

*В. М. Лобойченко, к.х.н., с.н.с., доц. каф. (ORCID 0000-0001-5188-6479)
Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна*

РОЗРОБКА ПРОЦЕДУРИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ФАКТОРІВ НЕБЕЗПЕКИ НА ОБ'ЄКТАХ МАЛОТОНАЖНОГО ХІМІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Проаналізовано надзвичайні ситуації техногенного характеру, в тому числі й унаслідок технологічних аварій на потенційно небезпечних об'єктах, пов'язаних з погіршенням якості води. Досліджено підходи до визначення стану вод, що знаходяться під впливом антропогенних забруднювачів різного походження. Запропоновано процедуру ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єктах малотоннажного хімічного виробництва. Процедуру апробовано на прикладі дослідження водних зразків, відібраних в межах впливу потенційно небезпечного об'єкта. За результатами експериментальних досліджень отримано питомі електропровідності й коефіцієнти ідентифікації небезпеки водних проб в умовно санітарній зоні об'єкту малотоннажного хімічного виробництва. Встановлено, що значення даних параметрів коливаються в діапазонах 760–5000 мкСм/см (електропровідність) та 0,18–1,30 (коефіцієнт ідентифікації небезпеки). Максимальне значення похибки визначення електропровідності та коефіцієнта ідентифікації небезпеки не перебільшує 3 % при вірогідності 0,95. Відмічено незадовільний стан водних джерел в межах впливу об'єкту малотоннажного хімічного виробництва. Показано, що майже всі досліджувані зразки води мають 2-3 кратне перевищення сольового вмісту порівняно з нормативними значеннями, що може спричинити виникнення надзвичайної ситуації об'єктового та місцевого рівня. Показано суттєву відмінність хімічного складу досліджуваних вод, які знаходяться в межах впливу досліджуваного об'єкту. Отримані дані вказують на можливість застосування процедури ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єктах малотоннажного хімічного виробництва. Запропоновано використання цієї процедури для ідентифікації небезпеки в інтересах попередження надзвичайних ситуацій унаслідок накопичувального впливу технологічних аварій на даних об'єктах.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, технологічна аварія, вода, об'єкт малотоннажного хімічного виробництва, коефіцієнт ідентифікації небезпеки, електропровідність

1. Вступ

Будь-які надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру можуть спричинити значні матеріальні збитки, порушення стану довкілля та людські жертви. Ситуація може погіршуватись ще й тому, що техногенні об'єкти, в тому числі й пов'язані з використанням або виробництвом хімічних речовин, мають застаріле обладнання, часто з вичерпаним терміном експлуатації. Окрему групу займають сучасні об'єкти малотоннажного хімічного виробництва. Їх щільність зростає, насамперед, на території міської інфраструктури. В свою чергу, це спричиняє виникнення надзвичайних ситуацій в системах життєзабезпечення з наслідками накопичувального характеру [1]. Забруднення води, яке може супроводжувати такі надзвичайні ситуації, порушує стандарти Міжнародної Федерації Товариств Червоного Хреста та Червоного Півмісяця [2], та може виступає одним з факторів збільшення масштабів надзвичайних ситуацій.

Попередження надзвичайних ситуацій є важливим чинником їх запобігання [3], а превентивна діяльність у напрямку водних ресурсів може виступати важливою складовою їх вирішення на глобальному рівні [4].

В Україні, згідно з [5] місцеві підрозділи Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС) здійснюють визначення шкідливих речовин, а також їх моніторинг у визначені терміни [6], але технічні можливості, що необхідні [7], за фактом [8] забезпечують застосування тільки органолептичних методів, які далеко не завжди є об'єктивними. Об'єктивні методи, які надають достовірну інфо-

рмацію, зазвичай, є складними, тривалими в часі, витратними, потребують спеціального програмного забезпечення та стаціонарного обладнання [9] або застосування витратних дистанційних методів [10]. Якщо об'єкти багатотоннажного виробництва, як-то нафтопереробні заводи, тощо мають можливість створення відокремлених підрозділів контролю стану поширення надзвичайної ситуації (далі – НС) унаслідок довготривалого порушення герметичності технологічного обладнання, то складна мережа небезпечних об'єктів малотоннажного хімічного виробництва априорі позбавлена цієї можливості. Вищезазначене доводить, що питання пошуку ефективних інженерно-технічних методів попередження НС на потенційно небезпечних об'єктах промисловості є нагальною та актуальною проблемою.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Надзвичайні ситуації, пов'язані з техногенними аваріями на потенційно небезпечних об'єктах, мають місце в різних країнах світу. На сьогодні причинами їх виникнення в першу чергу називаються організаційні та технічні недоліки [11]. Так, надзвичайна ситуація на очисних спорудах об'єкту малотоннажного хімічного виробництва - шкіряного заводу в Індії, що сталась 2015 р. в м. Раніпеті (штат Таміл Наду), призвела до загибелі 10 працівників, від отруєння стічними водами в Раніпеті, Амбурі, Пернамбуті та Ванійямбаді загинуло більше 30 осіб, а виплати сягнули 10 млн. рупій [12]. Порушення цілісності відстійника, що належав об'єкту багатотоннажного хімічного виробництва - підприємству компанії С. AURUL S.A. в м. Байя Марє (Румунія), у лютому 2000 р. спричинило потрапляння значної кількості ціанідів та важких металів [13] в ґрунт (14 гектарів забруднення) та до річок Сасар, Лапус, Сзамос і Тиса. Від забруднення також постраждали Румунія, Угорщина, Югославія, Болгарія та Україна. Як приклад недопущення переростання об'єктової ситуації в більш масштабну можна відмітити забруднення, що спричинили дренажні води об'єкта хімічного виробництва - видобувних шахт компанії Bunker Hill Mining Corp. (Айдахо, США), очищення яких надалі виступає запобіжним заходом для розвитку надзвичайних ситуацій більш масштабного рівня [14]. В Україні незадовільний технічний стан, зокрема, зношеність обладнання, стала причиною надзвичайної ситуації регіонального рівня внаслідок аварії на каналізаційному колекторі, який можна розглядати як об'єкт малотоннажного хімічного виробництва, в 2015 р. у м. Вознесенську (Миколаївська область). Протягом тривалого часу було повністю відключено водопостачання та водовідведення міста (понад 12 тис. мешканців). Збитки від аварії склали понад 2,0 млн. гривень [15].

Нормативна база багатьох країн відзначає необхідність виявлення небезпек, що можуть спричинити надзвичайні ситуації. Так, в канадській Програмі виявлення небезпеки та оцінки ризику [16] відмічається, що при подіях з хімічно небезпечними матеріалами обсяг попередження змінюється залежно від ситуації, хоча загалом хімічні розливи відбуваються без попереднього попередження. При цьому конкретні впливи унікальні і залежать від різних факторів, від хімічного типу до обставин викиду, й, за необхідності, потребують надалі довгострокового моніторингу здоров'я населення та впевненого моніторингу навколишнього середовища. За директивою «Севезо» (SEVESO) щодо запобігання та контролю великих надзвичайних подій за участю небезпечних речовин на виробництві [17], яка запроваджена в ЄС, також відзначається, що оператори закладів верхнього рівня, де небезпечні речовини знаходяться у значних кількостях, повинні мати внутрішній план надзвичайних ситуацій для заходів, які слід вжити закладу у разі великої аварії. Інформація про малотоннажні виробництва при цьому відсутня.

Можуть використовуватись різні підходи до дослідження водних об'єктів як складової ідентифікації небезпек в інтересах попередження надзвичайних ситуацій. Як приклад можна відмітити використання хемометричних підходів, зокрема, методу головних компонентів, для визначення стану водних об'єктів, розташованих в зоні впливу об'єктів хімічного виробництва [18]. Набори даних з параметрами, що генеруються датчиками моніторингу та лабораторним аналізом, використовуються для виявлення основних факторів, які характеризують якість води при водозаборі з річки Льобрегат (Іспанія) в режимі реального часу та визначаються потенційні причини забруднення.

Необхідність визначення стану водних джерел як складову попередження та ліквідації НС на об'єктах хімічного виробництва, пов'язаних з забрудненням води в Китаї, зазначають автори [19]. Дослідження розбито на 2 етапи: на першому етапі ступінь загрози, спричиненої забрудненням, прогнозувались за допомогою індексу оцінювання загрози та була поділена на чотири рівні; на етапі 2 була побудована система індексу оцінки техніки, що містить чотири набори ваги критеріїв, щоб отримати оптимальні схеми відновлення води.

В [20] автори констатують негативний вплив від водойм-накопичувачів, внаслідок скидання забруднюючих речовин в природні водні об'єкти та відмічають необхідність більш ретельного дослідження складових функціонування цих об'єктів малотоннажного хімічного виробництва, в тому числі й внаслідок аварійних порушень технологічних процесів.

Таким чином, не вирішеною на сьогодні частиною проблеми є питання розробки процедури ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єктах малотоннажного хімічного виробництва.

3. Мета та завдання дослідження

Метою роботи є розробка процедури ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайних ситуацій на об'єктах малотоннажного хімічного виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно:

- теоретично обґрунтувати процедуру ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті малотоннажного хімічного виробництва;
- експериментально перевірити достовірність процедури ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті малотоннажного хімічного виробництва.

4. Теоретичне обґрунтування процедури ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації

Процедура передбачає наступні операції: вимірювання питомої електропровідності (далі – електропровідності) вихідного розчину, послідовне розведення досліджуваного розчину з вимірюванням електропровідності після кожного розведення, побудову залежності «обернена електропровідність розчину - ступінь розведення n » та розрахунок коефіцієнта ідентифікації небезпеки як тангенса кута нахилу цієї залежності. Для ідентифікації небезпеки зразка водного розчину використовується електропровідність вихідного розчину та K_{hd} . [21]. За рахунок використання розчинника - дистильованої води та за відсутності необхідності додаткових реагентів визначення є простим у реалізації та відноситься до методів «зеленої безпеки». Одиначне дослідження триває 5-7 хвилин.

Кількість вимірювань для кожної проби $m=3-5$. Характеристикою похибки визначення електропровідності та коефіцієнта ідентифікації небезпеки виступає відносне середньоквадратичне відхилення S_r , розраховане при вірогідності $P=0,95$ за виразом (1):

$$S_r = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{(x_i - x_{mdl})^2}{m-1}}}{\bar{x}} \times 100\% \quad (1)$$

де x_i – одиничне значення досліджуваної величини (електропровідності (мкСм/см) або коефіцієнту ідентифікації небезпеки); x_{mdl} - середнє значення i -ї досліджуваної величини (електропровідності (мкСм/см) або коефіцієнту ідентифікації небезпеки); m - кількість одиничних визначень i для однієї проби, $m=3-5$.

Визначення електропровідності (та коефіцієнта ідентифікації небезпеки) можна також характеризувати відносною розширеною невизначеністю, яка визначається за виразом (2):

$$W_i = \frac{U_i}{\bar{X}_i} \times 100 \quad (2)$$

де U_i - розширена невизначеність; \bar{X}_i - середнє арифметичне значення досліджуваних величин (питомої електропровідності або коефіцієнта ідентифікації небезпеки).

Питома електропровідність (ε , См/см) являє собою величину, що зворотно пропорційна опору розчину [24] та визначається за виразом (3):

$$\varepsilon = \frac{l}{SR} \quad (3)$$

де l - відстань між електродами (см); S - площа електродів (см²); R - опір розчину (Ом).

Вона також пов'язана з сумарним солемістом (сухим залишком, мінералізацією розчину) C (мг/дм³) за співвідношенням:

$$\varepsilon = A \times C \quad (4)$$

де A – числовий коефіцієнт, що залежить від типу зразку води та знаходиться в межах $A = (0,55 \div 0,75)$.

Від так коефіцієнт ідентифікації небезпеки досліджуваної води в умовно санітарній зоні об'єкту малотоннажного хімічного виробництва визначається як відображення наступного виду:

$$K_{hd} = f_{hd}(\varepsilon) \quad (5)$$

Вигляд відображення у виразі (5) визначається експериментально за серією проб.

5. Результати експериментальної перевірки достовірності процедури ідентифікації факторів небезпеки

Прикладом використання процедури може виступати дослідження стану підземних та поверхневих вод в межах розташування потенційного джерела виникнення надзвичайної ситуації - малих газовидобувних свердловин, що законсервовані.

Для дослідження використовувались відібрані навесні 2019 р. проби підземної та поверхневої води на відстані до 1,5 км від газовидобувних свердловин. Для отриманих проб води виміряні питомі електропровідності [22] та розраховані коефіцієнти ідентифікації небезпеки K_{hid} [23]. Коефіцієнт ідентифікації небезпеки є характеристикою загального вмісту забруднюючих речовин, що знаходяться у досліджуваному водному розчині у певних співвідношеннях. Всі процедури з отримання розведених водних розчинів виконані з використанням дистильованої води. Для проведення вимірювань застосовувався портативний кондуктометр EZODO-7021 (Тайвань), з діапазонами вимірювань (0 - 2000 μS), (2,00 - 20,00 mS) та точністю визначення $\pm 2\%$.

Практичне застосування процедури дозволяє визначати величини питомої електропровідності, сформувані коефіцієнти ідентифікації небезпеки досліджуваних вод для умовно санітарної зони об'єкта малотоннажного хімічного виробництва, визначити потенційні шляхи розповсюдження забруднюючих хімічних речовин у воді в межах умовної санітарної зони об'єкту.

Так, на прикладі газовидобувних свердловин маємо наступне.

На рис. 1 наведені величини вимірних електропровідностей води у досліджуваних точках (проби 1, 2, 3 – підземна вода з глибини до 10 м, проби 4, 5, 6 – вода з поверхневого джерела, проба 7 - підземна вода з глибини до 70 м).

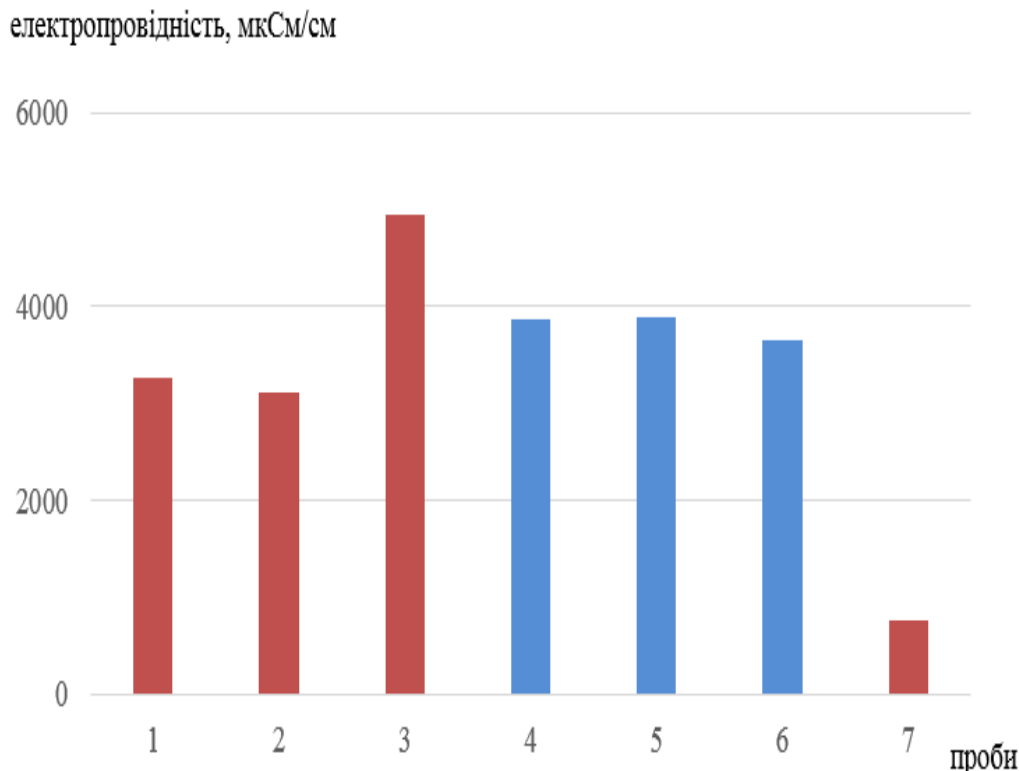


Рис. 1. Значення електропровідностей водних проб в умовно санітарній зоні об'єкту малотоннажного хімічного виробництва (мкСм/см): 1, 2, 3 – проби досліджуваної води, відібрані на глибині до 10 м; проби 4, 5, 6 – вода з поверхневого джерела; проба 7 - референтний зразок води, відібраної на глибині до 70 м

На рис. 2 наведені величини отриманих коефіцієнтів ідентифікації небезпеки (K_{hid}) води у досліджуваних точках (проби 1, 2, 3 – підземна вода з глибини до 10 м, проби 4, 5, 6 – вода з поверхневого джерела (річка), проба 7- підземна вода з глибини до 70 м). Представлені значення отримані з рівнянь виду $y = Cz \pm D$, при побудові залежностей «обернена електропровідність – ступінь розведення n » для досліджуваних проб, де коефіцієнт C при z і є тангенсом кута нахилу прямої, та, відповідно, числовим значенням коефіцієнту ідентифікації небезпеки.

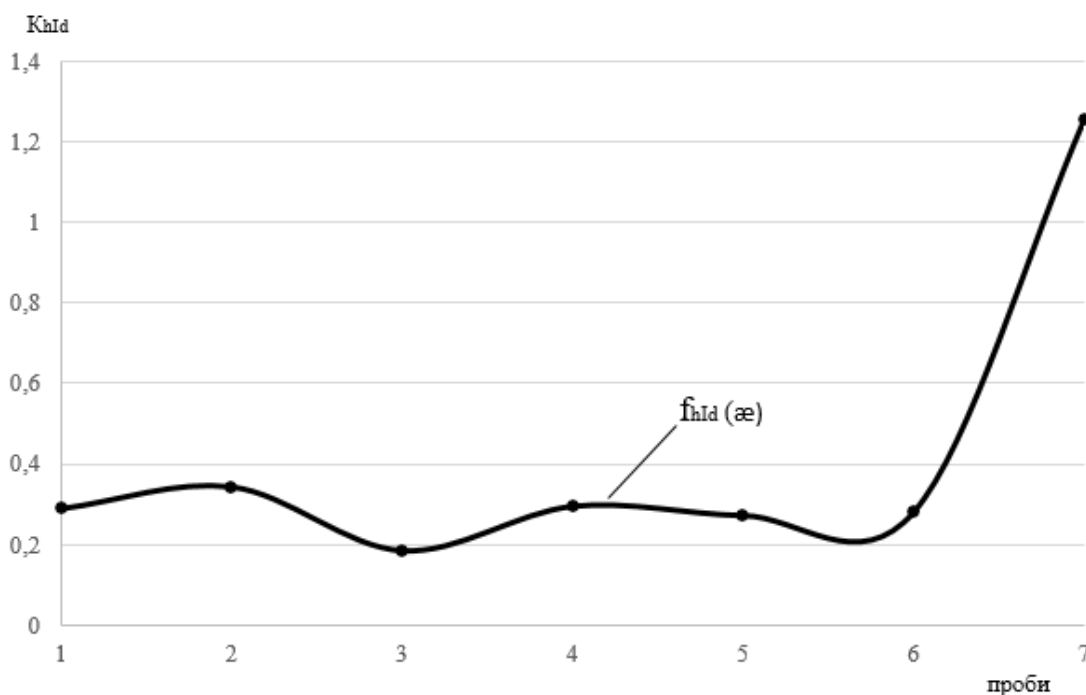


Рис. 2. Значення коефіцієнтів ідентифікації небезпеки водних проб в умовно санітарній зоні об'єкту малотоннажного хімічного виробництва: 1, 2, 3 – проби досліджуваної води, відібрані на глибині до 10 м; проби 4, 5, 6 – вода з поверхневого джерела; проба 7 - референтний зразок води, відібраної на глибині до 70 м

Приписане значення розширеної невизначеності для електропровідності та коефіцієнта ідентифікації небезпеки не перевищує 4 % для вод даної мінералізації [25], розраховане значення $S_r(\infty)$ для досліджуваних проб не перевищує 3 %.

Для проб води значення електропровідностей та коефіцієнтів ідентифікації небезпеки коливаються в діапазоні та 760 – 5000 мкСм/см та 0,18 – 1,30, відповідно. Похибка визначень не перевищує 3 %, розширена невизначеність - не більше 4 %.

6. Обговорення результатів розробки процедури ідентифікації факторів небезпеки

Аналіз отриманих результатів (рис. 1) показує, що стан досліджуваних водних об'єктів не є задовільним. Зокрема, безпосереднє вживання води усіх проб, окрім 7, є небезпечним для населення, оскільки сумарний солевміст, який, за умови відсутності осаду, як у досліджуваних пробах, можна розрахувати з формули (4), буде в 2–3 рази перевищувати нормативне значення сухого залишку. Значення електропровідності відрізняється в усіх досліджуваних пробах.

Відповідно до рис. 2 можна відзначити, що, оскільки коефіцієнт ідентифікації небезпеки характеризує певне постійне співвідношення хімічних речовин в досліджуваному розчині, то хімічний склад більш варіюється для усіх проб підземної води (проби 1, 2, 3, 7), та, в меншій ступені, для проб поверхневої води (проби 4, 5, 6). Хоча найбільша відмінність хімічного складу буде в усіх досліджуваних пробах порівняно з пробною водою, відібраною на глибині (проба 7). Можна також відмітити, що вода з джерела в пробі 1 подібна за коефіцієнтом ідентифікації небезпеки до пробі поверхневої 4, що дозволяє припустити подібність їх хімічного складу, оскільки за умов постійності хімічного складу проб коефіцієнти ідентифікації небезпеки повинні бути подібними. Відсутність тотожності K_{hld} між досліджуваними зразками вказує на різноплановість вмісту забруднюючих речовин в відібраних пробах.

Враховуючи історичні аспекти функціонування об'єкту малотоннажного хімічного виробництва та існування джерел підземної води (проби 1 - 3), а також результати досліджень, можна відзначити, що на досліджувані поверхневі та підземні води здійснено значний негативний вплив, який, в свою чергу, може спричинити розвиток надзвичайної ситуації об'єктового та місцевого рівня.

Значна відмінність між електропровідністю та коефіцієнтом ідентифікації небезпеки між пробю 7 та іншими пробами вказує на значну захищеність цього водоносного горизонту та відсутність небезпеки регіонального рівня.

Досвід практичного застосування запропонованої процедури показав, що вона є простою, не потребує фахових навичок, й може бути здійснена рядовими спеціалістами підрозділів ДСНС з подальшою локалізацією надзвичайної ситуації та ліквідацією її наслідків.

Аналіз отриманих результатів показав суттєву відмінність хімічного складу досліджуваних вод, які знаходяться в межах впливу потенційно небезпечного об'єкту хімічного виробництва. Вищезазначене вказує на можливість застосування запропонованої процедури ідентифікації факторів небезпеки на об'єкті малотоннажного хімічного виробництва для ідентифікації небезпеки в інтересах попередження надзвичайних ситуацій унаслідок накопичувального впливу технологічних аварій на даних об'єктах.

7. Висновки

1. Теоретично обґрунтовано процедуру ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті малотоннажного хімічного виробництва з застосуванням певного параметричного відображення f_{hid} , що складає наукову новизну даної роботи. Процедура базується на дослідженні серії проб води в умовно санітарній зоні об'єкту малотоннажного хімічного виробництва. Як вихідні параметри використано питомі електропровідності досліджуваних зразків води. Отримано залежність коефіцієнта ідентифікації небезпеки від електропровідності у вигляді певного відображення та визначено коефіцієнти ідентифікації небезпеки досліджуваних проб води.

2. Експериментально перевірено достовірність розробленої процедури ідентифікації факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті малотоннажного хімічного виробництва. Досліджено водні об'єкти, розташовані в умовно санітарній зоні об'єкта малотоннажного хімічного виробництва. Отримано значення електропровідностей проб води (760-5000 мкСм/см), та коефіцієнтів ідентифікації небезпеки (0,18-1,30). Встановлено, що всі досліджувані зразки води мають 2-3 кратне перевищення сольового складу порівняно з нормативними значеннями, що може спричинити потенційне виникнення надзвичайної ситуації. Вищевказане свідчить про можливість чітко визначати факт наявності факторів небезпеки процесу виникнення надзвичайної ситуації на об'єкті малотоннажного хімічного виробництва. В цілому, проведене експериментальне дослідження вказує на достовірність отриманих даних та можливість використання запропонованої процедури з метою ідентифікації небезпеки в інтересах попередження надзвичайних ситуацій. В подальшому пропонується застосування процедури в діяльності оперативно-рятувальних підрозділів цивільного захисту.

Література

1. Інформаційно – аналітична довідка про виникнення надзвичайних ситуацій в Україні у 2017 році. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/72899.html>

2. Minimum standards for protection, gender and inclusion in emergencies. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva, 2018. 116 p. URL: <https://media.ifrc.org/ifrc/wp-content/uploads/sites/5/2018/11/Minimum-standards-for-protection-gender-and-inclusion-in-emergencies-LR.pdf>
3. United Nations. International Decade for Natural Disaster Reduction IDNDR. Early Warning Programme Report on Early Warning for Technological Hazards. Peter Krejsa and Convener of International Working Group, Austrian research Centre Seibersdorf Austria. IDNDR Secretariat, Geneva October 1997. URL: <https://www.unisdr.org/2006/ppew/whats-ew/pdf/report-on-ew-for-technological-hazards.pdf>
4. Еколого-техногенні проблеми в Україні, що потребують першочергового реагування. Аналітична записка. Вересень 2011 р.
7. Про затвердження Положення про Оперативно-рятувальну службу цивільного захисту Державної служби України. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/577>
5. Кодекс цивільного захисту України за станом на 24 жовтня 2019 р. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>
6. Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод. Постанова Кабінету Міністрів України від 19.09.2018 № 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF>
7. Про затвердження Положення про Оперативно-рятувальну службу цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій: Наказ МВС від 03.07.2014 № 631. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0853-14>
8. Звіт про результати аудиту ефективності використання бюджетних коштів, виділених на забезпечення діяльності сил цивільного захисту: Рішення Рахункової палати від 13.09.2017 № 18-1. URL: http://www.ac-rada.gov.ua/doccatalog/document/16753615/zvit_18-1_2017.pdf?subportal=main
9. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/ Под ред. А.Д. Семенова. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 542 с.
10. Калугін В. Д., Тютюник В. В., Черногор Л. Ф., Шевченко Р. І. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки. Системи обробки інформації. 2013. № 9 (116). С. 204–216.
11. Pidgeon N., O'Leary M. Man-made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. Safety Science. V. 34 (1–3). 2000. P. 15-30. URL: [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00004-7)
12. An inquiry into. The Death of Ten Tannery Workers at the Common Effluent Treatment Plant in Ranipet Tamil Nadu on January 31, 2015. A Fact-finding Report by Cividep Ind. URL: <http://cividep.org/wp-content/uploads/2017/04/Ranipet-Tanneries-CETP-Mishap-Report-compressed.pdf>
13. The Cyanide Spill at Baia Mare, Romania. Before, during and after. UNEP/OCHA Report on the Cyanide Spill at Baia Mare, Romania. 2000. URL: http://documents.rec.org/publications/Cyanide_spill_June2000_EN.pdf
14. Case Summary: Third Party Settlement at Bunker Hill Site to Secure Wastewater Treatment and Remove a Barrier to New Mining Operations. URL: <https://www.epa.gov/enforcement/case-summary-third-party-settlement-bunker-hill-site-secure-wastewater-treatment-and>
15. Інформаційно-аналітична довідка про надзвичайні ситуації в Україні, що сталися впродовж 2015 року. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-zakvartal/44615.html>

16. Hazard identification report 2019 – Section D – Hazardous materials hazards. URL: <https://www.emergencymanagementontario.ca/english/emcommunity/ProvincialPrograms/HIRA/Report/SectionD.html#Chemical>

17. Директива СЕВЕЗО (SEVESO). URL: <http://pprdeast2.eu/ru/approximation-to-eu/seveso-directive>

18. Platikanov S., Baquero D., González S., Martín-Alonso J., Paraira M., Cortina J.L., Tauler R. Chemometric analysis for river water quality assessment at the intake of drinking water treatment plants. *Science of The Total Environment*. 2019. V. 667. P. 552-562.

19. Qu, J., Meng, X., Hu, Q., You, H. A novel two-stage evaluation system based on a Group-G1 approach to identify appropriate emergency treatment in sudden water source pollution accidents. *Environmental Science and Pollution Research*. 2016. V. 23 (3). P. 2789–2801.

20. Аніщенко Л. Я., Полозенцева В. О., Свєрдлов, Б. С. Комплексна оцінка впливів діючих водойм-накопичувачів на довкілля. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2019. Випуск 5/2019 (118). С. 65-74.

21. Vasyukov A., Loboichenko V., Bushtec S. Identification of bottled natural waters by using direct conductometry. *Ecology, Environment and Conservation*. 2016. V. 22 (3). P. 1171–1176.

22. Loboichenko V. M., Tishakova T. S., Vasyukov A. E. Application of direct coulometry for rapid assessment of water quality in Krasno-Oskol Reservoir (Kharkiv Region, Ukraine). *Der Pharma Chemica*. 2016. V. 8(19). P. 27-34. URL: <http://derpharmachemica.com/vol8-iss19/DPC-2016-8-19-27-34.pdf>

23. Loboichenko V., Strelec V. The natural waters and aqueous solutions express-identification as element of determination of possible emergency situation. *Water and Energy International*. 2018. V. 61/RNI. № 9. P. 43-51.

24. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 2. Методы химического анализа. Учеб. для вузов / Ю.А. Золотов, Е.Н. Дорохова, В.И. Фадеева и др. Под ред. Ю. А. Золотова. – 3-е изд., перераб. и доп., М: «Высшая школа», 2004. 503 с.

25. Loboichenko V., Andronov V., Strelec V. Evaluation of the metrological characteristics of natural and treated waters with stable salt composition identification method. *Indian Journal of Environmental Protection*. 2018. V. 38(9). P. 724–732.

*V. Loboichenko, PhD, Senior Researcher, Associate Professor of the Department
National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine*

DEVELOPMENT OF THE PROCEDURE OF IDENTIFICATION OF HAZARDOUS FACTORS AT LOW-TONNAGE CHEMICAL PRODUCTION OBJECTS

The emergency situations of a technogenic nature, including as a result of technological accidents at potentially dangerous facilities and associated with deterioration of water quality, are analyzed. The approaches to determining the state of waters under the influence of anthropogenic pollutants of different origin are investigated. A procedure is proposed of the identification of hazards of occurrence of the emergency process at low-tonnage chemical production objects. It was tested on the example of the study of water samples taken within the influence of a potentially dangerous object. Based on the results of experimental studies, specific electrical conductivities and coefficients of hazard identification of water samples in the conditionally sanitary zone of low-tonnage chemical production object were obtained. It was found that the values of these parameters fluctuate in the ranges of 760 - 5000 μS (electrical conductivity) and 0.18-1.30 (coefficient of hazard identification). The maximum value of the error in determining the conductivity and coefficient of hazard identification does not exceed 3 % with a probability of 0.95. An unsatisfactory condition of water sources was noted within the influence of the low-tonnage chemical production object. It has been shown that almost all the studied water samples have a 2-3-fold excess of salt content compared to standard values, which can cause an emergency at the object and local level. A significant difference is shown in the chemical composition of the studied

waters, which are within the influence of an investigated object. The data obtained indicate the possibility of applying the procedure for identifying the procedure of identification of hazardous factors of the emergency process at low-tonnage chemical production objects. The use of this procedure for hazard identification in the interests of preventing emergencies due to the cumulative effect of technological accidents at these objects is proposed.

Keywords: emergency, technological accident, low-tonnage chemical production object, water, coefficient of hazard identification, electrical conductivity

References

1. Informatsiyno – analitychna dovidka pro vynyknennya nadzvychnykh situatsiy v Ukraini u 2017 rotsi. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/72899.html>

2. Minimum standards for protection, gender and inclusion in emergencies. International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, Geneva, 2018. 116 p. URL: <https://media.ifrc.org/ifrc/wp-content/uploads/sites/5/2018/11/Minimum-standards-for-protection-gender-and-inclusion-in-emergencies-LR.pdf>

3. United Nations. International Decade for Natural Disaster. Reduction IDNDR. Early Warning Programme Report on Early Warning for Technological Hazards. Peter Krejsa and Convener of International Working Group, Austrian research Centre Seibersdorf Austria. IDNDR Secretariat, Geneva October 1997. URL: <https://www.unisdr.org/2006/ppew/whats-ew/pdf/report-on-ew-for-technological-hazards.pdf>

4. Ekoloho-tekhnohenni problemy v Ukraini, shcho potrebuyut' opershocherhovoho reahuvannya. Analitychna zapyska. Veresen'eresen'. URL: <http://www.niss.gov.ua/articles/577/>

5. Kodeks tsyvil'noho zakhystu Ukrainy za stanom na 24 zhovtnya 2019 r. Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy». VR Ukrainy. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>

6. Pro zatverdzhennya Poryadku zdiysnennya derzhavnoho monitorynhu vod. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 19.09.2018 № 758. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-%D0%BF>

7. Pro zatverdzhennya Polozhennya pro Operatyvno-ryatuval'nu sluzhbu tsyvil'noho zakhystu Derzhavnoyi sluzhby Ukrainy z nadzvychnykh situatsiy: Nakaz MVS vid 03.07.2014 № 631. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0853-14>

8. Zvit pro rezul'taty audytu efektyvnosti vykorystannya byudzhetykh koshtiv, vydilynykh na zabezpechennya diyal'nosti syl tsyvil'noho zakhystu: Rishennya Rakhunkovoyi palaty vid 13.09.2017 № 18-1. URL: http://www.ac-rada.gov.ua/doccatalog/document/16753615/zvit_18-1_2017.pdf?subportal=main

9. Semenov, A. D. (Eds). (1977). Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi. L. Gidrometeoizdat, 542.

10. Kalugin, V. D., Tiutiunik, V. V., Chernogor, L. F., Shevchenko, R. I. (2013). Development of scientific and technical basis for establishment of monitoring, prevention and liquidation of emergency situations of natural and man-made nature, and also ensuring of environmental of ecological security. Information processing systems, 9(116), 204–216.

11. Pidgeon, N., O'Leary, M. (2000). Man-made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. Safety Science. 34(1–3), 15-30, [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(00\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00004-7)

12. An inquiry into. The Death of Ten Tannery Workers at the Common Effluent Treatment Plant in Ranipet Tamil Nadu on January 31, 2015. A Fact-finding Report by Cividep Ind. URL: <http://cividep.org/wp-content/uploads/2017/04/Ranipet-Tanneries-CETP-Mishap-Report-compressed.pdf>

13. The Cyanide Spill at Baia Mare, Romania. Before, during and after. UNEP/OCHA Report on the Cyanide Spill at Baia Mare, Romania. 2000. URL: http://documents.rec.org/publications/Cyanide_spill_June2000_EN.pdf
14. Case Summary: Third Party Settlement at Bunker Hill Site to Secure Wastewater Treatment and Remove a Barrier to New Mining Operations. URL: <https://www.epa.gov/enforcement/case-summary-third-party-settlement-bunker-hill-site-secure-wastewater-treatment-and>
15. Informatsiyno-analitychna dovidka pro nadzvychny sytuatsiyi v Ukrayini, shcho stalysya vprodovzh 2015 roku. URL: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Dovidka-za-kvartal/44615.html>
16. Hazard identification report 2019 – Section D – Hazardous materials hazards. URL: <https://www.emergencymanagementontario.ca/english/emcommunity/ProvincialPrograms/HIRA/Report/SectionD.html#Chemical>
17. Dyrektyva SEVESO (SEVESO). URL: <http://pprdeast2.eu/ru/approximation-to-eu/seveso-directive>
18. Platikanov, S., Baquero, D., González, S., Martín-Alonso, J., Paraira, M., Cortina, J.L., Tauler, R. (2019). Chemometric analysis for river water quality assessment at the intake of drinking water treatment plants. *Science of The Total Environment*, 667, 552-562. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.423>
19. Qu, J., Meng, X., Hu, Q., You, H. (2016). A novel two-stage evaluation system based on a Group-G1 approach to identify appropriate emergency treatment in sudden water source pollution accidents. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(3), 2789–2801.
20. Anishchenko, L., Polozentseva, V., Sverdlov, B. (2019). The comprehensive evaluation environmental influence of acting accumulating reservoirs. *Scientific journal "Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University"*, 5/2019(118), 65-74.
21. Vasyukov, A., Loboichenko, V. and Bushtec, S. (2016). Identification of bottled natural waters by using direct conductometry. *Ecology, Environment and Conservation*, 22(3), 1171–1176.
22. Loboichenko, V. M., Tishakova, T. S., Vasyukov, A. E. (2016). Application of direct coulometry for rapid assessment of water quality in Krasno-Oskol Reservoir (Kharkiv Region, Ukraine). *Der Pharma Chemica*, 8(19), 27-34. URL: <http://derpharmachemica.com/vol8-iss19/DPC-2016-8-19-27-34.pdf>
23. Loboichenko, V., Strelec, V. (2018). The natural waters and aqueous solutions express-identification as element of determination of possible emergency situation. *Water and Energy International*, 61/RNI(9), 43–51.
24. *Osnovy analiticheskoy khimii. V 2 kn. Kn. 2. Metody khimicheskogo analiza. Ucheb. dlya vuzov / Yu. A. Zolotov, Ye. N. Dorokhova, V. I. Fadeyeva i dr. Pod red. Yu. A. Zolotova. - 3-ye izd., pererab. i dop. (2004). M: «Vysshaya shkola», 503.*
25. Loboichenko, V., Andronov, V., Strelec, V. (2018). Evaluation of the metrological characteristics of natural and treated waters with stable salt composition identification method. *Indian Journal of Environmental Protection*, 38(9), 724–732.

Надійшла до редколегії: 28.09.2019

Прийнята до друку: 09.10.2019