

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ  
В РІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ**

Методичні вказівки  
до виконання індивідуальної роботи  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 183 (G2) «Технології захисту  
навколишнього середовища»

Київ 2025

УДК 504

I-62

Укладачі: О. А. Котовенко, канд. техн. наук, доцент;  
О. Ю. Мірошніченко, старш. викладач

Рецензент Л. О. Василенко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск Т. М. Ткаченко, д-р техн. наук, професор

*Затверджено на засіданні кафедри технологій захисту  
навколишнього середовища та охорони праці, протокол № від 27  
жовтня 2025 року*

В авторській редакції

**Інженерні** методи і технології у вирішенні екологічних проблем  
I-62 [електронний ресурс] : методичні вказівки до виконання індивідуальної  
роботи /уклад. : Котовенко О.А., Мірошніченко О.Ю. – Київ : КНУБА,  
2025. – 16 с.

Містять теоретичні відомості, які необхідні для виконання  
індивідуальної роботи, а також рекомендації щодо їх виконання

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня  
вищої освіти за спеціальністю 183 (G2) «Технології захисту  
навколишнього середовища».

## З М І С Т

Загальні положення.....	4
1. Визначення потенційної небезпеки промислового підприємства ....	5
1.1. Теоретичні відомості.....	5
1.2. Завдання .....	10
1.3. Порядок виконання роботи .....	10
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	11
<i>Додаток А</i> .....	12
<i>Додаток Б</i> .....	14

## **Загальні положення**

Метою індивідуальної роботи є одержання здобувачами практичних навичок з визначення потенційної небезпеки реального технічного об'єкта, що знаходиться в будь-якій області України.

Методичні вказівки включають в себе теоретичні відомості з курсу «Інженерні методи для вирішення екологічних проблем» необхідні для виконання індивідуальної роботи, завдання до її виконання та приклади документації обстеження обраного технічного об'єкта, яку необхідно заповнити в кожному конкретному випадку.

Ця робота виконується за допомогою системи програмних модулів CARD в автоматичному режимі. Також наведений приклад документу, який буде одержаний в результаті обробки системою CARD вхідних даних для обраного технічного об'єкта.

## 1. Визначення потенційної небезпеки промислового підприємства

*Мета роботи:* Оцінити потенційну небезпечність промислового об'єкту. За допомогою програми CARD розрахувати індекси небезпечності діяльності обраного промислового підприємства

### 1.1. Теоретичні відомості

У результаті будівництва і експлуатації інженерних та інших споруд, комплексів і технічних засобів, господарської діяльності людини відбувається їх взаємодія з природними об'єктами, такими як геологічні тіла, ґрунт, рослинний покрив, рельєф, водні джерела і атмосфера, фауна і соціум. Тобто відбувається зміна існуючої природної геосистеми і перетворення її у природно-технічну геосистему. Процес зміни природних комплексів під впливом виробничої діяльності людини, який полягає в трансформації біосфери, що викликається сукупністю геохімічних процесів, пов'язаних з технічною і технологічною діяльністю людини з вилучення з навколишнього середовища, концентрації та перегрупування цілої низки хімічних елементів, їх органічних і мінеральних сполук, називається техногенезом.

*Джерелами техногенезу у регіоні є всі потенційно-небезпечні підприємства, а також підприємства, діяльність яких може призвести до так званих "повзучих" катастроф.*

До "повзучих" екологічних катастроф призводить нормальна діяльність підприємства без аварій та інцидентів, коли відбувається накопичення негативних змін у навколишньому середовищі внаслідок постійного впливу небезпечних факторів, кожен з яких у даний момент не перевищує гранично допустимі норми.

Під катастрофою мають на увазі велику аварію, що виникає внаслідок господарської інженерно-технічної діяльності і завдає значної шкоди як населенню, так і навколишньому середовищу: людські жертви, каліцтва або погіршення стану здоров'я населення, забруднення природного середовища тощо. Як правило, до катастроф

відносять великі аварії, в яких загинули люди, завдано матеріального збитку або був збіг цих обставин.

*Аварія* – будь-яка незапланована ситуація, яка викликає або має змогу викликати нанесення шкоди здоров'ю людей, будівлям та навколишньому середовищу.

В останні десятиріччя двадцятого століття в усьому світі було побудовано значну кількість технічних споруд та агрегатів великої одиничної потужності в найбільш небезпечних галузях виробництва, до яких відносяться атомна енергетика, хімічна і нафтохімічна промисловість. Занепад економіки, неналежне обслуговування складних технологічних агрегатів, їх робота з порушенням стандартних (штатних) режимів — все це призводить до ймовірності збільшення кількості інцидентних техногенних катастроф.

Для зниження ймовірності виникнення таких катастроф особливу увагу необхідно приділити аналізуванню ризику виникнення передкризових і кризових ситуацій та зниження ризику виникнення аварій на потенційно небезпечних промислових об'єктах.

Приймаючи рішення щодо будівництва нових технологічних об'єктів, що можуть знизити екологічну безпеку території даного регіону, та враховуючи екологічний ризик будь-яких нових забудов особливу увагу потрібно приділяти оцінюванню ймовірності ризику виникнення передкризових ситуацій в регіоні.

Ризик виникнення екологічної катастрофи та інших надзвичайних ситуацій зумовлюється такими чинниками: існуванням джерел потенційної небезпеки; дією факторів ризику (речовин, енергії), які звільнюються цими джерелами; наявністю визначеного рівня факторів ризику (коли відомі порогові величини); часом впливу (експозицією) на людей і навколишнє середовище.

При оцінці комплексного ризику для населення від надзвичайних ситуацій як природного, так і техногенного походження, ризик можна визначити як математичне очікування втрат людей  $M[N]$  в межах деякої території, який визначають за формулою:

$$R = M[N] = P \int_{S_r} \int_{\Phi_{\max}}^{\Phi_{\min}} P(\Phi) \psi(x, y) f(x, y, \Phi) d\Phi, dx, dy,$$

де  $P$  – імовірність надзвичайної ситуації або аварії, в результаті якої виникає уражаючий фактор, що характеризується параметрами  $\Phi$  (наприклад, інтенсивність землетрусу, токсодоза, надмірний тиск на фронті хвилі тощо);  $S_r$  – область інтегрування (наприклад, територія міста);  $\Phi_{\min}, \Phi_{\max}$  – відповідно мінімальні та максимальні значення параметра уражаючого фактора;  $P(\Phi)$  – імовірність ураження людей залежно від параметра  $\Phi$ ;  $\psi(x, y)$  – густина населення у межах місцевості, що розглядається;  $f(x, y, \Phi)$  – щільність розподілу інтенсивності параметра  $\Phi$  у межах ділянки з координатами  $(x, y)$ .

До класу потенційно-небезпечних відносять такі виробництва, на яких реакційна потужність технологічних процесів за визначених умов може перевищувати допустиму потужність обладнання (установок або реакторів, де відбувається технологічний процес або апаратури, встановленої на них), у результаті чого відбуваються інциденти та аварії — пожежі, вибухи, забруднення навколишнього середовища. Аналогічно до фактора потужності виступають різноманітні параметри, значення яких суттєво відрізняються від аналогічних показників навколишнього середовища (високий або низький тиск, висока або низька температура проходження процесу), або від аналогічних безпечних показників (наприклад, показників шуму або вібрації).

Одним із методів оцінювання стану природно-технічної геосистеми та ризику виникнення небезпечних ситуацій на її території є метод визначення індексів небезпечності.

Визначення індексів небезпечності для технічних об'єктів дозволяє оцінити ризик виникнення незапланованого інциденту (аварії) на об'єкті залежно від таких факторів як індекс позагарантійної небезпечності працюючого обладнання, специфіка промислового майданчика, від внутрішніх (ендогенних) та зовнішніх (екзогенних) факторів, що впливають на джерело небезпечності, а також від впливу самого об'єкта на геологічне середовище. Крім того, індекс потенційної небезпечності враховує унітарний індекс потенційних збитків, який визначає серйозність можливих наслідків незапланованих інцидентів. Основою оцінки потенційних збитків є граничні норми збереження небезпечних речовин або сполук і

максимальні кількості небезпечних речовин, які можуть бути на підприємстві.

Тобто, для оцінювання ризику виникнення передкризових і кризових ситуацій, пов'язаних з діяльністю потенційно-небезпечних об'єктів, потрібно виконати такі процедури: виявлення небезпеки, тобто встановлення джерел і факторів ризику, а також зон та об'єктів їх потенційного впливу, основні форми такого впливу.

Спочатку визначають перелік підприємств або технологій, що використовують енергонапружене обладнання, високі тиски та температури, агресивні і токсичні компоненти, або такі, що випускають потенційно небезпечну продукцію (наприклад хімічні речовини, пестициди).

Потім визначають фактори ризику, які впливають на організм людини і навколишнє середовище при регламентній експлуатації інженерного об'єкта, а також ті, що вивільняються при залпових викидах і аваріях:

1. Виявлення об'єктів і зон потенційного негативного впливу.
2. Визначення виду впливу факторів ризику на об'єкти і ступінь його небезпечності, наприклад, ступінь токсичності хімічної речовини.
3. Оцінювання реального впливу фактора ризику на людину і навколишнє середовище. На цьому етапі визначають масштаби (рівня) впливу, його частоти і тривалості.
4. Розрахунок індексів ризику та індексів потенційних збитків джерела потенційної небезпечності. Визначення індексу потенційної небезпеки для одного джерела небезпечності.
5. Визначення максимального індексу потенційної небезпечності з ряду індексів, розрахованих для окремого джерела небезпечності.
6. Оцінювання загального техногенного стану регіону з розрахунком індексу техногенного навантаження на регіон.
7. Повна (сукупна) характеристика ризику з використанням кількісних і якісних параметрів, які встановлені на попередніх етапах, відповідно до кожного фактора ризику.

Першим етапом стосовно зниження можливості виникнення аварійних ситуацій на потенційно небезпечних об'єктах дослідження є аналіз небезпечних ситуацій та їх взаємозв'язків на технологічних об'єктах. В основі цього аналізу лежить теорія ризику.

Поняття ризику передбачає ймовірність небезпечної ситуації, в тому числі аварій і їх наслідків, тобто потенційну, а не реальну ситуацію.

Аналіз ризику – це науковий метод зіставлення небезпечностей, розроблення стратегій безпечного розвитку суспільства.

Предмет теорії ризику – аналіз безпеки та управління ризиком.

Основні поняття теорії ризику — це:

*Ризик* – сполучення наслідків та можливостей їх виникнення (появи). Ризик також кількісно можна визначити як імовірність несприятливого прояву події (аварії катастрофи і т. ін.), помножену на очікуваний збиток у результаті цієї події:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i Z_i,$$

де  $n$  – кількість несприятливих подій

*Аналіз небезпек* – ідентифікація окремих небезпек системи, визначення механізмів, за допомогою яких вони можуть викликати небажані події, оцінки результатів цих подій.

*Небезпека* – внутрішня властивість речовини, джерела енергії або ситуації, яка має здатність викликати небажані наслідки.

*Наслідки* – результат конкретної події.

*Подія* – результат безпеки аварія, сама аварія або передумова до аварії.

*Передумови до аварії* – будь-яка небажана подія, яка призводить до аварії, передситуація.

*Небезпечна установка (об'єкт)* – це стаціонарний майданчик, що розташований окремо, на якому виробляють, перероблюють, зберігають, використовують або видаляють небезпечні речовини у такій формі та кількості, що існує ризик аварії, яка пов'язана з цими речовинами, що можуть призвести до тяжких збитків для навколишнього середовища.

*Велика аварія (крупна)* – будь-яка незапланована, неочікувана подія, яка викликає або може викликати нанесення збитків здоров'ю людей, економіці та навколишньому середовищу.

*Управління ризиком* – це аналіз найбільш ризикової ситуації, розроблення і обґрунтування управлінського рішення, як правило, у формі нормативного акту, спрямованого на мінімізацію ризику, пошук шляхів скорочення ризику.

*Безпека* – ситуація без недопустимих ризиків: захист здоров'я персоналу та навколишнього населення, безпека навколишнього середовища.

## **1.2. Завдання**

Застосовуючи пакет програмних модулів CARD визначити рівень небезпечності діяльності обраного промислового підприємства як джерела потенційної небезпеки.

## **1.3. Порядок виконання роботи**

1. Вибір технологічного об'єкту, що підлягає аналізу на потенційну небезпеку.
2. Обране підприємство аналізується відповідно до його місцезнаходження та технологічних особливостей.
3. Заповнюється «Повірочний лист» відповідно до документу, який представлений в додатку А.
4. Для визначення рівня небезпеки обраного об'єкта застосовується пакет програмних модулів CARD:
  - 4.1. Внесення даних для обраного об'єкту відповідно до заповненого «Повірочного листа».
  - 4.2. Одержання результатів роботи програми: результатом роботи програмного модуля є документ, в якому вказані показники небезпечності автономного об'єкта (приклад - див. додаток Б)
5. Одержані результати підлягають аналізу і робляться висновки про належність обраного об'єкта до певного рівня небезпечності.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Волошкіна О.С.* Інженерні методи і технології в рішенні екологічних проблем : навч. посібник /О.С. Волошкіна, О.А. Котовенко, О.М. Мандрик, О.Ю. Мірошніченко. – Київ : КНУБА, 2016 – 102 с.

2. *Заграй Я.М.* Інженерні методи і технології в рішенні екологічних проблем Частина 1. Попередження екологічних катастроф: конспект лекцій /Я.М. Заграй, О.А. Котовенко, О.Ю. Мірошніченко. – Київ: КНУБА, 2010. – 28 с.

3. *Заграй Я.М.* Інженерні методи і технології в рішенні екологічних проблем. – Частина 2. Інформаційні технології у вирішенні екологічних проблем : конспект лекцій /Я.М. Заграй, О.А. Котовенко, О.Ю. Мірошніченко. – Київ: КНУБА, 2011. – 28 с.

4. *Биченок М.М.* Ризики життєдіяльності у природно-техногенному середовищі /М. М. Биченок, С. П. Іванюта, Є. О.Яковлев. – Київ: Інститут проблем нац. безпеки, 2008. – 160 с.

**ПОВІРОЧНИЙ ЛИСТОК ДЖЕРЕЛА НЕБЕЗПЕКИ**

Найменування об'єкта.....

Дата інспекції .....

Найменування автономного  
підрозділу.....Найменування  
підприємства.....Найменування міністерства  
(відомства).....

Адрес (місце) розташування об'єкта.....

Час вводу об'єкту в експлуатацію.....

Дата встановлення останнього гарантійного строку.....

Термін останнього гарантійного строку.....

Тип інспектуемого обладнання.....

Небезпечна речовина (суміш)..... Кількість.....

Відстань до найближчих однотипових  
(за речовиною) джерел небезпеки.....Кіл-сть однотипових локально розташованих  
джерел небезпеки.....Загальна кіл-сть однотипової небезпечної речовини,  
що в них зберігається.....

Відстань до найближчих джерел небезпеки іншого типу.....

Назва речовини (суміші), що в них зберігається.....

Загальна кількість речовини (суміші),  
що в них зберігається.....

Можливі екстремальні значення технологічних параметрів об'єкта

Тиск	Температура	Вібрація	Концентрація	Навантаження	Кваліфікація персоналу

Характеристика майданчика об'єкта і обладнання:

Об'єкт розташований:

На відкритому повітрі			
У приміщенні		Вказати поверх	

Об'єкт встановлений

На рівні підлоги (грунта)			
На основі (фундаменті)		Вказати висоту основи	
Підвішений		Вказати висоту підвіски	
Заглиблений у ґрунт		Вказати рівень	

Стан обладнання

задовільний		Встановлюваний строк гарантії	
незадовільний			

Максимальний лінійний розмір джерела небезпечності.....

Відстань до найближчого будівельного майданчика (до 30 м).....

Відстань до найближчих транспортних шляхів (вузлів):

аеропорт.....

залізниця.....

автодорога.....

продуктопроводи з П.М.М..... Діаметр.....

підземні водогони.....

ЛЕП..... Напруга.....

Підйомні крани.....

Наявність техногенних пустот під фундаментом.....На відстані.....

Прізвище, посади .....

і підписи інспектуючих .....

**Показники безпеки автономного об'єкта**

Дата розрахунку: 19.09.25

Найменування автономного об'єкта: Агрегат синтезу аміаку

Реквізити підприємства:

А) найменування підприємства: Одеський припортовий завод

Б) найменування автономного підрозділу: Цех з виробництва аміаку

В) міністерство: Мінпромполітики України

Г) місце розташування:

- Область — Одеська
- Район (місто обласного підпорядкування) — Одеса
- Населений пункт — Місто Южное

Час вводу об'єкту в експлуатацію: 28.12.1981

Дата встановлення останнього гарантійного строку: 12.2022

Термін останнього гарантійного строку: 12 місяців

Найменування (категорія) небезпечної речовини	Кількість на об'єкті (т)	Порогова кількість (т)
Аміак	800	500

Враховані при розрахунку ендегенні фактори	Значення фактора
Кваліфікація персоналу	Висока
Тиск	300
Температура	500
Навантаження	30

Враховані при розрахунку екзогенні фактори:

- Землетруси
- Автодорога
- Зсуви
- Продуктопрові
- Карст
- Ліс
- Опали
- Вітер
- Зовнішня температура

## Характеристика безпечності об'єкта

Найменування показників	Значення показників
Індекс ризику виникнення аварії	368,89
Індекс потенційної шкоди	1,6
Індекс абсолютної шкоди	590,225
Індекс регіональної небезпеки	5607,13

Категорії небезпечності — особливо небезпечний

Рівень контролю — державний

Навчально-методичне видання

# **ІНЖЕНЕРНІ МЕТОДИ І ТЕХНОЛОГІЇ В РІШЕННІ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ**

Методичні вказівки  
до виконання індивідуальної роботи  
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 183 (G2) «Технології захисту  
навколишнього середовища»

Укладачі: КОТОВЕНКО Олена Андріївна;  
МІРОШНИЧЕНКО Олена Юріївна

Комп'ютерне верстання *А. П. Селівестрової*

Ум. друк. арк.0,93. Обл.-вид. арк. 1,0  
Електронний документ. Вид № 137/V-25

Виконавець і виготовлювач

Київський національний університет будівництва і архітектури  
Проспект Повітряних Сил, 31, Київ, Україна, 03037

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів  
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.