

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ

**Одеський державний екологічний університет**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**по організації самостійної роботи студентів**

**при вивченні навчальної дисципліни**

**“Екологічна безпека”**

**для студентів IV курсу спеціальності**

**“Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване  
природокористування”**

Одеса – 2012

Методичні вказівки по організації самостійної роботи студентів при вивченні навчальної дисципліни “Екологічна безпека” для студентів заочної форми навчання / Кузьміна В.А., – Одеса: ОДЕКУ, 2012. - 27 с.

## ЗМІСТ

1. Загальна частина	4
2. Організація самостійної роботи студентів по вивченню теоретичного матеріалу	7
3. Завдання для виконання контрольної роботи	13
3.1. Загальні поради до виконання контрольної роботи	
3.2. Розрахункова частина контрольної роботи за темою: «Вплив токсичних забруднювачів повітря на організм людини, визначення величини ризику та скорочення тривалості життя»	15
3.3. Приклад розрахунку	22
3.4. Завдання для контрольної роботи	23
4. Організація поточного та підсумкового контролю знань	26

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Навчальна дисципліна "Екологічна безпека" належить до нормативних дисциплін та циклу професійних та практичних дисциплін, викладається для підготовки бакалаврів за напрямом 6.104106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування».

*Метою* вивчення курсу є: формування у студентів знань основних принципів екологічної безпеки, знань щодо шляхів та методів вирішення проблем запобігання аваріям, аварійним ситуаціям, катастрофам стихійного або техногенного походження.

Знання основ екологічної безпеки має важливе значення для майбутнього еколога.

*Задачами* навчального курсу слід визначити такі:

1. Формування знань про основні види, джерела та фактори забруднення природного середовища при аварійних ситуаціях.

2. Оволодіння практичними навичками оцінки можливих впливів на стан здоров'я визначення масштабів катастрофи, ступеня їх небезпеки оцінки; можливих впливів на стан здоров'я людини, ґрунти, підземні води, атмосферу та водні об'єкти.

Підвищення рівня безпеки є однією з важливіших екологічних проблем, вирішення якої потребує великої уваги і зусиль, як на місцевому так і на регіональному і загальнодержавному рівнях. Ця проблема вирішується різними шляхами, до яких належать організаційні, науково-технічні, діяльність контролюючих органів, використання засобів масової інформації, виховні роботи з молоддю, населенням, персоналом підприємств і т. п.

Студенти, що навчаються за напрямом підготовки "Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування" повинні добре *знати* основні принципи екологічної безпеки територій та акваторій, класифікацію надзвичайних ситуацій, передумови сучасних НС та майбутніх, їхній характер.

Студенти також повинні *вміти* розраховувати ризик різних видів небезпек, скорочення тривалості життя у разі забруднення навколишнього середовища, аналізувати розвиток деяких небезпек і розробляти плани захисту населення.

Контроль поточних знань: виконання міжсесійної контрольної роботи, опитування на лекційних заняттях. Контроль залишкових знань – залік.

Для засвоєння дисципліни “Екологічна безпека” студенти повинні володіти такими основними поняттями з курсу “Основи загальної екології”:

- чинники та види забруднення довкілля;
- основні глобальні екологічні проблеми;
- основні джерела забруднення атмосфери, гідросфери та педосфери;
- основні джерела природного і штучного радіоактивного забруднення довкілля.

З курсу “Моделювання та прогнозування стану довкілля” студенти повинні засвоїти такі поняття:

- критерії санітарно-гігієнічної оцінки стану атмосферного повітря, води, ґрунтів (ГДК, ВДК, ЛК, ОБУВ та ін.);
- формування зон забруднення та впливу.
- З курсу “Оцінка техногенного впливу на ґрунти та підземні води” студенти повинні засвоїти такі поняття:
  - захищеність ґрунтових та підземних вод;
  - етапи забруднення ґрунтів та підземних вод;

#### Список рекомендованої літератури

##### Основна література

1. Конспект лекцій з дисципліни „Екологічна безпека” для студентів IV курсу денної форми навчання за напрямом підготовки „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” / Кузьмина В.А. – Одеса, 2012 р. – 150 с.

2. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни „Екологічна безпека” для студентів IV курсу денної форми навчання за напрямом підготовки „Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування” /Укладачі: Цикало А.Л., Кузьмина В.А. – Одеса, ОГМІ, 2000 . – 20 с.

3. Боков В.А., Лущик А.В. Основы экологической безопасности: Учебное пособие. – Симферополь: СОНАТ, 1998. – 224 с.

4. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні. - К.: 2004. – 435 с.

##### Додаткова література

1. Шмандій В.М., Некос В.Ю. Екологічна безпека. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2008. – 436 с.

2.Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. – К.: Знання, 2007. – 332 с.

3.Ястребов Г.С. Безопасность жизнедеятельности и медицина катастроф. – Ростов.: Феникс, 2002. - 416 с.

4. Меньшиков В.В. Безопасность жизнедеятельности и экологичность технических систем . – М.: МГУ, 2003. – 265 с.

## ***Перелік тем лекційного курсу***

### Тема 1 *Загальні положення дисципліни*

- 1.1. Предмет і задачі курсу
- 1.2. Екологічна безпека та стійкий розвиток людства
- 1.3. Основні поняття і визначення

На аудиторні (лекційні) заняття – 1 година.

### Тема 2 *Класифікація надзвичайних ситуацій.*

На аудиторні (лекційні) заняття – 1 година.

### Тема 3. *Важливіші фактори аварій та катастроф в Україні, країнах ближнього і дальнього зарубіжжя.*

- 3.1. Важливіші фактори аварій та катастроф в Україні.
- 3.2. Важливіші фактори аварій та катастроф в країнах ближнього зарубіжжя
- 3.3. Важливіші фактори аварій та катастроф в Україні, країнах дальнього зарубіжжя

На аудиторні (лекційні) заняття – 1 година.

### Тема 4 *Характерні особливості сучасних і майбутніх НС, А і К*

- 4.1. Характерні особливості сучасних НС, А і К
- 4.2. Характерні особливості майбутніх НС, А і К
- 4.3. Особливо уразливі території, акваторії, об'єкти

На аудиторні (лекційні) заняття – 1 година.

### Тема 5 *Основні методи якісної і кількісної оцінки рівня промислової та екологічної безпеки*

- 5.1. Методичні підходи до оцінки ризику
- 5.2. Метод гранично допустимих величин (ГДВ)
- 5.3. Метод факторів ризику
- 5.4. Критерій Ешбі
- 5.5. Концепції виміру вартості людського життя
- 5.6. Залежності типу «доза-ефект» і її використання при кількісній оцінці ризику
- 5.7. Основні методи кількісної оцінки рівнів ризику НС, А і К на екологічно напружених і потенційно небезпечних підприємствах і об'єктах (правило Фармера, «дерево відмов»)

На аудиторні (лекційні) заняття – 2 години.

### Тема 6 *Основні види розрахунків, процесів, пов'язаних з НС, А і К*

На аудиторні (лекційні) заняття – 0,5 години.

### Тема 7 *Методи зберігання та транспортування небезпечних речовин при низьких температурах у зрідженому стані*

- 7.1. Зберігання та транспортування небезпечних речовин при високому тиску.

7.2 Зберігання та транспортування небезпечних речовин при низьких температурах у зрідженому стані

На аудиторні (лекційні) заняття – 0,5 години.

Тема 8 Організаційні принципи національної системи екологічної безпеки

На аудиторні (лекційні) заняття – 0,5 години.

Тема 9 Організація служби медицини катастрофи.

На аудиторні (лекційні) заняття – 0,5 години.

### ***Перелік тем практичних занять:***

Студент повинен готуватись до практичних занять та виконувати розрахункові роботи за методичними вказівками [2].

Тема 1-3 Визначення величини ризику, який виникає в процесі виробництва та мешкання в означеному середовищі [2, с. 5-8].

На аудиторні (практичні) заняття -1 година.

Тема 4 Визначення величини ризику скорочення життя від впливу радіаційного забруднення [2, с. 9 -10].

На аудиторні (практичні) заняття - 0,5 години.

Тема 5-8 Визначення величини ризику захворювання професійною вібраційною хворобою[2, с. 11-14].

На аудиторні (практичні) заняття - 1 година.

Тема 9 Оцінка ризику з метою визначення шляхів для зниження негативного екологічного впливу водного транспорту [2, с. 26-30]

На аудиторні (практичні) заняття – 0,5 години.

Визначення рівня ризику скорочення тривалості життя під впливом забруднювачів атмосферного повітря [2, с. 31-40]

На аудиторні (практичні) заняття – 1 година.

## **2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПО ВИВЧЕННЮ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ**

При вивченні теми 1 “**Загальні положення дисципліни**” студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 7-20]; особливу увагу треба звернути на предмет і задачі курсу, зв'язок екологічної безпеки з поняттям «стійкий розвиток людства» та основні поняття: ризик та небезпека і визначення понять курсу. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [1-3].

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 3 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 1*

1. З чим пов'язана важливість питання безпеки людей?
2. Що таке «екологічна безпека» в широкому та вузькому розумінні?
3. Що включає в себе аналіз ризику?
4. В чому різниця допустимого і прийняттого ризику?
5. Керування ризиком як процес.
6. Види ризику у відповідності до їх реалізації.
7. Що таке «небезпека» ?
8. Як реалізуються небезпеки в залежності від факторів та масштабу?
9. Як система моніторингу сприяє екологічній безпеці?
10. Якими способами здійснюється оцінка ступеня ризику?

При вивченні теми 2 “ **Класифікація надзвичайних ситуацій** ” студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 21-35]; особливу увагу треба звернути на принципи класифікації небезпек та державний класифікатор НС. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [1,2,4]. Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 3 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 2*

1. Які небезпеки, що виникли внаслідок дії природних чинників, явищ, процесів?
2. Які небезпеки, що формується внаслідок будь-якого впливу, пов'язаного з технічними засобами і технологічною діяльністю?
3. Основні сейсмоактивні райони України?
4. Для яких областей характерним літогенним процесом є підтоплення?
5. Класифікація надзвичайних ситуацій.
6. Які різновиди НС природного характеру?
7. Які різновиди НС техногенного характеру?
8. Які різновиди НС соціально-політичного характеру?
9. Навести приклади НС військового характеру.
10. Які принципи класифікації НС?

При вивченні теми 3 “ **Важливіші фактори аварій та катастроф в Україні, країнах ближнього і дальнього зарубіжжя** ” студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 36-39]; особливу увагу треба звернути на причини виникнення НС на сучасному етапі. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [4].

Розподіл самостійної роботи по годинам:



- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 3 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 3*

1. Яким чином промислові підприємства впливають на імовірність НС?
2. Чому серед причин виникнення НС називають ступінь забруднення навколишнього середовища?
3. Як прояви тероризму впливають на виникнення НС?
4. Які основні проблеми забезпечення пожежо-вибухонебезпеки?
5. Які причини виникнення НС на промислових підприємствах?
6. Які природні явища є причинами виникнення НС на промислових підприємствах?
7. Чому забруднення природного середовища СО<sub>2</sub> є фактором виникнення НС?
8. Які фактори аварій та катастроф в Україні ?
9. Які фактори аварій та катастроф в країнах ближнього зарубіжжя?
10. Які фактори аварій і катастроф в країнах дальнього зарубіжжя?

При вивченні теми 4 **“Характерні особливості сучасних і майбутніх надзвичайних ситуацій , аварій та катастроф”** студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 40-45]; особливу увагу треба звернути на особливості майбутніх НС. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [\[1\]](#)

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 3 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 4*

1. В чому полягають особливості сучасних НС?
2. Які механізми небезпек можливі?
3. Які аспекти можуть мати сучасні НС?
4. Які етапи складних НС?
5. В чому виражається уразливість мегаполісів і крупних міст?
6. З якою метою проводиться «планування» НС, що передбачається?
7. Яка роль державних органів протидії НС?
8. Яка роль громадських організацій протидії НС?
9. Яка роль ЗМІ у протидії НС?
10. Які характерні особливості очікуваних НС, А і К у майбутньому?
11. Які особливо уразливі території, акваторії, об'єкти?

При вивченні теми 5 **“Основні методи якісної і кількісної оцінки рівня промислової та екологічної безпеки ”** студенти повинні знати матеріал

конспекту лекцій [1, с. 46-89]; особливу увагу треба звернути на методичні підходи до оцінки ризику, критерій Ешбі, концепції виміру вартості людського життя, залежності типу «доза-ефект» і її використання при кількісній оцінці ризику, основні методи кількісної оцінки рівнів ризику НС, А і К на екологічно напружених і потенційно небезпечних підприємствах і об'єктах (правило Фармера, «дерево відмов»). Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [4].

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 4 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 3 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 5*

1. Що таке виробниче середовище?
2. Які форми поведінки людини в аварійних ситуаціях?
3. Яка різниця між техногенною та екологічною безпекою?
4. Які підходи до оцінки ризику?
5. Як виразити ризик через фактори (параметри) ?
6. Як розраховується потенціал екологічного ризику?
7. Як розраховується ризик в рамках зв'язку «доза-ефект» ?
8. Які достоїнства та недоліки метода гранично допустимих величин?
9. Що таке зона екологічного лиха?
10. Що таке зона екологічної небезпеки?
11. Що таке зона екологічної кризи?
12. Які достоїнства та недоліки метода факторів ризику?
13. Як відбувається картографування рівнів ризику?
14. Що відображає критерій Ешбі?
15. В чому полягає принцип асиметрії сприйняття щодо величини ризику?
16. Які способи кількісного вираження ризику смерті?
17. В чому переваги використання величини скорочення тривалості життя?
18. Які концепції виміру вартості людського життя?
19. Що таке екологічний фактор?
20. Як «закон толерантності» чи «принцип оптимуму» використати для встановлення залежності «доза-ефект» ?
21. Які класи екологічних факторів за дією на живі організми?
22. Які закономірності дії екологічних факторів?
23. Який вигляд має залежність ступеня шкідливого впливу від шкідливого екологічного фактора?
24. Від чого залежить вигляд залежності «доза-ефект» ?

25. Яким чином залежність «доза-ефект» може бути використана для розрахунку рівня ризику?

26. На чому оснований розрахунок рівня ризику за правилом Фармера?

27. Що може виступати в якості критерію тяжкості НС, А і К?

28. В чому полягає залежність між імовірністю НС та її тяжкістю?

29. Як розраховується індивідуальний ризик за Правилем Фармера?

30. Як розглядається потенційно небезпечний об'єкт в рамках аналізу «Дерева відмов» ?

31. Що необхідно розглядати при визначенні рівня ризику з використанням «Дерева відмов» ?

При вивченні теми 6 “**Основні види розрахунків, процесів, пов’язаних з НС, А і К**” студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 90-92]; особливу увагу треба звернути на мету та розрахункові показники.

Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [1,4]

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - години;
- вивчення додаткового матеріалу – 3 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 6*

1. Які основні види розрахунків?

2. В чому особливості розрахунків науково дослідного характеру?

3. Як враховуються метеорологічні умови в різних видах розрахунків?

4. Яким чином можна зробити результати рівнів ризику більш наочними?

5. З чим пов'язаний негативний вплив на навколишнє середовище об'єктів ВПК?

6. В чому полягає важливість розрахунків, пов'язаних з визначенням рівня впливу НС, А і К на об'єкти ПЗФ?

7. Навіщо робити розрахунки після завершення основного етапу НС?

При вивченні теми 7 “**Методи зберігання та транспортування небезпечних речовин**” студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 93-37]; особливу увагу треба звернути на будову термодинамічних діаграм та їх використання для розрахунків. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [1].

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу –5 годин.

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 7*

1. Що таке небезпечна речовина?
2. Чим обумовлена необхідність зберігання великих кількостей НР?
3. В чому зберігаються АХНР?
4. Які умови зберігання газів?
5. Якими видами транспорту відбувається транспортування НР?
6. Які переваги і недоліки перевезень НР різними видами транспорту?
7. Чому для зберігання під тиском використовують сферичні резервуари?
8. Які недоліки зберігання НР під тиском?
9. Які складові устаткування для зберігання НР при низьких температурах?
10. Які недоліки зберігання НР при низьких температурах?

При вивченні теми **8 Організаційні принципи національної системи екологічної безпеки** студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 98-104]; особливу увагу треба звернути на методи зберігання небезпечних речовин та метеріалів, схеми устаткування. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [1]

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 5 годин;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 8*

1. Яка мета створення єдиної системи екологічної безпеки?
2. Які принципи створення єдиної системи екологічної безпеки?
3. Які основні завдання єдиної системи екологічної безпеки?
4. Яка організаційна будова єдиної системи екологічної безпеки?
5. Хто є координуючими органами на всіх рівнях?
6. Які режими функціонування єдиної системи екологічної безпеки?
7. Основні заходи в режимі надзвичайної ситуації.
8. Які можливі стратегії управління НС?
9. Як екологічна експертиза сприяє екологічній безпеці?
10. Як забезпечується екологічна безпека на міжнародному рівні?
11. Що є основою міжнародного законодавства з екологічної безпеки?
12. Що сприяє вирішенню глобальних проблем екологічної безпеки?
13. Які закони, законодавчі акти та постанови спрямовані на забезпечення екологічної безпеки?

При вивченні теми 9 « **Організація служби медицини катастроф** » студенти повинні знати матеріал конспекту лекцій [1, с. 105-107]; особливу увагу треба звернути на формування медицини катастроф, можливі аварійні ситуації та заходи щодо надання медичної допомоги. Додатковий матеріал для вивчення теми міститься у [1].

Розподіл самостійної роботи по годинам:

- засвоєння конспекту лекцій - 3 години;
- вивчення додаткового матеріалу – 4 години;

*Питання для самоконтролю при вивченні теоретичного матеріалу за темою 9*

1. Що представляє собою медицина катастроф ?
2. Які особливості організації служби медицини катастроф?
3. Які формування діють на всіх рівнях єдиної системи безпеки?
4. Які основні задачі медицини катастроф?
5. Що дозволяє залучити участь в роботі міжнародних організацій?
6. Які основні заходи першої медичної допомоги?
7. Що належить до невідкладних заходів у разі НС?

### **3. Завдання для виконання контрольної роботи**

#### **3.1 Загальні поради до виконання контрольної роботи**

Виконання контрольної роботи має за мету поглиблення знань студентів про основні поняття екологічної безпеки а також вплив на людину забруднювачів повітря, а також про шляхи кількісної оцінки і ступеня цих впливів.

Контрольна робота складається з двох частин: відповіді на 2 питання з теоретичного курсу та практичної частини. Варіант завдання обирається згідно останньої цифри номера залікової книжки.

Оцінювання контрольної роботи проводиться з урахуванням двох частин (теоретична – 40 балів, практична – 40 балів) та своєчасності виконання контрольної роботи – 10 балів та оформлення роботи - 10 балів.

Максимальна кількість балів, яку студент може отримати за контрольну роботу дорівнює 100 балів.

Варіант 1

1. Які небезпеки, що виникли внаслідок дії природних чинників, явищ, процесів?
2. В чому полягають особливості сучасних НС?

#### Варіант 2

1. Що таке «екологічна безпека» в широкому та вузькому розумінні?
2. Які риси можуть мати сучасні НС?

#### Варіант 3

1. Основні сейсмоактивні райони України?
2. Як прояви тероризму впливають на виникнення НС?

#### Варіант 4

1. В чому різниця допустимого і прийняттого ризику?
2. В чому виражається уразливість мегаполісів і крупних міст?

#### Варіант 5

1. Керування ризиком як процес.
2. Класифікація надзвичайних ситуацій.

#### Варіант 6

1. Які різновиди НС природного характеру?
2. Яка роль державних органів протидії НС?

#### Варіант 7

1. Які різновиди НС техногенного характеру?
2. Яка роль громадських організацій протидії НС?

#### Варіант 8

1. Які різновиди НС соціально-політичного характеру?
2. Яка роль ЗМІ у протидії НС?

#### Варіант 9

1. Які фактори аварій та катастроф в країнах ближнього зарубіжжя?
2. Які характерні особливості очікуваних НС, А і К у майбутньому?

#### Варіант 10

1. Якими способами здійснюється оцінка ступеня ризику?
2. Які особливо уразливі території, акваторії, об'єкти?

### **3.2 Практична частина контрольної роботи за темою: «Вплив токсичних забруднювачів повітря на організм людини, визначення величини ризику та скорочення тривалості життя»**

Речовина, яка при контакті з організмом людини може викликати захворювання різної ваги або погіршення здоров'я як у процесі контакту, так і у віддалені періоди життя людини, теперішнього і наступних поколінь, вважається шкідливим.

Речовини, які забруднюють повітря, що аналізуються є природними і штучними хімічними сполуками; вони входять у загальну класифікацію хімічних сполук, які присутні у системі «людина-середовище»: серед них - лікарські засоби, побутові хімікати, сільськогосподарські отрутохімікати, біологічні рослинні і тваринні отрути, бойові отруйні речовини і промислові отрути /шкідливі речовини/, які використовуються у промисловому виробництві або виникають в процесі його.

Зараз відомо декілька мільйонів хімічних речовин і тисячі їх синтезуються або природно продукуються щорічно.

**Вплив шкідливих домішок на організм людини.** Зараз прийнята така класифікація речовин за характером впливу на організм людини: 1) загальнотоксичні, 2) які дратують, 3) які сенсібілізують, 4) канцерогенні, 5) мутагенні, 6) які впливають на репродуктивну функцію, крім того, речовини класифікуються за ступенем токсичності: а) надзвичайно токсичні, б) високотоксичні, в) помірно токсичні, г) малотоксичні.

Слід зазначити, що шкідлива /токсична/ дія різних речовин є результатом взаємодії організму, шкідливої речовини і навколишнього середовища. Ця дія залежить від кількості речовини, що потрапила в організм, її фізичних властивостей, ступеня токсичності, тривалості надходження, хімізму взаємодії речовини. Важливе значення мають також стать, вік, індивідуальна чутливість людини, шляхи надходження і виділення шкідливих речовин, їхній розподіл в організмі, метеорологічні умови і інші супутні чинники виробничого і навколишнього середовища.

Відомо, що практично всі речовини можуть виявляти токсичні властивості, завдаючи місцеві поверхневі ушкодження тканин /травма/, або викликаючи захворювання після проникнення в організм (що відбувається, головним чином, через дихальні шляхи, харчовий тракт або через поверхні тіла, слизуваті оболонки і т.п.).

У дихальному тракті частки розмірами більш 5 мкм на 75% затримуються й відкладаються верхніми дихальними шляхами (носоглоткою), деякі частки відкладаються в трахеях і бронхах, але 8% найбільш мілкодисперсних часток досягають альвеол легенів. Потім настає процес розчинення або видалення їх із легенів.

Цей шлях найбільш небезпечний, оскільки розчинні шкідливі речовини у виді аерозолів і, особливо, газів, парів, туманів усмоктуються розгалуженою легеневою тканиною, яка має площу більшу 100 - 120 м<sup>2</sup> і надходять потім безпосередньо у кров, розносяться по всьому організму. Характерним забруднювачем повітря міста, що займає перше місце серед інших (30% всього обсягу забруднень), є продукт неповного окислювання вуглецю - СО. На велику кількість людей у виробничій сфері та у побуті впливає ця газоподібна шкідлива речовина загальнотоксичної дії. Джерела його продукування надзвичайно численні (включаючи саму людину, організм якої виділяє з видихуванним повітрям у навколишнє середовище за добу біля 10 млн. ендogenous СО подібно виділенню вуглекислоти, аміаку та інших речовин - хімічних сполук, які утворюються в процесі обміну)

Прояв шкідливого впливу розвивається внаслідок явища кумуляції, без якої неможливе хронічне отруєння. У цих умовах виникає і розвивається первинна специфічна дія шкідливих речовин через рецепторний апарат на організм, яка полягає в тому, що утворюється комплекс: речовина - клітинний рецептор (який сприймає зазначену дію). Тут рецепторами є не елементи нервової системи, а ферменти, амінокислоти, вітаміни, гормони, тобто клітинні елементи. У результаті виводяться найбільш важливі біологічні об'єкти, клітини, які стають зруйнованими або зв'язаними молекулами шкідливої речовини. Чим менша кількість молекул шкідливої речовини при цьому використовується, тим більш токсична ця речовина.

У сучасних умовах організм людини може піддаватися спільній (комбінованій) - одночасній або послідовній дії шкідливих речовин при тому самому шляху їхнього надходження. Ці дії виявляються так:

1. Адитивна дія - сумарний ефект суміші дорівнює сумі ефектів чинних компонентів, що вказує на односпрямованість їхньої дії.
2. Потенцирована дія (сінергізм) - одна речовина посилює дію іншої, у результаті спільна дія більше за адитивну; спостерігається тільки при гострому отруєнні.
3. Антагоністична дія - одна речовина послабляє дію іншої; у результаті спільна дія менше за адитивну.
4. Незалежна дія - комбінований ефект не відрізняється від ізольованої дії кожної шкідливої речовини; це - суміші продуктів згорання і пилу та ін.

Токсичний ефект при дії однакових концентрацій шкідливих речовин може проявитися в функціональних і патоморфологічних змінах, які з'являються на рівні організму в цілому (патологія або його загибелі).

Зазначені зміни характеризуються відповідно порогом (концентраціям) гострої специфічної і хронічної дії, а загибель організму - середньою смертельною концентрацією шкідливої речовини в повітрі ЛК<sub>50</sub>.



**Поріг гострої дії (Limac)** - це мінімальна концентрація (доза), яка викликає зміну біологічних показників на рівні організму в цілому, які виходять за межі пристосувальних фізіологічних реакцій.

Зовнішньо ці зміни характеризуються такими синдромами (групами ознак): порушення свідомості, порушення подиху, поразки крові, порушення кровообігу, порушення терморегуляції, психічні порушення, поразки печінки і нирок, судорожний синдром.

**Поріг хронічної дії (Limch)** - є мінімальна концентрація, яка викликає сховану тимчасово компенсовану патологію, яка при постійному тривалому впливі зазначеної концентрації шкідливої речовини розвивається в стійку патологію, яка призводить до захворювань і вираженого скорочення тривалості життя.

**Поріг специфічної дії (Limsp)** несе в собі ознаки двох перших.

Розміри поданих зон характеризують небезпеку розвитку гострого, специфічного і хронічного отруєння організму під впливом шкідливих речовин.

Вимога повної відсутності забруднення атмосферного повітря населених місць (і, тим більше в робочих зонах) є нереальною. У зв'язку з цим для виробничих умов законодавчо введені гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин, а також дози і інші токсометричні показники, подані в табл. 1.

Затверджені також середньодобові і максимальні разові ГДК забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць із вказівкою їхнього класу небезпеки – ГДК с. с. і ГДК м. р.

Подані нормативи дають також важливу інформацію про гранично припустимі масові концентрації шкідливих речовин, віднесених до об'ємної одиниці повітря, а також співвідношення між собою і співвідношення їх із дозами шкідливих речовин.

Таблиця 1. - Класифікація виробничих отрут

за ступенем їхньої небезпеки (ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.007-76)

Показник	Клас небезпеки			
	1	2	3	4
Гранично допустима концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup> (ГДК р. з.)	Менше 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Більш 10,0
Середня смертельна Доза при введенні в шлунок, мг/кг	Менше 15	15-150	151-5000	Більш 5000
Середня смертельна	Менше	100-500	501-	Більш

доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	100		25000	25000
Середня смертельна концентрація в повітрі, мг/м <sup>3</sup>	Менше 500		501-50000	Більш 50000
Коефіцієнт можливості Інгаляційного отруєння (КМІО)	Більш 300	300-30	29-3	
Зона гострої дії	Менше 6	6-18	18,1-54	Більш 54
Зона хронічної дії	Більш 10	10-5	4,9-2,5	Менше 2,5

**Визначення розміру ризику скорочення тривалості життя.** Реальні життєві ситуації нерідко не дозволяють людям суворо керуватися ГДК шкідливих речовин у повітрі, особливо якщо мова йде про час, який проводять за межами трудового процесу (за цими межами людина проводить велику частину свого життя).

Внаслідок цього виникає ризик скорочення тривалості життя за рахунок захворювань, оскільки фактичне забруднення атмосферного повітря у визначені періоди часу перевищує ГДКс.с.. Зрозуміло, що ступінь ризику буде визначатися кумулятивністю, концентрацією, токсичними показниками, конкретним набором шкідливих речовин - забруднювачів: при цьому визначення рівня ризику є важливим при аналізі небезпеки захворювання, що скорочує тривалість життя.

Така задача для випадку впливів на організм людини іонізуючих випромінювань і вібрацій вже вирішена в доброму наближенні. Для них визначені розміри ризиків скорочення тривалості життя і виникнення вібраційної хвороби. Це зроблено, зокрема, завдяки використанню основних принципів дозиметрії (що правомірно при кумулятивності зовнішнього впливу навколишнього середовища на організм людини).

Застосування дози як кількісної характеристики зробило можливим створення єдиних критеріїв безпеки стосовно до умов іонізуючого або вібраційного впливу на основі використання концентрації прийняттого індивідуального ризику, кількісною мірою якого є імовірність захворювання людини за одиницю часу.

Принципи дозиметрії можуть бути застосовані і для аналогічних кількісних оцінок впливу речовин, які забруднюють повітря і шкідливо впливають на організм людини. Важливою підставою для здійснення таких оцінок є переважна кумулятивність їхньої дії, що характерно, як сказано вище і для іонізуючих випромінювань. Тут слід зазначити, що існують виробничі сфери, де кумулятивність шкідливих речовин достатньо поширена (металургія, металообробка і т.п.).

Прийнято також вважати, що радіоактивні речовини, впливаючи на організм, викликають поразки, що характеризуються як гострі, підгострі і хронічні, тобто укладаються в рамки загальної токсикологічної класифікації. При цьому спостерігається подібна картина біологічної дії шкідливих речовин і іонізуючих випромінювань, які розвиваються на трьох рівнях: фізико-хімічному, клітинному й органічному (або системному)

Зазначена методика ґрунтується на рекомендації Міжнародної комісії з радіологічного захисту (МКЗ), яка складається з того, що при одержанні людиною наднормативного рівня дози опромінення в 1 бер скорочення тривалості його життя може скласти 5 діб.

Отже, і у випадку забруднення атмосферного повітря вихідним кроком є визначення розміру концентрації тієї або іншої шкідливої речовини, яка перевищує гранично припустимий рівень, яким є ГДК с. с. кожної речовини забруднювача, яка спроможна призвести до скорочення тривалості життя на визначений період часу.

Пристаюючи до розгляду ризику скорочення тривалості життя, доцільно застосовувати два поняття: **узвичаєна умовно-розрахункова тривалість життя**, яка дорівнює 100 рокам і середній тривалості життя у сформованих природних умовах, обумовлена для населення країн і регіонів шляхом зіставлення статистичних розподілів виживання до визначеного віку протягом життя. Середня тривалість життя коливається, і в даний час складає 0,6-0,8 від умовно розрахункової. Зазначені обставини роблять доцільним при визначенні розміру ризику скорочення тривалості життя в умовах підвищеного забруднення повітря враховувати імовірність смерті і виживання на визначеному році життя (тобто їхні статистичні розподіли). Імовірності, які аналізуються, пов'язуються співвідношенням:

$$Q_{\text{см}} = 1 - Q_{\text{виж}} ,$$

де  $Q_{\text{виж}}$  - імовірність досягнення віку  $\tau$  ;

$Q_{\text{см}}$  - імовірність смерті до віку  $\tau$  .

Значення  $Q_{\text{см}}$  і  $Q_{\text{виж}}$  визначаються за допомогою статистичних даних, які отримані на основі досліджень повного періоду життя населення країни (регіону, довірчої вибірки групи населення). При цьому мається на увазі, що смерть є випадковим перемінним параметром, і тому неможливо пророчити точне значення тривалості життя будь-якої людини. Приведені нижче значення (табл..2)  $Q_{\text{см}}$  і  $Q_{\text{виж}}$  знайдені на вибірці в  $n_{\tau} = 1023102$  людей.

Таблиця 2.

Вік T, рік	Кількість живих у віці $\tau$ , $N_{\tau}$	Імовірність досягнення віку $\tau$ , $Q_{\text{виж}} = N_{\tau} / n_{\tau}$	Імовірність смерті до віку $\tau$ , $Q_{\text{см}} = 1 - Q_{\text{виж}}$	Кількість померлих у віці $\tau$ , N	Ризик природної смерті у віці $\tau$ , $R_{\text{см. пр}} = Q_{\text{см}} \times X \times n / N_{\tau}$
5	983617	0,9616	0,0384	12013	0,00046
10	971804	0,9499	0,0501	9534	0,00049
15	962270	0,9405	0,0595	10767	0,00066
20	961483	0,9300	0,0700	12286	0,00090
25	989197	0,9180	0,0820	14588	0,00127
30	924669	0,9037	0,0963	18655	0,00188
35	906554	0,8861	0,1139	23212	0,00291
40	898342	0,8634	0,1366	30788	0,00476
45	852554	0,8336	0,1667	41654	0,00814
50	810900	0,7926	0,2074	56709	0,0145
55	751191	0,7372	0,2623	76420	0,0266
60	677771	0,6625	0,3375	9989	0,0497
65	577882	0,5648	0,4352	123334	0,0926
70	454548	0,4443	0,5537	138566	0,1694
75	315982	0,3088	0,6912	134217	0,2935
80	181765	0,1777	0,8223	103554	0,8223
85	78221	0,0765	0,9235	56634	0,9235
90	21577	0,021	0,9789	18566	0,8422
95	3011	0,0029	0,9971	2886	0,9552
99	125	0,0001	0,9999	125	0,9999
100	0	0,0	1,0	0	1,0

При оцінці впливу забруднюючих повітря шкідливих речовин важливим є встановлення концентрацій, які викликають ранні функціональні і патоморфологічні зміни в організмі людини, а також урахування адитивності їхньої дії.

Для цього визначають так звані діючі концентрації (ефективні, токсичні), а також граничні концентрації. Перші викликають ознаки інтоксикації організму, при других - прояви дії шкідливих речовин знаходяться на грані фізіологічних змін і патологічних явищ. У другому випадку для визначення скорочення тривалості життя використовується ГДКс.с.

Як було відзначено вище, вихідним кроком для визначення скорочення тривалості життя від впливу наднормативних рівнів забруднення атмосферного повітря є визначення концентрації шкідливої речовини, яка скорочує життя на одиницю часу питомої концентрації.

Звичайно вважають, що такою питомою концентрацією є відношення середньої смертельної концентрації шкідливої речовини у повітрі до умовно-розрахункової тривалості життя 100 років.

Далі визначається скорочення тривалості життя ( $СПЖ_{забр.}$ ) як відношення фактичної концентрації шкідливої речовини (яка аналізується) до питомої. При цьому треба враховувати ступінь імовірності ( $Q_{факт.}$ ) проживання людини визначеного віку в умовах зазначеної фактичної концентрації.

Після цього визначається ризик скорочення тривалості життя внаслідок забруднення атмосферного повітря:

$$R_{спж\ забр.} = СПЖ_{забр.} / 100 \text{ років.}$$

Тут  $СПЖ_{забр.}$  є функцією ступеня токсичності шкідливої речовини та її концентрацій в атмосферному повітрі, які обумовлені природними або антропогенними джерелами. Аналогічний підхід може бути застосований і у випадку токсичної домішки у воді, ґрунті і т.п.

Якщо при цьому виникає рівень концентрації, який перевищує ГДКс. с. і набуває стійкий незворотний характер, то це вказує на те, що  $СПЖ_{забр.}$  стає постійним екологічним чинником і буде діяти в напрямку збільшення  $СПЖ_{пр.}$ , впливаючи на статистику повного періоду життя населення, що є основою визначення  $СПЖ_{пр.}$ .

Слід зазначити, що токсична дія шкідливих речовин, які надходять в організм у процесі дихання, за інших рівних умов, на декілька порядків вище, чим при споживанні води і їжі, які забруднені ними, через полегшене транспортування їх у плазму крові.

Граничні значення  $R_{спж. забр.}$  визначають на основі результатів токсикологічних досліджень. Прийнятний ризик, який дорівнює  $10^{-6}$ , має місце при концентраціях у межах ГДКс. с., а ризик, який дорівнює 1 (скорочення життя на 100 років) - при  $ЛК_{50}$ .

Загальний метод визначення впливу складається у встановленні величини  $СПЖ_{забр.}$  і  $R_{спж}$ :

$$СПЖ_{забр.} = (Q_{факт.} \cdot K_{факт.}) / (K_{забр.}),$$

де  $Q_{факт.}$  - імовірність перебування в умовах забруднення, яке відповідає ГДК р. з. (або ГДК с.д.),

$$Q_{факт.} = (T_{жс} / T) \cdot t / 24,$$

$T_{ж}$  – час життя в роках в умовах забрудненого атмосферного повітря;

$T$  – середньорозрахункова тривалість життя (100 років);

$t$  – тривалість перебування в умовах забрудненого атмосферного повітря впродовж доби, годин;

$K_{фак.}$  – фактична концентрація речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$K_{забр.}$  – питома концентрація з урахуванням ЛК<sub>50</sub>, мг/м<sup>3</sup>·діб;

$$K_{забр.} = ЛК50 / 36500 \text{ діб.}, \quad \text{, мг/(м}^3 \cdot \text{діб)},$$

$$R_{спж. забр} = СПЖ_{забр.} / 36500 \text{ діб.}$$

### 3.4 Приклад розрахунку

Функціонування хімічного заводу і створення автотранспортної системи до нього викликало періодичне підвищення загазованості атмосфери. Визначити СПЖ<sub>забр.</sub> і  $R_{СПЖ_{забр.}}$  при фактичній концентрації аміаку й азоту двоокису в атмосферному повітрі відповідно 4000 мг/м<sup>3</sup> і 0,85 мг/м<sup>3</sup> для мешканця місцевості, яка розташована поряд з заводом (вік 20 років, вплив зазначеної загазованості 2 години на добу).

Визначаємо з використанням Додатка 1 питому концентрацію кожного з забруднювачів:

$$K_{забр. NH_3} = ЛК50_{NH_3} / 36500 \text{ діб.} = 100\,000 / 365000 = 2,74 \text{ мг/(м}^3 \cdot \text{діб)},$$

$$K_{забр. NO_2} = ЛК50_{NO_2} / 36500 \text{ діб.} = 25\,000 / 365000 = 0,685 \text{ мг/(м}^3 \cdot \text{діб)}.$$

Визначаємо імовірність перебування мешканця в забрудненому повітряному середовищі:

$$Q_{фак} = (80 / 100) \cdot 2 / 24 = 0,666.$$

Визначаємо скорочення тривалості життя від впливу кожного з забруднювачів:

$$СПЖ_{забр. NH_3} = (Q_{фак} K_{фак. NH_3}) / K_{забр. NH_3} = (0,666 \cdot 4000) / 2,74 = 97,2 \text{ діб.}$$

$$СПЖ_{забр. NO_2} = (Q_{фак} K_{фак. NO_2}) / K_{забр. NO_2} = (0,666 \cdot 0,85) / 0,685 = 0,83 \text{ діб.}$$

З урахуванням адитивності дії забруднювачів загальне скорочення тривалості життя складе:

$$СПЖ_{\Sigma забр} = СПЖ_{забр. NH_3} + СПЖ_{забр. NO_2} = 97,2 + 0,83 = 97,3 \text{ діб.}$$

Визначаємо розмір ризику скорочення тривалості життя

$$R_{\text{СПЖ}_{\text{забр}}} = (\text{СПЖ}_{\Sigma \text{забр}}) / 100 \text{ років} = 97,3 / 36500 \text{ діб} = 2,67 \cdot 10^{-3}.$$

### 3.5 Завдання для контрольної роботи

Визначити  $\text{СПЖ}_{\text{загр}}$  і  $R_{\text{СПЖ}_{\text{загр}}}$  для варіантів, поданих у таблиці 3. з використанням Додатків.

Таблиця 3. - Варіанти індивідуальних завдань

Номер варіанту	Речовина-забруднювач	Постійна загазованість, $K_{\text{факт.}}$ , мг /м <sup>3</sup>	Тривалість перебування людини в загазованій місцевості , років/годин
1	Азоту двоокис Озон	0,05 0,05	40/3
2	Аміак Азоту двоокис	6,0 0,05	25/2,5
3	Анілін Етиловий спирт	0,05 15	30/4
4	Ацетон Фенол	1,1 1,1	28/3
5	Бензин Бензол	30,0 2,0	35/6
6	Ртуть Свинець	6,004 40,0	24/5
7	Сірководень Дініл	0,5 0,5	15/8
8	Фурфурол Спирт метиловий	5,5 5,5	40/4
9	Вуглецю окис Формальдегід	22,0 22,0	20/8
10	Фенол Ацетофенол	9,02 0,02	35/5

## Додаток 1

Гранично допустимі середньодобові концентрації ГДКс.с. і середні смертельні концентрації ЛК<sub>50</sub> деяких речовин в атмосферному повітрі

№ пп	Назва речовини	Середньодобова ГДКс. с., мг/м <sup>3</sup>	Середні смертельні концентрації, ЛК <sub>50</sub> , мг/м <sup>3</sup>
1	Азоту двоокис	0,085	25000
2	Озон	0,03	500
3	Акролеїн	0,03	1000
4	Аміак	0,2	100000
5	Ангідрид оцтовий	0,05	50000
6	Анілін	0,03	500
7	Ацетон	0,35	1000000
8	Фенол	0,01	1500
9	Бензин	1,5	500000
10	Бензол	0,8	25000
11	Ванадій п'ятиокис	0,002	500
12	Діхлоретан	1,0	50000
13	Ксилол	0,2	250000
14	Ртуть	0,0003	50
15	Свинець	0,0003	50
16	Сірководень	0,008	50000
17	Дініл	0,01	50000
18	Сірковуглець	0,005	5000
19	Фурфурол	0,03	50000
20	Спирт метиловий	0,5	25000
21	Спирт етиловий	5,0	5000000
22	Толуол	0,6	250000
23	Вуглецю окис	1,0	100000
24	Вуглець чотирихлористий	2,0	100000
25	Формальдегід	0,003	2500
26	Хлор	0,03	5000
27	Цинк	0,05	30000
28	Сірчана кислота	0,1	5000
29	Ацетофенол	0,003	25000
30	Берилій	0,00001	5



Перелік сполучень деяких речовин - забруднювачів  
повітря, які виявляють адитивну і потенційовану дію  
при спільному впливі на організм людини

№ пп	Склад комбінацій
	а) адитивна дія
1	Ацетон, фенол, фурфулол, формальдегід
2	Аерозолі V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , MnO <sub>2</sub>
3	Бензол, ацетонфенол
4	Озон, азоту окисли, формальдегід, гексан
5	Сірчистий ангідрид, азоту окисли
6	Сірчистий ангідрид, фтористий водень
7	Сірчистий ангідрид, аміак, азоту окисли
8	Азотні, сірчані, соляна кислоти
9	Фурфурол, метиловий і етиловий спирти
10	Бутилен, етилен, Пропилен
11	Циклогексан, бензол
12	Сірководень, цініл
13	Сірководень, сірчистий ангідрид
14	Вуглецю окис, азоту окисли, формальдегід, гексан
15	Фенол, ацетонфекол
16	Аерозолі V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , триокиси хрому
17	Аерозолі V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , сірчистий ангідрид
18	Ацетон, акреолін, фталевий ангідрид
19	Ацетон, ацетонфенол,
20	Валеріанова, капронові, масляна кислоти
21	Ізопропінілбензол, гідроперекис ізопропінілбензолу
22	Сірчистий ангідрид, З, фенол, пилюка конверторна
23	Гексан, З, NO <sub>2</sub> , формальдегід
	б) потенційована дія
1	Сірчистий ангідрид, хлор
2	Азоту окисли, вуглецю оксид
3	Етиловий спирт, анілін
4	Етиловий спирт, ртуть
5	Етиловий спирт, цианімід кальцію

## 4 ОРГАНІЗАЦІЯ ПОТОЧНОГО ТА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

Контроль поточних знань студентів заочної форми навчання виконується на базі модульно-накопичувальної системи організації навчання та організується у відповідності з «Положенням про впровадження сесійної модульно-накопичувальної системи контролю знань та вмінь з навчальних дисциплін студентами заочної форми навчання». Контроль і оцінка поточних знань здійснюється шляхом перевірки контрольної роботи та усного опитування під час проведення практичних та лекційних занять під час сесії.

Підсумковим контролем є залік.

- Накопичена підсумкова оцінка засвоєння студентами заочної форми навчальної дисципліни розраховується, як:

$$ПО=0,5 (ОЗЕ + ОМ).$$

де ОЗЕ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) контролю самостійної роботи студентів під час проведення аудиторних занять (100%);

ОМ – кількісна оцінка (у відсотках від максимально можливої) контролю самостійної роботи студентів у міжсесійний період (100%).

Семестровий залік за підсумками модульного контролю виставляється лише за умови, якщо фактична сума балів за практичну та теоретичну частини складає не менше 50 %. В іншому випадку студент вважається таким, що не виконав навчального плану, і не має допуску до заліку.

Наприкінці сесії студент отримує інтегральну оцінку з дисципліни за системою оцінювання, що використовуються в університеті.

### Перелік базових знань та вмінь

Під час складання запитань першочергова увага приділяється нормативній (базовій) частині дисципліни. Студент для отримання позитивної оцінки **повинен знати**:

- основні поняття екологічної безпеки;
- класифікацію надзвичайних ситуацій;
- різновиди НС техногенного характеру;
- різновиди НС природного характеру;
- різновиди НС соціально-політичного характеру;
- різновиди НС воєнного характеру;

- причини виникнення НС в Україні;
  - особливості сучасних НС та можливих у майбутньому;
  - оцінку ризику методом ГДВ;
  - оцінку ризику методом факторів ризику;
  - оцінку ризику методом Фармера;
  - основні види розрахунків;
  - основні методи зберігання і транспортування небезпечних речовин;
  - принципи створення та функціонування єдиної системи екологічної безпеки;
  - сили протидії надзвичайним ситуаціям;
- а також **повинен вміти**:
- визначати клас надзвичайної ситуації;
  - розраховувати ризик методами: гранично допустимих величин, факторів ризику та Фармера;
  - аналізувати розраховані значення ризику.