногенно-екологічних небезпек

Типи АЗС за їх технологічним рішенням			Категорії АЗС за їх потужністю	Сумарна місткість резервуарів, м ³	Найбільша кількість заправок за годину, одиниць
Тип	Розміщення резервуара				
	відносно ПРК	відносно поверхні ділянки			
А	Роздільне (традиційне)	підземне	I – мала	10–40	до 80
			II – середня	40–100	80–150
			III – велика	100–200	більше 150
Б	Зблоковане (блочне)	підземне	I – мала	10–40	до 80
			II – середня	40–100	80–150
			III – велика	100–200	100–200
В	Роздільне (модульне)	наземне	I – мала	до 20	до 40
			II – середня	20–80	40–100
			III – велика	–	–
Г	Зблоковане (контейнери)	наземне	I – мала	до 20	до 40
			II – середня	20–40	40–80
			III – велика	–	–

Резервуари для зберігання палива є основним джерелом викиду забруднюючих речовин під час планованої діяльності АЗС, причиною чого є втрати нафтопродуктів, спричинені їх випаровуванням шляхом «великого» та «малого» дихання. «Велике дихання» – це процес викиду випарованої газоповітряної суміші, яка витискається з резервуару під час його заповнення нафтопродуктами. Об'єм викинутої суміші приблизно дорівнює залитих до контейнеру нафтопродуктів. Чим частіше здійснюється заправка резервуару паливом, тим більші об'єми викиду забруднюючих речовин припадають на цей тип «дихання».

Причиною «малих дихань» є зміни у температурі оточуючого середовища та атмосферного тиску, що спричиняють викид газоповітряної суміші через дихальний клапан резервуару під час нагрівання зовнішньої оболонки резервуару, яке посилює випаровування нафтопродуктів та зростання внутрішнього тиску [6].

Для проведення комплексного моніторингу щодо екологічної безпеки під час функціонування АЗС пропонується дослідити і врахувати всі можливі надходження шкідливих речовин при зберіганні палива і наданні послуг безпосередньо на території автозаправочної станції.

Небезпечні випаровування нафтопродуктів з резервуарів під час проведення технологічних робіт для звітності ОВД, як обсяг викидів в атмосферу забруднюючих речовин за рахунок випаровування (кг/год) обчислюється таким чином:

$$P_p = 2,52 \cdot V_{ж}^p \cdot P_{S(38)} \cdot M_{II} \cdot (K_{5X} + K_{5T}) \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot (1 - \eta) \cdot 10^{-9}, \quad (1)$$

де $V_{ж}^p$ – річний об'єм нафтопродукту, м³/рік;

$P_{S(38)}$ – тиск насиченої пари рідини при температурі 38°C, гПа;

M_n – молекулярна вага парів рідини;

K_{5X}, K_{5T} – поправочні коефіцієнти, залежні від тиску насиченої пари і температури газового простору відповідно в холодну і теплу пору року;

K_6 – поправочний коефіцієнт, залежний від тиску насиченої пари і річної оборотності резервуарів;

K_7 – поправочний коефіцієнт, залежний від технічної оснащеності і режиму експлуатації;

η – коефіцієнт ефективності газозловлюючого пристрою резервуару.

Температура газового простору наземних металевих та підземних необігріваних залізобетонних резервуарів за шість більш холодних місяців і шість більш теплих визначаються за такими формулами:

$$t_{px} = K_{1X} + K_{2X} \cdot t_{ax} + K_{3X} \cdot t_{ржх}, \quad (2)$$

$$t_{pct} = K_4 \cdot (K_{1T} + K_{2T} \cdot t_{ат} + K_{3T} \cdot t_{ржт}), \quad (3)$$

де $t_{ан}, t_{ax}$ – середньоарифметичне значення температур атмосферного повітря, відповідно за 6 більш холодних і 6 більш теплих місяців року, °C;

$K_{1T}, K_{2T}, K_{3T}, K_{1X}, K_{2X}, K_{3X}$ – коефіцієнти за 6 найбільш холодних й теплих місяців року;

K_4 – коефіцієнт типу резервуару;

$t_{ржт}, t_{ржх}$ – відповідно середня температура зберігання нафтопродуктів у резервуарі за шість теплих й шість холодних місяців, °C.

Розрахунок об'ємів викиду під час зливу нафтопродуктів з автоцистерн у резервуари для зберігання палива проводиться за формулою:

$$P_{вал-цн} = 0,2485 \cdot V_{ж-цн} \cdot P_{S(38)} \cdot M_{II} \cdot (K_{5X} + K_{5T}) \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot (1 - z) \cdot 10^{-9}, \quad (4)$$

де $V_{ж}$ – річний об'єм зливних продуктів, м³/рік.

Температура газового простору при наливі нафтопродуктів до резервуарів приймається як

дорівнююча середній температурі атмосферного повітря.

Розрахунок об'ємів викиду забруднюючих речовин під час заправки автомобілів розраховується за формулою.

$$M = Q \cdot K \cdot q, \quad (5)$$

де Q – потужність колонки, м³/год;

K – коефіцієнт, що залежить від концентрації парів палива (Для бензину $K = 0,000058$; для дизельного палива $K = 0,000036$);

q – щільність палива, кг/м³.

При всебічному розгляді ймовірних надходжень в атмосферне повітря небезпечних речовин пропонується включити викиди з ПРК та бензобаків транспорту, що заправляється, та, при наявності АГЗП, викиди ЗВГ внаслідок здійснення таких технічних процесів як заправка балонів газом, очистки фільтрів, проведення діагностики запобіжних клапанів та ремонту газопроводів та іншої апаратури [1].

Для уникнення екологічно небезпечних ситуацій стосовно рівня забруднення атмосферного повітря під час діяльності АЗС в моніторинговій системі контролю безпеки при роботі станцій слід передбачити такі заходи як управлінські рішення уникнення ризик-факторів:

- застосовувати герметичні зливні муфти під час зливу нафтопродуктів із автоцистерн до резервуарів;
- здійснювати подачу нафтопродуктів до резервуарів та ПРК закритим способом;
- проводити очистку дихальних клапанів резервуарів від льоду у холодну пору року;
- автоматизувати процеси заправки транспорту;
- підтримувати у повній технічній справності апаратуру АЗС;
- проводити систематичний контроль за герметичністю клапанів, сальників та фланцевих з'єднань.

Важливість детального розгляду питань екологічної безпеки атмосферного повітря в межах діяльності АЗС обумовлена тим, що на повітря

приходиться 85 % техногенного навантаження. У той же час від негативної дії цих небезпечних впливів потерпають водне та літосферне середовище через нерівномірні у часі та за площею аварійні розливи нафтопродуктів, що забруднюють ґрунти, підземні та поверхневі води. Небезпеку становлять постійні витіки з підземних резервуарів для зберігання палива.

Дослідження, проведені Федеральним бюро охорони водних ресурсів США, показують, що подібні витіки мають місце серед 46 % резервуарів, що експлуатуються понад 10 років та серед 71 % резервуарів, що експлуатуються понад 15 років [7]. Оскільки визначено ймовірним через забруднення ґрунтових вод потрапляння нафтопродуктів до колодязів питного водопостачання, то необхідним є врахування у моніторинговій системі АЗС таких витоків як ризик-факторів для здоров'я людини [8].

Таким чином, в системі контролю безпеки з позицій прийняття рішень щодо запобігання екологічної аварій пропонується ввести заходи запобігання забрудненню ґрунтових вод [1]:

- збір забруднених дощових та талих вод з метою подальшого очищення та виведення через існуючі мережі дощової каналізації;
- збір та вивезення господарчо-побутових відходів та сміття з території АЗС;
- забезпечення території розташування АЗС твердим покриттям (асфальтобетонним чи бетонним), що захистить ґрунти від забруднення паливно-мастильними матеріалами;
- планування інфраструктури території АЗС для забезпечення уникнення розтікання пролитого палива як по території АЗС, так і за її межі [4];
- захист обладнання АЗС антикорозійним покриттям.

Таким чином, для забезпечення екологічного захисту атмосферного повітря при планованій діяльності АЗС і зниження ймовірностей виникнення надзвичайних ситуацій пропонується врахувати в системі комплексного контролю небезпек на автозаправках результати моніторингу причин аварійних ситуацій (див. табл. №3) [9–10].

Таблиця 3 – Варіанти розвитку надзвичайних ситуації під час діяльності АЗС

№	Сценарій	Тип	Причина
Виток			
1	Витік з резервуару під час заповнення	Одноразовий виток усього об'єму нафтопродуктів	Пошкодження оболонки резервуару
		Тривалий у часі виток нафтопродуктів, що транспортуються	Розрив роздавального шлангу або неправильне з'єднання з роздавальною трубою або резервуаром, корозія
2	Витік з резервуару для зберігання	Тривалий у часі виток нафтопродуктів	Переповнення резервуару для зберігання палива
3	Витік із з'єднувальної трубки	Тривалий у часі виток нафтопродуктів	Витік у резервуарі або з транспортної труби
4	Витік палива з бензобаків під час заправки	Тривалий у часі виток нафтопродуктів	Пошкодження бензобаку або паливороздавального пістолету під час заправки автомобіля

Викиди			
1	Викид ЗВГ з резервуару	Одноразовий викид	Пошкодження запобіжного клапану, пошкодження оболонки резервуару, корозія
2	Викид ЗВГ під час заповнення резервуару	Одноразовий викид усього об'єму ЗВГ	Пошкодження оболонки резервуару
		Тривалий у часі викид ЗВГ, що транспортується	Розрив роздавального шлангу або неправильне з'єднання з роздавальною трубою або резервуаром

Витоки рідкого палива та викиди газоповітряної суміші є ймовірними факторами виникнення і поширення аварій з тяжкими наслідками у вигляді пожеж та вибухів. До вагомих джерел таких аварій відносять відкритий вогонь, іскри та розряди статичної електрики, що призводять до вибуху паливно-повітряних сумішей та займання бензину та дизельного паливу у випадках їх витоку з резервуарів. Вагомими причинами таких аварій стають на АЗС технічно несправне обладнання, порушення системи захисту від статичної електрики та зовнішні чинники, такі як пошкодження оболонок резервуарів внаслідок зіткнення із транспортними засобами або дії природних катаклізмів. Відзначено, що небезпеку становлять пірофорні відкладення заліза на внутрішніх стінках резервуарів. У випадку відкриття резервуару для проведення технологічних або ремонтних робіт такі речовини здатні вступити у взаємодію з киснем газоповітряної суміші, що призведе до їх розігрівання, наслідком чого стане займання нафтопродуктів. Для уникнення подібної ситуації резервуари потребують періодичного очищення [5] і розподілення вибухонебезпечних зон, що мають місце під час діяльності АЗС (за умов розливу нафтопродуктів, розподілення зон може бути іншим) (рис. 1) [11].

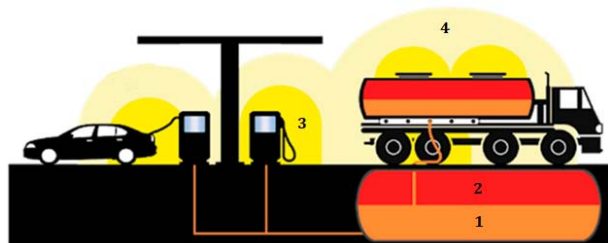


Рис. 1. Вибухонебезпечні зони на АЗС:

1 – вогненебезпечна рідина; 2 – зона, у якій присутня увесь час або на протязі довгого періоду; 3 – зона, у якій вибухонебезпечна суміш наявна під час здійснення стандартних операцій; 4 – зона, у якій вибухонебезпечна суміш не присутня за нормальних умов або присутня на протязі короткого часу

Пропонується в моніторинговій системі контролю техногенно-екологічних небезпек додатково врахувати і соціальний ризик як наслідок значних жертв серед працівників та відвідувачів АЗС у разі виникнення аварійних ситуацій. В системі прийняття оперативних рішень уникнення аварійних

ситуацій та зниження можливих негативних наслідків треба ввести в моніторинг небезпек на АЗС такі заходи [10]:

- перевірка стану технічної справності та заземлення обладнання, що експлуатується на станції;
- контроль дотримання усіх правил та технологічних регламентів при експлуатації обладнання;
- забезпечення реалізації встановленої техніки безпеки персоналом;
- контроль заходів безпеки під час заправки резервуарів з автоцистерни: відсутність сторонніх осіб на території станції;
- забезпечення справності системи пожежної сигналізації, обладнання для пожежогасіння та системи оповіщення про надзвичайну ситуацію на АЗС;
- перевірка наявності засобів індивідуального захисту для персоналу;
- проведення навчання з метою підвищення кваліфікації персоналу щодо дій у випадку виникнення надзвичайної ситуації;
- контроль стану зони відповідальності та підпорядкованості.

Таким чином, всебічний аналіз ймовірності виникнення небезпек при функціонуванні АЗС відзначив за необхідне встановити контроль факторів екобезпеки на всіх техніко-технологічних системах і надати можливості запобігання виникненню та розвитку екологічних надзвичайних ситуацій завдяки безперервному моніторингу екологічного стану території автозаправки і оперативному прийнятті рішень щодо запровадженню заходів техногенно-екологічної безпеки. Це можливо при наявності автоматизованої локальної системи комплексного екологічного моніторингу в організації планованої діяльності АЗС.

Розробка інформаційно-програмного забезпечення контролю стану екологічної безпеки на автозаправних станціях. За результатами аналітичного дослідження діяльності АЗС запропоновано розробити і реалізувати в практичній діяльності автозаправки інформаційно-програмний додаток для проведення комплексного моніторингу екологічного стану на території підприємства та прилеглих територіях. Це дозволить підвищити ефективність передбаченого процедурою ОВД післяпроектного контролю рівня безпеки на автозаправочних станціях і ступеню негативного

впливу на природні середовища та здоров'я населення (рис. 2).

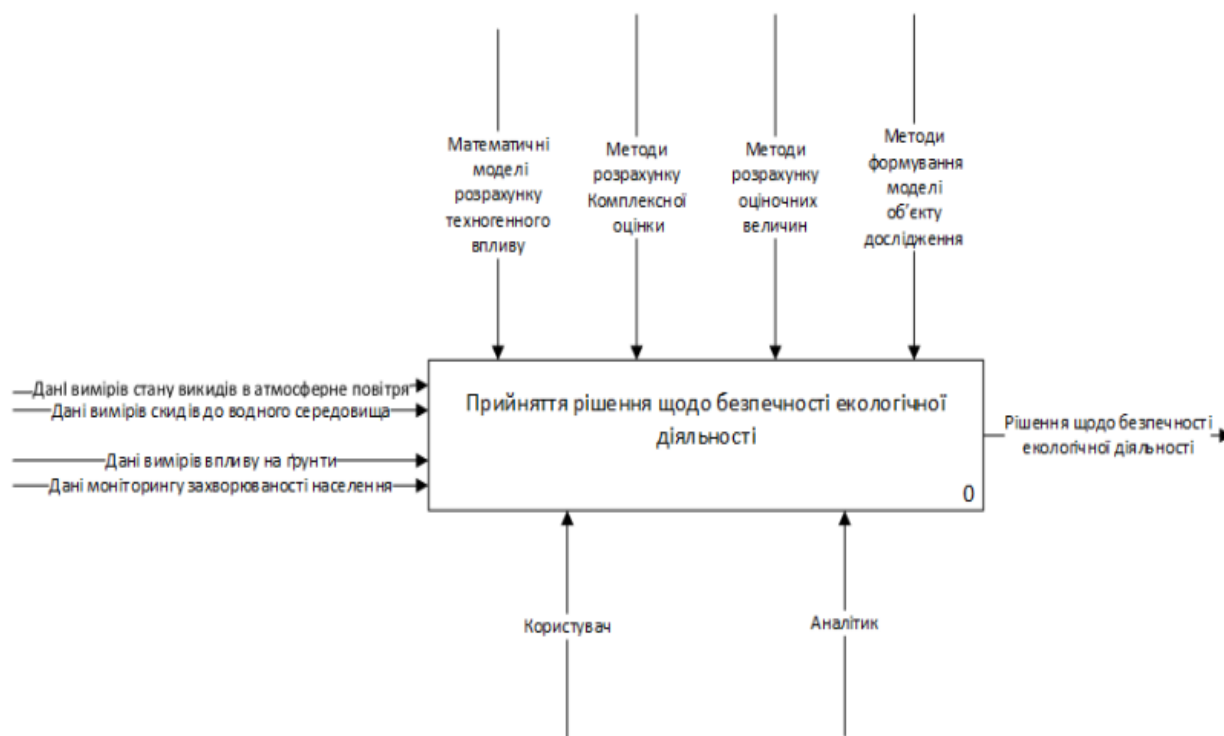


Рис. 2. Схема роботи розробленого інформаційно-програмного забезпечення

У запропонованій моніторинговій системі екологічної якості планованої діяльності АЗС реалізовані такі аналітично-управлінські функції [12]:

- обробка даних результатів вимірювань складу викидів, скидів і відходів, утворених внаслідок техніко-технологічної діяльності АЗС з надання послуг;

- розрахунок екологічної якості атмосферного повітря, водного середовища та стану ґрунтового покриву, визначення показника комплексного впливу планованої діяльності АЗС на довкілля;

- розрахунок канцерогенних та неканцерогенних ризиків для здоров'я населення внаслідок дії небезпечних викидів та скидів АЗС;

- аналіз рівня екологічної небезпеки для навколишнього середовища планованої діяльності АЗС за нормативним підходом;

- формування загального комплексу заходів для оперативного уникнення екологічно небезпечних ситуацій при роботі АЗС

Застосунок було розроблено із використанням мови Python у середовищі розробки PyCharm, для розробки графічного інтерфейсу було використано оболонку PyQt та середовище розробки графічних інтерфейсів QtDesigner.

Для подальшого розвитку розробленого забезпечення пропонується додати підтримку взаємодії з сучасними геоінформаційними системами (ГІС). ГІС дозволяє створити візуалізацію території проведення діяльності та поєднати її із необхідною статистичною інформацією для здійснення аналізу просторових даних [13–14].

Застосування ГІС є актуальним доповненням механізму підтримки проведення процедури ОВД для АЗС, як інструмент для початкового прийняття рішення про територіальне розміщення місця проведення планованої діяльності. Оскільки розміщення АЗС відносно об'єктів оточуючого середовища чітко регулюється встановленим наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 26.04.2019 р. № 104 ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій", запровадження використання ГІС дозволить обрати місце, що відповідає встановленим вимогам (див. табл. №4) наведено інформацію щодо нормативно встановлених допустимих відстаней між АЗС та об'єктами, що можуть зазнати впливу в результаті техногенної діяльності чи аварійної ситуації [4].

Таблиця 4 – Мінімально допустимі відстані від споруд АЗС до об'єктів навколишнього середовища

№	Найменування об'єкта навколишнього середовища	Мінімальна відстань від споруд АЗС, м				
		Типів А і Б з підземними резервуарами			Типу В з наземними резервуарами	
		малі	середні	великі	малі	середні
1	Житлові та громадські будинки	20	40	50	50	80
2	Місця, де одночасно перебувають 100 та більше людей (зупинки громадського транспорту, ринки, майданчики для ігор дітей, занять фізкультурою)	30	50	50	50	80
3	Окремі торгові палатки і кіоски	20	20	25	25	25
4	Індивідуальні гаражі та відкриті стоянки для автомобілів	18	18	18	20	20
5	Очисні каналізаційні споруди, які не є складовими комплексу АЗС	15	15	15	25	30
6	Виробничі (за винятком указаних у пункті 7), адміністративні і побутові будинки, складські будівлі і споруди промислових підприємств	I, II та III ступенів вогнестійкості		12	12	15
		IIIa, IIIб, IV, IVa, V ступенів вогнестійкості		18	18	20
7	Виробничі будинки з наявністю радіоактивних або шкідливих речовин	100	100	100	100	100
8	Склади лісових матеріалів, торфу, волокнистих горючих речовин	20	20	20	25	25
9	Лісова ділянка, парк, міський сквер	Хвойних і змішаних порід	25	25	25	30
		Листяних порід	10	10	10	15

Серед існуючих варіантів програмного забезпечення для запровадження ГІС пропонується застосування вільної крос-платформеної програми QGIS, як підтримуючу широке застосування мови програмування Python та середовища QtDesigner для створення розширень та плагінів, що відповідає технологіям, що застосовувалися для розробки програмного забезпечення.

Для більш об'єктивного оцінювання рівня ризику для населення прилеглих до АЗС територій пропонується запровадити розрахунок рівню соціального ризику [15].

Розрахунок оціночного значення соціального ризику проводиться за формулою (6):

$$R_s = CR_a \cdot V_u \cdot \frac{N}{T} \cdot (1 - N_p), \quad (6)$$

де R_s – соціальний ризик (див. табл. №5), чол/рік;

CR_a – канцерогенний ризик комбінованої дії декількох канцерогенних речовин забруднюючих атмосферу, який приймається $CR_a = 1 \cdot 10^{-6}$, безрозмірний;

V_u – уразливість території від прояву забруднення атмосферного повітря, що визначається відношенням площі, віднесеної під об'єкт господарської діяльності, до площин об'єкта з санітарно-захисною зоною, частки одиниці;

N – чисельність населення прилеглих до об'єкту територій, чол;

T – середня тривалість життя (визначається для даного регіону або приймається 70 років), чол/рік;

N_p – коефіцієнт, що визначається за формулою (7) для будівництва нового об'єкта, та за формулою (8) для реконструкції об'єкта, за відсутності зміни кількості робочих місць.

$$N_p = \frac{\Delta N_p}{N}, \quad (7)$$

$$N_p = \frac{\Delta N_p}{N_{rm}}, \quad (8)$$

де ΔN_p – кількість додаткових робочих місць (при зменшенні зі знаком "мінус");

N – прийняте у формулі (6);

N_{rm} – попередня кількість робочих місць.

Таблиця 5 – Класифікація рівнів соціального ризику

Рівень соціального ризику	Ризик протягом життя
Неприйнятний для професійного контингенту та населення	$>10^{-3}$
Прийнятний для професійного контингенту та неприйнятний для населення	$10^{-3}-10^{-4}$
Умовно прийнятний	$10^{-4}-10^{-4}$
Прийнятний	$<10^{-6}$

Розраховане значення рівню соціального ризику є важливою складовою при прийнятті остаточного рішення про прийнятність планованої діяльності для соціального середовища.

Висновки. 1. На основі отриманих результатів всебічного огляду техногенної діяльності АЗС, особливостей проведення планованої діяльності, встановлено дії негативного впливу на компоненти навколишнього середовища та можливі сценарії аварійних ситуацій та їх наслідків.

2. Наведено варіанти захисних заходів, призначених для попередження надзвичайних ситуацій та надмірного забруднення довкілля. Це дозволило сформувати систему підтримки оперативних рішень в розробленій системі комплексного контролю екологічного стану території функціонуючої АЗС.

3. Надано опис розробленого інформаційно-програмного забезпечення для підтримки комплексного моніторингу діяльності АЗС та відзначено за необхідне включення до звіту ОВД оцінки соціального ризику для населення, що дозволяє відзначити повну структуру впливу при запровадженні планованої діяльності АЗС як співвідношення вагомості факторів негативного впливу на різні складові навколишнього середовища.

Список літератури

1. Івасенко В.М. *Вдосконалення методів та засобів вимірювання концентрацій шкідливих речовин у викидах автозаправних станцій: дис. ... канд. техн. наук: 05.11.13.* Київ, 2015. 225 с.
2. *Про оцінку впливу на довкілля* / Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (дата звернення: 20.01.2025).
3. *Деякі питання ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки* / Офіційний портал Верховної Ради України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 20.01.2025).
4. ДБН Б.2.2-12:2019. *Планування та забудова територій.* Київ: Мінрегіон України, 2019. 177 с.
5. Желновач Г.М. Аналіз екологічних впливів та ризиків при експлуатації автозаправних станцій на

навколишнє природне середовище. *Вісник ХНАДУ.* Харків: ХНАДУ. 2014. № 67. С. 78–88.

6. Івасенко В.М. Автозаправні станції: Дослідження обсягів викидів, вплив на довкілля. *Technology audit and production reserves.* 2015. № 1/4 (21). С. 8–12.

7. Wu Q., Zhang X., Zhang Q. Current situation and control measures of groundwater pollution in gas station. *Earth and Environmental Science.* 2017. № 94. С. 1–6. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/94/1/012005>.

8. Kuzmenko E., Bagriy S., Fedoriv F., Shtogrin M. Determination of the petroleum pollution sources for groundwater (on the example of Solotvin territory in the Precarpathians). *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv Geology.* 2019. № 3(86). С. 40–47. doi: <https://doi.org/10.17721/1728-2713.86.06>.

9. Makka K., Kampova K., Lovecek T., Petrova 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>.

10. 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>.

11. 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>.

12. Козуля Т.В., Коршунов С.Є. Формування інформаційно-математичного забезпечення екологічної оцінки діяльності АЗС. *Матеріали I Всеукр. науковопр. конф. «Комплексне використання ресурсів довкілля.* Луцьк: ДонНТУ. 2023. С. 98–102.

13. 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>.

14. Mohammed M.U., Musa I.J., Jeb D.N. GIS-based locational analysis of petrol filling stations in Kaduna Metropolis. *Science World Journal.* 2017. Т. 2. № 3(9). С. 8–13.

15. ДБН А.2.2-1:2021. *Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС).* Київ: Мінрегіон України, 2022. 22 с.

References (transliterated)

1. Ivasenko V.M. *Vdoskonalennya metodiv ta zasobiv vimiryvannya concentracij shkidlyvikh rechovyh u vykidakh avtozapravnykh stanciy: dis. ... kand.tekhn. nauk: 05.11.13* [Improvement of methods and means of harmful substances measuring concentrations in gas stations

emissions. Candidate eng. sci. diss. (Ph. D.]. Kyiv, 2015. 225 p.

2. *Pro ocinku vplivu na dovkillya* [On Environmental Impact Assessment]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2059-19#Text> (accessed: 20.01.2025).

3. *Deyaki pytannya identyfikacii ob'ektiv pidvishchenoi nebezpeci* [Some issues of high-risk objects identification]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1030-2022-%D0%BF#Text> (accessed: 20.01.2025).

4. *DBN B.2.2-12:2019. Planuvanya ta zabudova teritoriy* [Territory planning and development]. Kyiv: Ministry of Infrastructure of Ukraine, 2019. 177 p.

5. Zhelnovach G.M. Analiz ekologichnih vpliviv ta rizyky pri ekspluatacii avtozaptavnyh stanciy na navkolishne prirodne sereodvishe. *Vistnyk KNADU* [Bulletin of Kharkiv National Automobile and Highway University]. Kharkiv: KNAHU, 2014. no. 67. pp. 78–88.

6. Ivasenko V.M. Avtozapravni stancii: Doslidzhenya ob'syagiv vikidiv, vpliv na dovkillya. *Technology audit and production reserves*. 2015. no. 1/4 (21). pp. 8–12.

7. Wu Q., Zhang X., Zhang Q. Current situation and control measures of groundwater pollution in gas station. *Earth and Environmental Science*. 2017. no. 94. pp. 1–6. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/94/1/012005>.

8. Kuzmenko E., Bagriy S., Fedoriv F., Shtogrin M. Determination of the petroleum pollution sources for groundwater (on the example of Solotvin territory in the Precarpathians). *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv Geology*. 2019. no. 3(86). pp. 40–47. doi: <https://doi.org/10.17721/1728-2713.86.06>.

9. 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. no. 13. pp. 1–15. doi: <https://doi.org/10.3390/su132212452>.

10. 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. no. 14. pp. 1–18. doi: <https://doi.org/10.3390/app14010022>.

11. 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. no. 13, 9859. pp. 1–14. doi: <https://doi.org/10.3390/su13179859>.

12. Kozulia T.V., Korshunov S.E. Formuvanya informaciyno-matematichnogo zabezpechenya ekologichnoi ocinki diyalnosti AZS [Formation of information and mathematical support for gas station activities environmental assessment]. *Materiali I Vseukr. naukovopract. konf. «Kompleksne vikoristanya resursiv dovkillya* [Materials of the I All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Integrated Use of Environmental Resources"]. Luts'k: DonNTU. 2023. pp. 98–102.

13. 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. no. 77. pp. 28–36. doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.07.024>.

14. Mohammed M.U., Musa I.J., Jeb D.N. GIS-based locational analysis of petrol filling stations in Kaduna Metropolis. *Science World Journal*. 2017. Vol. 2. no. 3(9). pp. 8–13.

15. *DBN A.2.2-1:2021. Sklad i zmist materialiv ocinki vpliviv na navkolishne sereodvishe (OVNS)* [Composition and content of environmental impact assessment materials]. Kyiv: Ministry of Infrastructure of Ukraine, 2022. 22 p.

Відомості про авторів / About the Authors

Козуля Тетяна Володимирівна (Tatiana Kozulia) – доктор технічних наук, професор кафедри Хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4892-9140>, e-mail: tatiana.kozulia@khpi.edu.ua

Коришунів Святослав Євгенійович (Svyatoslav Korshunov) – аспірант кафедри Хімічної техніки та промислової екології, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6796-6980>, e-mail: sviatoslav.korshunov@mit.khpi.edu.ua