

О.М. Григоренко, к.т.н., доцент, НУЦЗУ,  
Ю.П. Ключка, д.т.н., с.н.с., нач. каф., НУЦЗУ,  
С.В. Гарбуз, викладач, НУЦЗУ

## КЛАСИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ З УРАХУВАННЯМ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ДИРЕКТИВИ СЕВЕЗО 3 НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Проведено порівняння кількості об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням імплементації директиви Севезо 3 на території України. Показано, що імплементація директиви дозволить зменшити кількість підприємств, що підпадають під контроль за загрозами небезпек до 15 % від кількості таких об'єктів на сьогодні. Проведено оцінку параметрів надзвичайних ситуацій (надлишковий тиск вибуху, інтенсивності теплового випромінювання) можливих на об'єктах з наявністю ємностей зі стиснутим природним газом, які не ідентифікуються як об'єкти підвищеної небезпеки згідно вимог Севезо 3.

**Ключові слова:** об'єкт підвищеної небезпеки, тиск вибуху, теплове випромінювання.

**Постановка проблеми.** Директивою Європейського Парламенту та Ради від 4 липня 2012 року 2012/18/ЄС про контроль значних аварій, пов'язаних з небезпечними речовинами, що вносить зміни та скасовує Директиву 96/82/ЄС встановлено правила запобігання великим аваріям, які пов'язані з небезпечними речовинами, а також встановлено вимоги щодо впровадження заходів стосовно обмеження впливу наслідків таких аварій на здоров'я людини і навколишнє природне середовище з метою послідовного підвищення рівня захисту населення і територій [1]. Запровадження європейських стандартів безпеки, що є однією з вимог інтеграції України в ЄС, можливе за умови реалізації концептуальних і методологічних інновацій та інституціональних перетворень [2]. Не дивлячись на те, що планом імплементації Директиви передбачено впровадження її вимог у термін до кінця 2017 року, проблемою являється наскільки «точно» українське законодавство щодо ідентифікації ОПН має відповідати європейському. Це в свою чергу вплине на кількість ОПН та вимоги до них.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основними нормативно-правовими актами, які регулюють правовідносини, аналогічні тим, які врегульовано у Директиві 2012/18/ЄС Європейського Парламенту і Ради від 4 липня 2012 р, є Кодекс цивільного захисту України, Закони України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» і «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності», постанова Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування об'єктів підвищеної небезпеки».

На сьогодні в Україні налічується близько 6 тис. об'єктів підвищеної небезпеки, що ідентифіковані відповідно до вимог постанови Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. № 956 «Про ідентифікацію та декларування об'єктів підвищеної небезпеки» та використовують у своїй діяльності небезпечні речовини [3]. Для порівняння наведемо дані про кількість промислових об'єктів, які підлягають декларуванню у деяких країнах Європейського Союзу (табл. 1) [4].

**Табл. 1. Кількість об'єктів, які підлягають декларуванню безпеки у деяких країнах ЄС та їх частка серед об'єктів промисловості**

Параметр	Країна-член ЄС										
	Бельгія	Данія	ФРН	Греція	Іспанія	Франція	Італія	Нідерланди	Фінляндія	Швеція	Велика Британія
Кількість об'єктів, які підлягають декларуванню безпеки	137	23	815	108	216	626	474	176	80	133	364
Частка, серед об'єктів промисловості, %	4	1	26	3	7	19	14	5	2	4	11

Аналіз даних наведених у табл. 1 та порівняння із кількістю ОПН на території України показує, що в країнах ЄС кількість об'єктів підвищеної небезпеки в десятки разів менше. Це пояснюється особливостями нормативно-правової бази, прийнятої в Україні для ідентифікації ОПН, якою передбачено визначення порогових мас небезпечних речовин з урахуванням відстаней до елементів селитебної території або промислових об'єктів.

Директивою Севезо 3 розширено перелік підприємств, об'єктів і видів діяльності, на які не поширюється її дія (військові підприємства; об'єкти видобувних галузей промисловості; транспортування небезпечних речовин, в тому числі по магістральних трубопроводах; морська розвідка і розробка корисних копалин, включаючи вуглеводні; зберігання газу на підводних морських майданчиках і майданчиках, на яких проводять розвідку і розробку корисних копалин; звалища відходів, включаючи підземне зберігання відходів тощо).

**Постановка завдання та його вирішення.** Метою роботи є аналіз доцільності зменшення порогових мас небезпечних речовин зі зменшення відстані до житлових будинків, об'єктів селитебної території, тощо.

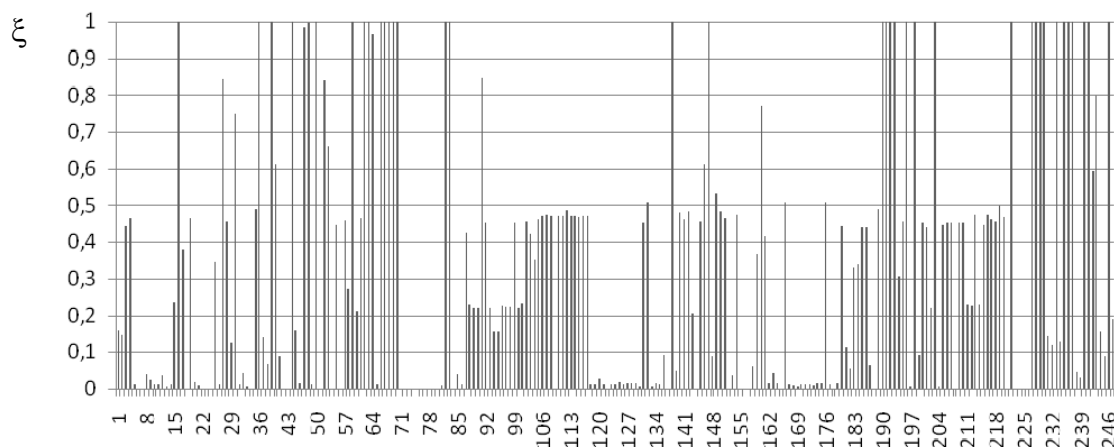
Прийняття порядку ідентифікації ОПН аналогічного директиві Севезо 3 дозволить різко зменшити кількість підприємств, що підпадають під контроль за загрозами небезпек, пов'язаних з небезпечними речовинами, і

вимоги до таких об'єктів. На рис. 1. наведені відносні маси небезпечних речовин при алгоритмі з Севезо 3 для Полтавської області.

Відносну масу небезпечних речовин розраховували за формулою

$$\xi = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_i}, \quad (1)$$

де  $q_i$  – сумарна маса небезпечної речовини, небезпечних речовин однієї категорії або групи, що знаходиться на об'єкті;  $Q_i$  – норматив порогової маси небезпечної речовини, небезпечних речовин однієї категорії або групи визначені відповідно до [1];  $n$  – кількість речовин на об'єкті. У випадку коли отримане значення буде дорівнювати або перевищувати 1, об'єкт ідентифікується як об'єкт підвищеної небезпеки першого або другого класу.



**Рис. 1. Відносна маса небезпечних речовин на ОПН**

Аналіз діаграми показує, що орієнтовно зі 247 ОПН, 36 (15 %) потенційно будуть відповідати ОПН згідно вимог Севезо 3. Більшість об'єктів, на яких відносна маса небезпечних речовин не перевищує 1, відносяться до автозаправних та автогазозаправних станцій.

Поряд з Севезо 3 в ЄС функціонує ризик-орієнтований підхід, визначені граничні значення індивідуального та соціального ризику, чого поки що немає в Україні. У зв'язку з цим Міжвідомчою робочою групою з імплементації директиви Севезо 3 передбачається запровадити три класи ОПН з ліквідацією потенційно небезпечних об'єктів, як класу, де 1-ий та 2-ий клас аналогічно класам директиви Севезо 3, а третій з врахуванням зміни порогових обернено пропорційно квадрату відстані [3]. Загальну схему змін класифікації та кількості ОПН та ПНО на території України (проект) можна представити в наступному вигляді (рис. 2).

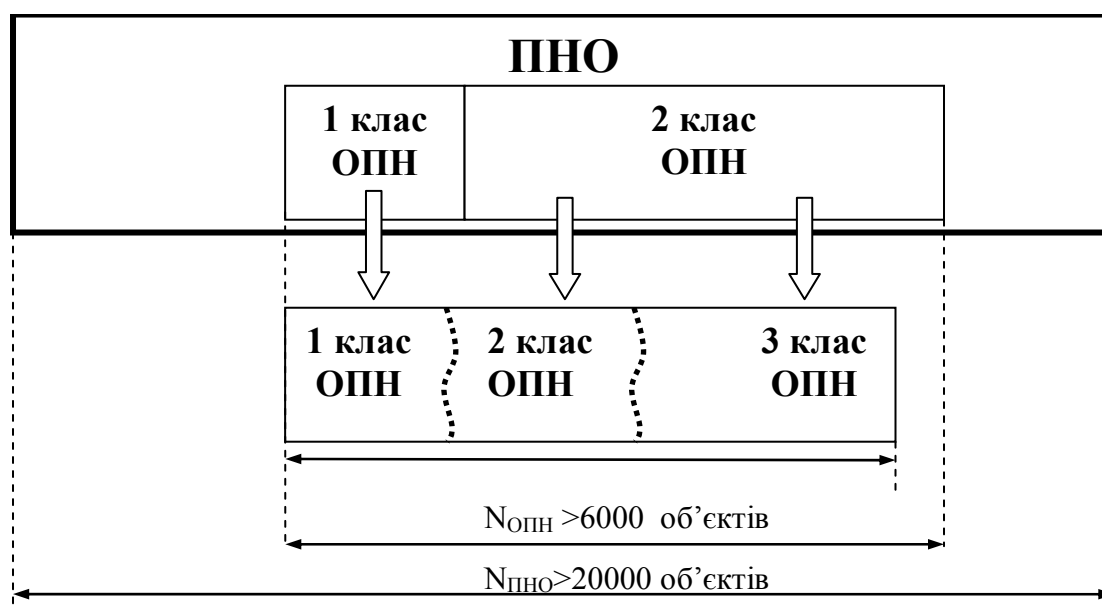


Рис. 2. Схема зміни класифікації та кількості ОПН та ПНО на території України (проект)

При цьому передбачається, що до третього класу будуть віднесені об'єкти які не належать до другого класу, мають більш ніж 2% порогових мас небезпечних речовин та один з наступних коефіцієнтів перевищує порогове значення

$$\xi = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{2i}^*} \quad (2)$$

або

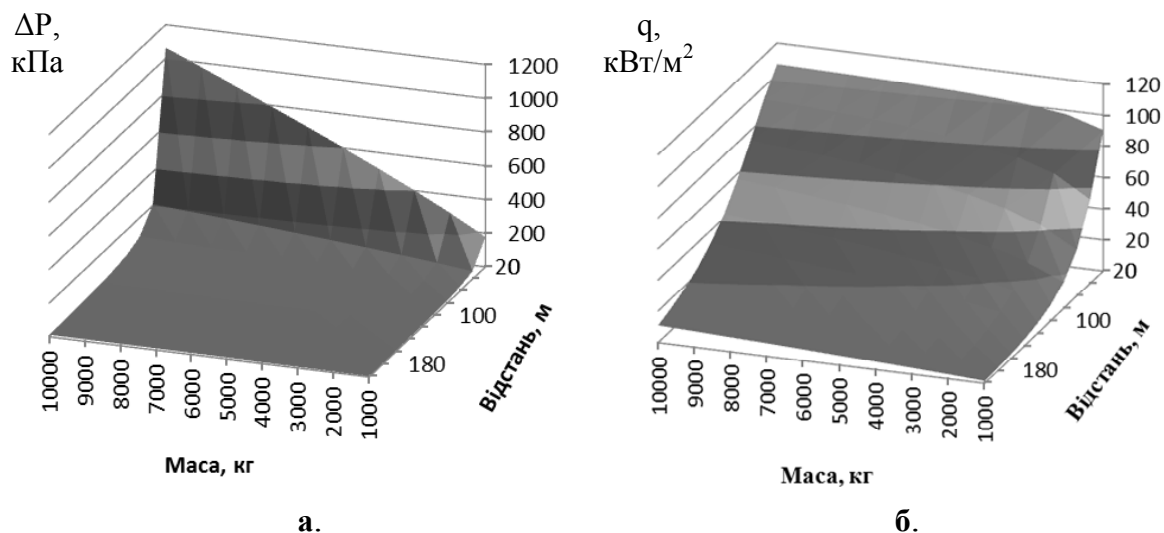
$$\xi^* = \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{Q_{2i}}, \quad (3)$$

де  $Q_{2i}^* = Q_{2i} \left( \frac{R}{R_{\Pi}} \right)^2$ ;  $R_{\Pi}$  – порогова відстань для відповідної групи речовин (500 або 1000 м [3]);  $R$  – відстань від об'єкта до житлових будівель, об'єктів селитебної території, тощо.

При застосуванні виразу (2) порівняння проводиться з 1 (одиницею), а при застосуванні (3) з  $\left( \frac{R}{R_{\Pi}} \right)^2$ .

Оскільки після імплементації Директиви 2012/18/ЄС, більшість об'єктів з наявністю ємностей зі стиснутим природним газом (СПГ) не будуть ідентифіковані як ОПН першого та другого класу, виникає необхідність оцінки параметрів надзвичайних ситуацій можливих на подібних об'єктах. При виникненні аварійних, нештатних ситуацій при экс-

платуації резервуарів зі СПГ найбільш небезпечними являються ситуації з формування «вогняної кулі» та вибухової ударної хвилі. Для кількісної оцінки параметрів надзвичайних ситуації використовували методику [5]. При цьому розраховували надлишковий тиск у разі згоряння газоповітряної суміші та інтенсивність теплового випромінювання в залежності від маси газу та відстані від осередку НС, які обирали виходячи від умов технологічного процесу та особливостей розташування конкретних об'єктів відносно елементів селитебної території або промислових об'єктів. Результати досліджень представлені на рис. 3.



**Рис. 3. Залежність параметрів надзвичайної ситуації від маси газу та відстані від осередку НС: а – надлишкового тиску вибуху; б – інтенсивності теплового випромінювання**

Аналіз залежності на рис. 3 а показує, що при вибуху метаноповітряної суміші при руйнуванні ємності зі СПГ на відстані до 20 м буде спостерігатися повне руйнування будівель не залежно від кількості метану на об'єкті. При кількості метану більше 4 т зона повних руйнувань становить більше 40 м. Зона середніх руйнувань матиме найбільший радіус від 90 до 200 м при кількості метану від 1 до 10 т відповідно. При цьому інтенсивність теплового випромінювання «вогняної кулі» (рис. 3 б) перевищує критичне значення 4 кВт/м<sup>2</sup> на відстані більше 140 м.

Для точної оцінки наслідків аварії використовується модель шкоди під час вибуху  $U(\Delta P) = \Phi(P_r)$ , де  $\Phi(z)$  – функція нормального розподілу [6]

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt, \quad (4)$$

що відповідає ймовірності настання даного виду наслідків. Функція нормального розподілу може бути виражена через функцію помилок

$$\Phi(z) = \frac{1 + \operatorname{erf}\left(\frac{z}{\sqrt{2}}\right)}{2}. \quad (5)$$

Функція помилок визначається як

$$\operatorname{erf}(z) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^z \exp(-t^2) dt. \quad (6)$$

Аргументом функції розподілу служить пробіт-функція виду

$$\operatorname{Pr}(V) = a + b \ln(V). \quad (7)$$

Параметри  $a$ ,  $b$  залежать від виду наступаючих наслідків,  $V$  – деякою функцією від інтенсивності випромінювання і часу експозиції, яке можна прийняти рівним часу існування «вогненної кулі». При ураженні людини тепловим випромінюванням (утворення опіку 1-го/2-го ступеня) пробіт-функція приймає вид

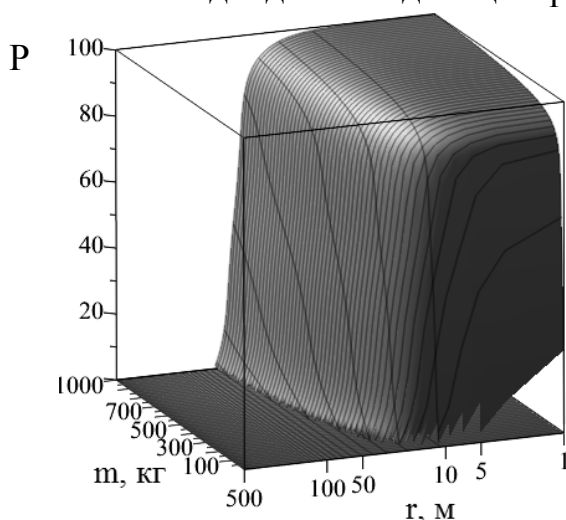
$$-12,8 + 2,56 \ln tq^{4/3}, \quad (8)$$

де  $t$  – час існування вогняної кулі,  $s$ ;  $q$  – інтенсивність теплового випромінювання,  $\text{kВт/м}^2$ .

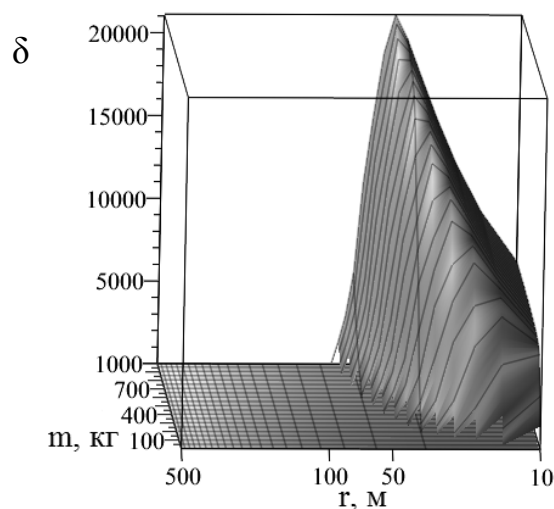
На рис. 4 наведена імовірність травмування людей (опіки 1 та 2 ступеню), а на рис. 5 залежність добутку імовірності травмування людей на рівновіддаленій відстані від епіцентру при рівномірному розподілу людей по площі навколо небезпечного об'єкта (опіки 1 та 2 ступеню)

$$\delta = 2\pi r \cdot P(r, m), \quad (9)$$

де  $P(r, m)$  – імовірність травмування людей (опіки 1 та 2 ступеню) в залежності від відстані від епіцентру та маси речовини.



**Рис. 4.** Імовірність травмування людей (опіки 1 та 2 ступеню) в залежності від відстані від епіцентру та маси речовини



**Рис. 5.** Залежність  $\delta$  від відстані від епіцентру та маси речовини

Аналіз рис. 4 та рис. 5 показує, що починаючи з відстані понад 100 метрів імовірність травмування від вогняної кулі, що може сформуватися, близька до 0.

Таким чином виникають сумніви щодо доцільності зниження порогових мас при ідентифікації для об'єктів які розташовані на відстані 200-500 метрів.

**Висновки.** В результаті проведеної роботи показано, що імплементація Директиви 2012/18/ЄС дозволить зменшити кількість підприємств, що підпадають під контроль за загрозами небезпек, пов'язаних з небезпечними речовинами до 15 % від кількості об'єктів підвищеної небезпеки ідентифікованих на сьогодні.

Разом з тим, оцінка параметрів надзвичайних ситуацій (надлишковий тиск вибуху, інтенсивності теплового випромінювання) можливих на об'єктах, які не ідентифікуються як об'єкти підвищеної небезпеки згідно вимог Севезо 3, говорить про певну небезпеку таких підприємств, що повинно бути відображено при впровадженні нормативних документів, гармонізованих з європейським законодавством.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Directive 2012/18/EU of the European Parliament and of the Council of 4 July 2012 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances, amending and subsequently repealing Council Directive 96/82/EC Text with EEA relevance (Eng) / Директива 2012/18/ЄС Европейського Парламенту і Ради від 4 липня 2012 о контроле крупных аварий, связанных с опасными веществами, изменяющая и впоследствии отменяющая Директиву 96/82/ЄС Совета ЕС (Rus) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://phase1.pprdeast2.eu/assets/files/Publications/SevesoIII\\_Directive\\_RUS.pdf](http://phase1.pprdeast2.eu/assets/files/Publications/SevesoIII_Directive_RUS.pdf).

2. Ключка Ю.П. Оцінка результатів надзвичайної ситуації з врахуванням ризик-орієнтованого підходу [Електронний ресурс] / Ю.П. Ключка, О.П. Михайлюк // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2016. – Вип. 24. – С. 72-76. – Режим доступу: <http://nuczu.edu.ua/sciencearchive/ProblemsOfEmergencies/vol24/klyuchka.pdf>.

3. Постанова Кабінету Міністрів України «Про ідентифікацію та декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки» від 11 липня 2002 року № 956: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/956-2002-%D0%BF>.

4. Предупреждение промышленных аварий на основе директив Севезо / Азаров Н.И., Давидюк О.В., Лисанов М.В. // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 12. – С. 42-47.

5. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: ДСТУ Б.В.1.1-

36:2016. – [Чинний від 2017–01–01]. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 31 с. – (Національний стандарт України).

6. Метод оценки индивидуального риска – Режим доступа: <http://fireman.ru/bd/npb/107/107-4.html>.

*Отримано редколегією 02.03.2017*

Ю.П. Ключка, А.Н. Григоренко, С.В. Гарбуз

**Классификация объектов повышенной опасности с учетом имплементации директивы Севезо 3 на территории Украины**

Проведено сравнение количества объектов повышенной опасности с учетом имплементации директивы Севезо 3 на территории Украины. Показано, что имплементация директивы позволит уменьшить количество предприятий, подпадающих под контроль по угрозам опасностей до 15% от количества таких объектов на сегодня. Проведена оценка параметров чрезвычайных ситуаций (избыточное давление взрыва, интенсивности теплового излучения) возможных на объектах с наличием емкостей со сжатым природным газом, не идентифицируемых как объекты повышенной опасности в соответствии с требованиями Севезо 3.

**Ключевые слова:** объект повышенной опасности, давление взрыва, тепловое излучение.

Yu. P. Kluchka, O.M. Hryhorenko, S.V. Garbuz

**Classification of object of increased danger, taking into account the implementation of the Seveso 3 directive in the territory of Ukraine**

A comparison of the number of high-risk facilities was carried out, taking into account the implementation of the Seveso 3 directive in the territory of Ukraine. It is shown that the implementation of the directive will reduce the number of enterprises subject to control over hazards to 15% of the number of such facilities for today. The parameters of emergency situations (excessive explosion pressure, intensity of thermal radiation) that are possible at facilities with the presence of containers with compressed natural gas are not assessed as objects of increased danger in accordance with the requirements of Seveso 3.

**Keywords:** object of increased danger, explosion pressure, thermal radiation.