

УДК 662.6/.9 : 502/504 + 004.9

<https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2021.1.3>

Т.Ф. КОЗЛОВСЬКА

Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук
ORCID: 0000-0002-6106-5524

Н.І. НАЛЬОТОВА

Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук
ORCID: 0000-0003-3243-202X

В.І. ПАНЧЕНКО

Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук
ORCID: 0000-0002-4729-4435

Г.В. ДРОГОМЕРЕЦЬКА

Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ, м. Кременчук
ORCID: 0000-0001-8296-9816

ШЛЯХИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСЦЬ ЗБЕРІГАННЯ ПАЛЬНО-МАСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ АЕРОПОРТІВ

У даній роботі розглянута можливість створення системи моніторингу стану компонентів навколишнього природного середовища – атмосферного повітря, ґрунтів і підземного водного середовища – під час завантаження, перекачування, зберігання пально-мастильних матеріалів на територіях аеропортів при експлуатації вертолітного транспорту. Задля цього запропонований автоматизований комплекс забезпечення екологічної безпеки, придатний для відслідковування рівнів забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, підземного водного середовища під час перекачування, зберігання пально-мастильних матеріалів, можливого їх потрапляння до ґрунтів, а потім – до підземних водоносних горизонтів.

З урахуванням кількісних і якісних характеристик пально-мастильних матеріалів визначено показники шкідливого впливу при випадковому надходженні пально-мастильних матеріалів до складових навколишнього природного середовища. Визначено, що більш суттєвого внеску у рівень екологічної небезпеки додають іони важких металів унаслідок інтенсивного техногенно-хімічного забруднення територій аеропортів і прилеглих до них ділянок. Установлені ступені екологічного ризику при завантаженні, перекачуванні, зберіганні пально-мастильних матеріалів. Результатом досліджень став підхід до моніторингу й управління техногенно-екологічним ризиком і екологічною безпекою складових навколишнього природного середовища, розроблена структурна схема автоматизованого комплексу забезпечення екологічної безпеки повітряного та водного середовища, яка здійснює моніторинг та інформує про стан відповідних компонентів навколишнього природного середовища на територіях аеропортів при експлуатації вертолітного транспорту за допомогою системи мобільного зв'язку (Global System for Mobile Communications GSM).

Ключові слова: пально-мастильні матеріали, екологічна безпека, екологічний ризик, аеропорти, моніторинг, автоматизована система.

Т.Ф. КОЗЛОВСКАЯ

Кременчугский летный колледж Харковского национального университета внутренних дел, г. Кременчуг
ORCID: 0000-0002-6106-5524

Н.И. НАЛЕТОВА

Кременчугский летный колледж Харковского национального университета внутренних дел, г. Кременчуг
ORCID: 0000-0003-3243-202X

В.И. ПАНЧЕНКО

Кременчугский летный колледж Харковского национального университета внутренних дел, г. Кременчуг
ORCID: 0000-0002-4729-4435

А.В. ДРОГОМЕРЕЦКАЯ

Кременчугский летный колледж Харковского национального университета внутренних дел, г. Кременчуг
ORCID: 0000-0001-8296-9816

ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МЕСТАХ ХРАНЕНИЯ ТОПЛИВНО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ АЭРОПОРТОВ

В данной работе рассмотрена возможность создания системы мониторинга состояния компонентов окружающей природной среды – атмосферного воздуха, ґрунтов и подземной водной среды – при загрузке, перекачке, хранении топливно-смазочных материалов на территориях аэропортов при эксплуатации вертолётного транспорта. Предложен автоматизированный комплекс обеспечения

экологической безопасности для отслеживания уровней загрязнения атмосферного воздуха, грунтов, подземных водоносных горизонтов при загрузке, перекачке, хранении топливно-смазочных материалов, возможного их поступления в грунт, а затем через подземные воды в поверхностные водные слои. С учетом количественных и качественных характеристик топливно-смазочных материалов установлены показатели вредного влияния при случайном поступлении топливно-смазочных материалов в составляющие окружающей природной среды. Выяснено, что наибольший вклад в уровень экологической опасности вносят ионы тяжелых металлов вследствие интенсивного техногенно-химического загрязнения территорий аэропортов и прилегающих к ним участков. Установлены степени экологического риска при загрузке, перекачивании, хранении топливно-смазочных материалов. Результатом исследований стал подход к мониторингу и управлению техногенно-экологическим риском и экологической безопасностью составляющих окружающей природной среды. Разработана структурная схема автоматизированного комплекса обеспечения экологической безопасности воздушной и водной среды, осуществляющей мониторинг и информирование о состоянии соответствующих компонентов окружающей природной среды на территориях аэропортов при эксплуатации вертолетного транспорта с помощью системы мобильной связи (Global System for Mobile Communications GSM).

Ключевые слова: топливно-смазочные материалы, экологическая безопасность, экологический риск, аэропорты, мониторинг, автоматизированная система

T.F. KOZLOVSKA

Kharkiv National University of Internal Affairs Kremenchuk flight college, Kremenchuk
ORCID: 0000-0002-6106-5524

N.I. NALOTOVA

Kharkiv National University of Internal Affairs Kremenchuk flight college, Kremenchuk
ORCID: 0000-0003-3243-202X

V.I. PANCHENKO

Kharkiv National University of Internal Affairs Kremenchuk flight college, Kremenchuk
ORCID: 0000-0002-4729-4435

A. V. DROHOMERETSKA

Kharkiv National University of Internal Affairs Kremenchuk flight college, Kremenchuk
ORCID: 0000-0001-8296-9816

WAYS TO ENSURE AIR AND WATER SECURITY AT AIRPORT FUEL AND LUBRICANTS STORAGE

This paper considers the possibility of creating a system for monitoring the state of the components of the environment - atmospheric air, soil and underground water environment - during loading, pumping, storage of fuel and lubricants on the territory of airports during the operation of helicopter transport. An automated complex for ensuring environmental safety is proposed for monitoring the levels of pollution of atmospheric air, soils, underground aquifers during loading, pumping, storage of fuel and lubricants, their possible entry into the ground, and then through underground waters into the surface water layers. Taking into account the quantitative and qualitative characteristics of fuel and lubricants, indicators of harmful effects have been established in case of accidental intake of fuel and lubricants in the components of the environment. It was found that the greatest contribution to the level of environmental hazard is made by heavy metal ions due to intensive technogenic and chemical pollution of airport territories and adjacent areas. The degree of environmental risk during loading, pumping, storage of fuel and lubricants has been determined. The research resulted in an approach to the monitoring and management of technogenic and ecological risk and ecological safety of the components of the natural environment. A structural diagram of an automated complex for ensuring the environmental safety of the air and water environment has been developed, which monitors and informs about the state of the corresponding components of the environment in the territories of airports during the operation of helicopter transport using the mobile communication system (Global System for Mobile Communications GSM).

Key words: fuel and lubricants, environmental safety, environmental risk, airports, monitoring, automated system

Постановка проблеми

Незважаючи на суттєве падіння обсягів промислових виробництв, а, відповідно, викидів в атмосферне повітря і скидів у природні води забруднюючих речовин, надмірне хімічне забруднення всіх складових навколишнього природного середовища залишається проблемою для встановлення рівнів екологічної безпеки, особливо у зонах зберігання, перекачування, транспортування, завантаження та розвантаження пально-мастильних матеріалів (ПММ). Тому вивчення змін у компонентах

навколишнього природного середовища під дією ПММ, особливо у районах аеропортів і на прилеглих до них територіях, є актуальною науково-практичною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні методи і засоби екологічного моніторингу компонентів навколишнього природного середовища (НПС) [1–5] дозволяють автоматично формувати дані про стан атмосферного повітря, водоносних горизонтів, ґрунтів. Але необхідність урахування високого рівня екологічної небезпеки випадкових аварійних забруднень і негативного впливу опосередкованих чинників при формуванні заходів із забезпечення екологічної безпеки та зниження ступенів екологічного ризику [6] обумовлюють необхідність розробки альтернативних і вдосконалення існуючих моделей оптимізації екологічних рішень при перекачуванні, зберіганні, заправленні ПММ у аеропортах при експлуатації вертолітного транспорту.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розробка автоматизованої системи моніторингу стану компонентів навколишнього природного середовища (НПС) у районах аеропортів при зберіганні, перекачуванні пально-мастильних матеріалів задля заправки вертолітного транспорту.

Викладення основного матеріалу дослідження

Оскільки наявність забруднюючих хімічних речовин і сполук, різних за структурою та походженням, в атмосферному повітрі та природних поверхневих водоносних горизонтах здійснює негативний вплив на оточуюче середовище, тому пошук шляхів виявлення та попередження забруднення, а, отже, управління екологічною безпекою території, є вкрай важливим завданням [6–11]. Для вирішення цього питання необхідне застосування сукупності організаційних і технічних заходів, таких як ідентифікації об'єктів і джерел можливого забруднення; конкретизація методів визначення і способів зниження рівнів пилового, газоподібного органічного за природою забруднення; виявлення результатів фотохімічного перетворення в атмосферному повітрі задля встановлення додаткових джерел специфічного органічного газового та аерозольного забруднення; виявлення джерел забруднення нестандартними органічними та неорганічними хімічними речовинами природних поверхневих вод; визначення ступенів техногенно-екологічного ризику та його прийнятності значення для встановлення рівня екологічної небезпеки від забруднення навколишнього середовища; районування території залежно від ступенів відповідного ризику; розміщення на території з найбільшою імовірністю забруднення повітря та поверхневих вод засобів для вимірювання рівнів забруднення; застосування певних технічних рішень для збору та аналізу інформації по замірах; отримання прогнозу оцінки поширення забруднення в повітрі та водоймах; прийняття відповідних рішень щодо зниження ступенів техногенно-екологічного ризику до прийнятності значення з відповідними зменшенням рівнів екологічної небезпеки.

У зв'язку з вищеописаним актуальності набуває створення системи управління рівнями екологічної безпеки та екологічного ризику при зберіганні, перекачуванні ПММ у районах аеропортів із вертолітним транспортом (рис. 1).

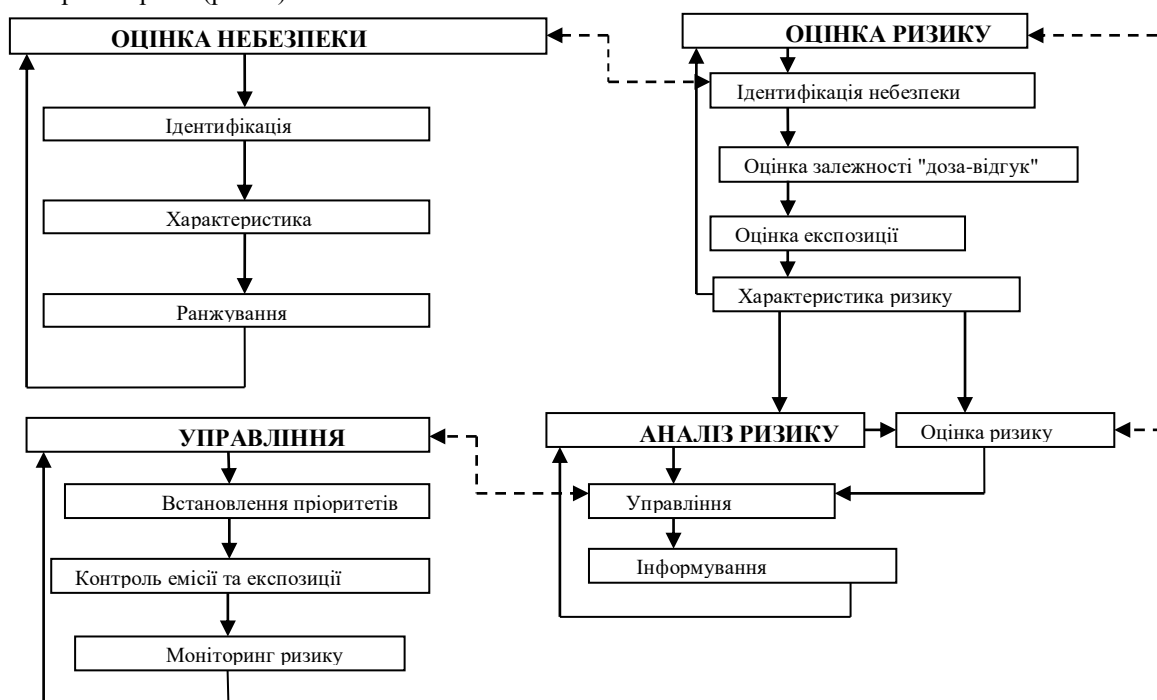


Рис. 1. Система управління рівнями екологічної безпеки та екологічного ризику при зберіганні, перекачуванні ПММ у районах аеропортів із вертолітним транспортом

Слід зазначити, що на забруднених територіях, у більшості випадків, використовуються інструментальні методи дослідження повітряного та водного середовища, які потребують певних лабораторних умов, що унеможливує швидке реагування на критичне перевищення концентрацій забруднюючих речовин у певний проміжок часу. Однак, стан ґрунтів на техногенно навантажених територіях може бути індикатором для оцінки рівня екологічної небезпеки під впливом різноманітних хімічних речовин неорганічної і органічної природи [12]. Окрім того, наприклад, для забору зразків води необхідно залучати певне число спеціалістів, що уповільнює процедуру. Тим самим утрачається час для прийняття невідкладних дій щодо зниження ступенів техногенно-екологічного ризику для навколишнього середовища.

Відповідно до Методичних рекомендацій [9, 10, 13] оцінка ризику впливу планованої діяльності на природне середовище здійснюється шляхом визначення показників техногенного ризику – ризику впливу об'єкту чи планованої діяльності на компоненти навколишнього середовища в два етапи:

1) встановлюється прогнозний рівень техногенного ризику при проектуванні (або реконструкції):

$$R_{kj} = A \cdot e^{B \cdot e^{D_{kj}}}, \quad (1)$$

де R_{kj} – ризик k -го етапу за j -им компонентом навколишнього природного середовища; A , B – константи, $4,99 \cdot 10^{-6}$ і $-7,577$ відповідно; D_{kj} – величина, що визначається відповідно k -го етапу розрахунку ризику за j -им компонентом, яка розраховується за формулою (2);

2) визначається показник ризику впливу кожної специфічної забруднюючої речовини на відповідні компоненти навколишнього середовища.

$$D_{kj} = -e^{I_{kj}-1}, \quad (2)$$

де I_{kj} – індекс забруднення за j -им компонентом навколишнього середовища для k -го етапу розрахунку ризику [9].

У даному випадку основний компонент забруднення – ґрунти (табл. 1), а атмосферне повітря і водоносні горизонти є опосередкованими.

Таблиця 1

Визначення індексу забруднення ґрунтів

Компонент навколишнього середовища	Перший етап ($k=1$)		Другий етап ($k=2$)	
	Вихідні дані	Розрахункова залежність I_{kj}	Вихідні дані	Розрахункова залежність I_{kj}
ґрунт ($j=3$)	Z_c – сумарний показник забруднення ґрунту	$0,016 \cdot Z_c$	Kc_i – коефіцієнт концентрації i -ї хімічної речовини, що забруднює ґрунт	$0,016 \cdot Kc_i$

1) Коефіцієнт концентрації K_c^e кожного із наведених у результатах аналізу хімічних елементів визначають як відношення середньої концентрації елементу вибірки C_i^e до значення його регіонального фону C_ϕ^e :

$$K_c^e = \frac{C_i^e}{C_\phi^e}. \quad (3)$$

Показник сумарного забруднення визначається за математичним виразом:

$$Z_c = \sum_1^m K_c - (m - 1), \quad (4)$$

де m – кількість елементів із $K_c > 1$ – отримані значення показника сумарного забруднення дозволяє оцінити рівень забруднення як допустимий ($Z_c < 16$), помірно-небезпечний ($32 > Z_c > 16$), небезпечний ($32 < Z_c < 128$), або надзвичайно небезпечний ($Z_c > 128$).

У зв'язку із зазначеним вище необхідно окремо оцінювати вплив на компоненти НПС органічних складових ПММ, про що в літературі не було знайдено відповідних даних, окрім [11, 12]. У даному випадку складові ПММ потребують окремого дослідження.

Попередні розрахунки відповідно до залежності (2) дозволили визначити показники ризику впливу кожної специфічної забруднюючої речовини ПММ, що наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Показники ризику впливу окремих небезпечних складових ПММ на атмосферне повітря і ґрунти

Речовина	K_c	I_{ki}	D_{ki}
Бензен	0,43	0,0012	-0,0395
Толуен	0,05	0,008	-0,0371
Ароматичні кислоти	0,059	0,00624	-0,0369
Нафтеніві кислоти	0,23	0,032	-0,0506

Продовження табл.2

Насичені вуглеводні	–	0,0125	–0,0372
Поліароматичні сполуки	0,475	0,00285	–0,0378
Карбон	0,067	0,00012	–0,0368
Карбон (IV) оксид	–	0,00078	–0,0371
Метан	–	0,00092	–0,000295

Слід зазначити, що жодна складова ПММ не дала значень K_c більше одиниці, тоді показник сумарного забруднення склав $Z_c = 1,363$. Рівень ризику за виразом (1) становить $31,3 \cdot 10^{-12}$ – абсолютно безпечний, тобто розташування планованого об’єкту діяльності не становитиме загрози для ґрунтів території аеропортів і прилеглої до них території.

Але для атмосферного повітря внаслідок леткості окремих речовин, рівень екологічної небезпеки може бути значним [14–16]. Для дослідження якості повітряного середовища та природних поверхневих вод у районах розташування техногенних об’єктів доцільне використання автоматизованих систем. Такі системи не лише впливають на якість проведення дослідження, а й значною мірою впливають на швидкість і зручність проведення процедури контролю досліджуваних параметрів. Для розробки таких систем, зокрема, системи забезпечення екологічної безпеки повітряного та водного середовища, можуть бути вибрані наступні критерії: застосування системи датчиків для вимірювання забруднюючих речовин; дистанційне управління системою датчиків; автоматична і безпроводна передача даних від місця вимірювання до центру збору інформації; розміщення одиниць вимірювання в місцях, де ймовірність забруднення є найвищою; наявність диспетчерського центру з автоматизованим робочим місцем оператора; використання каналів як прямого, так і зворотного зв’язку; двобічний обмін інформацією між об’єктами вимірювання і пунктом централізованого спостереження.

На підставі вище викладеного та запропонованого підходу щодо моніторингу й управління техногенно-екологічним ризиком і екологічною безпекою складових навколишнього природного середовища розроблена структурна схема автоматизованого комплексу забезпечення екологічної безпеки повітряного та водного середовища, яка здійснює моніторинг та інформує про стан відповідних компонентів навколишнього природного середовища (НПС) на певній території за допомогою системи мобільного зв’язку (*Global System for Mobile Communications GSM*) (рис. 2).

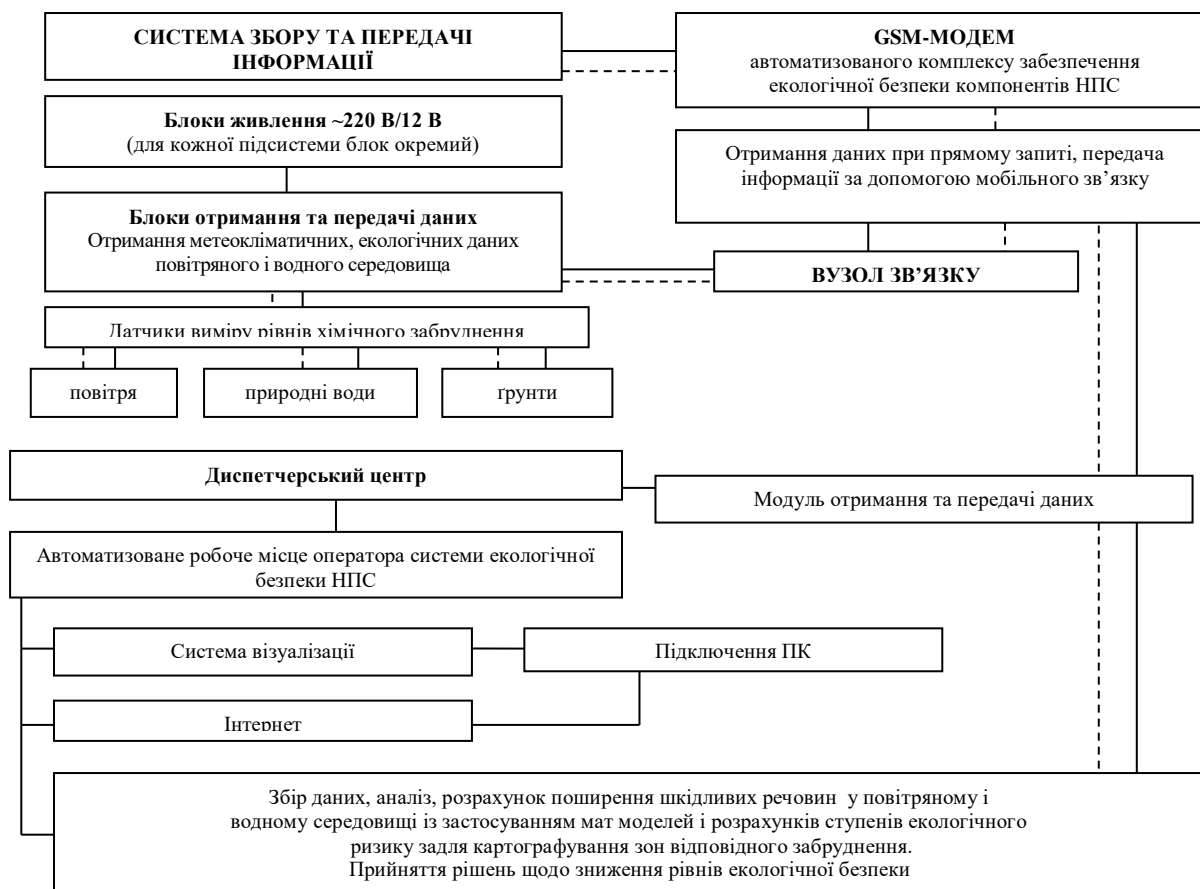


Рис. 2. Структурна схема автоматизованого комплексу забезпечення екологічної безпеки повітряного та водного середовища із застосуванням GSM-модему

До блоку отримання та передачі даних входить декілька «підсистем» залежно від того, які та скільки компонентів НПС оцінюється та яку інформацію необхідно отримати. У нашому випадку розглядається дві підсистеми навколишнього природного середовища – атмосферне повітря та природні поверхневі води. Кожна така «підсистема» окремо забезпечується блоком живлення. Усі дані збираються і передаються за допомогою вузла зв'язку на GSM-модем, який передає інформацію на телефон оператора за допомогою sms-команд і через «Модуль отримання та передачі даних» на ПК «Автоматизованого робочого місця оператора».

Передача отриманих даних за допомогою sms-команд і через «Модуль отримання та передачі даних» на ПК «Автоматизованого робочого місця оператора» відбувається шляхом передачі інформації про стан НПС у певний проміжок часу (часовий режим – 1), у разі перевищення ГДК шкідливих речовин у НПС (небезпечний режим – 2) і за допомогою відправки sms-запиту із телефону та команди із ПК на GSM-модем (запит-режим – 3). Слід зазначити, що для небезпечного або аварійного режиму, або за наявності залпових викидів і скидів є доцільним введення підрежимів залежно від концентрації забруднюючих хімічних речовин у компонентах НПС.

Слід зауважити, що до подібної системи можливе підключення додаткових «блоків отримання та передачі даних», які можуть розміщуватись у різних місцях залежно від необхідності отримання інформації про стан НПС. Оператор за допомогою мобільного зв'язку відправляє запит на GSM-модем з метою отримання інформації про стан НПС у певний час. Наприклад, якщо у підсистемі моніторингу повітряного середовища задіяні всі слоти (датчики виміру рівнів хімічного забруднення повітря та багатокомпонентні газоаналізатори), і можливе виникнення необхідності моніторингу та контролю рівня шумового забруднення, то система дозволяє підключити відповідні датчики до вільного слоту «HUB», не змінюючи, тим самим, конфігурації комплексу та розширюючи його можливості.

GSM-модем «Автоматизованого комплексу забезпечення екологічної безпеки повітряного та водного середовища». Основне призначення – відправлення та прийом sms-команд. Даний модем може працювати як у системі, так і окремо з персональним комп'ютером. Підключення до ПК здійснюється за допомогою порту RS-232 («Модуль отримання та передачі даних»). При прийомі sms-команди GSM-модем подає команду на «HUB». Для відправки sms-команди GSM-модем подає запит на вузол зв'язку. Він збирає дані з контролерів «Блоку отримання та передачі даних», які, у свою чергу, збирають дані про стан датчиків. Після повного збору даних GSM-модем надсилає дані оператору.

Система збору інформації. До даного комплексу входить: блоки живлення підсистем екологічної безпеки; датчики виміру рівнів хімічного забруднення повітря, природних вод, води та багатокомпонентних газоаналізаторів; блок отримання метеокліматичних, екологічних даних повітряного та водного середовища (мікроконтролери). Система знімає дані датчиків і передає їх на вузол зв'язку. При перевищенні ГДК хімічних речовин система може включати засоби оповіщення населення як в автоматичному режимі, так і при отриманні команди з вузла зв'язку.

Вузол зв'язку. Модуль призначений для передачі команд із мережі GSM, збору даних і передачу їх в мережу GSM. У даній системі вузол зв'язку є ключовою ланкою, тому що через даний модуль проходять усі команди і дані основної системи. Основою вузла зв'язку використано потужний контролер ATXmega128A3, який дозволяє комутувати до семи модулів підсистем екологічної безпеки. Комплекс має загальну шину живлення.

Автоматизоване робоче місце оператора системи забезпечення екологічної безпеки НПС включає в себе ПК з монітором для візуалізації та передачі через Internet отриманих даних. За допомогою даного обладнання відбувається збір даних, їх аналіз, розрахунок поширення шкідливих речовин у НПС шляхом застосування математичних моделей, а також розраховується ступінь техногенно-екологічного ризику. На основі розрахунків за допомогою системи візуалізації графічно зображуються поля розсіювання хімічних речовин (прогнозна оцінка) та зони з відповідними ступенями ризику. У разі негативного прогнозу для НПС виносяться рішення щодо відповідних заходів зі зменшення рівнів екологічної небезпеки. При перевищенні допустимих нормативів умісту хімічних речовин у компонентах НПС дубльована інформація через Internet та за допомогою GSM-модему надходить на підприємства для реалізації невідкладних дій.

Висновки

Отже, запропонована автоматизована система забезпечення екологічної безпеки дає можливість: отримувати дані щодо температури, вологості повітря, концентрацій шкідливих хімічних речовин у компонентах НПС; обробляти та систематизувати отримані дані; за допомогою низки математичних моделей визначати поширення шкідливих домішок у компонентах НПС; надавати прогнозну оцінку про стан забруднення та відправляти відповідну інформацію до диспетчерських пунктів аеропортів; виносити рішення щодо управління рівнями екологічної безпеки та ступенями техногенно-екологічного ризику, а як наслідок – позитивно змінювати екологічну ситуацію на техногенно навантажених ділянках аеропортів і прилеглих до них територіях.

Список використаної літератури

1. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: постанова Кабінету 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: 12.10.2020).
2. Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: постанова Кабінету 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: 23.01.2021).
3. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод: постанова Кабінету 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: 13.11.2020).
4. Про затвердження Положення про моніторинг земель: постанова Кабінету 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: 03.03.2021).
5. Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення: постанова Кабінету 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: 03.03.2021).
6. Тимченко І. В. Формування оптимальних заходів із забезпечення екологічної безпеки перевантаження шкідливих рідин у портах. *Екологічна безпека*. 2009. Вип. 3/2009 (7). С. 27–30.
7. Качинський А. Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи. Київ, 2003. 472 с.
8. Лисиченко Г. В., Хміль Г. А., Барбашев С. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків : монографія. Одеса : «Астропринт», 2011. 367 с.
9. Методика визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки. Затв. Мінпраці та соцполітики України від 04.12.2002., № 268. Київ : Основа, 2003. 191 с.
10. Методичні рекомендації МР 2.2.12–142–2007. Оцінка ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ, 2007. 40 с.
11. Алексеева Т. М., Козловська Т. Ф., Безденежних Л. А. Стан ґрунтового покриву як індикатор екологічної небезпеки. *Екологічна безпека*. 2011. № 1 (13). С. 73–77.
12. Посібник до розроблення матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (до ДБН А.2.2.1–2003). Харків : УкрНДІПТБ, 2005. 332 с.
13. Bull K. R., Achermann B., Bashkin V., et all. Coordinated effects monitoring and modelling for developing and supporting international air pollution control agreements. *Water, Air and Soil Pollution*. 2001. Vol. 130, no. 1–4. P. 119–130.
14. Орфанова М. М. Влияние механоактивации на физико-химические свойства углеводородов. *Екологічна безпека*. 2019. Вип. 1/2019 (7). С. 38–44.
15. 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.

References

1. Pro zatverdzhennya Polozhennya pro derzhavnu systemu monitorynhu dovkillya: postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 30.03.1998 r. № 391. Data onovlennya: 16.09.2015. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF> (data zvernennya: 12.10.2020).
2. Pro zatverdzhennya Poryadku orhanizatsiyi ta provedennya monitorynhu v haluzi okhorony atmosferneho povitrya: postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 09.03.1999 r. № 343. Data onovlennya: 30.10.2013. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/343-99-%D0%BF> (data zvernennya: 23.01.2021).
3. Pro zatverdzhennya Poryadku zdiysnennya derzhavnoho monitorynhu vod: postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 20.07.1996 r. № 815. Data onovlennya: 30.10.2013. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/815-96-%D0%BF> (data zvernennya: 13.11.2020).
4. Pro zatverdzhennya Polozhennya pro monitorynh zemel': postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 20.08.1993 r. № 661. Data onovlennya: 25.04.2012. URL: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/661-93-%D0%BF> (data zvernennya: 03.03.2021).
5. Pro zatverdzhennya Polozhennya pro monitorynh gruntiv na zemlyakh sil'skohospodars'koho pryznachennya: postanova Kabinetu Ministriv Ukrayiny vid 26.02.2004 r. № 51. Data onovlennya: 26.02.2004. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0383-04> (data zvernennya: 03.03.2021).
6. Tymchenko I. V. Formuvannya optimal'nykh zakhodiv iz zabezpechennya ekolohichnoyi bezpeky perevantazhennya shkidlyvykh ridyn u portakh. *Ekolohichna bezpeka*. 2009. Vyp. 3/2009 (7). pp. 27–30.
7. Kachynskyy A. B. Bezpeka, zahrozy i ryzyk: naukovy kontseptsiyi ta matematychni metody. Kyyv, 2003. 472 p.
8. Lysychenko H. V., Khmil' H. A., Barbashev S. V. Metodolohiya otsynuyvannya ekolohichnykh

ryzykiv : monohrafiya. Odesa : «Astroprint», 2011. 367 p.

9. Metodyka vyznachennya ryzykiv ta yikh pryynyatnykh rivniv dlya deklaruvannya bezpeky ob"yektiv pidvyshchenoyi nebezpeky. Zatv. Minpratsi ta sotspolityky Ukrainy vid 04.12.2002., № 268. Kyiv : Osnova, 2003. 191 p.

10. Metodychni rekomendatsiyi MR 2.2.12–142–2007. Otsinka ryzyku zdorov"yu naselennya vid zabrudnennya atmosfernoho povitrya. Zatv. Nakazom MOZ Ukrainy vid 13.04.07 № 184. Kyiv, 2007. 40 p.

11. Aleksyeyeva T. M., Kozlovs'ka T. F., Bezdyenezhnykh L. A. Stan gruntovoho pokryvu yak indykator ekolohichnoyi nebezpeky. Ekolohichna bezpeka. 2011. № 1 (13). p. 73–77.

12. Posibnyk do rozroblennya materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnye seredovyshe (do DBN A.2.2.1–2003). Kharkiv : UkrNDIINTV, 2005. 332 p.

13. Bull K. R., Achermann B., Bashkin V., et al. Coordinated effects monitoring and modelling for developing and supporting international air pollution control agreements. Water, Air and Soil Pollution. 2001. Vol. 130, no. 1–4. P. 119–130.

14. Orfanova M. M. Vlyyanye mekhanoaktyvatsyy na fizyko-khymycheskye svoystva uhlevodorodov. Ekolohichna bezpeka. 2019. Vyp. 1/2019 (7). pp. 38–44.

15. 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. pp. 133–139.