

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ЗБІРНИК  
методичних вказівок  
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ  
з дисципліни  
«Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки»**

для студентів заочної форм навчання  
спеціальності 101 «Екологія»  
Освітні програми: «Охорона навколишнього середовища»,  
«Екологічна безпека»

ОДЕСА – 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК  
**МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**  
**ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**  
з дисципліни «Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки»  
для студентів заочної форм навчання  
спеціальності 101 «Екологія»

Узгоджено  
на факультеті магістерської та  
аспірантської підготовки

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗБІРНИК

**МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК**  
**ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ**  
з дисципліни: «Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки»

для студентів заочної форм навчання  
спеціальності 101 «Екологія»

Затверджено  
на засіданні кафедри екології  
та охорони довкілля  
Протокол №    від  
Завідувач кафедрою  
\_\_\_\_\_ Сафранов Т.А.

Узгоджено  
Деканом факультету магістерської та  
аспірантської підготовки  
\_\_\_\_\_ Боровська Г.О.

Одеса 2018

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Теоретико-методологічні основи екологічної безпеки» для студентів заочної форм навчання спеціальності 101 «Екологія» рівень вищої освіти «магістр» / Укладачі: Чугай А.В., Вовкодав Г.М., Кузьміна В.А. – Одеса: ОДЕКУ, 2018. – 155 с.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
ЧАСТИНА 1	
1. Ідентифікація небезпечних об'єктів	8
1.1. Теоретичні положення ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів	12
1.2. Порядок проведення ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів	14
1.3. Теоретичні положення ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки	
2. Розрахунок хвилі прориву, що утворюється при руйнуванні гідровузлів	25
2.1 Загальні положення	25
2.2. Прийняті допущення і правила розрахунку	26
2.3. Визначення основних параметрів хвилі прориву в «0» створі	28
2.4. Розрахунок руху хвилі прориву на 1 ділянці та визначення параметрів хвилі у «1» створі	31
<b>Контрольна робота.</b> Прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті	
1 Загальні положення	
2 Визначення параметрів зон хімічного забруднення	
ЧАСТИНА 2	78
1. Визначення ризику виникнення землетрусів	78
1.1. Загальні відомості	78
2. Визначення ризику виникнення зсуву	84
2.1. Загальні відомості	84
3. Визначення ризику виникнення селей	91
3.1. Загальні відомості	91
4. Визначення ризику виникнення повені	96
4.1. Загальні відомості	96
5. Визначення ризику виникнення ерозійної небезпеки	102
5.1. Загальні відомості	102
6. Визначення ризику виникнення посухи	106
6.1. Загальні відомості	106
7. Визначення ризику забруднення водного об'єкту	110
7.1. Загальні відомості	110

8. Оцінка пожежної обстановки	124
8.1. Загальні відомості	124
8.2. Визначення виду, масштабу і характеру пожежі	126
9. Поняття про хімічну обстановку та методи її виявлення	129
9.1. Загальні відомості	129
9.2. Оцінка хімічної обстановки	130
ДОДАТКИ	

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

БСК – біохімічне споживання кисню  
ВК – водопостачання і каналізація  
ГДК – гранично допустима концентрація  
ГДС – гранично допустимий скид  
ЕМД – екстрена медична допомога  
ЗР – забруднююча речовина  
ЗМХЗ – зона можливого хімічного забруднення  
ЗХЗ – зона хімічного забруднення  
НС – надзвичайна ситуація  
НХР – небезпечні хімічні речовини  
ОБРВ – орієнтовно небезпечний рівень впливу  
ОПН – об'єкт підвищеної небезпеки  
ПЗХЗ – прогнозована зона хімічного забруднення  
ПНО – потенційно небезпечний об'єкт  
СЗЗ – санітарно-захисна зона  
ТУС – тимчасово узгоджений скид  
ХНАТО – хімічно небезпечна адміністративно-територіальна одиниця  
ХНО – хімічно небезпечний об'єкт

## ВСТУП

Дисципліна «Теоретико-метологічні основи екологічної безпеки» викладається при підготовці спеціалістів рівня вищої освіти «магістр» за спеціальністю 101 «Екологія».

Навчальна дисципліна належить до освітньо-професійної програми.

У загальному обсягу навчального часу, що припадає на вивчення частин дисципліни, визначається навчальним планом; на практичну частину припадає аудиторних занять в 1 частині – 4 години, а в 2 – 8 годин, залишок на самостійну роботу (відповідно 22 та 40 години).

*Метою* вивчення курсу є: ознайомлення з джерелами екологічної небезпеки у природному та антропогенному середовищі.

Студенти в результаті виконання практичної частини повинні **вміти:**

**частина 1** - розраховувати масштаби забруднення природного середовища, збитки від забруднення, ідентифікувати об'єкти підвищеної небезпеки; **частина 2** - розробляти алгоритми мінімізації екологічних ризиків; визначати “нульовий” та “абсолютний”, “мінімальний” та “прийнятний” екологічний ризик.

Головною формою організації занять є самостійне вивчення теоретичних основ розрахунку за методичкою та літературними джерелами. Проведення лекційних та практичних занять у сесійний період та виконання міжсесійної контрольної роботи.

Контроль поточних знань здійснюється шляхом опитування в усній формі на практичних заняттях та лекційних заняттях, а також тестування у міжсесійний період за теоретичними модулями.

Інтегральна оцінка засвоєння знань студентом знань та вмінь по навчальній дисципліні складається з оцінок, отриманих студентами по окремих модулях. При цьому в інтегральну (підсумкову) оцінку входять оцінки по кожному виду занять і по кожному модулю із своєю вагою, яка відображає:

- значимість даного модулю з точки зору засвоєння студентами базових знань і умінь;
- ритмічність роботи студента, тобто виконання студентом контрольних заходів по даному модулю в термін, який встановлено навчальним планом дисципліни.

Оскільки формою підсумкового контролю є: за першою частиною – залік, за другою – іспит, виконання практичної частини є умовою допуску до нього.

*Метою* виконання практичних робіт є розширення, поглиблення й



деталізації знань, отриманих на лекціях і в процесі самостійної роботи, що сприяє підвищенню рівня засвоєння матеріалу та закріпленню умінь та навичок стосовно розрахунків масштабів забруднення природного середовища. Методичні вказівки складаються з двох частин, що відповідають темам теоретичного курсу: в першій частині 6 практичних робіт та контрольна робота, у другій частині 7 практичних робіт та контрольна робота (складається з 2 практичних завдань).

Таблиця 1. – Терміни перевірки контрольної роботи у міжсесійний період

Частина контрольної роботи	Строк контролю	Бал оцінювання
<b>Частина 1</b>		
<b>КР</b> Загальна характеристика методики розрахунку	20.12	2 балів
<b>КР</b> Розрахунок характеристик розповсюдження забруднювальної речовини	20.02	8 балів
<b>КР</b> Аналіз розрахунку та складання схеми ситуації	20.03	5 балів
Оформлення роботи	20.04	5 балів
<b>Частина 2</b>		
<b>КР</b> Оцінка пожежної обстановки	20.12	5 балів
<b>КР</b> Поняття про хімічну обстановку та методи її виявлення	20.02	5 балів
<b>КР</b> Оцінка хімічної обстановки	20.03	5 балів
Оформлення роботи	20.04	5 балів
Кінцевий термін здачі КР	11.05	

# 1 АНАЛІЗ ДЖЕРЕЛ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕКИ У ПРИРОДНОМУ ТА АНТРОПОГЕННОМУ СЕРЕДОВИЩІ ТЕРИТОРІЇ ОБЛАСТІ

## 1.1 Загальні положення

Рівень екологічної небезпеки бідь-якої території обумовлений наявністю джерел екологічної небезпеки в природному та антропогенному середовищі. Їх аналіз дає можливість визначати рівень безпеки життєдіяльності, розробляти необхідні заходи щодо зниження значень ризику, або заходи, які дозволяють ефективно мінімізувати масштаби можливих надзвичайних ситуацій (НС) чи ліквідувати їх наслідки.

Особливості географічного положення України, атмосферні процеси, наявність гірських масивів, підвищень, близькість теплих морів зумовлюють різноманітність кліматичних умов: від надлишкового зволоження в західному Поліссі до посушливого – у Південній степовій зоні. Виняткові кліматичні умови на Південному березі Криму, в горах Українських Карпат та Криму. Внаслідок взаємодії всіх цих факторів виникають небезпечні стихійні явища. В окремих випадках вони мають катастрофічний характер.

Серед надзвичайних ситуацій природного походження на Україні найчастіше трапляються:

- геологічні небезпечні явища (зсуви, обвали та осипи, просадки земної поверхні);
- метеорологічні небезпечні явища (зливи, урагани, потужні снігопади, сильний град, ожеледь);
- гідрологічні небезпечні явища (повені, паводки, підвищення рівня ґрунтових вод та ін.);
- природні пожежі лісових масивів та сіножатей;
- масові інфекції та хвороби людей, тварин і рослин.

Зростання масштабів господарської діяльності і кількості великих промислових комплексів, концентрація на них агрегатів та установок великої і надвеликої потужності, використання у виробництві потенційно небезпечних речовин у значних кількостях збільшує вірогідність виникнення техногенних аварій. Надзвичайні ситуації техногенного походження містять у собі загрозу для людини, економіки і природного середовища або здатні створити її внаслідок ймовірного вибуху, пожежі, затоплення або забруднення (зараження) навколишнього середовища.

Надзвичайні ситуації виникають, як правило, на потенційно техногенно небезпечних виробництвах. До них належать, у першу чергу, хімічно небезпечні об'єкти, радіаційно небезпечні об'єкти, вибухо- та пожежонебезпечні об'єкти, а також гідродинамічно небезпечні об'єкти. В останні роки значно зросла також небезпека від аварій і катастроф на транспорті.

Аналіз можливих джерел екологічної небезпеки території населеного пункту, області чи будь-якої території можна скласти з використанням літературних джерел паспортів областей та «Національної доповіді про стан техногенної та природної безпеки в Україні». Аналіз повинен містити інформацію про небезпечні природні процеси та їх розвиток, небезпечні промислові об'єкти, також інформацію стосовно надзвичайних ситуацій за період спостережень, указаний у вихідних даних до виконання завдання.

### *Приклад розрахунку*

**Завдання:** Зробити аналіз джерел екологічної небезпеки в природному та антропогенному середовищі Одеської області. Основні відомості необхідно надати у табличному вигляді (наприклад, табл. 1.1 – 1.3), а також зробити аналіз існуючої ситуації.

#### *Вихідні дані:*

- «Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні» (2004 – 2012 рр.);
- Топчієв О.Г., Кондратюк І.І., Яворська В.В. Одеський регіон: передумови формування, структура та територіальна організація господарства: навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2012. – 336 с.;
- Екологічний паспорт Одеської області.

Таблиця 1.1 – Кількість підприємств Одеської області

Види економічної діяльності	Кількість підприємств, од.	
	загальна	екологічно небезпечних
Харчова	-	79
Нафтогазова	-	326
Житлово-комунальна	-	16
Усього	-	421

### ***Завдання для самостійної роботи***

**Завдання :** Зробити аналіз джерел екологічної небезпеки на території однією з областей України (табл. 1.4) , використавши для цього національну доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні (2004 – 2013 рр.), екологічні паспорти областей та літературні джерела щодо передумов формування, структури та територіальної організації

господарства певної області у вигляді реферату. Об'єм звіту повинен складати не менш 5 сторінок.

Таблиця 1.2 – Перелік потенційно небезпечних об'єктів (скорочено)

<b>№</b>	<b>Назва екологічно небезпечного об'єкту</b>	<b>Вид економічної діяльності</b>	<b>Відомча належність (форма власності)</b>
1.	ВНС «Головна» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
2.	ВНС «Південна» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
3.	ВНС «Котовська» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
4.	ВНС «Столбова» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
5.	ВНС «Жевахова гора» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
6.	ВНС «Шкодова гора» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
7.	ВНС «Західна» «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води	ТОВ «Інфоксводоканал»
8.	Одеський припортовий завод	Виробництво мінеральних добрив та переробка аміаку	Державний комітет промполітики України
9.	ТОВ «Союз»	Розміщення твердих побутових відходів	ТОВ
10.	Полігони твердих побутових відходів (ТПВ-1), (ТПВ-2)	Розміщення твердих побутових відходів	Комунальна власність
11.	ТОВ «РАФ»	Розміщення твердих побутових відходів	ТОВ
12.	ДП «Білгород-Дністровськводоканал»	Міські очисні споруди	ДП
13.	АТ «Котовськводоканал»	Міські очисні споруди	АТ
14.	ВАТ «Ізмаїльський целюлозо-картонний комбінат»	Міські очисні споруди	ВАТ

Таблиця 1.3 – Кількість НС за період 2004 – 2012 рр. у розподілі за причинами походження та рівнями

Надзвичайні ситуації	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Загальна кількість НС:	16	18	11	18	14	11	14	17	10
в т.ч. техногенного характеру	8	8	7	7	7	3	8	12	6
природного характеру	8	10	3	11	6	7	6	5	3
соціально-політичного характеру	0	0	1	0	1	1	0	0	1
в т.ч. державного рівня	1	1	0	1	1	0	0	0	0
регіонального рівня	3	4	1	8	0	2	0	0	0
об'єктового рівня	4	9	6	8	6	3	5	14	9
місцевого рівня	8	10	4	1	7	6	9	3	1
Загинуло осіб	18	53	18	27	34	19	15	14	11
Постраждало осіб	26	88	50	14	46	37	40	26	

Таблиця 1.4 – Вихідні дані

Варіант	Область	Період років	Варіант	Область	Період років
1	Волинська	2005- 2010	11	Житомирська	2007- 2012
2	Харківська	-«-	12	Кіровоградська	-«-
3	Херсонська	-«-	13	Дніпропетровська	-«-
4	Вінницька	-«-	14	Луганська	-«-
5	Одеська	-«-	15	Чернігівська	-«-
6	Київська	-«-	16	Черкаська	-«-
7	Донецьк	-«-	17	Рівненська	-«-
8	АР КРИМ	-«-	18	І.-Франківська	-«-
9	Львівська	-«-	19	Запорізька	-«-
10	Закарпатська	-«-	20	Тернопільська	-«-

## Контрольні питання:

1. Які джерела небезпеки у природному середовищі?
2. Які джерела небезпеки у природному середовищі найбільш поширені на території України?
3. Які джерела у антропогенному середовищі?
4. Що розглядається джерелом небезпеки на певному промисловому об'єкті?

## 2 ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

### 2.1 Теоретичні положення

*Потенційно небезпечний об'єкт (ПНО)* – об'єкт, що створює реальну загрозу виникнення НС; об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються небезпечні радіоактивні, пожежовибухові, хімічні речовини та біологічні препарати, об'єкти з видобування корисних копалин; гідротехнічні споруди тощо.

Ідентифікація об'єктів господарської діяльності – це процедура виділення ПНО з об'єктів господарської діяльності. Вона проводиться з метою вдосконалення організації їх державного обліку у процесі паспортизації та реєстрації у Державному реєстрі ПНО відповідно до методики ідентифікації ПНО, затвердженої наказом МНС України від 23.02.2006 р. № 98.

Повідомлення про результати ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки надається до місцевого органу державного нагляду у сфері цивільного захисту для узагальнення результатів проведення ідентифікації.

Результати ідентифікації використовують також для розробки заходів щодо попередження НС та підготовки до реагування на них (плани локалізації та ліквідації НС).

Ідентифікація передбачає аналіз структури об'єктів господарської діяльності та характер їх функціонування для встановлення факту наявності або відсутності джерел небезпеки, які за певних обставин можуть ініціювати виникнення НС, а також визначення рівнів можливих НС.

У процесі ідентифікації розглядаються і враховуються внутрішні і зовнішні чинники небезпеки. До внутрішніх належать чинники небезпеки, що характеризують небезпечність будівель, споруд, обладнання, технологічних процесів об'єкта господарської діяльності та речовин, що виготовляються, переробляються, зберігаються чи транспортуються на його території. До зовнішніх – чинники небезпеки, безпосередньо не пов'язані з функціонуванням об'єкта господарської діяльності, але які можуть ініціювати виникнення НС на ньому та негативно впливати на її розвиток (природні явища та аварії на об'єктах, які розташовані поблизу).

Процедура ідентифікації здійснюється за такими етапами:  
вибір кодів НС, виникнення яких можливе на об'єкті господарської діяльності, згідно з Класифікацією надзвичайних ситуацій;

- аналіз показників ознак НС, вибраних на попередньому етапі, та визначення їх порогових значень з використанням класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій;



- виявлення за результатами аналізу джерел небезпеки, які при певних умовах (аварії, порушення режиму експлуатації, виникнення природних небезпечних явищ тощо) можуть стати причиною виникнення НС;
- визначення видів небезпеки для кожного з виявлених джерел небезпеки;
- визначення переліку небезпечних речовин, що використовуються на об'єкті господарської діяльності, їх кількості та класу небезпеки за допомогою нормативних документів у сфері визначення небезпечних речовин;
- оцінка на підставі отриманих даних зони поширення НС, які можуть ініціювати кожен з виявлених джерел небезпеки за допомогою Методики прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті, а також Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій;
- оцінка можливих наслідків НС для кожного з джерел небезпеки (кількість загиблих, постраждалих, тих, яким порушено умови життєдіяльності, нанесено матеріальні збитки) з використанням Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру, затвердженої постановою Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 р. № 175 (зі змінами);
- встановлення максимально можливих рівнів НС для кожного з джерел небезпеки згідно з Класифікацією надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 24.03.2004 р. № 368;
- визначення державних (галузевих) реєстрів (кадастрів), в яких зареєстровано або необхідно зареєструвати об'єкт господарської діяльності з використанням Переліку затверджених державних (галузевих) реєстрів України для обліку небезпечних об'єктів;
- визначення відповідності об'єкта діючим нормативно-правовим актам у сфері визначення небезпечних об'єктів.

Потенційно небезпечним об'єктом вважається апарат або сукупність пов'язаних між собою потоками в технологічний цикл апаратів, об'єднаних за адміністративною і/або територіальною ознакою.

Потенційно небезпечним об'єктом за адміністративною ознакою вважається структурний підрозділ (виробництво, цех, відділення, участок тощо) суб'єкта господарської діяльності.

У випадку, якщо відстань між потенційно небезпечними об'єктами за адміністративною ознакою не досягає 500 м, то вони вважаються одним ПНО.

У випадку, якщо до складу ПНО входять ділянки, відділення або окремі установки з небезпечними речовинами, що знаходяться на відстані

не більше 500 м одна від іншої, вони вважаються окремими потенційно небезпечними об'єктами.

## **2.2 Порядок проведення ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів**

Процедура ідентифікації об'єкта, що запропонований, здійснюється за такими етапами:

- вибір кодів НС, виникнення яких можливе на об'єкті господарської діяльності, згідно з Класифікацією надзвичайних ситуацій;
- аналіз показників ознак НС, вибраних на попередньому етапі, та визначення їх порогових значень з використанням класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій;
- виявлення за результатами аналізу джерел небезпеки, які при певних умовах (аварії, порушення режиму експлуатації, виникнення природних небезпечних явищ тощо) можуть стати причиною виникнення НС;
- визначення видів небезпеки для кожного з виявлених джерел небезпеки;
- визначення переліку небезпечних речовин, що використовуються на об'єкті господарської діяльності, їх кількості та класу небезпеки за допомогою нормативних документів у сфері визначення небезпечних речовин.

Для проведення ідентифікації використовується характеристика підприємства, що включає опис основних процесів та виробництв (Додаток А, Б).

### *Приклад розрахунку*

**Завдання:** Зробити ідентифікацію об'єкта господарської діяльності.

Об'єктом господарської діяльності є автомобільна заправна станція № 5 ТОВ «Укрнафтосервіс».

Для проведення ідентифікації використовується характеристика підприємства:

1. На підставі документа об'єкта заповнюються розділи «Повідомлення»; «Додаткові дані»; «Загальні дані»; «Відомості про внесення до державних (галузевих) реєстрів (кадастрів)».
2. Вибір кодів НС, виникнення яких можливе на об'єкті господарської діяльності, виконується згідно з Державним класифікатором НС ДК 019-2001(Методика ідентифікації).

<b>Код НС</b>	<b>Назва НС</b>
10211	<i>Пожежі, вибухи у спорудах, на комунікаціях та технологічному обладнанні промислових об'єктів</i>
10310	<i>Аварії з викидом (загрозою викиду), утворення та розповсюдження НХР під час їх виробництва, перероблення або зберігання (захоронення)</i>

### 3. Аналіз показників ознак НС.

<b>Номер ознаки</b>	<b>Опис ознаки</b>	<b>Порогові значення</b>
2.1	<i>Загибель або травмування людей внаслідок аварій, катастроф, отруєнь та нещасних випадків</i>	<i>Загинуло від 3 осіб, госпіталізовано від 10 осіб</i>
2.10	<i>Викид або безпосередня загроза викиду НХР з технологічного обладнання, які можуть створити або створюють фактори ураження для персоналу об'єкта, населення або інших об'єктів навколишнього середовища для НХР 4-го класу</i>	<i>Від 0,5 т</i>

### 4. Виявлення джерел небезпеки.

<b>Назва джерела небезпеки</b>	<b>Аналог джерела за Переліком</b>
<i>1. Резервуар з бензином</i>	<i>Резервуари, цистерни, балони та інші ємності з НР</i>
<i>2. Резервуар з дизпаливом</i>	<i>-//-//-</i>
<i>3. Паливо-роздавальні колонки</i>	<i>Технологічне обладнання, пов'язане з використанням, виготовленням, переробкою, зберіганням, транспортуванням НР</i>

### 5. Виявлення видів небезпеки для кожного з виявлених джерел небезпеки.

<b>Назва джерела небезпеки</b>	<b>Вид небезпеки</b>
<i>1. Резервуар з бензином</i>	<i>Хімічна, екологічна, пожежна, вибухова</i>
<i>2. Резервуар з дизпаливом</i>	<i>Хімічна, екологічна, пожежна, вибухова</i>
<i>3. Паливо-роздавальні колонки</i>	<i>Пожежна, вибухова</i>

6. Визначення переліку небезпечних речовин, що використовуються на об'єкті, кількості та класу.

Назва	Кількість, т	Клас небезпеки
1. Бензин	61,0	4
2. Дизельне паливо	21,6	4

7. Оцінка на підставі отриманих даних зони поширення НС, які можуть ініціювати кожен з виявлених джерел небезпек.

Назва джерела небезпеки	Територіальне поширення	Кількість загиблих	Кількість постраждалих	Поруше но умови прожив.	Збитки, тис. мін. зарплати	Рівень НС
1. Резервуар з бензином	НС не виходить за межі території	—	2	—	0,6	Об'єктовий
2. Резервуар з дизпаливом	НС вийшла за межі	—	2	—	0,2	Об'єктовий
3. Паливо-роздавальні колонки	НС не виходить за межі території	—	4	—	0,1	Об'єктовий

Підсумок: Результати аналізу характеристики об'єкту надаються у вигляді «Повідомлення».

### ПОВІДОМЛЕННЯ

про результати ідентифікації щодо визначення потенційної небезпеки  
Автомобільна заправна станція № 5 ТОВ «Укрнафтосервіс»

1. Додаткові дані.

Місцезнаходження об'єкта	Харківська обл., Харківський р-н, траса Харків-Ростов, 521 км, с. Рогань
Місцезнаходження юридичної особи	61000 м. Харків, вул. Леніна, 5
Підпорядкованість	НАК «Укрнафтогаз»
Код діяльності (КВЕД)	71250
Ідентифікаційний код (ЄДРПОУ)	25789451
Форма власності	колективна

2. Загальні дані.

1.	Вартість основних виробничих фондів, млн. грн.	0,1
2.	Площа підприємства, тис. м <sup>2</sup>	0,48
3.	Санітарно-захисна зона, м	50
4.	Загальна кількість працівників, осіб	5
5.	Рік введення в експлуатацію	2000

3. Відомості про внесення до державних реєстрів.

№ з/п	Найменування реєстру	Реєстраційний номер
1.	Державний реєстр об'єктів підвищеної небезпеки	12.13473160.01.1

4. Виявлені джерела небезпеки.

№ з/п	Назва джерела небезпеки	Вид небезпеки	Код НС	Рівень можливих НС
1.	1. Резервуар з бензином	пожежна, вибухова	10211, 10310	Об'єктовий
2.	2. Резервуар з дизпаливом	пожежна, вибухова	10211,10310	Об'єктовий
3.	3. Паливо-роздавальні колонки	пожежна, вибухова	10211,10310	Об'єктовий
Загальна кількість джерел небезпеки			11	Максимально можливий рівень
				Місцевий

5. Висновок:

Автомобільну заправну станцію № 5 ТОВ «Укрнафтосервіс» можна визнати потенційно небезпечним об'єктом.

6. Особа, відповідальна за результати проведеної ідентифікації.

Назва організації	Посада	Прізвище, імя та по батькові	Підпис	Дата

**Завдання для самостійної роботи**

**Завдання:** Зробити ідентифікацію об'єкта господарської діяльності. Варіанти завдань наведені у табл. 2.1., необхідна інформація стосовно кожного об'єкту надається викладачем.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані

<b>№ варіанта</b>	<b>Об'єкт господарської діяльності</b>	<b>Вид економічної діяльності</b>
1	Державне підприємство «Морський торговельний порт Южний»	Перевантаження вантажів
2	ЗАО «Баштанський сир завод»	Виробництво сиру
3	Рибопереробний комплекс ВО «Одеський консервний завод»	Рибопереробка
4	Малинська паперова фабрика	Виробництво спеціального паперу
5	Аміакопровід «Тольяті – Горлівка – Одеса», МДП «Трансаміак»	Транспортування аміаку
6	Магістральні газопроводи, Одеське лінійно-виробниче управління магістральних газопроводів	Транспортування вибухопожежо-небезпечних речовин
7	ДП «Білгород-Дністровськводоканал»	Міські очисні споруди
8	ВНС «Головна», «Інфоксводоканал»	Очистка та подача води
9	ВАТ «Лукойл-Одеський нафтопереробний завод»	Переробка та зберігання вибухопожежо-небезпечних речовин
10	Морський нафтовий термінал «Южний»	Переробка вантажів та зберігання вибухопожежо-небезпечних речовин
11	ВАТ «Одеський портовий холодильник»	Зберігання продуктів харчування
12	ЗАТ «Одеські дріжджі»	Виробництво та зберігання продуктів харчування
13	АТЗТ «Полярна зірка»	Виробництво та зберігання продуктів харчування
14	ВАТ «Олійножировий комбінат»	Виробництво та зберігання продуктів харчування
15	ВАТ «Одеський завод відділочних матеріалів»	Виробництво та зберігання промислової продукції
16	ВАТ «Одеський деревопереробний завод»	Переробка деревини

Продовження табл. 2.1

<b>№ варіанта</b>	<b>Об'єкт господарської діяльності</b>	<b>Вид економічної діяльності</b>
17	ТОВ «Одеська фабрика нетканих матеріалів»	Виробництво та зберігання промислової продукції
18	Одеська ГНС	Заправка автомобілів скрапленим газом
19	ВАТ «Ексімнафтопродукт»	Зберігання вибухопожежо-небезпечних речовин
20	ВАТ «Одеснафтопродукт»	Зберігання вибухопожежо-небезпечних речовин

Контрольні питання:

1. Що є «потенційно небезпечним об'єктом» ?
2. Для чого використовуються результати ідентифікації ПНО?
3. Який порядок проведення ідентифікації об'єктів господарської діяльності щодо визначення потенційної небезпеки?
4. Що використовується в процесі ідентифікації?
5. На підставі чого визначається вид небезпеки?
6. На підставі чого визначається масштаб та кількість жертв небезпеки?
7. На підставі чого відбувається вибір кодів НС?
8. На підставі чого визначається джерело небезпеки?
9. Хто проводить ідентифікацію На підставі чого визначається вид небезпеки?
10. У якому випадку проводиться повторна ідентифікація ПНО На підставі чого визначається вид небезпеки?
11. До якої установи надається повідомлення про результати ідентифікації ПНО?

Рекомендована література:

1. Методика ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів.
2. Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів.
3. Положення про Державний реєстр потенційно небезпечних об'єктів.
4. Положення про моніторинг потенційно небезпечних об'єктів.

## 3 ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ПІДВИЩЕНОЇ НЕБЕЗПЕКИ СЕРЕД ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

### 3.1 Теоретичні положення

Визначення об'єктів підвищеної небезпеки (ОПН) проводиться згідно із законом України «Про об'єкти підвищеної небезпеки», 2001 р. Надалі будуть використані такі терміни:

- *об'єкт підвищеної небезпеки* – об'єкт, на якому використовується, виготовляється, переробляється, зберігається або транспортується одна або декілька небезпечних речовин або категорій речовин у кількості, яка дорівнює або перевищує установлені порогові маси, а також інші об'єкти як
- такі, що у відповідності до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного і природного характеру;
- *порогова маса небезпечних речовин* – нормативно встановлена маса окремої небезпечної речовини або категорії небезпечних речовин або сумарна маса небезпечних речовин різних категорій;
- *ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки* – порядок визначення ОПН серед потенційно небезпечних об'єктів;
- *декларація безпеки* - документ, що визначає комплекс заходів, які приймаються суб'єктом господарської діяльності з метою попередження аварій, а також забезпечення готовності до локалізації, ліквідації аварій та їх наслідків.

Під час ідентифікації для кожного ПНО розраховується сумарна маса будь-якої небезпечної речовини із указаних у нормативах порогових мас індивідуальних небезпечних речовин або для кожної речовини, що за своїми властивостями може бути віднесена до будь-якої категорії або до декількох категорій небезпечних речовин.

За сумарну масу небезпечної речовини береться:

- *для сховищ (резервуарів)* – сумарна маса небезпечної речовини, що в них знаходиться при повному завантаженні у відповідності до технологічного регламенту, проектної або іншої документації;
- *для технологічних установок* – максимальна сумарна маса, що може знаходитися в апаратах і трубопроводах у відповідності до технологічного регламенту, умовам процесу і правилам експлуатації;
- *для обладнання колонного типу* – сумарна маса небезпечної речовини при максимальному рівні рідини у тарілках;
- *для трубопроводів* – сумарна маса небезпечної речовини в секції трубопроводу між двома запорними пристроями і та, що може виділитися впродовж часу, встановленого для виявлення витікання і



здійснення ручного перекриття запорних пристроїв, а для внутрішньозаводських трубопроводів – сумарна маса у всьому трубопроводі;

- для сливно-наливних естакад – сумарна маса небезпечної речовини у залізничних або автомобільних цистернах. У розрахунках використовується максимальна ємність і максимально регламентована кількість цистерн, що можуть встановлюватися на естакаді одночасно.

Процедура ідентифікації вважається завершеною, якщо сумарна маса дорівнює або перевищує норматив порогової маси. У розрахунках може не враховуватись маса небезпечних речовин, які знаходяться на об'єкті в об'ємах не більш 2 % порогової маси у відповідності з нормативами, якщо їх загальний об'єм на території підприємства не може привести до великої аварії.

Для визначення класу безпеки підприємства необхідно визначити порогову масу небезпечних речовин однієї групи за формулою:

$$Q_{pgr} = \sum_{i=1}^n g_i \div (g_i \div Q_i), \quad (3.1)$$

де  $g_i$  – сумарна маса небезпечної речовини, що знаходиться на об'єкті;

$Q_i$  – норматив порогової маси цієї небезпечної речовини (табл. 3.1, 3.2).

У випадку, коли сумарна маса небезпечних речовин не перевищує норматив порогової маси або сумарна маса небезпечних речовин однієї групи не перевищує порогової маси, але відстань від цього об'єкту до місць великого зосередження людей, транспортних магістралей, промислових, природоохоронних і життєво важливих громадянських об'єктів менш 500 м для небезпечних речовин груп 1 і 2 і 1000 м для небезпечних речовин групи 3, пороговою масою вважається маса небезпечних речовин, що визначається за формулою:

$$Q_{ik} = Q_i \times (R_x \div R_n)^2, \quad (3.2)$$

де  $Q_{ik}$  – норматив порогової маси небезпечних речовин для ПНО;

$Q_i$  – норматив порогової маси індивідуальних небезпечних речовин однієї категорії або групи;

$R_x$  – відстань від ПНО до місць великого скупчення людей, транспортних магістралей, промислових, природоохоронних і життєво важливих громадянських об'єктів;

$R_n$  – гранична відстань, починаючи з якої проводиться перерахунок нормативу порогової маси.

Декларація безпеки приймається суб'єктом господарської діяльності

з метою попередження аварій, а також забезпечення готовності до локалізації, ліквідації аварій та їх наслідків у відповідності до методики

Таблиця 3.1 – Нормативи порогових мас небезпечних речовин за категоріями

Категорія небезпечних речовин		Порогова маса, т	
		1 клас	2 клас
1.	Пальні (займісті) гази	200	50
2.	Пальні рідини	50000	5000
3.	Пальні рідини, перегріті під тиском	200	50
4.	Ініціюючі (первинні) вибухові речовини	50	10
5.	Бризантні (вторинні) та піротехнічні вибухові речовини	200	50
6.	Речовини-окислювачі	200	50
7.	Високотоксичні речовини	20	5
8.	Токсичні речовини	200	50
9.	Речовини, що представляють небезпеку для навколишнього середовища (високо токсичні для водних організмів)	500	200
10.	Речовини, що представляють небезпеку для навколишнього середовища (високо токсичні для водних організмів) і/або можуть здійснювати довготривалий негативний вплив на водне середовище	2000	500
11.	Речовини, що вступають у бурхливу реакцію з водою	500	100
12.	Речовини, що вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням паливних і/або вибухонебезпечних або токсичних газів	200	50

визначення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки.

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Визначити клас безпеки підприємства, на якому є сховище аміаку у кількості 30 т.

У відповідності до того, що речовина одна, згідно табл. 3.2 порогова маса дорівнює 50 т. В результаті порівняння з пороговою масою можемо зробити наступний висновок:

- сумарна маса аміаку не перевищує порогову масу, що відповідає 2 класу.

*Висновок:*

Підприємство не є об'єктом підвищеної небезпеки.

**Завдання для самостійної роботи**

Визначити клас безпеки підприємства, у склад якого входить

сховище небезпечних речовин, з використанням даних табл. 3.3 – 3.4.

Таблиця 3.2 – Нормативи порогової маси деяких індивідуальних небезпечних речовин

Назва		Порогова маса небезпечної речовини, т	
		1 клас	2 клас
1.	Аміак	500	50
2.	Амонію нітрат	2500	350
3.	Амонію нітрат (добрива)	5000	1250
4.	Арсенітний ангідрид, арсенічна кислота і/або її солі	2	1
5.	Бром	100	20
6.	Хлор	25	10
7.	Сполуки нікелю	1	
8.	Формальдегід	50	5
9.	Водень	50	5
10.	Сірководень	50	5
11.	Сірки диоксид	250	25
12.	Речовини, що вступають у бурхливу реакцію з водою з виділенням паливних і/або вибухонебезпечних або токсичних газів	200	50

Таблиця 3.3 – Вихідні дані

<b>№ варіанта</b>	<b>Речовина</b>	<b>Маса небезпечної речовини у сховищі, т</b>	<b>Маса небезпечної речовини у заводському трубопроводі, т</b>	<b>Маса небезпечної речовини у технологічній установці, т</b>
1	Аміак	240	30	10
2	Амонія нітрат (добрива)	66	20	12
3	Хлор	53500	10	13
4	Формальдегід	5783	5	25
5	Ацетилен	265	10	62
6	Сірководень	71	14	34
7	Аміак	84	23	10
8	Амонія нітрат (добрива)	21	16	12
9	Хлор	257	59	13
10	Формальдегід	61	100	47
11	Ацетилен	300	20	45
12	Сірководень	70	200	65
13	Аміак	44	10	58
14	Амонія нітрат (добрива)	10	30	82
15	Хлор	265	50	10
16	Формальдегід	78	52	5
17	Ацетилен	500	46	9
18	Сірководень	300	28	20
19	Аміак	2900	91	16
20	Сірководень	510	12	28

Таблиця 3.4 – Вихідні дані

№ варіанта	Група небезпечної речовини	Сумарна маса небезпечної речовини, т	Відстань від потенційно небезпечного об'єкта, м
1	1	150	350
2	1	35	400
3	2	3000	260
4	2	30000	354
5	3	40	980
6	3	120	800
7	1	150	245
8	1	35	456
9	2	3000	463
10	2	30000	430
11	3	40	700
12	3	120	850
13	1	150	340
14	1	35	410
15	2	3000	450
16	2	30000	490
17	3	40	850
18	3	120	910
19	1	45	360
20	1	142	420

## Контрольні питання:

1. Що є об'єктом підвищеної небезпеки?
2. Які критерії ідентифікації ОПН?
3. Яким чином організований нагляд за ОПН?
4. Що таке «декларація безпеки», хто її складає?
5. Що містять плани локалізації та ліквідації аварій на ОПН?
6. Яким чином відбувається ідентифікація ОПН?

## Рекомендована література:

1. Закон України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».
2. Нормативи порогових мас небезпечних речовин для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки.
3. Порядок ідентифікації та обліку ОПН.
4. Порядок декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки.
5. Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій.

## 4 РОЗРАХУНОК ХВИЛІ ПРОРИВУ, ЩО УТВОРЮЄТЬСЯ ПРИ РУЙНУВАННІ ГІДРОВУЗЛІВ

Гідротехнічні споруди (об'єкти) відносяться до ПНО. Вони поділяються на річкові, озерні, морські.

Гідровузол обов'язково включає водопідпорні та водоскидні споруди. Крім того, до нього можуть входити інші споруди: пригребельна ГЕС, шлюз тощо.

Руйнування гребель та інших гідротехнічних споруд може відбутися як від дії природних сил (землетрусу, лавини, урагану, обвалу, зсуву), так і від переливу води через гребінь греблі.

Головною і безпосередньою причиною руйнування греблі є перелив води через її гребінь при великих повенях, недостатні розміри водопропускних споруд, а також вплив виникаючих згодом фільтраційних потоків через тіло і підшову греблі, що приводить до негативних змін їх фізичних властивостей.

### 4.1 Загальні положення

У разі повного або часткового руйнування підпірних споруд гідровузлів маса води під великим тиском прямує через утворений пролом з водосховища у нижній б'єф.

У нижньому б'єфі виникає потужний потік води, який переміщається повздовж русла ріки і розтікається у різні сторони з утворенням відігнаних і затоплених гідравлічних стрибків, переформуванням долини ріки та переміщенням утворених вторинних потоків. На деякому віддаленні від гідровузла, з мірою наповнення долини ріки водою всі потоки зіллються в один, стрибкові явища затухнуть і сформується потік, який називається *хвилею прориву* (рис. 4.1).

Хвиля прориву має здатність переносити в напрямленні свого руху значну масу води (змінює свою форму, розміри і швидкість). Вона складається з двох частин – зони підйому рівня води і зони її спаду. Початок хвилі називається фронтом, який пересувається з великою швидкістю. Зона найбільшої висоти хвилі називається гребенем хвилі. Кінець хвилі – це хвіст.

Задачею розрахунку хвилі прориву є визначення її головних параметрів: висоти хвилі, глибини потоку, швидкості руху та часу добігання різних характерних точок хвилі (фронту, гребня, хвоста) до розрахункових створів, розташованих на річці нижче гідровузла, а також тривалість проходження хвилі через створи.

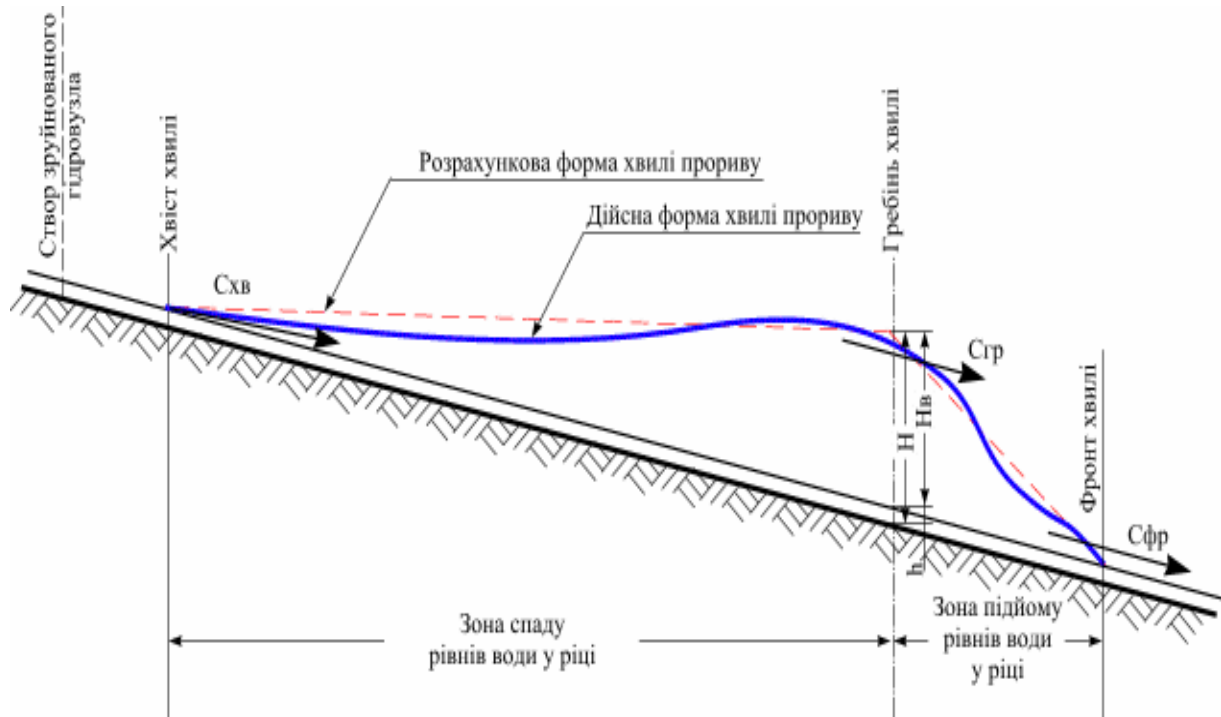


Рис. 4.1. Схематичний повздовжній розріз хвилі прориву.

При наявності зазначених даних може бути визначена ширина зони затоплення в різних створах і окремі можливі зони затоплення на великомасштабній карті.

#### 4.2 Прийняті допущення і правила розрахунку

1. Руйнування гідровузлу або його частини, проходить миттєво.
2. Ступінь руйнування напірного фронту гідровузла приймається у відсотках від довжини по урізу води у водосховищі. При часткових руйнуваннях вважається, що пролом створюється один і знаходиться у самому глибокому місці.
3. За будь-якого руйнування форма пролomu вважається однаковою з формою русла і долини у створі гідровузла. Наближається до стандартної (прямокутна, параболічна і трикутна).
4. Глибина пролomu вважається такою, що вона доходить до дна водосховища. Зміна пролomu з часом не враховується, її форма і розміри вважаються постійними (рис. 4.2).
5. Інерційні сили при визначенні часу спорожнення водосховища не враховуються. Вважається, що рівень води у водосховищі при його спорожненні весь час залишається горизонтальним.
6. Русло ріки і її долина, які затоплюються при проходженні хвилі

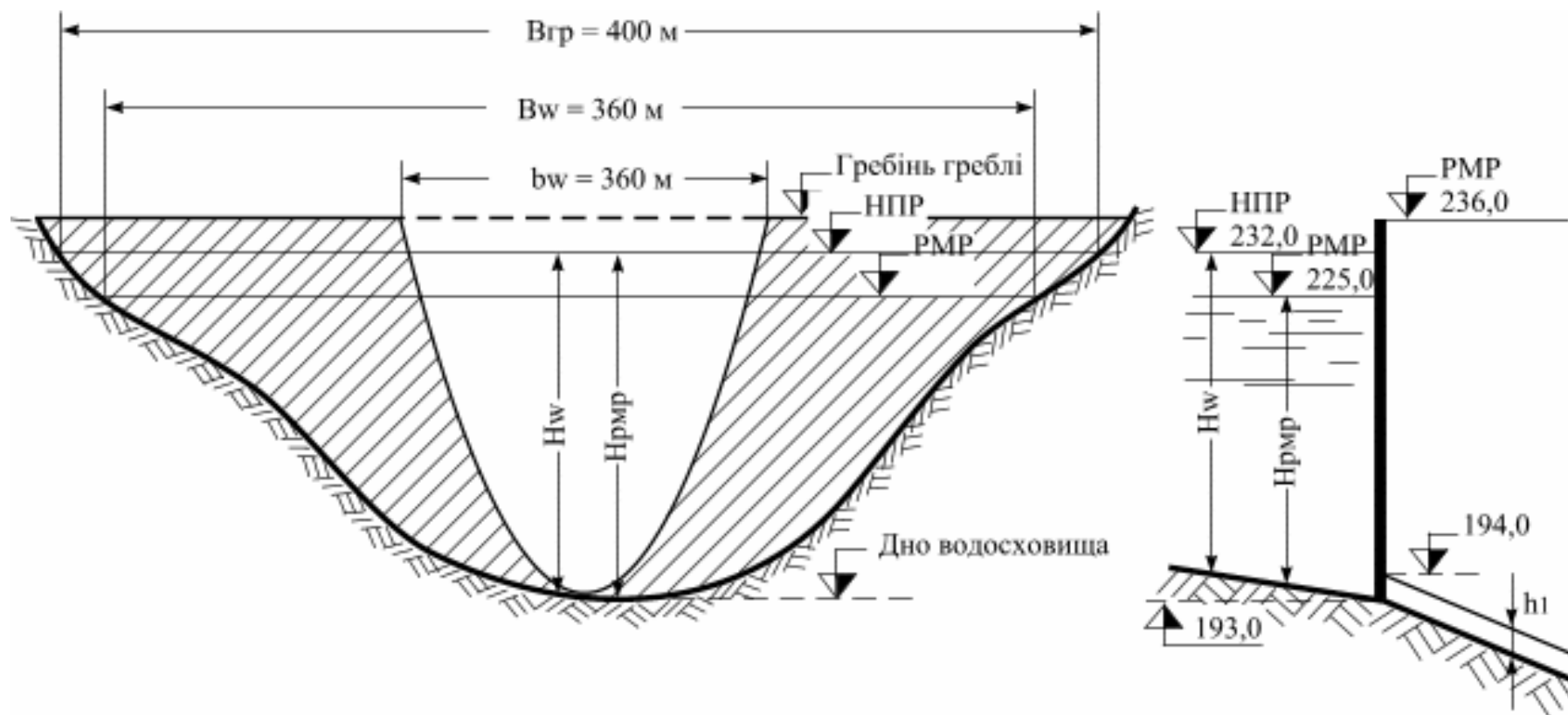


Рис. 4.2. Розрахункова схема гідровузла



попуску, схематизуються:

- форми русла і долини вважаються параболічним;
- річка по довжині складається із ділянок з однорідними ширинами, глибинами, нахилами і шорсткістю (розрахункових ділянок);
- шорсткість русла та заплави приймається середньою для всього перетину і розрахункової ділянки та не залежить від глибини наповнення долини ріки водою (табл. 4.1).

Розрахунок основних параметрів хвилі прориву проводиться по динамічній осі потоку.

**Основні вихідні розрахункові дані по водосховищу, гідровузлу і ріки:**

- повний об'єм водосховища при нормальному підпертому рівні (НПР) – $W_0$ , млн. м <sup>3</sup> ;
- площа поверхні водосховища при цьому горизонті (НПР) – $S_w$ , млн.м <sup>2</sup> ;
- максимальна глибина води перед гідровузлом при НПР – $H_w$ , м;
- ширина водосховища по урізу води у створі гідровузла при НПР – $B_w$ , м;
- ширина пролому по урізу води у створі гідровузла при НПР – $b_w$ , м;
- глибина воді перед гідровузлом у момент його руйнування, тобто при рівні в мить руйнування (РМР) – $H_{рмр}$ , м;
- ширина водосховища по зрізу води у створі гідровузла в мить його руйнування (при РМР)* – $B_{рмр}$ , м;
- ширина пролому по урізу води при (РМР)* – $b_{рмр}$ , м;
- довжина кожної розрахункової ділянки річки – $L_i$ , м;
- середній уклін дна річки на кожній ділянці – $I_i$ ;
- середня побутова глибина річки на кожній ділянці – $h_i$ , м;
- середня шорсткість русла і заплави на розрахункових ділянках, характеризується коефіцієнтом шорсткості – $n_i$ (табл. 4.1).

**4.3 Визначення основних параметрів хвилі прориву в «0» створі**

Так як утворення пролому вважається миттєвим, одразу на максимальну глибину і ширину, то

$$t_{фр0} = t_{зр0} = 0, \quad t_{хв0} = T_0.$$

Висота хвилі  $H_{00}$  при повному руйнуванні гідровузла визначається теоретично для прямокутного русла без урахування опору і при відсутності води у нижньому б'єфі не може перевищувати  $2/3 H_{рмр}$ .

З графіка (рис. 4.3) при визначених  $H_{рмр}$ ,  $h_1$ ,  $b_w / B_w$  і формі річкової долини знаходиться  $H_0 / H_{рмр}$  і розраховується  $H_0$  і  $H_{00}$  у разі руйнування

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти шорсткості природних водостоків

№	Характеристика русла і заплави	Коефіцієнти шорсткості, n
1	Природні русла в сприятливих умовах	0,025
2	Порівняно чисті русла постійних рівнинних потоків у звичайних умовах. Земляні русла періодичних потоків у відносно сприятливих умовах	0,040
3	Русла великих і середніх річок, значно забруднені. Періодичні потоки з великою кількістю наносів. Заплави великих і середніх річок відносно розроблені, покриті нормальною кількістю трави і чагарнику	0,050
4	Русла періодичних водотоків сильно забруднених і звивистих. Погано розроблені заплави річок, галечно-валунні русла гірського типу	0,067
5	Неправильні поперечні перетини русла: нерівна поверхня русла, широкі заплави	0,100
6	Широкі заплави з дуже великими мертвими просторами, з місцевими заглибленнями-озерами тощо	0,150
7	Потоки типа селевих. Глухі заплави, які заросли лісом.	0,200

напірного фронту.

При проломі, який доходить до дна сховища:

$$b_{pmp} / B_{pmp} = b_w / B_w.$$

Час проходження хвилі прориву через перший створ  $T_0$  звичайно дорівнює часу повного спорожнювання водосховища.

При руйнуванні гідровузла час  $T_0$  визначається за формулою:

$$T_0 = (W_g \cdot A) / (3600 \cdot Q_{icm}), \quad (4.1)$$

де  $W_g$  – повний об'єм водосховища, м<sup>3</sup>;

$Q_{icm}$  – початковий розхід води через пролом, м<sup>3</sup>/с.

Коефіцієнт  $A = f(H_{pmm} / H_w, b_w / B_w, n_w)$  – показник ступеню кривої об'ємів водосховища, визначається за допомогою графіку, який зображено на рис. 4.4.

Початковий розхід води через пролом визначається за формулою:

$$Q_{icm} = ? B_w H_w^{2/3}. \quad (4.2)$$

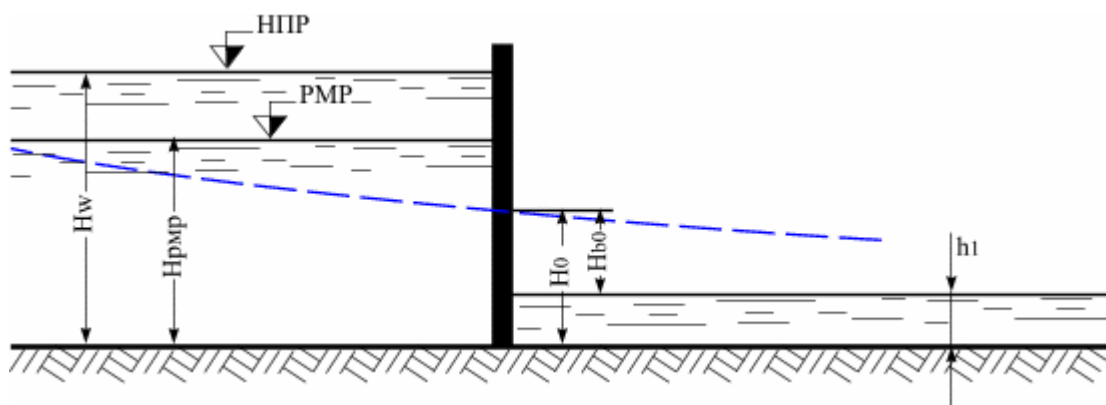
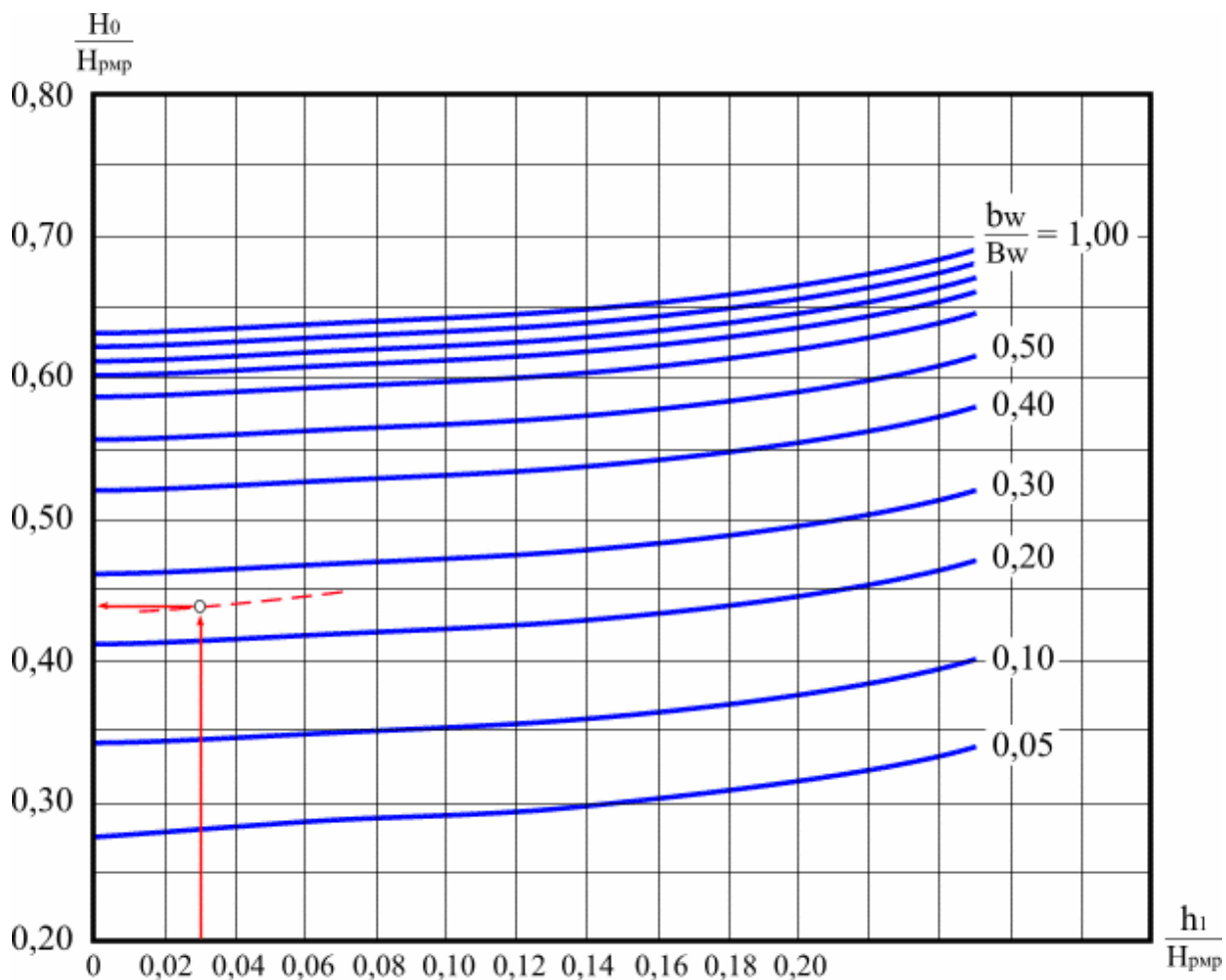


Рис. 4.3. Графік для визначення  $H_0$  та  $H_{b0}$ .

Приблизно можна рахувати:  
 для трикутного русла  $\beta = 0,30$ ;  
 для параболічного русла  $\beta = 0,60$ ;  
 для прямокутного русла  $\beta = 0,90$ .

Графік складено для русла і річкової долини *параболічної форми*. При прямокутній або трикутній формі русла і річкової долини одержане по графіку значення  $H_0/H_{рмр}$  потрібно помножити відповідно на 0,85 або 1,10.

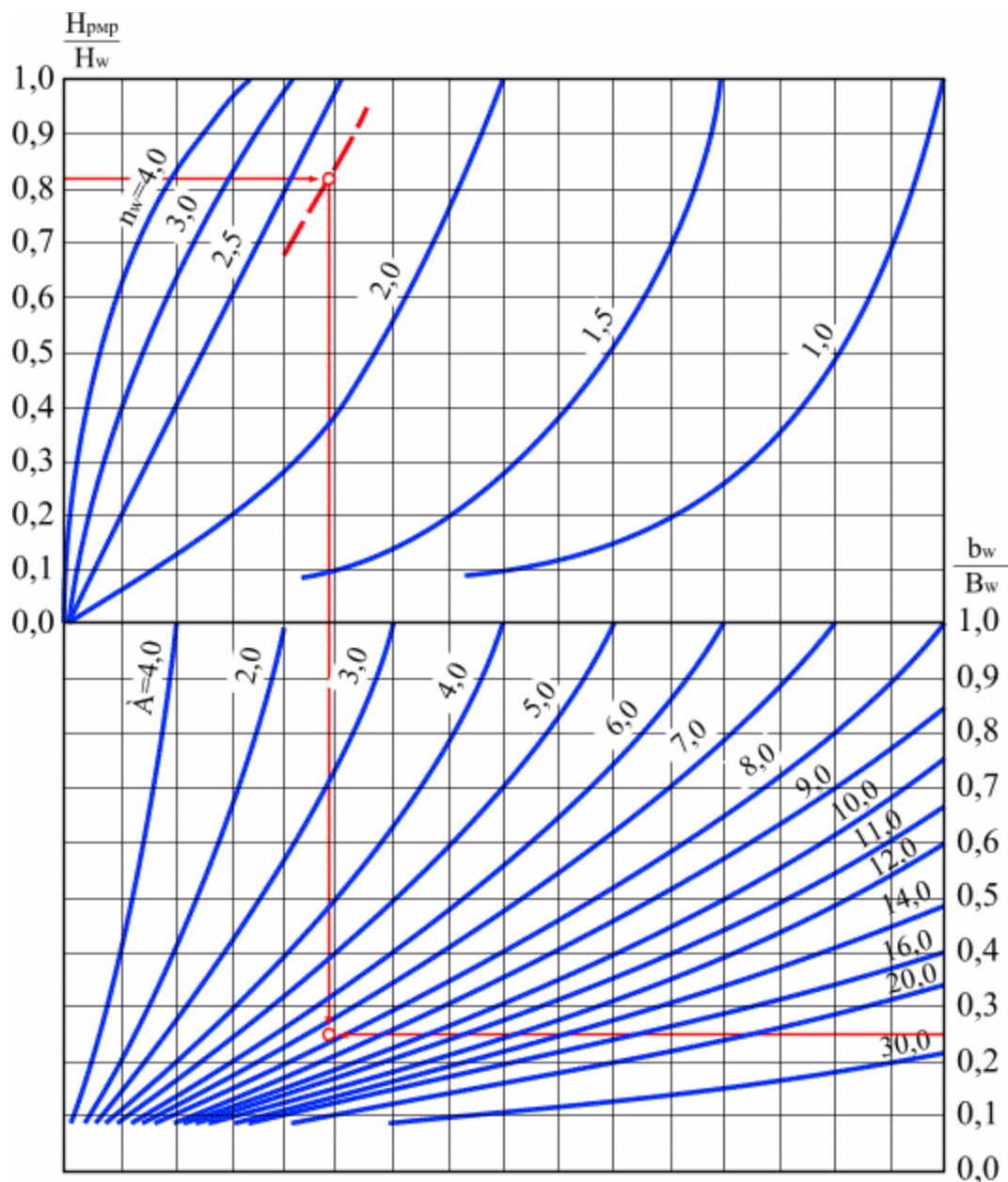


Рис. 4.4. Графік визначення допоміжного коефіцієнта «А».

#### 4.4 Розрахунок руху хвилі прориву на 1 ділянці та визначення параметрів хвилі у «1» створі

Основними параметрами хвилі прориву в 1 створі є:  $H_{с1}$ ,  $H_1$ ,  $t_{фп1}$ ,  $t_{ср1}$ ,  $t_{хв1}$ .

За графіком (рис. 4.5) в залежності від глибини річки  $h_1$ , середнього нахилу ділянки  $I_1$  і коефіцієнта шорсткості  $n_1$  визначається середня швидкість руху гребня хвилі прориву по розрахунковій ділянці  $C_{ср1}$ . Так як на ділянках, близьких до зруйнованого гідровузлу, значна частина енергії потоку буде витрачатися на розмив ґрунтів, складових русла і заплави, то

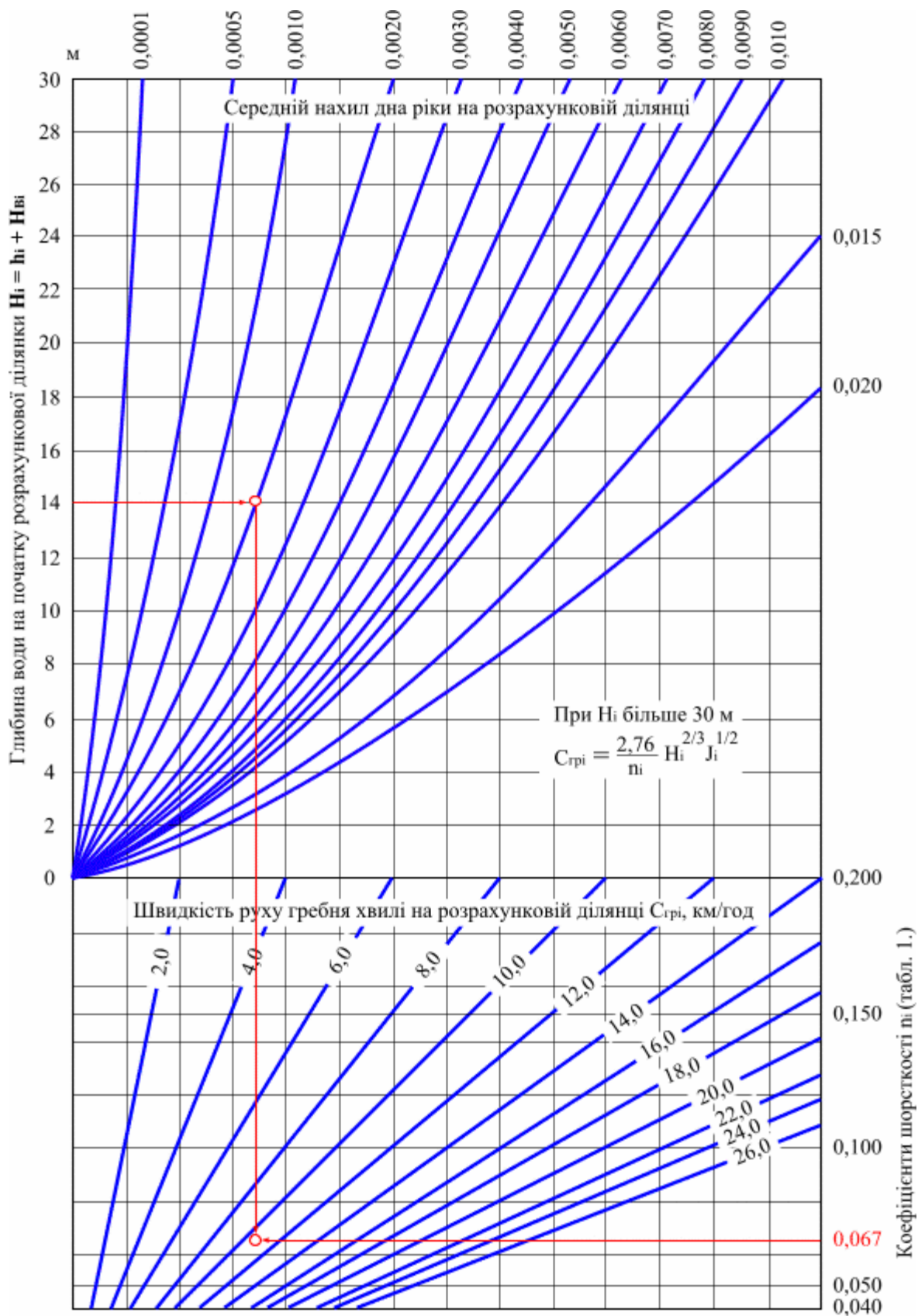


Рис. 4.5. Графік визначення швидкості руху гребня хвилі прориву  $C_{грі}$ .

коефіцієнт шорсткості для першої ділянки пропонується приймати  $n_1 = 0,050 \dots 0,100$ .

Після визначення  $C_{zp1}$  знаходимо час добігання гребня хвилі до 1 створу:

$$t_{zp1} = L_1 / C_{zp1}, \quad (4.3)$$

де  $L_1$  – довжина першої розрахункової ділянки.

Далі визначається висота хвилі  $H_{e1}$  в 1 створі за графіком на рис. 4.6. Для цього спочатку обчислюється величина  $t_{zp1} / t_{x60}$  і по графіку (рис 4.6), враховуючи умови руху хвилі прориву по річці і долині, знаходимо відношення  $H_{e1} / H_{e0}$ .

Рівень води у першому створі визначається висотою хвилі у створі та глибиною води ( $h_2$ ):

$$H_1 = H_{e1} + h_2. \quad (4.4)$$

У разі, коли  $H_{e1} / H_{e0}$  отримано порядку 0,98 – 0,99, то хвиля прориву практично відсутня, рух води стає близьким до рівномірного і може бути розрахований за формулами рівномірного руху.

Швидкість руху фронту хвилі прориву  $C_{фр1}$  по розрахунковій ділянці визначається за формулою:

$$C_{фр1} = \alpha_i \cdot C_{zpi}, \quad (4.5)$$

де  $i$  – номер розрахункової ділянки.

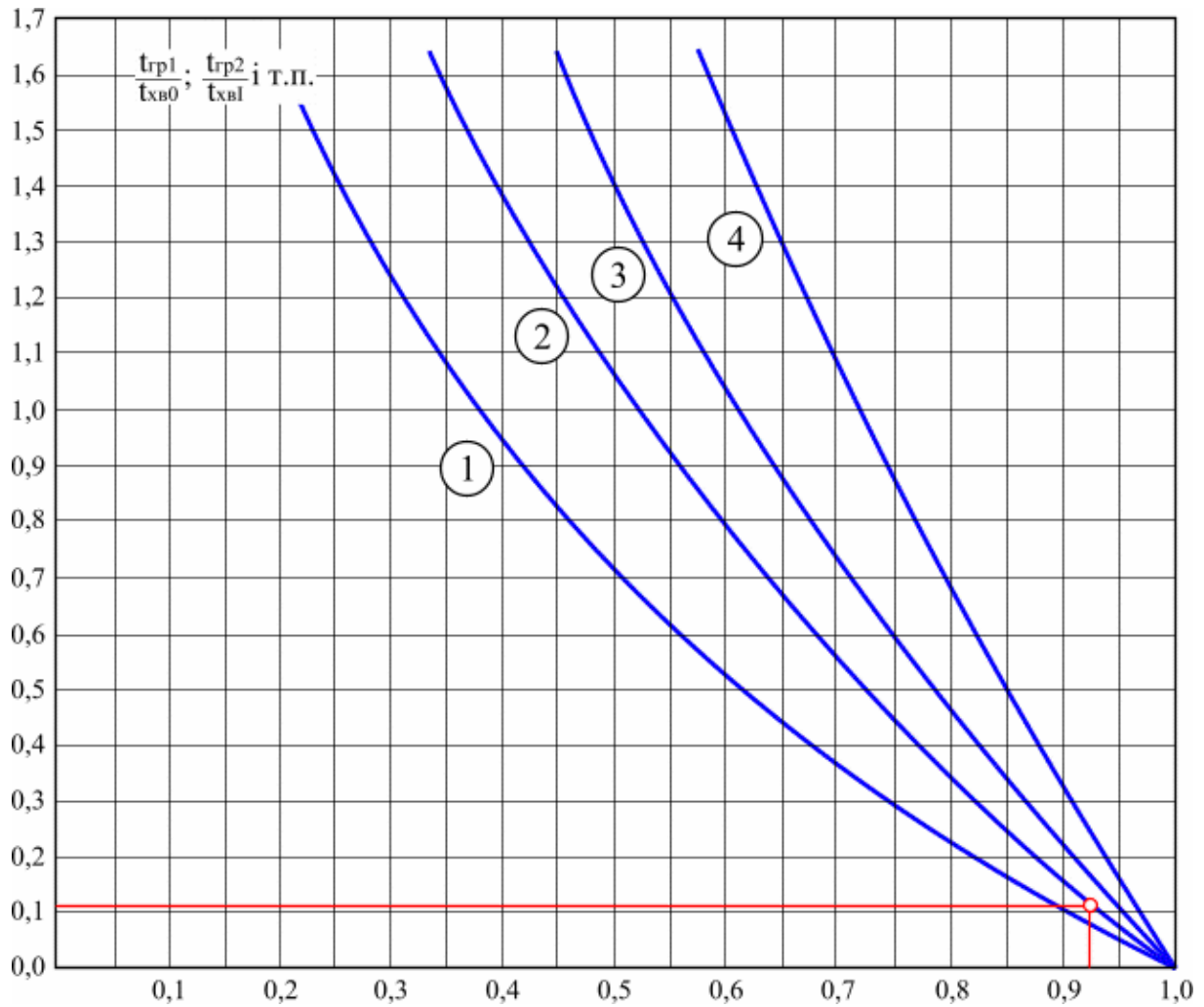
Коефіцієнт  $\alpha_i$ , який включено до формули 4.5, визначається по графіку (рис. 4.7) в залежності від співвідношення  $\Delta Z_i / H_{pmp}$ , де  $\Delta Z_i$  – різниця відміток дна річки в нульовому і розрахунковому створах.

Час добігання фронту хвилі прориву до «1» розрахункового створу визначається за формулою

$$t_{фр1} = L_1 / C_{фр1}. \quad (4.6)$$

Швидкість руху хвоста хвилі  $C_{x61}$  визначається по графіку (рис. 4.8). Час пробігу хвоста хвилі від нульового до першого створу визначається за формулою:

$$t_{x61} = L_1 / C_{x61}. \quad (4.7)$$



Умови руху хвилі прориву:

- ① – широкі заплави та річкові долини при зруйнованих захисних греблях;
- ② – заплави порівняно правильної параболічної форми у звичайних умовах;
- ③ – теж, що і ②, але при вузьких заплавах;
- ④ – заплави та долини правильної призматичної форми, близької до прямокутної, без заплів, канали

Рис. 4.6. Графік визначення висоти хвилі по долині річки.

Для визначення моменту часу, коли хвіст хвилі пройде 1 створ, необхідно скласти  $t_{xв0}$  та  $t_{xв1}$ :

$$t_{xв1} = t_{xв0} + t_{xв1}. \quad (4.8)$$

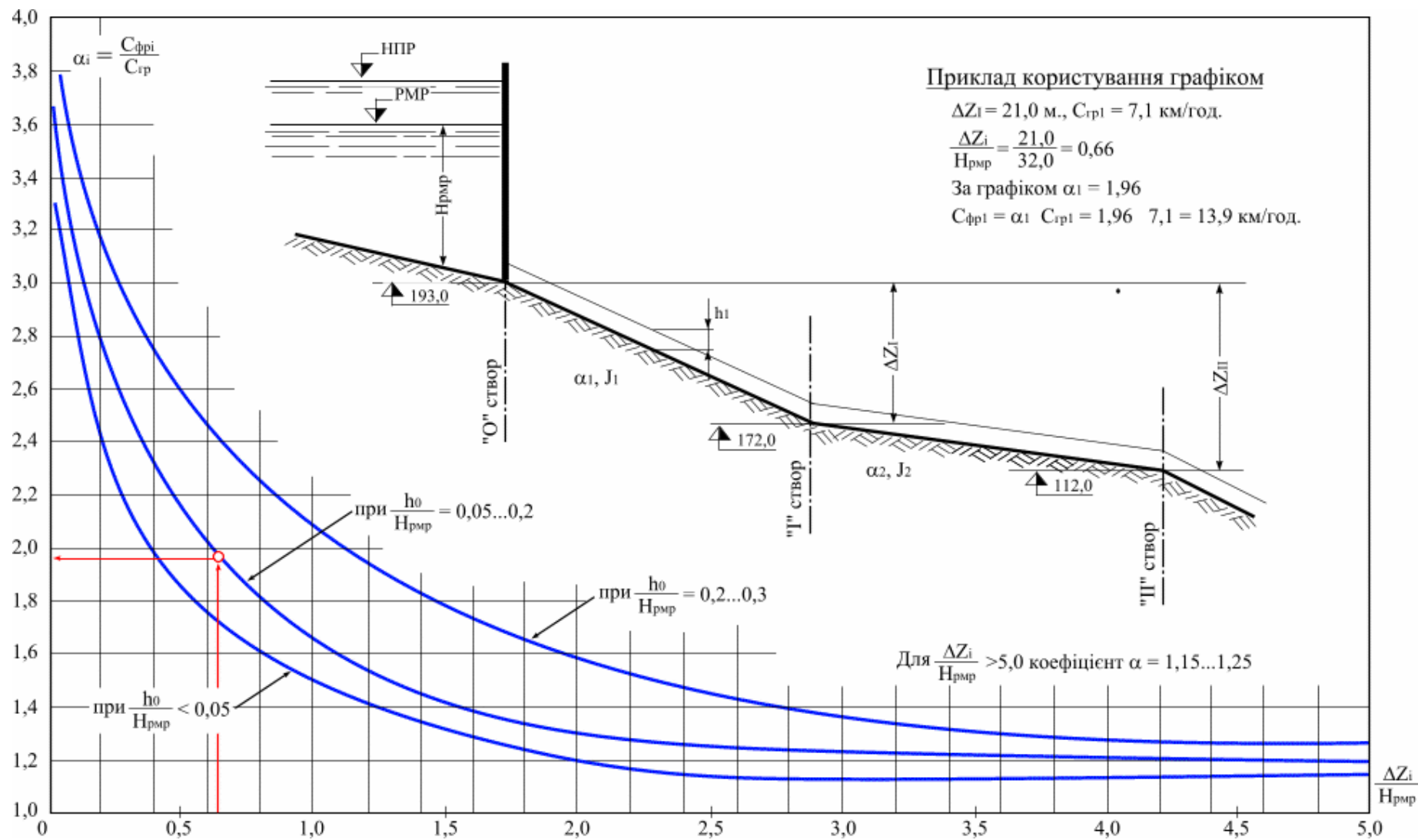




Рис. 4.7. Графік визначення швидкості руху фронту хвилі  $C_\phi$  по розрахунковим ділянкам.

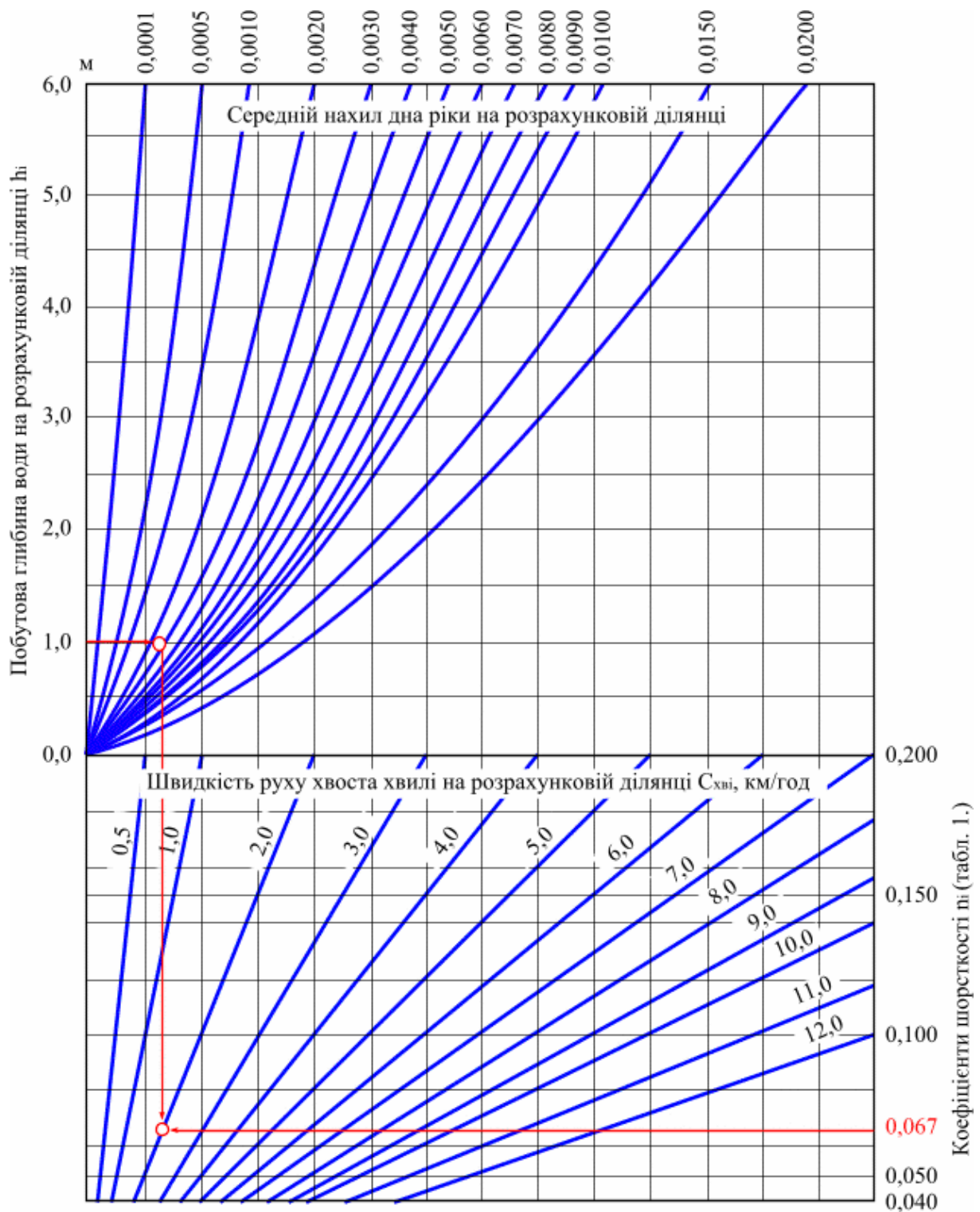


Рис. 4.8. Графік визначення середньої швидкості руху хвоста хвилі  $C_{xvi}$  на розрахунковій ділянці.

*Приклад розрахунку*

*Завдання:* Визначити параметри хвилі прориву та масштаби затоплення території внаслідок прориву при руйнуванні гідровузла. Основні характеристики русла та дамби наведені у табл. 4.2.

1. Визначається показник ступеню кривої об'ємів водосховища за графіком 4.4, для чого розраховуються співвідношення:

$$H_{pmp} / H_w = 32 / 39 = 0,82 \text{ та}$$

$$b_w / B_w = 0,25;$$

$$n_w = 2,3,$$

по графіку  $A = 7,6$ .

2. Початковий розхід води через пролом визначається за формулою 4.3:

$$Q_i = 0,30 \cdot 6 \cdot (39)^{3/2} = 438,4 \text{ м}^3.$$

3. Визначається час спорожніння водосховища за формулою 4.1:

$$T_0 = 200 \cdot 10^6 \cdot 7,6 / (3600 \cdot 438,4) = 963,1 \text{ год. (40 діб)}.$$

4. Визначення  $H_0$  з використанням графіку 4.3:

$$b_w / B_w = 0,25 \text{ та } h_1 / H_{pmp} = 1 / 32 = 0,03,$$

з графіку зняли значення  $H_0 / H_{pmp} = 0,44$ ,

$$\text{тоді } H_0 = 0,44 \cdot H_{pmp} = 0,44 \cdot 32 = 14,1 \text{ м, } H_{e0} = H_0 - h_1 = 14,1 - 1,0 = 13,1 \text{ м.}$$

5. Визначення середньої швидкості руху гребня хвилі прориву за рис. 4.5:

$$h_1 = 14,1,$$

$$J_1 = 0,002,$$

$$n_1 = 0,05, \text{ тоді } C_{zpl} = 14 \text{ км/год.}$$

6. Час добігання гребня хвилі визначається за формулою 4.3:

$$t_{zpl} = 500 \cdot 0,032 / 14 = 1,14 \text{ год.}$$

7. Висота хвилі у 1 створі визначається за графіком 4.6 з урахуванням типу заплави:

$$t_{zpl} / T_0 = 1,14 / 963,1 = 0,001, \text{ тип заплави 1, за графіком } H_{e1} / H_{e0} = 0,99,$$

$$H_{e1} = 0,99 \cdot 13,1 = 12,97 \text{ м,}$$

$$H_1 = 12,97 + 1,5 = 14,47 \text{ м.}$$

8. Швидкість руху фронту на першій ділянці:

$$\Delta Z_i / H_{pmp} = 20 / 32 = 0,63, \text{ тоді } \alpha_i = 1,90,$$

$$C_{fpl} = 1,90 \cdot 14 = 26,6 \text{ км/год.}$$

9. Час добігання фронту хвилі

$$t_{fpl} = 16 / 26,6 = 0,60 \text{ год.}$$

10. Визначення швидкості руху хвоста хвилі:

$$h_1 = 1,1,$$

$$J_1 = 0,002,$$

$$n_1 = 0,05, \text{ тоді } C_{xsl} = 2,8 \text{ км/год.}$$

11. Час добігання хвоста хвилі становитиме

$$T_{xsl} = (16 / 2,8) + 963,1 = 968,8 \text{ год.}$$

*Висновки:*

Швидкість добігання гребня хвилі складе  $C_{zpl} = 14$  км/год.

Час добігання гребня хвилі  $t_{zpl} = 1,14$  год.

Висота хвилі у 1 створі з урахуванням типу заплави:

$$H_{e1} = 0,99 \cdot 13,1 = 12,97 \text{ м,}$$

Таблиця 4.2 – Основні характеристики водосховища та греблі

Характеристики	Варіанти завдання									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Об'єм водосховища, $10^6 \text{ м}^3 (W_e)$	200	210	300	250	310	280	260	210	350	400
Площа водосховища, $10^6 \text{ м}^2 (S_w)$	1,8	12,8	14,1	13,5	16,2	13,5	14,5	12,8	13,9	21,6
Глибина водосховища при НПР, м ( $H_w$ )	39	30	32	29	28	33	34	40	24	30
Глибина водосховища при $H_{рмр}$ , м	32	25	24	21	25	30	28	36	20	26
Глибина води у нижньому б'єфі гідровузла, м ( $h_l$ )	1.0	2.0	1,3	1,4	1,2	1,5	1,5	2,5	2,1	1,5
Ширина водосховища по урізу води, м ( $B_w$ )	100	120	130	145	135	165	120	110	150	170
Ширина пролomu по урізу води, м ( $b_w$ )	30	40	25	35	30	25	15	25	40	35
Форма бреші	параболічна									
Коефіцієнт шорсткості у проломі	2,3	2,4	2,2	2,0	2,1	2,5	3,0	2,0	2,5	2,0

$$H_l = 12,97 + 1,5 = 14,47 \text{ м.}$$

Швидкість руху фронту на першій ділянці  $C_{фр1} = 26,6$  км/год.

Час добігання фронту хвилі  $t_{фр1} = 0,60$  год.

Швидкість руху хвоста хвилі  $C_{хв1} = 2,8$  км/год.

Час добігання хвоста хвилі становитиме  $T_{хв1} = 968,8$  год.

Необхідно вказати площу можливого затоплення згідно картографічного матеріалу і підрахувати кількість людей, які попадуть в зону затоплення та інші об'єкти «підключення».

### **Завдання для самостійної роботи**

Визначити параметри хвилі прориву та масштаби затоплення території внаслідок прориву при руйнуванні гідровузла (табл.4.2-4.3).

Таблиця 4.3 – Основні характеристики ріки

Характеристики	Варіанти завдання										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Форма річкової долини	трикутна				параболічна			прямокутна			
Середній уклін дна річки	0,002	0,003	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002	0,004	0,001	
Середня побутова глибина річки на ділянці, м	12	22	15	15	12	18	16	20	22	15	
Середня швидкість руслу на ділянках, м/с	0,05	0,06	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,04	
Тип заплави	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	
Різниця відміток на річці в 0 та 1 створі	20	22	23	21	25	24	20	24	22	23	

Контрольні питання:

1. Які основні характеристики хвилі прориву розраховуються ?
2. Як характеристики хвилі прориву змінюються з віддаленням від греблі?
3. Яке значення має час підходу фронту хвилі?
4. Яке значення має час підходу хвоста хвилі?
5. Яким чином визначити тривалість затоплення території?
6. Яким чином визначити масштаби затоплення на місцевості?

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ МЕДИЧНОГО ІНДЕКСУ ТЯЖКОСТІ

### 5.1 Загальні положення

Будь-яка НС – це насамперед трагедія, та за кінцевим результатом причинним фактором найбільших економічних втрат є медико-санітарні наслідки НС. За даними ООН за останні 20 років майже 1 млрд. жителів Землі зазнали наслідків стихійних лих, за результатами яких 3 млн. чол. загинуло. Велика кількість постраждалих вимагає надання швидкої та кваліфікованої медичної допомоги, причому допомоги особливого виду – екстреної медичної допомоги (ЕМД). Велика НС породжує не тільки масу поранених і загиблих людей, але й суспільну паніку і розгубленість. Тому надзвичайно важливо стає раціональна організація всієї медичної допомоги, що включає налагоджений зв'язок, своєчасну доставку медичного персоналу, медикаментів і необхідної техніки, забезпечення і контроль долі лікарської допомоги, сталу роботу транспорту та інформаційних служб.

Медична допомога за умов НС – це особливий вид медичної допомоги за умов дефіциту часу й засобів, а також високої психічної напруги, за умов якої лікар та його помічники повинні постійно проявляти не тільки високий професіоналізм, але й співчуття і вміння працювати у несприятливих умовах. Однією з важливіших умов ефективної роботи за цих умов є забезпечення повної автономності мобільних формувань в усьому (енергоживлення, зв'язок), не кажучи про стале медичне постачання.

На період підготовки до НС повинні бути заплановані та створені мобільні медичні формування для надання ЕМД постраждалих внаслідок НС. Ці формування повинні почати свою роботу у тих випадках, коли кількість тих, хто потребує медичної допомоги, перевищує можливості лікувальних закладів постраждалої території (насамперед крупних НС – землетрус, повінь, техногенна аварія).

Для оцінки ситуації залежно від тяжкості НС використовується медичний показник тяжкості лиха ( $I$ ). Розраховується медичний індекс тяжкості події  $I$  за формулою:

$$I = (N \cdot S) / (T \cdot C), \quad (5.1)$$

де  $N$  – лікарське навантаження, як кількість постраждалих внаслідок НС;

$S$  – індекс тяжкості ситуації від категорії пошкоджень;

$T \cdot C$  – загальна пропускна спроможність медичних формувань.

Лікарське навантаження визначається кількістю постраждалих  $N$ . При невеликій або середній НС (наприклад, транспортні аварії)



максимальну кількість постраждалих можливо попередньо визначити виходячи з місткості транспортного засобу (автобус, потяги та ін.) й типу аварії (наприклад, зіткнення, сходження з рейок та ін.). За великих лих, таких як повінь, землетрус, техногенна аварія, кількість постраждалих попередньо визначається за повідомленнями, які зазвичай бувають фрагментарними. Перші прибулі на місце мобільні медичні формування уточнюють дані про кількість постраждалих. При землетрусі оцінка ситуації проводиться з інтервалом в 1 год. та визначається як  $Nt$ ,  $t = 1, 2, \dots$ .

З медико-організаційної точки зору всі пошкодження можна розподілити на 4 категорії: 1 – загиблі та померлі після прибуття до лікувального закладу; 2 – пошкодження, що загрожують життю та потребують невідкладної допомоги в умовах стаціонару; 3 – пошкодження, що не загрожують життю і потребують лікування в стаціонарі; 4 – пошкодження, що потребують разової допомоги. Індекс тяжкості лиха визначається з урахуванням категорії пошкоджень, змінюється від 0,5 для 4 категорії до 2 для 1 (табл. 5.1). Якщо пошкодження різних категорій, визначається середньозважене значення індексу.

Таблиця 5.1 – Визначення індексу тяжкості лиха

Категорія пошкоджень	Індекс тяжкості лиха
1	2
2	1,5
3	1,0
4	0,5

Пропускна спроможність медичних формувань ( $T ? C$ ) визначається пропускною спроможністю ЕМД, що надається в зоні НС. Вона залежить від кількості лікарів, медсестер та іншого медичного персоналу, а також необхідних матеріалів і засобів в зоні НС. Вважається, що кожна готова до виїзду санітарна машина може доставити до лікувального закладу двох постраждалих за годину. Пропускна спроможність лікувального закладу залежить від кількості хірургів, анестезіологів, кількості операційних, ліжок інтенсивної терапії та ін., а також кількості постраждалих 2-ої та 3-ої категорії на годину, які можуть отримати лікування. Згідно даних багатьох експериментів, пропускна спроможність лікувального закладу загального профілю дорівнює приблизно 3 % від загальної кількості ліжок.

Всі вищезгадані показники ґрунтуються на нормальному стані доріг і погоди. Під час роботи вночі або вихідні дні ці показники будуть знижені на 50 %. Вважається, що весь персонал може ефективно працювати 8 год.

Всі складові частини технології надання допомоги повинні відповідати одна одній. Якщо вони нерівні, то пропускна спроможність всієї низки буде визначати ланка із самою низькою спроможністю.

Якщо значення  $I$  буде меншим за 1, місцеві заклади охорони здоров'я

неспроможні впоратись з ситуацією, необхідно залучати медичну допомогу інших регіонів.

Важливе значення має організація створення баз даних, які забезпечують інформаційну підтримку управлінських рішень, створенню диспетчерських служб. До числа основної інформації баз даних належить:

- про медичні заклади та їх характеристики, будівлі і споруди, які можна використовувати на випадок НС;
- структуру й характеристики медичного персоналу, які мобілізуються за умов НС;
- дислокацію, номенклатуру й запаси медичного обладнання, інструментарію, медикаментів, перев'язувальних засобів і виробів медичного призначення, необхідних для роботи медичного персоналу за умов НС;
- засоби зв'язку та інформаційно-комунікаційні мережі.

За даними МОЗ України, починаючи з 1992 року над розробкою та удосконаленням Концепції організації надання ЕМД населенню України за умов НС працювали фахівці Київського науково-практичного об'єднання швидкої медичної допомоги та медицини катастроф. Згідно цієї Концепції визначені чотири основні групи принципів:

- держава реалізує гарантію безоплатної своєчасної та адекватної ЕМД громадянам за умов НС;
- для надання ЕМД населенню України залучаються усі необхідні сили і засоби системи охорони здоров'я незалежно від відомчого підпорядкування та форм власності;
- організація надання ЕМД будується на загальних принципах охорони здоров'я і медичного забезпечення населенню з урахуванням медико-соціальних особливостей цього періоду, що пов'язані із виникненням великої кількості санітарних втрат, частковим чи повним руйнуванням інфраструктури територіальної системи охорони здоров'я в зрні НС і погіршенням умов життєдіяльності населення;
- оперативного реагування на випадок НС, організації і надання ЕМД постраждалим створюється особливий вид державних аварійно-рятувальних служб – ДСМК, яка складовою єдиної державної системи.

Загальним принципом лікуально-евакуаційного забезпечення при НС є в основному двох етапна система надання медичної допомоги й лікування постраждалих з евакуацією по призначенню. Медичні формування й лікувальні установи, розгорнуті на шляхах евакуації постраждалих їхньої зони (району) НС й призначені для масового прийому, медичного сортування, надання ЕМД постраждалим, підготовки їх до евакуації й лікування одержали назву «етапу медичної евакуації».

*Першим етапом*, що призначений для надання першої медичної допомоги, є збережені лікувальні установи, пункти збору постраждалих, розгорнуті бригадами швидкої медичної допомоги й лікарсько-сестринських бригад.

*Другим етапом* є існуючі й функціонуючі поза зоною НС, а також додатково розгорнуті лікувальні установи, призначені для надання вичерпних видів медичної допомоги –кваліфікованої й спеціалізованої, для лікування постраждалих до остаточного результату.

Кожному етапу медичної евакуації встановлюється певний обсяг медичної допомоги. Характерною рисою надання медичної допомоги є розосередження (ешелонування) її надання в часі й на місцевості в міру евакуації постраждалих із зони НС в стаціонарні лікувальні заклади. В будь-якому випадку повинні бути проведені заходи, спрямовані на порятунок життя постраждалого й зниження (попередження) розвитку небезпечних ускладнень.

Кожний етап медичної евакуації має свої особливості в організації роботи, однак, Створюють умови для прийому, розміщення й медичного сортування постраждалих, приміщення для надання медичної допомоги, тимчасової ізоляції, санітарної обробки, тимчасової або остаточної госпіталізації.

Необхідність першого етапу обумовлена можливою великою відстанню між зоною НС та стаціонарними лікувальними установами, постраждалі можуть її не витримати. Перша медична допомога має на меті запобігти подальшому впливу на постраждалого вражаючого фактора, попередити розвиток тяжких ускладнень і тим самим зберегти йому життя.

Обсяг першої медичної допомоги:

***при катастрофах з перевагою механічних (динамічних) вражаючих факторів:***

- діставання постраждалих з-під завалів, виведення осліплених з вогню, гасіння палаючого одягу або палаючих сумішей, що потрапили на тіло;
- боротьба з асфікцією шляхом звільнення дихальних шляхів від слизу, крові й можливих сторонніх речей. Штучна вентиляція легенів;
- надання фізіологічно вигідного положення постраждалому;
- закритий масаж серця;
- тимчасова зупинка кровотечі всіма доступними способами: повязка, що давить, пальцеве притиснення, джгут і т.д.;
- іммобілізація пошкодженої області найпростішими засобами,
- накладання асептичної пов'язки на рану й опікову поверхню,
- введення за допомогою шприць-тюбика знеболюючого засобу або антидоту,

- дача водно-солевого або тонізуючих гарячих напоїв;
- - попередження переохолодження або перегрівання;
- ранній винос (вивіз) постраждалих із зони й зосередження їх у позначених укриття;

***При катастрофах з викидом у навколишнє середовище СДОР додатково:***

- Захист органів дихання, очей і шкірних покривів від посереднього впливу на них СДОР;
- Часткова санітарна обробка відкритих частин тіла і при можливості прилягаючої до них одягу;
- Дача сорбентів при пероральних отруєннях, молока, велика кількість напоїв, промивання шлунку;
- Якнайшвидший винос постраждалого із зони отруєння;

***При аваріях з викидом радіоактивних речовин:***

- Йодна профілактика й використання по можливості населенням радіопротекторів;
- Часткова дегазація одягу й взуття;
- Надання першої мед допомоги населенню;

***При масових інфекційних захворюваннях в осередках бактеріологічного (біологічного) зараження:***

- Використання підручних і (або) табельних засобів індивідуального захисту;
- Активне виявлення й ізоляція хворих, що температурять, підозрілих на інфекційне захворювання;
- Застосування засобів екстреної профілактики;
- Проведення часткової або повної санітарної обробки.

**Долікарська допомога** – комплекс медичних маніпуляцій, здійснюваних медичним персоналом (медсестра, фельдшер) з використанням табельних медичних засобів. Вона спрямована на порятунок життя постраждалих і попередження розвитку ускладнень. Оптимальний строк надання долі карської допомоги – 1 година після травми.

**Перша лікарська допомога** - комплекс лікувально профілактичних заходів, що виконуються лікарями на першому (до госпітальному) етапі медичної евакуації з метою усунення наслідків травмування, що безпосередньо загрожує життю постраждалого. Попередження розвитку інфекційних ускладнень й підготовці постраждалих до евакуації. Повинна бути зроблена в перші 4-6 годин з моменту травмування (ураження). Вона буде необхідна 25% постраждалих. Якщо вона проводиться в перші 6 годин смертність знижується на 25-30%.

**Кваліфікована медична допомога** – комплекс хірургічних і терапевтичних заходів, що виконуються лікарями відповідного профіля і рівня підготовки в стаціонарних лікувальних установах і спрямовані на

усунення наслідків травмування (ураження), в першу чергу які загрожують життю, попереджують появу можливих ускладнень. А також для забезпечення планового лікування постраждалих до кінцевого результату і створення умов для відновлення порушених функцій органів і систем. Вона повинна бути надана не пізніше 2-х діб лікарями спеціалістами.

**Спеціалізована медична допомога** – комплекс лікувально-профілактичних заходів, які виконуються лікарями-спеціалістами у спеціалізованих медичних установах з використанням спеціальних апаратів, на обладнанні з метою максимального відновлення втрачених функцій органів і систем, лікування і реабілітацію.

Повинна бути надана не пізніше 3-х діб.

Практично 70% всіх постраждалих будуть потребувати такого роду допомоги. Однак, при великій кількості постраждалих не буде можливості її надати, тому застосовується так зване медичне сортування.

**Медичне сортування** – метод розподілу постраждалих на групи по принципу потреби в однорідних лікувально-профілактичних та евакуаційних заходах в залежності від медичних показань та конкретних умов НС. Воно проводиться з першого моменту надання першої медичної допомоги на місці (в зоні) НС і в догоспітальному періоді за межами зони травмування (ураження). Воно проводиться на основі діагнозу та прогнозу стану.

Воно може породжувати ряд проблем, одна з яких (етичного плану) та, що воно проводиться незалежно від місця проведення, створює альтернативу вибору і лікування на основі категоризації постраждалих.

Дуже велика роль лікаря, які проводять сортування. Оскільки завжди існують нестача ліків і когось лікують у повному обсязі, а до когось допомога практично не доходить. Ще один аспект – на лікування одного постраждалого, якому треба врятувати життя витрачається набагато більше сил і засобів, ніж на менш ушкодженого.

Медичне сортування базується на єдиній концепції діагностики і лікування ураження від факторів НС, при всіх НС і категорій ушкоджень. Категорії ушкодження в реальних умовах з часом можуть дуже швидко змінюватись. В залежності від завдання виділяють два види сортування:

1. Внутри пункту: розподіл постраждалих за підрозділами даного етапу медичної евакуації (визначається черга та об'єми);

2. Евакуаційно-транспортне: розподіл по евакуаційному призначенню, засобам, способам та черговості подальшої евакуації (тобто де, у яку чергу й у якому обсязі буде виявлятися допомога на даному етапі).

В залежності від небезпеки для оточуючих, потреби у санітарній обробці, ізоляції постраждалих розподіляють на три групи:

- що потребують спеціальної (санітарної) обробки;
- що потребують тимчасової ізоляції;

- що не потребують спеціальної (санітарної) обробки.

Для розрахунку потреби в сортувальних бригадах можна використати наступну формулу:

$$Пс.бр. = (K \cdot t) / T, \quad (5.2)$$

де Пс.бр. – потреба сортувальних бригад;

К – кількість постраждалих, які надходять за добу;

t – час, що затрачується на сортування одного постраждалого (1,5-2 хвил.);

T – тривалість роботи сортувальної бригади (840 хвил = 14 годин).

Евакуація постраждалих з осередків особливо небезпечних інфекційних захворювань, як правило, не проводиться або різко обмежена. Якщо є потреба її здійснити повинно бути забезпечене виконання вимог протиепідемічного режиму з метою недопущення розсіювання інфекції на шляхах евакуації:

- виділення спеціальних шляхів евакуації;
- невинний рух через населенні пункти, по вулицях міст;
- супровід транспорту медперсоналом;
- організація санітарно-контрольних пунктів при виїзді з зони НС та ін.

Таким чином, управління процесом подолання медико-санітарних наслідків НС – це, насамперед, забезпечення адекватного та ефективного управління процесом надання ЕМД (включно адекватне медичне сортування на лікувально-евакуаційні заходи) постраждалим внаслідок НС.

## 5.2 Психологічні аспекти та першочергові дії при НС

Робота рятівників та психологів достатньо складна і вимагає спеціальної підготовки, знань, вмінь та навичок.

В процесі надання допомоги співробітники нерідко стикаються з масою панікою, неочікуваною реакцією людей на пережиту НС, необхідністю термінової допомоги, відказ постраждалого від спілкування і т.ін.

Як свідчить досвід, більша частина постраждалих – 50-75% опиняється в стані «панічної реакції» зовнішньо залишаючись спокійним. У 12,5-25 % постраждалих спостерігаються істеричні реакції. Це проявляється у збудженні, або загальмованості, пригніченні, глибокій прострації, повній бадужності до усього, що робиться навколо. І лише у 12,5-25 % постраждалих зберігається здатність володіти собою.

Однією з форм емоційної реакції на автономне існування в природних умовах є страх – почуття яке викликане дією або небезпекою, яка вдається очікуванню загибелі, страждань. Він сковує тіло, виступає холодний піт та

очі мутніють. Виникає паніка.

Страх і паніка відноситься до «переходного захворювання», що охоплюють одног, двох, декількох, а іноді і всіх постраждалих. Найбільш рідко вони проявляються під впливом несприятливих факторів (холод, вітер, туман, темрява, нестача кисню, наявність СДОР, незнання ситуації). При цьому порушується міткісь мислення, втрачається самокритичність і інтуїція, загальмовують процеси мислення, порушується координація рухів.

Потрапивши в умови природної автономії, необхідно пам'ятати, що крім знань, необхідних для виживання і практичних навичок перш за все необхідно правильно відноситись до ситуації, мати бажання вижити. Досвідом вже відпрацьовані рекомендації з виживання, починаючи з виконання самих простих операцій.

Цивілізація зробила людей знеженними, тому більшість з них захищені від агресії сил природи і доквілля. Більша їх частина працюють в теплих офісах, де до їх послуг висококваліфікована система охорони здоров'я і гарантоване забезпечення продуктами харчування і водою. У НС, як правило усього цього немає, принаймі спочатку. Втрата комфорту – це удар по самоволодінню.

Для боротьби можливі два шляхи:

1. Чітке усвідомлення того, що цінності сучасної цивілізації часто не стануть у нагоді для вирішення проблем виживання;
2. Відчуття дискомфорту менш важливе у порівнянні з проблемами, які мають місце під час психологічного спаду.

Таким чином є актуальною проблемою виховання особових якостей, які слід виховувати у собі для подолання НС:

- здатність концентрувати розум;
- здатність імпровізувати;
- здатність жити одному;
- здатність адаптуватись до будь-якої ситуації;
- здатність зберігати спокій;
- здатність залишатись оптимістом і в той же час готуватись до гіршого;
- здатність розуміти свої страхи, покоряти та долати їх.

Психологічні розлади при стихійних лихах та НС займають особливе місце у зв'язку із тим, що можуть виникнути у більшості постраждалих, вносячи дезорганізацію у загальних хід рятувальних та відновлювальних робіт.

Основні психологічні травми дуже активно вивчаються вченими. Сформульована концепція стресу видатним канадським вченим Г. Сельсом. В різні часи цією проблемою займались: Гринкель і Д. Шпигель (2 світова війна); В.Г. Волович (мандрування в умовах самотності в: пустелі, океані, горах, лісах, за полярним кругом); Л.О. Катаєв-Смик і

Лебедев, Новиков (авіаційні та космічні катастрофи). В результаті проведених досліджень були виділені такі типи реакції:

1. **Непатологічна реакція** – значне психічне та фізичне напруження.

**Симптоматика** – тремор, пітливість, нудота, часте сечовипускання, тахікардія при зберіганні здатності до критичної оцінки ситуації і здатності до доцільних дій.

2. **Невротичні реакції**, що супроводжуються астеною, депресією, істеричними і панічними реакціями, зниженням критичності та здатності до критичної оцінки ситуації і доцільним діям.

3. **Психопатичні реакції** гіперактивності або гіпоактивності (блювання, параліч, втрата критичності і можливості до цілеспрямованих дій).

4. **Гострі або хронічні реактивні психози**, ефективно-шокові стани, що супроводжуються розладами свідомості, внаслідок чого завдають загрозу для себе і оточуючих.

5. **Відстрочені (пост травматичні) розлади**, що супроводжуються зниженням загальної активності адаптивних можливостей чоловіка, нав'язливими станами.

Такого рода психологічна допомога надається з 1996 р. зі створенням МНС. Головний сенс психологічної допомоги полягає в забезпеченні емоційної та екзистенціальної підтримки людини або суспільства, тобто прийняття на себе проблем людини доки вона зможе відновити свій стан и самостійно приймати раціональні рішення і діяти. Важним аспектом її надання є додержання міри, норм професійної етики, перш за все повага до особистості, її права вибирати прийнятні для неї форми допомоги.

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Визначити індекс тяжкості з урахуванням чисельності постраждалих:

- загинбі та померлі після прибуття до лікувального закладу – 1256;
- кількість постраждалих, що потребують невідкладної допомоги в умовах стаціонару – 456;
- кількість постраждалих, що потребують лікування в стаціонарі – 423;
- кількість постраждалих, що потребують разової допомоги – 377.

1. Індекс тяжкості ситуації від категорії пошкоджень розраховується як середнє зважене:

$$S = 1256 \cdot 2 + 456 \cdot 1,5 + 423 \cdot 1 + 377 \cdot 0,5 / 2512 = 1,52.$$

2. Медичний індекс тяжкості події  $I$  розраховується за формулою (5.1):

$$I = (2512 \cdot 1,52) / 20 = 188,4.$$

3. Кількість сортувальних бригад визначається як:

$$\text{Пс. Бр.} = 2512 \cdot 2 / 840 = 5,98, \text{ тобто } 6 \text{ бригад.}$$

*Висновок:*



Загальна чисельність постраждалих 2512 осіб, із яких 1256 потребують медичної допомоги. Для її надання необхідно забезпечити 6 сортувальних бригад. Медичний індекс тяжкості події складає 188,4.

### **Завдання для самостійної роботи**

Визначити індекс тяжкості з урахуванням чисельності постраждалих, можливостей сортувальних бригад та лікувальних закладів (табл. 5.2).

#### Контрольні питання:

1. Які особливості надання екстреної медичної допомоги в умовах НС?
2. Що враховує оцінка ситуації від тяжкості НС?
3. Чим обумовлена пропускна спроможність медичних формувань?
4. Яка інформація необхідна про медичні заклади при плануванні надання медичної допомоги?
5. Які основні принципи Концепції організації надання ЕМД?
6. Які основи надання медичної допомоги за різних уражуючи факторів?
7. Що передбачає долікарська допомога?
8. Що передбачає перша лікарська допомога?
9. Що передбачає кваліфікована медична допомога?
10. Що передбачає спеціалізована медична допомога?
11. Яким чином відбувається медичне сортування постраждалих НС?
12. Які психологічні аспекти та першочергові дії при НС?

#### Рекомендована література:

1. Мобільні формування державної служби медицини катастроф як механізм управління процесом подолання медико-санітарних наслідків надзвичайних ситуацій / Під. ред. Гур'єва С.О. – К.: Інститут державного управління у сфері цивільного захисту МНС України, 2009. – 384 с.

Таблиця 5.2 – Вихідні дані

<b>№ варіанту</b>	<b>Кількість постраждалих, чол.</b>	<b>Кількість загиблих та померлих, чол.</b>	<b>Кількість постраждалих, що потребують невідкладної допомоги в умовах стаціонару, чол.</b>	<b>Кількість постраждалих, що потребують лікування в стаціонарі, чол.</b>	<b>Кількість постраждалих, що потребують разової допомоги, чол.</b>	<b>Пропускна спроможність медичних формувань, чол.</b>
1	12	1	2	2	8	20
2	512	20	15	40	437	25
3	1234	245	400	256	144	30
4	45	5	10	15	15	45
5	68	20	18	20	10	60
6	921	123	365	133	300	30
7	123	24	47	40	60	21
8	52	14	20	10	8	20
9	68	23	20	5	20	50
10	87	7	35	25	20	10
11	120	25	15	20	60	30
12	450	59	191	50	150	20
13	256	43	204	300	100	20
14	321	35	186	20	80	40
15	12	2	4	-	6	10
16	42	21	6	10	5	20
17	58	36	20	1	1	10
18	56	45	5	3	3	30
19	456	21	135	200	100	100
20	820	20	100	200	500	200

## **6 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНІВ ПЛАНОВИХ ОБСТЕЖЕНЬ І ПАСПОРТИЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МЕРЕЖ І СПОРУД ВОДОПОСТАЧАННЯ І КАНАЛІЗАЦІЇ**

### **6.1 Загальні положення**

Обстеження та паспортизація мереж і споруд водопостачання і каналізації (ВК) повинні виконуватись регулярно.

Термін першого (після введення в експлуатацію) планового обстеження та паспортизації мереж і споруд ВК призначається проектною організацією (автором проекту).

Термін наступних планових обстежень та паспортизації призначається спеціальними організаціями.

При відсутності в проекті терміну першого обстеження дозволяється визначити його з урахуванням:

- особливостей конструктивних рішень та досвіду експлуатації аналогічних мереж і споруд;
- ступеня агресивності стосовно середовища експлуатації мережі або споруд ВК;
- потенційної екологічної безпеки, яка може виникнути внаслідок порушення виробничого процесу при аварійних ситуаціях;
- класу капітальності або рівня відповідальності.

Для кожної мережі або споруди ВК рекомендується обстежувати й оцінювати:

- техногенні зміни навколишнього середовища;
- інженерно-геологічні умови майданчика;
- хімічний склад ґрунтових вод;
- основи та фундаменти;
- вводи та випуски інженерних споруд (температура, вологість, хімічний склад повітря);
- антикорозійний захист споруд;
- зовнішнє та внутрішнє ізоляційне покриття;
- хімічний склад стічних вод, що транспортуються, його потенційну здатність до мікробіологічних трансформацій з утворенням корозійно-агресивних продуктів.

У результаті перевірних розрахунків визначається технічний стан окремих конструктивних елементів мереж і споруд ВК (у вигляді табл. 8.1). Виділяють:

I – нормальний (мають місце дефекти й пошкодження, які можуть знизити довговічність й надійність мереж і споруд ВК, потрібні заходи для підвищення їхньої довговічності й надійності);

II – задовільний (мають місце дефекти й пошкодження, які можуть знизити довговічність й надійність мереж і споруд ВК, потрібні заходи для

підвищення їхньої довговічності й надійності);

III – непридатний до експлуатації (мають місце дефекти й пошкодження, які знижують несучу здатність);

IV – аварійний, непридатний до експлуатації. Слід вивести людей із зони можливого обвалення, негайно припинити експлуатацію, вжити інших заходів безпеки.

Рівень безпеки мереж і споруд ВК оцінюється коефіцієнтом безпеки  $K_{\bar{o}}$ , який розраховується за формулою:

$$K_{\bar{o}} = qh \cdot K_{ек} \cdot K_{ар} \quad (6.1)$$

де  $qh$  – коефіцієнт надійності;

$K_{ек}$  – коефіцієнт, що характеризує екологічну небезпеку виробництва, яка може виникнути через відмову мереж або споруд ВК;

$K_{ар}$  – коефіцієнт впливу агресивності виробничого середовища.

Коефіцієнт  $qh$  змінюється від 1,25 (найбільш капітальні мережі й споруди ВК) до 0,89 (найменш капітальні споруди);

$K_{ек}$  – від 0,8 (дуже небезпечне виробництво) до 1,0 (безпечне виробництво);

$K_{ар}$  – від 0,7 (для сильного агресивного середовища) до 1,0 (для неагресивного середовища).

Згідно із коефіцієнтом безпеки усі мережі й споруди ВК розподіляються на 8 груп за відповідальністю.

Залежно від екологічної безпеки, яка може виникнути внаслідок порушення виробничого процесу при аварійних ситуаціях, мережі й споруди ВК поділяються на дві групи відповідальності за ступенем небезпеки виробничих процесів:

1) каналізаційні мережі та очисні споруди (дуже небезпечні виробництва),  $K_{ек} = 0,8$ ;

2) водозабори поверхневих та підземних вод, водопровідні мережі та водоочисні споруди (небезпечні виробництва),  $K_{ек} = 0,9$ .

У залежності від агресивності виробничого середовища, в якому експлуатуються мережі і споруди ВК, вони поділяються на чотири групи за агресивністю виробничого середовища:

I – середовище сильноагресивне,  $K_{ар} = 0,7$ ;

II – середовище середньоагресивне,  $K_{ар} = 0,8$ ;

III – середовище сабоагресивне,  $K_{ар} = 0,9$ ;

IV – середовище неагресивне,  $K_{ар} = 1,0$ .

Терміни першого планового обстеження мереж і споруд ВК  $T$  (кількість років) призначається залежно від коефіцієнта безпеки ( $K_{\bar{o}}$ ):

$$T = T_{\bar{o}} \cdot K_{\bar{o}}, \quad (6.2)$$

де  $T_b$  – термін першого планового обстеження мережі або споруди ВК

(кількість років), які перебувають у середніх умовах експлуатації.

Термін першого планового обстеження й паспортизації мереж і споруд ВК  $T_b$  з урахуванням виробничого досвіду складає:

- для мереж і споруд ВК – через 5 років;
- для гідротехнічних споруд ВК I та II класів капітальності – через 3 роки.

Таблиця 6.1 – Групи мереж і споруд ВК за відповідальністю

Група мереж або споруд ВК за відповідальністю	Клас відповідальності (капітальності) мереж і споруд ВК, в тому числі колекторів глибокого закладання за СНП	Коефіцієнт надійності $qh$
1	Гідротехнічні мережі і споруди ВК I класу	1,25
2	Гідротехнічні мережі і споруди ВК II класу	1,20
3	Гідротехнічні мережі і споруди ВК III класу	1,15
4	Гідротехнічні мережі і споруди ВК IV класу	1,10
5	Мережі і споруди ВК підвищеного рівня відповідальності	1,0
6	Мережі і споруди ВК нормального рівня відповідальності	0,95
7	Мережі і споруди ВК зниженого рівня відповідальності	0,90
8	Мережі і споруди ВК з терміном служби до 5 років	0,8

Таблиця 6.2 – Паспорт технічного стану зовнішніх мереж і споруд водопостачання й каналізації

0.1 Назва підприємства, установи, організації	Повна	
	Коротка	
0.2 Назва об'єкта		

### 1. Дані про підприємство

1.1 Відомча належність		
1.2 Поштова адреса підприємства	індекс	
1.3 Ідентифікаційний код		
1.4 Форма власності		
1.5 Прізвище, ім'я, по батькові власника		
1.6 Телефон, факс		

## 2. Загальні відомості про мережі і споруди ВК

2.1	№ об'єкта (1)	
2.2	Призначення	
2.3	Категорія мережі або споруди ВК з вибухопожежної та пожежної небезпеки	
2.4	За відповідальністю	
2.5	За небезпекою технологічних процесів	
2.6	За агресивністю робочого середовища	
2.7	Рік забудови	
2.8	Площа забудови, м <sup>2</sup>	
2.9	Будівельний об'єм	
2.10	Поверхня виробничої частини	
2.11	Поверхня адміністративно-побутової частини	
2.12	Балансова вартість, тис. грн.	
2.13	Страхова компанія та номер страхового полісу	
2.14	Дата складання паспорта	

### Організація-генпроектувальник мережі або споруди ВК

2.15	Назва	
------	-------	--

Організація-генпідрядник, що здійснювала будівництво мережі або споруди

2.16	Назва	
------	-------	--

Спеціалізована організація, що провела обстеження для паспортизації

2.17	Назва	
2.18	Ідентифікаційний код	
2.19	Ліцензія № (дійсна до)	
2.20	Періодичність планових обстежень технічного стану мережі або споруди ВК, років	

Останнє обстеження проведено

2.21	Обстежувальна організація	
2.22	Ідентифікаційний код	
2.23	Ліцензія № (дійсна до)	
2.24	Дата обстеження	

3 Технічний стан мережі або споруди ВК та висновки щодо їх подальшої експлуатації

3.1	Технічний стан мережі або споруди ВК в цілому	
-----	---	--

Оцінка потенційних наслідків можливої аварії

3.2	Загроза життю та здоров'ю робітників, що працюють на мережі або споруді ВК	Чол.	
3.3	Загроза населенню, що мешкає поблизу мережі або споруди ВК	Чол.	
3.4	Загроза обвалення основних конструктивних елементів або споруди ВК	Чол.	
3.5	Загроза забруднення довкілля навколо мережі або споруди ВК	Км <sup>2</sup>	

Пропозиції щодо подальшої експлуатації мережі або споруди ВК

--

4 Інші відомості (наводяться у разі потреби)

--

*Примітка:* (1) – визначається власником.

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Розрахувати термін обстеження мереж водопостачання, якщо відомо, що:

- коефіцієнт надійності – 1,0;
- коефіцієнт, що характеризує екологічну небезпеку виробництва – 0,8;
- коефіцієнт впливу агресивності виробничого середовища- 0,8;

1. Рівень безпеки мереж і споруд ВК оцінюється коефіцієнтом безпеки  $K\bar{b}$ :

$$K\bar{b} = 1,0 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$$

2. Термін планового обстеження мереж і споруд ВК  $T$  (кількість років) призначається залежно від коефіцієнта безпеки ( $K\bar{b}$ ):

$$T = 5 \cdot 0,64 = 3,2.$$

*Висновок:* термін обстеження водопровідної системи становить 3,2 роки.



### Завдання для самостійної роботи

Розрахувати термін планового обстеження мережі ВК за даними табл. 6.3.

Таблиця 6.3 – Вихідні дані

Вариант	Група мережі за відповідальністю	Група за ступенем небезпеки	Група за агресивністю	Термін першого обстеження, роки
1	Гідротехнічні мережі ВК I класу	1	середовище сильноагресивне	1
2	Гідротехнічні мережі ВК II класу	2	середовище середньоагресивне	2
3	Гідротехнічні мережі ВК III класу	1	середовище слабоагресивне	3
4	Гідротехнічні мережі ВК IV класу	2	середовище неагресивне	4
5	Мережі ВК підвищеного рівня відповідальності	1	середовище сильноагресивне	5
6	Мережі ВК нормального рівня відповідальності	2	середовище середньоагресивне	1
7	Мережі ВК зниженого рівня відповідальності	1	середовище слабоагресивне	2
8	Мережі ВК з терміном служби до 5 років	2	середовище неагресивне	3
9	Споруди ВК I класу	1	середовище сильноагресивне	4
10	Споруди ВК II класу	2	середовище середньоагресивне	5
11	Споруди ВК III класу	1	середовище слабоагресивне	1
12	Споруди ВК IV класу	2	середовище неагресивне	2
13	Споруди ВК підвищеного рівня відповідальності	1	середовище сильноагресивне	3
14	Споруди ВК нормального рівня відповідальності	2	середовище середньоагресивне	4
15	Споруди ВК зниженого рівня відповідальності	1	середовище слабоагресивне	5
16	Споруди ВК з терміном служби до 5 років	2	середовище неагресивне	1
17	Гідротехнічні мережі і споруди ВК I класу	2	середовище сильноагресивне	2
18	Гідротехнічні мережі і споруди ВК II класу	1	середовище середньоагресивне	3
19	Гідротехнічні мережі і споруди ВК III класу	2	середовище слабоагресивне	4
20	Гідротехнічні мережі і споруди ВК IV класу	1	середовище неагресивне	5

### Контрольні питання:

1. Що необхідно враховувати при визначенні першого терміну обстеження та паспортизації мереж?
2. Що необхідно обстежувати безпосередньо для конкретної мережі?
3. Які категорії технічного стану мереж?
4. Як розраховується рівень безпеки мереж і споруд?
5. Чим визначається ступінь надійності мереж та споруд?
6. Що визначає ступінь агресивності виробничого середовища?
7. Як розраховується термін обстеження мереж та споруд?
8. З якою метою проводиться обстеження мереж та споруд?

### Контрольна робота для студентів заочної форми

## **ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ВИЛИВУ (ВИКИДУ) НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ПРИ АВАРІЯХ НА ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТАХ І ТРАНСПОРТІ**

### **1 Загальні положення**

Методика прогнозування наслідків виливу (викиду) небезпечних хімічних речовин (НХР) при аваріях на промислових об'єктах і транспорті призначена для прогнозування масштабів забруднення при аваріях з НХР на промислових об'єктах, автомобільному, річковому, залізничному і трубопровідному транспорті і може бути використана для розрахунків на морському транспорті, якщо хмара при аварії на ньому може дістати прибережної зони, де мешкає населення.

Застосовується тільки для НХР, які зберігаються у газоподібному або рідкому стані під тиском, і які в момент викиду, виливу переходять в газоподібний стан і створюють первинну або вторинну хмару НХР.

Методика передбачає проведення розрахунків для планування заходів щодо захисту населення тільки на висотах до 10 м над поверхнею землі, дозволяє оперативно здійснювати прогнозування масштабів

забруднення тому, що подається у вигляді таблиць, що виключає довгі розрахунки.

*Аварія з НХР* – це подія техногенного характеру, що сталася на хімічно небезпечному об'єкті внаслідок виробничих, конструктивних, технологічних чи експлуатаційних причин або від випадкових зовнішніх впливів, що призвела до пошкодження технічного обладнання, пристроїв, споруд, транспортних засобів з виливом (викидом) НХР в атмосферу і реально загрожує життю, здоров'ю людей.

*Хмара НХР* – суміш парів і дрібних крапель НХР з повітрям у обсягах (концентраціях), небезпечних для довкілля (поражаючих концентраціях). Розрізняють первинну і вторинну хмару забруднення повітря.

*Первинна хмара НХР* – це пароподібна частина НХР, яка знаходиться в будь-якій ємності над поверхнею зрідженої НХР і яка виходить в атмосферу безпосередньо при руйнуванні ємності без випару з підстильної поверхні.

*Вторинна хмара НХР* – це хмара НХР, яка виникає протягом певного часу внаслідок випару НХР з підстильної поверхні (для легко летючих речовин час розвитку вторинної хмари після закінчення дії первинної хмари відсутній, для інших речовин він залежить від властивостей НХР, стану обвалування та температури повітря).

*Зона можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ)* – територія, в межах якої під впливом зміни напрямку вітру може виникнути переміщення хмари НХР з небезпечними для людини концентраціями.

*Зона хімічного забруднення НХР (ЗХЗ)* – територія, яка включає осередок хімічного забруднення, де фактично розлита НХР, і ділянки місцевості, над якими утворилась хмара НХР.

*Небезпечна хімічна речовина* – хімічна речовина, безпосередня чи опосередкована дія якої може спричинити загибель, гостре чи хронічне захворювання або отруєння людей і (чи) завдати шкоди довкіллю.

*Прогнозована зона хімічного забруднення (ПЗХЗ)* – розрахункова зона в межах ЗМХЗ, параметри якої приблизно визначаються за формулою еліпса.

*Хімічно небезпечний об'єкт (ХНО)* – промисловий об'єкт (підприємство) або його структурні підрозділи, на якому знаходиться в обігу (виробляються, переробляються, перевозяться (пересуваються), завантажуються або розвантажуються, використовуються у виробництві, розміщуються або складуються постійно або тимчасово, знищуються тощо) одне або декілька НХР (до ХНО не відносяться залізниці).

*Хімічно небезпечна адміністративно-територіальна одиниця (ХНАТО)* – адміністративно-територіальна одиниця, до якої відносяться області, райони, а також будь-які населені пункти областей, які потрапляють у зону можливого хімічного забруднення (ЗМХЗ) при аваріях

на хімічно небезпечних об'єктах.

Ця методика може бути використана для довгострокового (оперативного) і аварійного прогнозування при аваріях на ХНО і транспорті, а також для визначення ступеня небезпеки ХНО і ХНАТО.

Довгострокове прогнозування здійснюється заздалегідь для визначення можливих масштабів забруднення, сил і засобів, які залучатимуться для ліквідації наслідків аварії, складення планів роботи, та інших довгострокових (довідкових) матеріалів. Для цього використовуються наступні дані:

- загальна кількість НХР для об'єктів, які розташовані у небезпечних районах (на военний час та для сейсмонезбезпечних районів тощо). У цьому випадку приймається розлив НХР «вільно»;
- кількість НХР в одиничній максимальній технологічній ємності для інших об'єктів. У цьому випадку приймається розлив НХР «у піддон» або «вільно» залежно від умов зберігання НХР;
- метеорологічні дані: швидкість вітру у приземному шарі – 1 м/с, температура повітря 20 °С, ступінь вертикальної стійкості повітря (СВСП) – інверсія, напрямок вітру не враховується, розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається у колі 360 °;
- середня щільність населення для цієї місцевості;
- площа зони можливого хімічного забруднення (ЗМЗХ)  $S_{ЗМЗХ} = 3,14 \Gamma^2$ ;
- площа прогнозованої зони хімічної зони хімічного забруднення (ПЗХЗ)  $S_{ПЗХЗ} = 0,11 \Gamma^2$ ;
- ступінь заповненої ємності приймається 70 % від паспортного об'єму посудини;
- посудини з НХР при аваріях руйнуються повністю;
- при аваріях на продуктопроводах (аміакопроводах тощо) кількість НХР, що може бути викинута, приймається за її кількість між відсікателями (для продуктопроводів об'єм НХР приймається 300 – 500 т);
- заходи можливого хімічного забруднення, що утворюється протягом перших 4 год. після початку аварії.

Аварійне прогнозування здійснюється під час виникнення аварії за даними розвідки для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій в зоні можливого забруднення. Для цього використовуються такі дані:

- загальна кількість НХР на момент аварії в ємності (трубопроводі), на якій виникла аварія;
- характер розливу НХР по підстильній поверхні («вільно» або «у піддон»);
- висота обвалування (піддону);
- реальні метеорологічні умови: температури повітря (°С), швидкість (м/с) і напрямок вітру у приземному шарі, ступінь вертикальної

- стійкості повітря;
- середня щільність населення для місцевості, над якою розповсюджується хмара НХР;
  - площа зони можливого хімічного забруднення (ЗМЗХ)  $S_{ЗМЗХ} = 3,14 \Gamma^2$ ;
  - площа прогнозованої зони хімічної зони хімічного забруднення (ПЗХЗ)  $S_{ПЗХЗ} = 0,11 \Gamma^2$ ;
  - прогнозування здійснюється на термін не більше, ніж на 4 год., після чого прогноз має бути уточнений.

## 2 Визначення параметрів зон хімічного забруднення

Розмір ЗМХЗ приймається як сектор круга, форма і розмір якого залежить від швидкості та напрямку вітру (табл. 1.1) і розраховується за емпіричною формулою:

$$S_{ЗМЗХ} = 8,72 \cdot 10^{-3} \Gamma^2 \cdot \varphi, \quad (1)$$

де  $\Gamma$  – глибина зони;

$\varphi$  – коефіцієнт, який умовно дорівнюється кутовому розміру зони (табл. 1).

Прогнозована зона хімічного забруднення визначається таким чином:

$$S_{ПЗХЗ} = K \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (2)$$

де  $K$  – коефіцієнт (табл. 5);

$N$  – час, на який розраховується глибина ПЗХЗ.

Ширина ПЗХЗ визначається за співвідношенням:

- при інверсії  $Ш = 0,3 \Gamma^{0,6}$  км;
- при ізотермії  $Ш = 0,3 \Gamma^{0,75}$  км;
- при конвекції  $Ш = 0,3 \Gamma^{0,95}$  км.

Час підходу хмари НХР до заданого об'єкта залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = x / v, \quad (3)$$

де  $x$  – відстань від джерела забруднення до заданого об'єкта, км;

$v$  – швидкість переносу переднього фронту забрудненого повітря в залежності від швидкості вітру (табл. 3), км/год.

Для прогнозування за цією методикою розлив «вільно» приймається, якщо вилита НХР розливається по підстильній поверхні при висоті шару ( $h$ ) не вище 0,5 м. Розлив «у піддон» приймається, якщо вилита НХР розливається по поверхні, яка має обвалування, при цьому висота шару

розлитої НХР має бути  $h = H - 0,2$  м, де  $H$  – висота обвалування.

При аварії з посудинами, які містять кількість НХР менше нижчих меж, що вказані у табл. 7.3, глибини розраховуються методом інтерполювання між нижчими значеннями та нулем.

Усі розрахунки виконуються на термін не більше 4 год. Після отримання даних з урахуванням усіх коефіцієнтів отримане значення порівнюється з максимальним значенням переносу повітряних мас за 4 год.:

$$G = 4 V, \quad (4)$$

де  $V$  – швидкість переносу повітряних мас (табл. 3).

Для подальшої роботи береться найменше з двох значень, що порівнюються.

#### Приклад розрахунку

**Завдання:** Провести довгострокове (оперативне) прогнозування для складання планів реагування і захисту населення необхідно для нижче визначених умов.

На хімічному небезпечному об'єкті, який знаходиться на відстані 9 км від населеного пункту, розташовано 2 посудини по 50 і 100 т хлору.

Таблиця 1 – Коефіцієнт  $\varphi$ , який залежить від ступеня вертикальної стійкості атмосферного повітря

$v, \text{ м/с}$	< 1	1	2	> 2
$\varphi, ?$	360	180	90	45

Таблиця 2 – Коефіцієнти зменшення глибини розповсюдження хмари НХР при виливі «у піддон»

Найменування НХР	Висота обвалування, м			
	0,05	1	2	3
Хлор	1	2,1	2,4	2,5
Аміак	1	2	2,25	2,35
Сірковий ангидрид	1	2,5	3	3,1
Сірководень	1	1,6	1	1,0
Соляна кислота	1	4,6	7,4	10,0
Хлорпікрин	1	5,3	8,8	11,6
Формальдегід	1	2,1	2,3	2,5

Таблиця 3 – Швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря залежно від швидкості вітру та ступеня вертикальної стійкості атмосферного повітря (СВСП)

СВСП	Швидкість вітру, м/с					
	1	2	3	4	5	10
	Швидкість переносу переднього фронту хмари забрудненого повітря, км/год.					
Інверсія	5	10	16	21	21	21
Ізотермія	6	12	18	24	29	59
Конвекція	7	14	21	28	28	28

Таблиця 4 – Поправковий коефіцієнт для умов міської забудови, сільського будівництва або лісів

СВСП	Міська забудова	Сільське будівництво	Лісові масиви
Інверсія	3,5	3,0	1,8
Ізотермія	3,0	2,5	1,7
Конвекція	3,0	2,0	1,5

Таблиця 5 – Коефіцієнт ( $K$ ), який залежить від ступеня вертикальної стійкості атмосферного повітря

Інверсія	Ізотермія	Конвекція
0,081	0,133	0,235

Таблиця 6 – Можливі витрати населення, робітників та службовців, які опинились у ЗМХЗ

Забезпеченність засобами захисту	На відкритій місцевості		В будівлях або в простіших сховищах	
Без протипогазів	90	100	50	
У протипогазах	1	2	0	1
У простіших захисних засобах	50		30	45

Таблиця 7 – Структура втрат населення, %

Легкі пошкодження	25
Середньої тяжкості	40
Зі смертельними наслідками	35

Таблиця 8 – Графік орієнтованої оцінки СВСП

Швидкість вітру, м/с	День			ніч		
	ясно	напівясно	хмарно	ясно	напівясно	хмарно
0,5	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
0,6 – 2,0	конвекція	конвекція	ізотермія	інверсія	інверсія	ізотермія
2,1 – 4,0	конвекція	ізотермія	ізотермія	інверсія	ізотермія	ізотермія
> 4,0	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія	ізотермія

Навколо посудин побудовано обвалування висотою 2,3 м.

Додаткові дані: на карті визначаємо, що населений пункт має глибину 5 км і ширину 4 км. Площа населеного пункту складає  $18 \text{ км}^2$ , в ньому проживає 12 тис. осіб.

Метеоумови: для оперативного планування приймаються тільки такі метеоумови – інверсія, швидкість вітру – 1 м/с, температура повітря –  $+ 20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Напрямок вітру не враховується, а розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається у колі  $360^\circ$ .

Для оперативного планування розрахунки виконуються по максимальному об'єму одиничної ємності. Глибина розповсюдження для 100 т хлору визначається згідно додатків, наведених у [4], і дорівнює 82,2 км.

З урахуванням того, що ємність обвалована, приймаємо для висоти обвалування 2,3 м (близько  $\text{м}^2$ ) коефіцієнт зменшення глибини, рівний 2,4 (табл. 2), тоді глибина розповсюдження забрудненого повітря складає  $G = 82,2 / 2,4 = 34,25 \text{ км}$ .

Ширина зони прогнозованого хімічного забруднення складає  $Ш_{ПЗХЗ} = 0,3 \cdot 34,25^{0,6} = 2,5 \text{ км}$ .

Площа зони прогнозованого хімічного забруднення, що проходить через населений пункт, складає:  
 $2,5 \cdot 4 = 10 \text{ км}^2$ .

Площа населеного населеного пункту складає  $18 \text{ км}^2$ . Доля площі населеного пункту, яка опиняється у ПЗХЗ, розраховується як:  
 $(10 \cdot 100) / 18 = 55,6 \%$ .

Кількість населення, яке проживає у населеному пункті і опиняється у ПЗХЗ, складає  
 $12000 \cdot 55,6 / 100 = 6672 \text{ особи}$ .

Втрати населення розподіляються таким чином:

- легкі пошкодження –  $0,25 \cdot 6672 = 1668 \text{ чол.}$ ;
- середні пошкодження –  $0,40 \cdot 6672 = 2669 \text{ чол.}$ ;
- пошкодження зі смертельними наслідками –  $0,35 \cdot 6672 = 2335 \text{ чол.}$

Розмір ЗМХЗ приймається як сектор кола, форма і розмір якого залежить від швидкості та напрямку вітру і розраховується за емпіричною формулою (1):

$$S_{ЗМХЗ} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 34,25^2 \cdot 180 = 1841 \text{ м}^2$$

Час підходу хмари НХР до заданого об'єкта залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою (3):

$$t = 9 / 5 = 1,8 \text{ год.}$$

*Висновки:* Таким чином, на хімічному небезпечному об'єкті, який знаходиться на відстані 9 км від населеного пункту, розташовано 2 посудини по 50 і 100 т хлору з обвалуванням висотою 2,3 м. В населеному пункті, що має глибину 5 км, ширину 4 км і площу  $18 \text{ км}^2$ , проживає 12



тис. осіб. За метеоумов (інверсія, швидкість вітру – 1 м/с, температура повітря – + 20° С, напрямок вітру не враховується, розповсюдження хмари забрудненого повітря приймається у колі 360°) глибина розповсюдження ЗР дорівнює 43,5 км. Ширина зони прогнозованого хімічного забруднення складає  $Ш_{ПЗХЗ} = 2,5$  км. Площа зони прогнозованого хімічного забруднення, що проходить через населений пункт, складає 10 км<sup>2</sup>. Доля площі населеного пункту, яка опиняється у ПЗХЗ, складає – 55,6 %. Кількість населення, яке опиняється у ПЗХЗ, складає 6672 особи.

Втрати населення розподіляються таким чином:

- легкі пошкодження – 1668 чол.;
- середні пошкодження – 2669 чол.;
- пошкодження зі смертельними наслідками – 2335 чол.

Розмір ЗМХЗ – 1841 м<sup>2</sup>. Час підходу хмари НХР до заданого об'єкта – 1,8 год.

### **Завдання для самостійної роботи**

Для складання планів реагування і захисту населення необхідно провести довгострокове (оперативне) прогнозування для нижче визначених умов.

Додаткові дані та метеоумови за варіантом обираються з таблиці даних (табл. 9). Завдання оформляється на окремих аркушах формату А4, складається з: теоретичної, розрахункової та аналітичної частин. Здається викладачеві до початку сесії студентами у відповідності до термінів перевірки контрольної роботи у міжсесійний період.

Контрольні питання:

1. Сфери застосування методики розрахунку.
2. Особливості використання методики для довгострокового прогнозування аварії на ХНО.
3. Яке значення часу підходу забрудненого повітря до об'єкта?
4. Як відбувається визначення кількості жертв?
5. Яке значення має тривалість випаровування хімічної речовини?

Рекомендована література:

1. Методика прогнозування масштабів зараження сильнодіючими отруйними речовинами при аваріях (руйнуваннях) на хімічно-небезпечних об'єктах і транспорті. – К.: Видавництво Штабу ЦО України, 1992.

Таблиця 9 – Вихідні дані

Варіант	Кількість речовини, т	Глибина міста/ширина, м	Відстань до міста, км	Відстань до лісу, км	Висота дамби, м	Швидкість вітру, м/с	Напрямок вітру	Температура повітря, °С	Кількість населення, тис. чол	Речовина	Стан атмосфери
1	50	4/6	1	0,1	0,05	1	Пн	20	15	Аміак	Інв.
2	100	2/6	2	0,2	1	2	С	0	100	Хлор	Інв
3	200	3/8	3	0,3	1,5	3	Пв	-20	154	Сір. ангід.	Кон.
4	300	5/8	4	0,5	2,0	4	ПнС	-20	20	Сірководень	Інв.
5	50	2/6	5	0,4	2,5	5	ПнЗ	0	200	Формальд.	Ізот.
6	100	6/2	1	0,2	3,0	10	ПвС	20	150	Хлорпікрин	Кон в.
7	200	?	2	0,3	0,05	1	ПвЗ	20	300	Аміак	Інв.
8	300	3/8	3	0,5	2,0	2	Пн	0	30	Соляна кисл.	Ізот.
9	50	4/6	4	0,6	2,5	3	С	-20	500	Сірководугл.	Інв.
10	100	6/5	5	0,8	1,0	4	Пв	-20	100	Хлор	Інв
11	200	7/9	1	0,1	0,05	5	З	0	200	Сірн. ангід.	Кон.

12	300	4/6	2	0,2	1	2	ПнС	20	5	Сірководень	Інв.
13	50	8/7	3	0,3	1,5	1	ПвС	-20	10	Аміак	Ізот.
14	100	5/2	4	0,5	2,0	2	ПнЗ	0	15	Формальд.	Конв.
15	200	9/7	5	0,4	2,5	3	ПвЗ	20	200	Хлорпікрин	Інв.
16	300	10/8	1	0,2	3,0	4	Пн	-20	300	Солянакисл.	Ізот.
17	50	8/6	2	0,3	0,05	5	С	0	150	Сірковугл.	Інв.
18	100	6/7	3	0,5	2,0	4	С	20	10	Хлор	Інв.
19	200	9/7	4	0,6	2,5	1	ПнС	-20	1000	Аміак	Кон.
20	300	6/8	5	0,8	1,0	2	ПнЗ	-20	240	Хлор	Інв.

## Ч А С Т И Н А 2

### **Теми рефератів в рамках виконання індивідуального завдання:**

1. Абразія, лінійна (донна), бокова (руслена), схилова ерозія ґрунту - їх причини та наслідки, прогноз та попередження, способи забезпечення екологічної безпеки.
2. Біолого-екологічна класифікація хімічних елементів. Характеристика біогенних та абіогенних елементів.
3. Будова атмосфери Землі. Хімічний склад атмосферного повітря тропосфери.
4. Важкі метали у довкіллі – джерела надходження та мішені ураження.
5. Варіації коефіцієнтів поверхневого стоку річок та прогноз паводків.
6. Визначення індексу забруднення компонентів довкілля. Методи Бателле та поєднаного аналізу карт (GIS-технологій).
7. Вплив іонізуючих випромінювань на живі істоти, чутливість різних органів до іонізуючої радіації. Норми радіаційної безпеки та дози опромінення, що викликають променеву хворобу і призводять до летальних наслідків.
8. Геолого-геоморфологічні передумови накопичення родону. Умови безпечного проживання та перебування на загазованих територіях.
9. Геохімічні наслідки вулканічних вивержень. Гейзери та грязеві вулкани: природа та причини вивержень, наслідки та використання.
10. Гранично-допустимі концентрації, наукові основи визначення ГДК.
11. Типи токсичних речовин та їх колообіг у довкіллі. Токсичні ефекти. Нормування вмісту токсичних речовин.
12. Джерела евтрофікації водойм та наслідки забруднення біогенними елементами. Способи забезпечення екологічної безпеки від забруднення вод біогенними елементами.
13. Джерела живлення річок, твердий стік річок, закономірності водного, термічного, льодового режиму річок.
14. Джерела надходження оксидів сірки та нітрогену в атмосферне повітря. Кислотні дощі та їх причини і наслідки, шляхи вирішення проблеми.
15. Джерела надходження парникових газів. Парниковий ефект та можливі наслідки для змін клімату. Шляхи вирішення проблеми. Кіотський протокол.
16. Динамічна рівновага в природному середовищі та її порушення. Умови екологічно безпечного функціонування природних і техногенних систем. Причини та наслідки активізації небезпечних процесів та шкідливих чинників у довкіллі.

17. Евтрофікація, трофність та сапробність гідрологічних об'єктів, їх геохімічні та біологічні індикатори.
18. Екологічна безпека в умовах надзвичайних ситуацій. Модельна оцінка екологічного ризику. Експертна оцінка екологічного ризику. Соціологічна оцінка екологічного ризику.
19. Екологічний підхід до оцінки стану та регулювання якості довкілля.. Гранично-допустиме екологічне навантаження.
20. Екологічні наслідки застосування ядерної та термоядерної зброї.
21. Екологічні небезпеки - джерела ризику. Показники екологічної небезпеки.
22. Екотоксиканти, ксенобіотики та їх токсичність.
23. техногенні небезпеки. Класифікація і номенклатура потенційно небезпечних об'єктів і технологій.
24. Забруднення атмосферного повітря, вміст забруднюючих речовин при спалюванні різних типів органічного палива.
25. Забруднення поверхневих вод та ґрунтів нафтою та нафтопродуктами – причини та наслідки.
26. Загазованість геологічного середовища та причина підвищеного вмісту у ґрунтах метану, сірководню, вуглекислого газу, радону. Загазованість вугільних шахт, їх категорійність та безпека видобутку вугілля.
27. Загазованість сірчанних копалень та безпека видобутку самородної сірки. Загазованість уранових копалень та безпека видобутку урану.
28. Загальна характеристика геосфер (літосфери, гідросфери, атмосфери, біосфери) та сфер впливу людини (антропосфери, соціосфери, техносфери, ноосфери).
29. Землетруси техногенного типу – причини та наслідки, приклади.
30. Землетруси: причини, ознаки та наслідки.
31. Значення рН води та ґрунтів: засолення, закислення, залуження - причини та наслідки, прогноз та попередження, способи забезпечення екологічної безпеки.
32. Зонування станів навколишнього середовища за екологічними критеріями (характеристика зон екологічної норми, екологічного ризику, екологічної кризи та екологічної біди–катастрофи).
33. Ізотопний склад природних та технологічно-змінених вод, фракціонування ізотопів гідрогену та кисню, їх вплив на живі істоти та здоров'я людей.
34. Інженерна оцінка екологічного ризику. Комбіновані небезпеки: поєднання природних та техногенних чинників. Небезпеки в сучасному урбанізованому середовищі.
35. Історія цивілізації і стану довкілля острова Пасхи: аналіз поведінки людей з позицій екологічної безпеки та апроксимація на майбутнє людства і планети Земля.
36. Кількісна оцінка природних та техногенних небезпек, їх аналіз та керування ризиками.

37. Класи небезпеки основних забруднювачів за ступенем впливу на організм людини.
38. Критирії оцінки стану навколишнього середовища. Рослинні, зоологічні та ґрунтові індикатори зон екологічної норми, ризику, кризи і біди.
39. Матричний метод оцінки рівня екологічної безпеки за Л.Леопольдом. Найважливіші чинники, які повинні враховуватись при розробці та реалізації проектів виходячи з матричного підходу.
40. Метод побудови та аналізу гідрографу річки, визначення модуля підземного стоку, підземного, ґрунтового та дощового живлення.
41. Механічна, біологічна і хімічна очистка води, проблеми мулу очисних споруд.
42. Модель екологічно зумовленого голодомору - деградаційного впливу на довкілля експоненційно-зростаючої популяції - експеримент на острові Св.Матвія.
43. Модель екоциду - розквіту та деградації цивілізації з експоненційним зростанням чисельності людської популяції та її раптової депопуляції на острові Пасхи (Рапа-Нуї) внаслідок виснаження ресурсів території.
44. Моретруси та цунамі - причини та наслідки, прогноз та попередження, способи забезпечення екологічної безпеки. Механізм руйнівного впливу та стадії розвитку цунамі.
45. Найбільш катастрофічні землетруси в історії людства. Прогнозування землетрусів та їх достовірність. Міри захисту від руйнівної дії землетрусу.
46. Найбільш потужні виверження вулканів. Оцінка екологічної безпечності території навколо діючого (згаслого) вулкану.
47. Найбільші гідрологічні об'єкти світу – океани, моря, озера, річкові системи. Гідрологічний режим та гідрологічний процес.
48. Небезпечні біологічні та інфекційні впливи, їх прогноз та попередження, причини та наслідки (патогенні біотичні агенти - бактерії, віруси, гриби, мікоплазми, токсини, отрути біологічного походження; вогнища епідемій небезпечних інфекційних захворювань).
49. Небезпечні впливи підприємств металургійної, хімічної, нафтопереробної, гірничо-видобувної, деревообробної, харчової промисловості, теплових електростанцій, транспорту, сільського господарства. Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС) техногенного об'єкту.

# 1 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ЗЕМЛЕТРУСІВ

**Мета:** ознайомити студентів з основними визначеннями та класифікаціями землетрусів, навчити визначати складові сейсмічного ризику.

**Завдання:** За даними табл.1.2. розрахувати сейсмічний ризик території. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню негативного впливу.

## 1.1 Загальні відомості

Землетруси – результат деформування пружного шару літосфери, виникають коли накопичені в середовищі напруги перевищують прочність порід, що його складають.

Відрізняють типи землетрусів за їх походженням:

- 1) тектонічні;
- 2) вулканічні (від вибухових вивержень й при русі магми в середині вулканів);
- 3) обвальні (денудаційні);
- 4) антропогенні або техногенні (що викликані діяльністю людини);
- 5) метеоритні, що викликані падінням крупних метеоритів на поверхню Землі.

Відома класифікація землетрусів за глибиною осередку:

- 1) мілкофокусні або корові з глибиною залягання осередку до 70 км;
- 2) проміжні з глибиною осередку від 70 до 300 км;
- 3) глибокі, з осередком на глибині 300-700 км.

Глибше за 700 км землетрусів зафіксовано не було. Вважається, що на цій глибині втрачається кристалічна будова твердої речовини й неможливе накопичення потенційної енергії за рахунок деформації середовища.

Визначна кількість землетрусів пов'язана з тектонічними процесами в глибинах Землі. У верхніх шарах Землі відбуваються процеси, що приводять до виникнення напруженого стану у блоках земної кори. Потенційна енергія накопичується за час довготривалого процесу наростання деформацій. Коли пружні напруги починають перевищувати границю міцності порід відбувається розрив або розлом. Розриви виникають вздовж відомих розломів або послаблених зон, блоки здвигаются, прагнучи відтворити рівновагу.

Всякий землетрус виникає в наслідок раптового вивільнення значної кількості енергії, що накопичилася за довгий час наростання напруг до критичного рівня в деякому об'ємі в середині Землі. При цьому у визначеній області в тілі Землі відбувається руйнація й інші незворотні деформації гірських порід. Ця область називається осередком землетрусу.

В геологічному розумінні осередок – це розрив або група розривів, по яких відбувається миттєве переміщення мас. В центрі осередку умовно вирізняють точку, яка називається гіпоцентром землетрусу. Проекція гіпоцентру на земну поверхню називається епіцентром, а проекція осередку – епіцентральною областю.

За осередком землетрусу деформації мають характер пружних хвиль, які розповсюджуються за законами пружних хвиль. Відстань від епіцентру до точки спостережень, що вимірюється в одиницях довжини або відповідним центральним кутом, називається епіцентральною відстанню. Час початку землетрусу називається часом у вогнищі. Час за який хвилі досягають точки спостережень називають часом пробігу відповідної хвилі (повздовжня, поперечна, поверхнева). Всі відмітки часу всіма сейсмічними станціями надаються у Грінвічському часі.

Найбільша сила землетрусу спостерігається в епіцентрі, з віддаленням від нього вона зменшується. Силу землетрусу вимірюють у балах за ступенем створених ним руйнувань. Існують декілька шкал оцінки сили землетрусів (Ріхтера, Меркаллі, Шиндо, Європейська макросейсмічна шкала (EMS), шкала Медведева-Шпонхойера-Карніка (МСК-64)). Бальність описує ступінь конкретних руйнувань в конкретному місці. А енергетичну оцінку землетрусу характеризують за допомогою магнітуди – умовної величини, пов'язаної з енергією землетрусу таким чином: збільшення магнітуди на одиницю відповідає збільшенню енергії у 30 разів (шкала Ріхтера). Тектонічних землетрусів з М більше ніж 8,6 не спостерігалось, оскільки напруги не можуть вирости більше ніж критичні, а розмір критичної зони - обмежено.

Сейсмічний ризик для даної території розраховується за рівнянням:

$$R = E_H \cdot G_H \cdot V_C \cdot D_P \cdot E_A, \quad (1.1)$$

де  $E_H$  – сейсмічна небезпека;

$G_H$  – геологічна небезпека;

$V_C$  – вразливість споруд;

$D_P$  – соціальний фактор;

$E_A$  – фактор, що характеризує економічну активність.

Сейсмічний ризик класифікують як: 1- низький, 2- середній, 3 – підвищений, 4 та – високий.

Сейсмічна небезпека визначається регіональною сейсмічною небезпекою, посилюючими властивостями ґрунтів, впливом рельєфу, гідрогеологічними умовами. Регіональна сейсмічна небезпека виражається можливою інтенсивністю або піковим прискоренням для різних періодів повторюваності. Середня сейсмічна інтенсивність землетрусів може бути розрахована за формулою:



$$I = 1,5M - 4,5 \lg \sqrt{H^2 + R^2} + 7,0, \quad (1.2)$$

де  $M$  – магнітуда по Ріхтеру;

$H$  – глибина осередку, км;

$R$  – епіцентрально відстань, км.

Ріхтер запропонував для оцінки сили землетрусу десятичний логарифм пересування (у мікрометрах) голки стандартного сейсмографу Вуда-Андерсона, розташованого на відстані 100 км від епіцентру:  $M_L = \lg A$ . Енергія землетрусу приблизно пропорційна  $A^{3/2}$ , тобто збільшення магнітуди на 1,0 відповідає збільшенню амплітуди коливань у 10 разів та збільшенню енергії приблизно у 32 рази. Землетруси різної магнітуди за шкалою Ріхтера проявляються наступним чином: 1 – самі слабкі поштовхи, що відчуваються; 4,5 – самі слабкі поштовхи, що призводять до невеличких руйнувань; 6 – помірні руйнування; 8,5 – самі сильні з відомих землетрусів.

Посилюючі властивості ґрунтів наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Класифікація ґрунтів за сейсмічними властивостями

Клас ґрунту	Опис	Посилення сейсмічної інтенсивності, бали
А	ґрунти типу скельні (вапняки, пісковики)	-1,0
В	піщано-глиністі відклади потужністю 30-80 м, що характеризуються ростом швидкостей з глибиною	0
С	піщано-глиністі відклади потужністю 30-80 м, що обводнені с поверхні	0,5
Д	піщано-глиністі відклади потужністю 80-160 м, обводнені або ні	0
Е	піщано-глиністі відклади потужністю > 160 м, обводнені або ні	-1,0
Ф	альювіальні відклади (мілкозерністі піски, іли, супісі й т.п.) потужністю до 30 м, водонасичені	1,0

Вплив гідрогеологічних умов при рівні ґрунтових вод більше ніж 5-10м (від поверхні) можна не враховувати. При падінні рівня ґрунтових вод з 1,0 м до 11,0 м макросейсмічна інтенсивність знижується на 0,5 бала.

Вплив рельєфу на амплітудно-частотні характеристики стає відчутним при крутості схилів  $k = h/l = 0,08$  ( $4^\circ$ ). Вважається, що при  $0,08 \leq k < 0,2$  – амплітудно-частотні характеристики посилюються в 1,5 рази, а при  $k \geq 0,2$  – в 2 рази. На вплив рельєфу також значний вплив оказує потужність осадових відкладів. Так, при відкладах менше ніж 125 м вклад

рельєфу відчутний. При потужності відкладів 150 м й більше – вплив рельєфу практично не відчувається.

Внесок геологічної небезпеки (зсуви, просадки, розжиження, розриви) у формування сейсмічного ризику вважають в межах 3-5%. Для спрощення розрахунків в даному завданні не враховуємо.

Вразливість споруд розраховують за наступним принципом:

$$V_C = (N_A + 0,5N_B + 0,3N_C) / (N_A + N_B + N_C), \quad (1.3)$$

де  $N_A$ ,  $N_B$ ,  $N_C$  – показують кількість будівель типів А, В, С (у відповідності з класифікацією шкали MSK - 64: А – будівлі з кірпичу сирцю, В – кірпичні, мілкоблочні, крупноблочні будівлі, С – каркасні залізобетонні, панельні, рублені ізби).

В якості соціального фактора використовують щільність населення. Так, індекс щільності населення складає: 1 – менш ніж 100 чол./км<sup>2</sup>, 2 – 100-200 чол./км<sup>2</sup>, 3 – 200-500 чол./км<sup>2</sup>, більш ніж 500 чол./км<sup>2</sup>.

Фактор, що характеризує економічну активність пропорційн валовому прибутку на душу населення й виражається індексом економічної активності: 1- низький, 2- середній, 3- високий, 4- дуже високий.

### **Приклад розрахунку**

Завдання : Розрахувати сейсмічний ризик заданої території (табл.1.2.)

1. Середню сейсмічну інтенсивність землетрусів розраховуємо за формулою (1.2):

$$I = 1,5M - 4,5 \lg \sqrt{H^2 + R^2} + 7,0 = 1,5 \cdot 6 - 4,5 \lg \sqrt{100^2 + 200^2} + 7,0 = 5,4.$$

2. Посилюючі властивості ґрунтів за даними табл.1.1. Клас ґрунтів А це скельні ґрунти посилення сейсмічної активності тут складає -1,0.

3. Вплив гідрогеологічних умов: рівень ґрунтових вод 10 м при такій глибині залягання їх вплив на посилення сейсмічного впливу незначний. Вплив рельєфу:  $k = 0,05$  при такій крутизні схилів вплив рельєфу не відчувається.

4. Вразливість споруд:

$$V_C = (N_A + 0,5N_B + 0,3N_C) / (N_A + N_B + N_C)$$

$$V_C = (200 + 0,5 \cdot 250 + 0,3 \cdot 45) / (200 + 250 + 45) = 0,68.$$

5. Індекс щільності населення складає дорівнює 1.

6. Індекс економічної активності дорівнює 1.

7. Сейсмічний ризик для даної території складає:

$$R = E_H \cdot V_C \cdot D_P \cdot E_A = (5,4 - 1,0 + 0 + 0) \cdot 0,68 \cdot 1 \cdot 1 = 3$$

варіант	М	Н, км	R, км	Клас грун- тів	Будівлі			к	Рівень грунтови х вод, м	D <sub>p</sub>	E <sub>A</sub>
					А	В	С				
Прик- лад	6	100	200	А	200	250	45	0,05	10,0	1	1

**Висновок:** Для даної території при наданих вихідних даних спостерігається підвищений сейсмічний ризик.

Таблиця 1.2. Вихідні дані для розрахунку сейсмічного ризику території.

№	М	Н, км	R, км	Клас грун- тів	Будівлі			к	Рівень грунтови х вод, м	D <sub>p</sub>	E <sub>A</sub>
					А	В	С				
1	4	120	300	А	300	120	450	0,08	10,0	2	4
2	6	87	200	F	150	450	55	0,10	1,0	1	3
3	8	75	100	D	200	560	75	0,20	6,0	2	2
4	6	140	400	С	300	300	400	0,15	1,0	3	3
5	7	130	300	В	560	56	560	0,30	1,0	3	2
6	8,2	150	200	А	450	450	350	0,25	2,0	3	4
7	3	60	150	С	350	654	765	0,07	0,5	4	1
8	6	50	400	D	450	432	5	0,10	25,0	2	4
9	8	120	150	E	35	80	76	0,15	15,0	1	1
10	7,5	100	100	В	565	460	350	0,05	10,0	3	2
11	6,5	100	400	F	450	66	650	0,13	1,0	3	3
12	7	75	300	E	120	250	55	0,15	0,5	2	4
13	8	120	150	D	45	650	521	0,25	1,0	4	2
14	5	140	100	А	460	55	500	0,30	2,0	4	3
15	5,5	75	300	С	120	600	530	0,30	0,5	3	1
16	7	80	350	А	35	550	650	0,06	40,0	2	4
17	8	120	250	D	300	120	65	0,08	7,0	2	1
18	7,2	100	100	E	450	55	345	0,10	5,0	3	2
19	4,5	75	60	F	35	546	50	0,12	0,7	3	1
20	5	60	100	В	540	35	120	0,18	35,0	2	3

### **Контрольні питання:**

1. Що називають землетрусом?
2. Класифікації землетрусів?
3. Причини виникнення землетрусів?
4. Шкали для оцінки сили землетрусів?
5. З визначення яких складових складається сейсмічний ризик території?
6. Чому склад ґрунтів оказує вплив на силу землетрусу?
7. Який показник використовують для врахування соціального фактора при оцінці сейсмічного ризику?

### **Перелік літератури:**

1. Алказ В.Г. Научно-методические основы прогноза сейсмической опасности и сейсмического риска территории республики Молдова. /Автореферат дис. доктора физ.-мат. наук. – Кишинев, 2006. - 37 с.

2. Задонина Н.В., Саньков В.А., Леви К.Г. Современная геодинамика и ге-лиодинамика. Природные катастрофы и организация превентивных мероприятий при чрезвычайных ситуациях. – Иркутск: Изд-во. ИрГТУ, 2004. - 86 с.

3. Касьянова Н.А. Экологические риски и геодинамика.- М.:Научный мир, 2003. - 332 с.

4. Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем. - М.:КДУ, 2007. - 416 с.

5. СНИП 11-7-81. Строительство в сейсмических районах. - М.: Минстрой, 1995. - 131 с.

6. Шахраманян М.А. Оценка сейсмического риска и прогноз последствий землетрясений в задачах спасения населения - М.: Научный мир, 2000. - 190 с.

## 2 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ЗСУВУ

**Мета:** ознайомити студентів з визначеннями та класифікаціями зсувів, навчити визначати ризик виникнення зсуву.

**Завдання:**

1. Визначити тип зсуву за наведеними класифікаціями.
2. Розрахувати ймовірність виникнення зсуву за наданими в табл.2.3. вихідними даними й зробити висновок.
3. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню негативного впливу.

### 2.1 Загальні відомості

Зсув - це різке зрушення гірських порід, при якому маси, що переміщуються, відділені від монолітної основи видимою поверхнею ковзання. Зсуви виникають, як у пухких, так і у скельних породах при наявності похило нахилених водоупорів, що виконують роль «змащення», або надлишкового зволоження ґрунтів. В якийсь момент сила зв'язності ґрунтів або гірських порід оказується менше ніж сили тяжіння, й уся маса приходить у рух. Виникнення зсувів викликають наводненість ґрунту, зміна виду насаджень або знищення рослинного покриву, вивітрювання, струси. Зсувний рух завжди пов'язан з наявністю ґрунтових вод. Їхній достаток - необхідна умова оповзання. Однак треба собі ясно представляти, що не ґрунтові води служать причиною зсуву. Часто ми бачимо, що крутий схил долин піддається зсувам, а поруч вище або нижче за течією при тій же геологічній будові, при такому ж достатку води водоносних горизонтів і однакоій висоті рівня підземних вод ніяких зсувів немає просто тому, що схил менш крутіший. Можна сказати, що при дотриманні ряду необхідних умов зсуви є функція крутості й висоти схилу. Але не можна сказати, що зсув - є функція наявності ґрунтових вод. Для виникнення зсувів найбільш сприятливі такі геологічні умови, коли в основі зсувного схилу залягають водотривкі шари, а вище лежать водоносні породи. Утворенню зсувів особливо сприяє таке залягання порід, при якому падіння покрівлі водотривких порід збігається з напрямком ухилу поверхні. Водотривкий горизонт при цьому служить поверхнею ковзання, по якій більш-менш значний блок породи зсковзує долілиць по схилі. Нестійкості схилу сприяє й підвищення обводненості ґрунтів, наявність пухких відкладень або гірських порід. Вода заповнює пори й порушує зчеплення між частками ґрунту. Міжпластові води можуть діяти подібно змащенню й полегшувати ковзання. Зв'язність гірських порід може бути порушена при замерзанні, і в процесі вивітрювання. На виникнення зсувів найбільший вплив мають дощові опади й струси. При сильних землетрусах зсуви виникають завжди. Що ж стосується дощових

опадів, те це залежить від багатьох умов. Наприклад, в Альпах як критична межа прийнята кількість опадів вище 2500 мм. Випадання такої кількості опадів у короткий проміжок часу становить гостру небезпеку. У результаті багаторічних спостережень за проявом зсувних процесів встановлено, що масовий прояв зсувів спостерігається у багатоводні роки й при максимальному положенні рівня ґрунтових вод. Високе стояння ґрунтових вод щодо поверхні ковзання зсуву і його підняття по 30 - 40 см у добу протягом 6 - 7 діб є гідрогеологічною ознакою зсувної небезпеки даного схилу. Властивості ґрунтів покривних утворень - це основний фактор утворення й розвитку зсуву. Наявність у складі ґрунтів покривних утворень більше 50% глинистої фракції й вологість ґрунту більше 26% слугить ознакою активізації зсувів.

Серед зсувних явищ можна визначити наступні види:

1. Сповзання блоків породи (блокові або структурні).
2. Сповзання чохла пухких відкладів (одноразове й швидке) по поверхні скельної або мерзлої - зсуви-спливи.
3. Сповзання дрібних блоків - опливання, що охоплює весь схил або його значну частину.
4. Вівсідання схилів, зсув блоків скельних або напівскельних порід.

Відповідно до цього, можна розглядати зсувні схили, схили оповзання чохла пухких відкладів (схили зсувів-спливів), схили опливання й схили отседання.

Структурні зсуви розділяються по різних ознаках. А.П. Павлов ще в минулому сторіччі розділяв зсуви на детрузивні й деляпсівні. Перші зсуви "штовхають" перед своїм нижнім кінцем пластичні гірські породи, деформуючи їх. Другі вільно зсковзують до урізу ріки, моря, озера.

Стосовно структури гірських порід, що складають схили, зсуви діляться на наступні види:

1. асеквентні, розвинені в однорідних породах;
2. консеквентні, що відбуваються по площинах нашарування порід або ж по площинах розламів;
3. інсеквентні, для яких характерне перетинання площинами оповзання поверхонь нашарування або площин розламів.

Зсуви можуть відбуватися на одному висотному ярусі - одноярусні або на декількох - багатоярусні. Багатоярусні зсуви спостерігаються в горах і рідше на рівнинах, головним чином там, де висота схилів досягає 100 - 200 метрів.

За часом, протягом якого відбувається процес оповзання, виділяються зсуви одночасні, періодичні й постійні. Можна розрізняти зсуви сучасні, недавні (що відбувалися десятки років тому), давні -, що сповзали в плин історичного часу, тобто менш ніж 3- 5 тис. років тому, і древні - вилучені від нас геологічно тривалими відрізками часу становить гостру небезпеку.

За швидкістю зміщення схилів процеси підрозділяються на три

категорії: повільні, зі середньою швидкістю й швидкі. Повільні іноді називають водоченіями; швидкість сповзання не перевищує декількох сантиметрів у рік. Небезпека цих зміщень полягає в тому, що вони можуть поступово перейти в швидкі, що й відбувається з багатьма великими зсувами. Зміщення зі середньою швидкістю – метри в годину або метри у добу. Швидкість швидких зсувів складає декілько десятків кілометрів у годину. Такі зсуви можуть стати причиною катастроф з багатьма людськими жертвами.

Зсувна ділянка складається з зони відриву й фронтальної зони. (аккумуляції). В зоні відриву буває розрізняють осовну трещину відриву й площину ковзання, по якій тіло зсуву відокремилася від підстеляючої породи. За механізмом зсувного процесу вирізняють зрушення, видавлювання, гідравлічний винос. Зсуви розрізняють за глибиною залягання поверхні ковзання: поверхневі (до 1 м), мілкі (до 5 м), глибокі (більш ніж 20 м). За потужністю утягнутій в процес маси гірських порід зсуви розподіляють на мілкі, великі й дуже великі.

За генетичними комплексами порід, які є головним деформувальним горизонтом вирізняють наступні групи зсувів:

1. Зсуви (пластичного типу), що розвинуті в делювіальних відкладах. За механізмом вони виявляються у вигляді в'язкопластичних деформацій. Для таких зсувів у їхньому природно-історичному розвитку виявлена п'ятирічна ритмічність незначної катастрофічної активізації, а для значної кількості – переважно дев'яти та одинадцятирічна. Механізм утворення таких зсувів контролюють переважно морфологічні знижені ділянок рельєфу, у межах яких нагромаджується відповідний об'єм делювіальних відкладів. У цьому випадку на контакті корінних порід або їхньої кори вивітрювання та делювіальних відкладів формується водоносний горизонт, який є важливим чинником активізації зсувного процесу. Активізацію зсувів пластичного типу контролює (зумовлює) передусім режим зволоження порід та режим функціонування водоносного горизонту. У разі техногенних змін геологічного середовища пластичні зсуви можуть стати причиною активізації складних структурно-пластичних зсувів.

2. Зсуви структурні, контрольовані відповідними структурно-тектонічними умовами, а також межами поширення відповідних літолого-стратиграфічних комплексів. Досягають велетенських об'ємів (до 100 млн. м<sup>3</sup>).

Структурно-пластичні зсуви, розвинуті, зазвичай у межах схилів, верхня частина яких складена пісковиками з високими фізико-механічними показниками, а нижня – відкладами глинистого флішу, який має низку досить слабких фізико-механічних показників. Тому такі зсуви характеризуються зміщенням верхньої частини у вигляді структурних зміщень, а нижньої – у вигляді пластичних.

Типи й підтипи схилових процесів по механізму зсуву порід

визначаються за табл. А.1.

Під інженерним ризиком території в аспекті оцінювання загрози катастрофічного прояву зсувів розуміють розраховану ймовірність їхньої активізації під дією природних або техногенно-природних чинників.

Ймовірність виникнення зсуву пропонується визначати, як добуток ймовірностей діючих на нього чинників. В діапазоні зміни кожного чиннику виділяють інтервали (класи) високої і низької ймовірності, приймаючи їх суму рівну 1. Так, при прогнозі зсувів – потоків чинник крутизни схилів має низькоїмовірний інтервал (0,1) для 15-20°, а високоїмовірний (0,9) – схили крутизною 20-50°, тобто для чинника крутизни схилів сума ймовірності дорівнює  $0,1+0,9 = 1$ . Подібним чином підбираються інтервали для інших чинників. Категорії небезпеки для зсувів наведено в табл. 2.1.

Коли в сукупності, яку ми розглядаємо,  $n$  чинників, з яких  $m$  відносяться до високоїмовірних, то ймовірність виникнення зсуву визначається з співвідношення:

$$P = p^m q^{n-m}, \quad (2.1)$$

де  $p$  і  $q$  - відповідно, інтервали високої і низької ймовірності.

При різних значеннях  $n$  і  $m$  ймовірність явища в межах досліджуваного класу може бути визначена з врахуванням групування різноймовірносних класів і числа поєднань.

Ймовірність виникнення зсуву на площі  $S$  також можна визначити з виразу:

$$W = 1 - e^{-P(on/D)S} \quad (2.2).$$

При цьому щільність ймовірності  $P(on/D)$  утворення зсувного осередку на одиниці площі території визначається за формулою Байеса:

$$P(on/D) = P(on)((D/on)/p(D)), \quad (2.3)$$

де  $P(on)$  – апіорна щільність ймовірності виникнення зсувного осередку на одиниці площі;

$P(D/on)$  – ймовірність спостереження ознаки  $D$  при умові, що на ділянці відбувається зсув;

$P(D)$  – апіорна ймовірність спостереження ознаки  $D$ .



Таблиця 2.1. Категорії небезпеки природних процесів для зсувів

Показники, що вивіряються при оцінці ступеню небезпеки природного процесу	Категорії небезпеки процесів			
	надзвичайно небезпечні (катастрофічні), 0,5 одиниць	дуже небезпечні 0,3 одиниці	небезпечні 0,2 одиниці	помірно небезпечні 0,1 одиниця
Площадна враженість території, %	більш ніж 30	11-30	1-10	0,1-1
Площа разового прояву на одній ділянці, км <sup>2</sup>	1-2	1-0,5	0,01-0,5	менш ніж 0,01
Об'єм захоплених порід при разовому прояві, млн. м <sup>3</sup>	10-20	5-10	0,001-5	до 0,001
Повторюваність, од. в рік	0,01-0,1	0,1-0,25	0,25-0,75	1

*Приклад розрахунку:*

**Завдання:** Розрахувати ризик виникнення зсувів за умов:

- склад геологічного розрізу: лес (15 м), гранітний шар (далі);
- глибина залягання ґрунтових вод, м (10 м);
- площадна враженість території, % (20 %);
- площа разового прояву на одній ділянці, (2 км<sup>2</sup>);
- повторюваність, од. в рік (0,1);
- нахил залягання пластів, град (40°).

Об'єм захоплених порід при разовому прояві (млн. м<sup>3</sup>) дорівнює добутку площі разового прояву на одній ділянці (2 км<sup>2</sup>) та глибини верхнього шару породи (15 м). Він дорівнює 0,03 млн. м<sup>3</sup>.

Оцінка ймовірності прояву кожного з чинників:

1. Глибина залягання ґрунтових вод 10 м, це на 5 м вище від водоупору (гранітний шар) тобто шар породи в 5 метрів повністю зволожено, цей чинник за шкалою від 0 до 1 можна оцінити як 0,4 (табл.2.3).

2. Площадна враженість території 20% , за табл. А.1 це складає 0,3 одиниці від суми ймовірностей прояву.

3. Об'єм захоплених порід при разовому прояві 0,03 млн. м<sup>3</sup> дорівнює 0,2.

4. Площа разового прояву на одній ділянці 2 км<sup>2</sup> дорівнює 0,5.

5. Повторюваність, од. в рік дорівнює 0,5.

6. Нахил залягання пластів  $40^\circ$  дорівнює 0,9.

Розраховуємо ймовірність за формулою (2.1):

$$P = 0,4 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,9 = 0,0054$$

**Висновок:** при наявному складі чинників ризик виникнення зсуву невеликий, й складає 0,0054.

Таблиця 2.2. Вихідні дані для розрахунку ймовірності виникнення зсуву

№ ва рі ан ту	Склад геологічного розрізу*	Глибина залягання ґрунтових вод, м	Площинна враженість території, %	Площа разового прояву на одній ділянці, км <sup>2</sup>	Об'єм захоплених порід при разовому прояві, млн. м <sup>3</sup>	Повторюваність, од. в рік	Нахил залягання пластів, град
1	I	15	20	1	розраховується	0,25	20
2	II	20	10	0,6		0,50	10
3	III	20	30	2		0,4	5
4	II	15	5	0,1		0,01	50
5	III	8	12	0,8		0,05	30
6	I	18	7	0,1		0,15	15
7	I	15	20	3		0,05	20
8	III	25	15	0,8		0,01	40
9	II	22	3	0,2		0,75	50
10	I	10	6	0,05		0,1	15
11	II	24	11	0,7		0,3	5
12	II	20	2	0,1		0,4	20
13	II	20	9	0,5		0,01	30
14	III	10	1	0,01		0,1	20
15	III	5	15	1,5		0,01	5
16	I	15	5	0,7		0,2	20
17	I	18	20	1,0		0,15	30
18	I	18	2	0,9		0,75	40
19	II	15	22	1,2		0,3	10
20	III	7	15	2		0,2	50
21	III	8	7	0,6		0,02	5
22	II	15	2	0,2		0,6	45
23	II	17	3	0,5		0,2	15

\* Геологічні розрізи (від поверхні): I – пісковики (20 м), глинистий фліш (40м); II – делювіальні відклади (25 м), гранітний шар (далі); III – лес (10 м), мергелі (далі).

Таблиця 2.3. Орієнтовний вплив шару зволоження на ймовірність зсуву:

Шар повного зволоження	Ймовірність зсуву у відносних одиницях	Шар повного зволоження ґрунту, м	Ймовірність зсуву у відносних одиницях
0	0,001	3	0,17
1	0,1	4	0,2
2	0,13	5	0,4

#### Контрольні питання:

1. Що називають зсувом?
2. В яких випадках формується зсув?
3. Класифікація зсувів?
4. Методи визначення ризику виникнення зсувів?
5. Категорії небезпеки природних процесів відносно формування зсувів?

#### Перелік літератури:

1. Гошовський С.В., Рудько Г.І., Преснер Б.М. Екологічна безпека техноприродних геосистем у зв'язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів. - К.ЗАТ "НІЧЛАВА", 2002. - 624 с.

2. Задонина Н.В., Саньков В.А., Леви К.Г. Современная геодинамика и гелиодинамика. Природные катастрофы и организация превентивных мероприятий при чрезвычайных ситуациях. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. - 86 с.

3. Касьянова Н.А. Экологические риски и геодинамика - М.:Научный мир, 2003. - 332 с.

4. Королев В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем -М.: Изд-во КДУ, 2007. - 416 с.

5. СНИП 22-01-95. Геофизика опасных природных воздействий - М.: ПНИИИС Госстроя России, 1996. - 6 с.

6. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов / Госстрой России - М.: ПНИИИС Госстроя России, 2000.

### 3 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ СЕЛЕЙ

**Мета:** ознайомити з визначеннями та класифікаціями селей, навчити визначати ризик сходу селю за метеорологічними даними.

**Завдання:** Розрахувати ризик виникнення селю й граничну його концентрацію за наведеними вище формулами й вихідними даними наведеними у табл. 3.2. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню негативного впливу.

#### 3.1 Загальні відомості

Селеві потоки - це короткочасні руйнівні потоки, що перевантажені грязьо-кам'яним матеріалом, що виникають при чергуванні тривалих й більш менш посушливих періодів часу з контрастним коливанням добових температур. При цьому відбувається фізичне вивітрювання скельних порід з короткочасними періодами зливого випадіння опадів або інтенсивним таненням снігу. Зазвичай виникають у передгірських, гірських районах, у басейнах невеличких річок й логів з великими нахилами тальвегу ( $>0,1$ ).

За характером матеріалу, що транспортується, вирізняють селі:

- 1) грязеві – з гряззю;
- 2) кам'яні – з камінням;
- 3) змішані – з гряззю й камінням.

За походженням вирізняють селі: дощові, снігові, льодовикові й т.п. (табл. 3.1).

За мутністю потоку вирізняють:

- 1) наносоводні мутність складає 1100-1600 кг/м<sup>3</sup>;
- 2) грязеві – 1400-2000 кг/м<sup>3</sup>;
- 3) грязьокам'яні – 1800-2500 кг/м<sup>3</sup>.

Селевий процес – це процес взаємодії селевого потоку з руслом. Механізми формування селевої сумішки великої щільності можуть бути зведені до двох схем:

1) утворенню в'язкопластичної маси в наслідок зсуву водонасичених гірських порід, що призводить до руйнації (в наслідок об'ємних деформацій) структури ґрунту й перемішуванню маси в загалі;

2) утворення висококонцентрованої суміші твердої й рідкої фаз при взаємодії водного потоку з рихлообломковими породами.

В першому випадку початкова щільність селевої суміші одразу висока й визначається співвідношенням твердої й рідкої фаз у породі, що зсунулася.

У другому випадку спостерігається поступове по мірі руху по осередку селеформування, насичення водного потоку твердим матеріалом. Останній механізм може бути реалізовано двома шляхами:

- 1) основна частина твердої складової зважується у масі потоку за

рахунок турбулентного перемішування останньої. Найбільш крупні фракції на першій стадії процесу втрачають контакт з руслом й також переходять у зважений стан в наслідок зіткнення (при своєму русі) з елементами шорсткості осередку селеформування.

Таблиця 3.1. Класифікація селей за походженням

Типи	Причини виникнення	Розповсюдження та зародження
Дощовий	Зливи, затяжні дощі	Самий розповсюджений на Земле тип селей. Утворюється в наслідок розмиву схилів й утворення зсувів
Сніговий	Інтенсивне сніготанення	Створюються переважно у горах субарктики. Пов'язані зі зривом й перезволоженням снігових мас
Льодовиковий	Інтенсивне танення льоду	У високогірних районах. Зародження пов'язане з проривом талих льодовикових вод
Вулканогенний	Виверження вулканів	У районах діючих вулканів. Самі великі. В наслідок бурного сніготанення й прориву кратерних озер
Сейсмогенний	Сильні землетруси	У районах високої сейсмічності. Зрив ґрунтових мас зі схилів
Лімногенний	Утворення озерних котловин	У високогірних районах. Руйнування гребель
Антропогенний й прямого впливу	Скопичення техногенних порід. Неякісні земляні греблі	На ділянках складування відвалів. Розмив й сповзання техногенних порід. Руйнація гребель
Антропогенний та непрямого впливу	Порушення ґрунтово-рослинного покриву	На ділянках знешкодження лісів, лук, розмив русел й схилів

2) селеформуєчі породи, що залягають на великих нахилах ( $i > i_{кр}$ ) й не мають зчеплення (в умовах повного затоплення) набувають можливості самостійного масового лавинного руху, переміщуючись з водою, вони переміщуються й в кінці кінців формують селеву масу високої щільності.

Граничне насичення потоків твердою складовою визначається:

1) витратами потоку;

- 2) мінералогічним й гранулометричним складом селеформуєчих порід;
- 3) морфометричними характеристиками осередків селеформування.

Існує пряма залежність між концентрацією твердої фази в потоці й нахилом русла:

1) При малих його значеннях (0-5°) сельові потоки великої щільності (більш ніж 2000 кг/м<sup>3</sup>) не формуються навіть при великих витратах водного потоку.

2) Сельові потоки великої щільності формуються на нахилах 16-18° й більше.

3) Щільні сельові потоки (2300-2500 кг/м<sup>3</sup>) можуть рухатись без витрат маси на малих нахилах (2-3°).

4) При великій щільності сельової суміші (2450-2500 кг/м<sup>3</sup> при щільності твердої складової 2650 кг/м<sup>3</sup>) потоки можуть зупинятися без видимих наслідків розпаду на тверду й рідку складові на нахилах 4-6°.

Вважається, що концентрація влекомої фази ( $\rho$ ), більша ніж:

$$\rho = 1,21i_0/(1-2i_0), \quad (3.1)$$

де  $i_0$  – нахил русла, неможлива.

Збільшення рідкої фази на 8-10% в складі суміші може призвести до розпаду сельової суміші, відбувається осадження наносів на дно русла, в наслідок зменшення початкової напруги зрушення. В цьому випадку потрібна додаткова енергія для підтримування наносів у зваженому стані.

Сель являє собою грізну силу. Потік, що складається зі сумішки води, грязі й каміння, стрімко несеться вниз по річці, вивертаючи з корінням дерева, зриваючи мости, руйнуючи греблі, обдираючи схили долин, знищуючи посіви. Небезпека селей не тільки в їх руйнуючій силі, а ще й у раптовості їх появи. Зливи у горах часто не охоплюють передгір'я, й у населених місцях сель з'являється раптово. З-за великої швидкості течії час від моменту виникнення селю у горах й до моменту його виходу у передгір'я обчислюється часто 20-30 хвилинами.

Як було сказано вище, для формування селей потрібен тривалий бездошовий період для накопичення обломного матеріалу, тому для прогнозу виникнення селей, як правило, використовують метеорологічну інформацію. Так, наявність небезпеки сходу селю ( $V$ ) можна визначити з рівняння:

$$V = -11,29 + 0,081y + 0,27t_{\min} + 0,051r + 0,111T_{\max} + 0,0003S_y, \quad (3.2)$$

де  $y$  й  $r$  – добовий шар опадів й відносна вологість повітря;

$t_{\min}$  й  $T_{\max}$  – мінімальна температура поверхні ґрунту й

максимальна температура повітря;

$S_y$  – сума опадів за попередні 20 діб.

Якщо  $V \geq 0$  то вважається, що ризик сходу селю існує.

Найбільша імовірність сходу селю лежить в наступному діапазоні факторів: мінімальна температура поверхні ґрунту 10-22°C, температура повітря максимальна 20-40°C. Зі збільшенням температур в цьому діапазоні роль величини опадів в формування селю знижується, при великих температурах селю формується й при невеликій кількості опадів, випадіння ж великої кількості опадів в таких умовах призводить до формування катастрофічних селей. Зі зменшенням температур ступінь ризику селеутворення знижується, а величина селеутворюючих опадів росте.

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Розрахувати ризик виникнення селей за даними таблиці 3.2.

1. Максимально можлива концентрація влекомої фази ( $\rho$ )

$$\rho = 1,21i_0 / (1 - 2i_0) = 1,21 \cdot 0,10 / (1 - 2 \cdot 0,10) = 0,15.$$

Ймовірно, що може сформуватись наносоводний селю.

2. Оцінюємо небезпеку сходу селю ( $V$ ):

$$V = -11,29 + 0,081y + 0,27t_{\min} + 0,051r + 0,111T_{\max} + 0,0003S_y =$$
$$-11,29 + 0,081 \cdot 45 + 0,27 \cdot 23 + 0,051 \cdot 76 + 0,111 \cdot 37 + 0,0003 \cdot 2 = 6,55$$

№	Нахил русла	Добовий шар опа- дів, мм	Відносна вологість повітря, %	Мінімальна температура поверхні ґрунту, °C	Максимальна температура повітря, °C	Сума опадів за попередні 20 діб, мм
Прик лад	0,10	45	76	23	37	2

**Висновок:** Існує ризик сходу наносоводного селю.

Таблиця 3.2. Характеристики погодних умов зони можливого сходу селей

№	Нахил русла	Добовий шар опадів, мм	Відносна вологість повітря, %	Мінімальна температура поверхні ґрунту, °С	Максимальна температура повітря, °С	Сума опадів за попередні 20 діб, мм
1	30	120	78	15	36	0
2	0,19	100	88	25	34	1
3	0,15	60	95	20	33	5
4	0,30	75	66	18	35	6
5	0,10	45	70	22	37	15
6	0,18	77	88	17	38	30
7	0,20	35	98	19	35	2
8	0,15	45	67	20	32	3
9	0,13	66	87	21	30	10
10	0,10	78	80	22	33	1
11	0,10	52	95	23	36	2
12	0,50	49	79	12	29	5
13	0,17	60	80	16	32	7
14	0,19	70	87	19	35	20
15	0,10	55	80	17	33	15
16	0,15	45	98	18	34	4
17	0,15	60	95	22	37	1
18	0,18	56	89	19	35	5
19	0,20	77	76	16	33	10
20	0,15	70	80	18	37	1

**Контрольні питання:**

1. Причини виникнення селей?
2. Класифікація селей?
3. Методи визначення ризику сходу селей?
4. Умови виникнення селей?

**Перелік літератури.**

1. Задонина Н.В., Саньков В.А., Леви К.Г. Современная геодинамика и гелиодинамика. Природные катастрофы и организация превентивных мероприятий при чрезвычайных ситуациях – Иркутск: Изд-во ИрГТУ – 2004. - 86 с.
2. СНИП 22-01-95 Геофизика опасных природных воздействий - М.: ПНИИИС Госстроя России, 1996. - 6 с.
3. Херхеулидзе Г.И. О возможном влиянии длительной засухи на параметры селевого стока// Сб.тр. Изменения природной среды на рубеже тысячелетий - Тбилиси-Москва, 2006. - С. 53-58.



## 4 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ПОВЕНІ

**Мета:** ознайомити студентів з умовами виникнення повеней та навчити визначати ризик виникнення визначних повеней.

**Завдання:** Визначити ймовірність виникнення повені за допомогою моделей типа чорного ящика по матеріалам Гідрометслужби. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню негативного впливу.

### 4.1 Загальні відомості

Формування стоку – складний багатофакторний процес. Він складається з великої кількості частних процесів, що регулюються прямими та зворотніми зв'язками й локалізовані у межах річкового басейну. Сам басейн приймає, перерозподіляє, акумулює, розсіює й спрямовує потоки речовини (опади, стік, випаровування) й енергії (радіаційний й конвективний теплообмін), що надходять ззовні й туди ж уходять.

Річковий басейн зі своїм рельєфом, гірськими породами, ґрунтовим й рослинним покривом, гідрографічною сіткою, водоймами й іншими штучними спорудами, відносно води, що потрапляє на його поверхню виконує двояку функцію:

1) з одного боку, він наряду з погодою визначає співвідношення між опадами, стоком й випаровуванням (водний баланс);

2) з другого – виконує перерозподіл стоку в часі (трансформація).

Стік, за звичай, підрозділяють на талий й дощовий. Другий з них відносно більш стрімкий процес й відбувається бурхливіше ніж перший.

Формування стоку забезпечують наступні явища:

- випадіння опадів (дощу або снігу);
- перехват частини опадів рослинним покривом;
- формування снігового покриву (характеризується, в основному, потужністю й щільністю снігу);
- динаміка теплової енергії в сніговому покриві;
- сніготанення;
- водовіддача зі снігу;
- динаміка теплової енергії в ґрунті й реголіті, основний вплив якої не стік відбувається у формуванні льдистості та інфільтрації;
- процеси інфільтрації й поверхневого стокоутворення;
- поверхнева затримка частини поверхневого стоку у безстічних від'ємних формах мікрорельєфу схилів;
- доруслова трансформація поверхневого стоку, що відбивається в накопиченні й стіканні води по поверхні схилів;
- динаміка ґрунтових вод;
- випаровування;

- підземний стік;
- доруслова трансформація підземного стоку, що відбивається в розподіленні останнього по ярусах геологічних структур приповерхневої товщі літосфери у межах річкового басейну й подальшої різношвидкісної розгрузці підземних ємностей у руслову мережу;
- руслова трансформація води, що потрапляє у гідрографічну мережу річкового басейну, що заключається в перерозподілі цієї води в часі;
- стік у замикаючому створі – результат взаємодії перерахованих процесів.

Моделювання формування стоку проводять різними способами.

Вирізняють моделі типа:

- чорного ящика;
- сірого ящика;
- білого ящика.

При моделюванні за типом чорного ящика відомі вхідні (X) й вихідні (Y) характеристики моделі, а оператор перетворення вхідних величин на вихідні (K) є емпіричний коефіцієнт, склад якого невідомий:

$$X \xrightarrow{K} Y$$

$$Y = K \cdot X, K = \text{const.}$$

Наприклад стік води залежить від опадів, що відбувається з опадами на басейні не відомо.

У моделях типа сірого ящика відомі деякі характеристики трансформації вхідних величин у вихідні.

$$K = f(I, W, E, \dots),$$

де I, W, E – характеристики від яких залежить оператор перетворення K, наприклад, для стоку води: інфільтрація, вологість ґрунтів, випаровування й т.п.

Приклад.

Надано: Кількість опадів, що очікується (142 мм), багаторічні ряди спостережень за опадами і стоком у наданому пункті спостережень (табл.4.1). Рішення:

1. Будуємо графік залежності витрат води від атмосферних опадів (рис.4.1).

2. Розраховуємо емпіричну криву забезпеченостей витрат води для досліджуваного пункту спостережень.

Для побудови емпіричної кривої забезпеченості величини спостереженої змінної розташовують в порядку зменшення і обчислюють забезпеченість кожного члена ряду за формулою:

$$P = \frac{m}{n+1} 100\% \quad (4.1)$$

де m – порядковий номер члена ряду;

n – кількість членів ряду.

Або

$$p = \frac{m - 0,3}{n + 0,4} 100\% \quad (4.2).$$

Перша з наведених формул рекомендується для обчислення забезпеченості максимальних витрат води, а друга – для обчислення норми річного стоку та інших середніх характеристик. Результати розрахунків заносять в табл. 4.2.

Будуємо графік емпіричної кривої забезпеченості (рис.4.2). За цією кривою можна визначити модулі стоку заданої забезпеченості перевищення, модулі стоку, що перевищуються в 10% випадків, 25% і так далі, відповідно до потреб досліджень. Емпіричні криві забезпеченості прийнято апроксимувати аналітичними кривими. Для цього проводять додаткові статистичні розрахунки.

3. За наданою величиною очікуваних опадів (142 мм) за рис. 4.1. визначаємо величину витрат води ( $19 \text{ м}^3/\text{с}$ ).

4. За визначеною по рис. 4.1. величиною витрат води по рис. 4.2. визначаємо забезпеченість цих витрат води (80%).

Для з'ясування ступеню небезпеки тієї або іншої витрати води потрібно мати топографічну карту місцевості й повздовжній профіль долини річки для з'ясування які площі можуть бути затоплені в період повеней, цінність цих площ, особливості їх використання, ступінь збитків від їх затоплення. Важливо також встановити на який період вони можуть бути затоплені, наявність колекторної мережі (в межах населених пунктів), її пропускна здатність, характеристики ґрунтів й т.п.

Висновки: Забезпеченість можливих витрат води за прогнозованими опадами складає 80%, тобто ці витрати води будуть перевищені у 80% випадків, тобто повинь буде нижче ніж середньо максимальна, й проходить у раніш виробленому рікою руслі.

Таблиця 4.1. Характеристики атмосферних опадів й витрат води за період спостережень р. Норин - п. Словенщина та метеостанції Київ.

рік	Максимальні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Кількість опадів за період XI-III, мм	рік	Максимальні витрати води, м <sup>3</sup> /с	Кількість опадів за період XI-III, мм
1964	25,3	179	1984	28,7	201,3
1965	37,3	198	1985	39,8	198,6
1966	84,4	416,5	1986	23,9	227,8
1967	36,3	346,8	1987	51,7	214,4
1968	60,5	327,7	1988	30,2	174,6
1969	93,1	241,6	1989	4,49	199
1970	113	347,6	1990	7,83	158,4
1971	67,1	268,3	1991	38	154,1
1972	19,4	200,5	1992	3,98	127,9
1973	25,7	213,2	1993	37,2	243,5
1974	12	176	1994	31	221,6
1975	36,1	214,9	1995	4,88	199,9
1976	59,8	179,2	1996	42	194,4
1977	71,2	213,7	1997	16,8	174,1
1978	62,6	247,8	1998	58,8	239
1979	66,4	214,3	1999	42,9	237,3
1980	74,8	259,7	2000	47,2	207,7
1981	56,4	138,4	2001	44,7	244,3
1982	41,8	224,8	2002	11,1	185,4
1983	30,7	179,2	2003	29,0	156,8

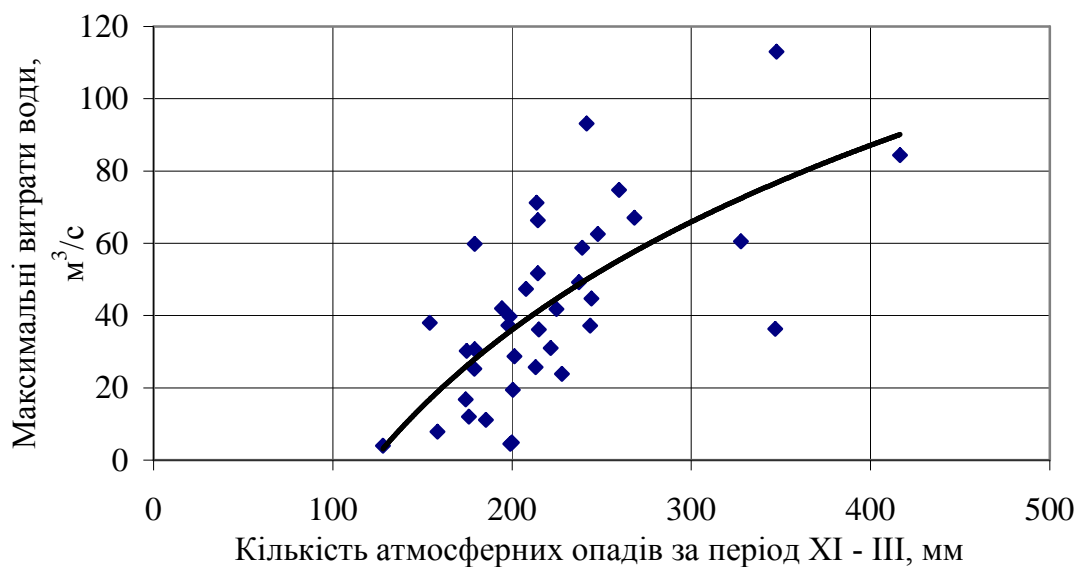


Рис.4.1. Залежність максимальних витрат води р.Норин - п.Славенщина від кількості опадів м/с Київ

Таблиця 4.2. Розрахунок емпіричної кривої забезпеченості максимальних витрат води по р. Норин – п. Словенщина

№	Ординати кривої забезпеченості за (4.1)	Прорангований ряд максимальних витрат води, м <sup>3</sup> /с	№	Ординати кривої забезпеченості за (4.1)	Прорангований ряд максимальних витрат води, м <sup>3</sup> /с
1	2,56	113	20	51,2	37,3
2	5,12	93,1	21	53,8	37,2
3	7,69	84,4	22	56,4	36,3
4	10,2	74,8	23	58,9	36,1
5	12,8	71,2	24	61,5	31
6	15,3	67,1	25	64,1	30,7
7	17,9	66,4	26	66,7	30,2
8	20,5	62,6	27	69,2	28,7
9	23,0	60,5	28	71,7	25,7
10	25,6	59,8	29	74,3	25,3
11	28,2	58,8	30	76,9	23,9
12	30,7	51,7	31	79,4	19,4
13	33,3	49,2	32	85,0	16,8
14	35,8	47,4	33	84,6	12
15	38,4	44,7	34	87,1	11,1
16	41,0	42	35	89,7	7,83
17	43,5	41,8	36	92,3	4,88
18	46,1	39,8	37	94,8	4,49
19	48,7	38	38	97,4	3,98

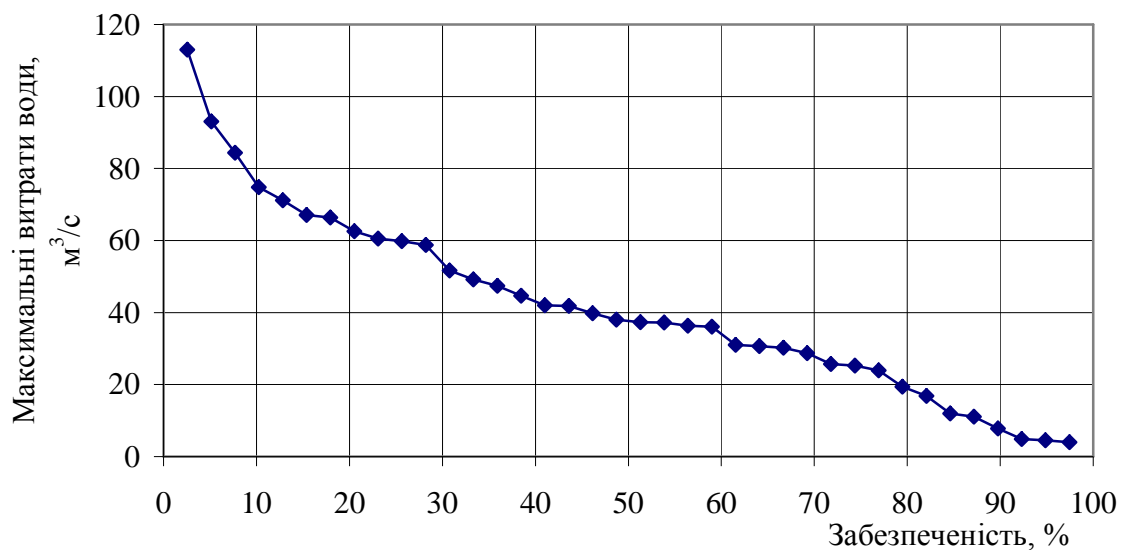


Рис.4.2. Емпірична крива забезпеченості максимальних витрат води р.Норин - Славенщина

**Контрольні питання:**

1. Причини повеней?
2. Які процеси передують формуванню повені?
3. Методи моделювання гідрологічних процесів?
4. Як розраховують емпіричну криву забезпеченості?
5. Визначення ризику виникнення визначних повеней?

**Перелік літератури.**

1. Бефани Н.Ф. Прогнозирование дождевых паводков на основе территориально общих закономерностей. - Л.: Гидрометиздат. - 1983. - 390 с.
2. Буднік С.В., Климчик О.М. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Гідрологія». – Житомир: Вид-во ДАУ, 2007. - 62 с.
3. Виноградов Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока. Опыт критического анализа.- Л.:Гидрометиздат. – 1988 . - 312 с.
4. Кучмент Л.С., Демидов В.Н., Мотовилов Ю.Г. Формирование речного стока.-М.:-1983.-216 с.
5. Ромащенко М.І., Савчук Д.П. Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання. - К.: Аграрна наука. - 2002. - 304 с.
6. СНИП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. - М.: 1985. - 36 с.

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ЕРОЗІЙНОЇ НЕБЕЗПЕКИ

**Мета:** навчити студентів розраховувати ризик розвитку значних ерозійних процесів ґрунту.

**Завдання:** Визначити небезпеку змиву ґрунту за даними Додатку табл. А.2 - А.4. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню впливу.

### 5.1 Загальні відомості

Ерозійно-небезпечними є землі, де поєднання природних умов створює при їхньому господарському використанні без необхідних протиерозійних заходів можливість прояву прискореної ерозії. В загальні існуючі методи оцінки ерозійної небезпеки земель можна поділити на дві групи:

- 1) бальні методи, які оперують безрозмірними кількісними показниками – балами, рангами, категоріями, коефіцієнтами й т.п;
- 2) методи, що засновані на математичному моделюванні змиву ґрунту, або методи, що оцінюють схиловий ерозійно-аккумулятивний процес і оперують категорією потенційного змиву ґрунту – можливою для даних кліматичних і ґрунтово-геоморфологічних умов втратою ґрунту при використанні території під рілля й відсутності протиерозійних заходів.

Небезпека ерозії ґрунтів ( $S$ , роки) визначається за формулою:

$$S = H/g, \quad (5.1)$$

де  $H$  – потужність генетичного горизонту, т/га;

$g$  – змив ґрунту, т/га.

Величина  $S$  вказує за скільки років горизонт  $H$  буде втрачений. Нормування ерозійної небезпеки проводиться за даними табл. 5.1.

Таблиця 5.1. Нормування ерозійної небезпеки

Значення $S$ , роки	Ступінь небезпеки ерозії ґрунту	Характеристика ступеню небезпеки ерозії
> 1000	1	Небезпека ерозії ґрунту відсутня
600	2	Має місце початок еродування ґрунту
300	3	Передкризовий стан ґрунту
300	4	Ерозійні процеси реально загрожують збереженню ґрунту
<150	5	Катастрофічний стан ґрунту. Склалися умови втрати ґрунту на очах одного покоління

Для визначення змиву ґрунту існує ряд моделей: емпіричні, фізико-

статистичні, теоретичні. Часто в якості робочої моделі для опрацювання прогнозних оцінок змиву ґрунту застосовують гідромеханічну модель Ц. Е Мірцхулава.

При прогнозуванні ерозії ґрунту мають бути вирішені наступні питання:

- 1) визначення параметрів, що обумовлюють початок ерозії, особливо донних швидкостей, при яких відриваються грантові окремості (частки і агрегати);
- 2) інтенсивність ерозії;
- 3) кількість ґрунту, який змивається за певний проміжок часу; прогноз поясу відсутності і проявлення ерозії на схилах.

При розв'язанні цих питань не враховується низка другорядних факторів і приймаються деякі припущення:

- 1) ґрунти на конкретній ділянці схилу мають однакові властивості, їх обробок виконаний за однією технологією, що обумовлює одноманітність рослинності і нанорельєфу, геологічні і кліматичні фактори залишаються незмінними, як на протязі усього схилу, так і у часі; інфільтраційна здатність не змінюється й дорівнює середній на ділянці і в інтервалі часу;
- 2) на визначеній площі випадає рівномірна кількість опадів, інтенсивність опадів приймається незмінною;
- 3) на схилах без рослинного покриву, довжина яких перевищує 10 м, переміщення ґрунтових часток і агрегатів при розбризкуванні під дією крапель (у якості агента пересунення) не враховується;
- 4) прогнозування змиву ґрунту при сніготаненні проводиться на шар стоку повені імовірністю перебільшення, що дорівнює 10%, і максимальну інтенсивність за годину – 1% імовірності перебільшення;
- 5) нахил визначеної ділянки схилу незмінний і дорівнює середньому;
- 6) кінетична енергія дощових крапель цілком витрачається на відрив агрегатів і часток від маси ґрунту.

Прогноз змиву (g, т/га) виконується за формулою:

$$g = 0,011\gamma'wd \left[ \frac{308T^{0,6} J^{0,6} i^{0,7} m_1 n_0^{1,6}}{V_{\Delta}^2 \delta on} + \frac{0,000013V_{\Delta}^{3,32} \delta on}{JTi^{1,16} m_1^{3,32} n_0} - X_2 \right] \frac{T}{X_2}, \quad (5.2)$$

- де  $\gamma'$  – щільність ґрунту, т/м<sup>3</sup>;  
 $w$  – середня частота коливань швидкостей, сек<sup>-1</sup> (при відсутності результатів спеціальних досліджень її величина дорівнює 10 сек<sup>-1</sup>);  
 $d$  – середній діаметр відриваємих ґрунтових окремоностей, м;  
 $J$  – середня інтенсивність опадів, м/сек;  
 $T$  – коефіцієнт стоку (для злив);  
 $i$  – ухил поверхні (tg $\alpha$ );  
 $m_1$  = коефіцієнт, що враховує відхилення рідинного стоку на схилі;



$n_0$  – коефіцієнт шорсткості, який визначається за формулою:

$$n_0 = (0,7 \bar{d})^{1/6} / 22,2,$$

$\bar{d}$  – середньоваговий діаметр водотривких агрегатів;

$X_2$  – довжина схилу, м;

$V_{\Delta don}$  – нерозмиваюча (допустима) швидкість на висоті виступів шорсткості ( $\Delta$ ), яка визначається за значенням розмиваючої донної швидкості ( $V_{\Delta p}$ ):  $V_{\Delta don} = V_{\Delta p} / 1,4$ ;

$T$  – тривалість випадіння опадів, сек.

Донна розмиваюча швидкість визначається за формулою М. С. Кузнецова:

$$V_{\Delta p} = \frac{1,55 \sqrt{\frac{g}{1,46 \gamma_0} (\gamma - \gamma_0) \left(1 - \frac{p}{100}\right) \bar{d} (\cos \alpha - \sin \alpha)}}{1}, \quad (5.3)$$

де  $\bar{d}$  – середньоваговий діаметр водотривких агрегатів, м;

$p$  – шпаруватість структурних агрегатів;

$\alpha$  – кут нахилу, град;

$\gamma_0$  і  $\gamma$  – щільність води і щільність твердої фази ґрунту.

При складанні прогнозу ерозії застосовується тільки імовірністний підхід. В гідромеханічній моделі ерозії ґрунту конкретної ділянки дискретне значення мають геоморфологічні параметри: довжина схилу, нахил, коефіцієнт  $m_1$ . Енергетичні параметри злив і вод повеней, ґрунтові параметри мають значну просторову варіабельність і часову динамічність. Тому вони мають оцінюватись імовірними критеріями. Прогноз ерозійної небезпеки, як мінімум виконується з 10% рівнем імовірності перебільшення фактичних значень над розрахунковими (теоретичними). Припускається, що злива 10% забезпеченості випадає кожен рік, але лише один раз. Коефіцієнт стоку 10%-ої забезпеченості дорівнює 0,4. Шар стоку повеневих вод 10%-ої забезпеченості для полісся і лісостепу дорівнює 60 мм, північного степу – 30 мм. Відповідно інтенсивність сніготанення 10%-ої забезпеченості 5 мм/год і 4 мм/год. Значення  $\bar{d}$  10%-ної забезпеченості основних ґрунтів України наведено в табл. А.2.

Спрощена схема розрахунку змиву ґрунту наведена в табл. А.3 - А.5.

#### *Приклад розрахунку*

Завдання: Розрахувати ризик виникнення ерозійної небезпеки на ґрунтах дерново піщаних і глинисто-піщаних (№35а), середньоваговий діаметр  $\bar{d} = 0,2$  мм, потужність гумусового горизонту  $H = 15$  см, щільність ґрунту  $1,5$  г/см<sup>3</sup>. Довжина схилу 700 м, тангенс нахилу схилу = 0,035.

Для визначення небезпеки ерозії ґрунтів необхідно визначити

потужність генетичного горизонту у т/га та змив ґрунту.

1. Потужність гумусового горизонту надана у см, для переведу у т/га необхідно провести наступні розрахунки:

$N, \text{ т/га} = N_{\text{см}} \cdot \text{щільність ґрунту, г/см}^3 \cdot 0,01 = 15 \cdot 1,5 \cdot 0,01 = 0,225$   
т/га.

2. Змив ґрунту визначаємо за вихідними даними по табл. 5.3.  $g = 107,4$  т/га.

3. Ерозійна небезпека обчислюється за формулою (5.1):

$S = N/g = 0,225/107,4 = 0,0021$  років.

**Висновки:** Ерозійна небезпека існує, спостерігається катастрофічний стан ґрунту. Склалися умови втрати ґрунту на очах одного покоління.

#### **Контрольні питання:**

1. Ерозія ґрунту це ендегенний або екзогенний процес?
2. Методи визначення ерозійної небезпеки?
3. Питання що необхідно вирішити для прогнозування ерозії ґрунтів?
4. Які підходи застосовують при прогнозуванні змиву ґрунту?

#### **Перелік літератури.**

1. Ачасов А.Б., Булигін С.Ю., Бураков В.І. та інші. Методики і нормативи обліку прояву і небезпеки ерозії. –Харків.-2000.-63 с.
2. Будник С.В. Оптимізація агроландшафтов.- Житомир.-2007.-311 с.
3. Васенков Г.І. та інші. Гідрологічні і гідротехнічні розрахунки в протиерозійних меліораціях і рекультивації земель. Методичні вказівки.- Житомир.-2003.- 47 с.
4. Ларионов Г.А. Эрозия и дефляция почв: основные закономерности и количественные оценки.-М.:Изд.МГУ.- 1993.- 200с.
5. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии.-М.:Колос.- 1970.- 240 с.
6. Світличний О.О., Чорний С.Г. Основи ерозієзнавства. - Суми. - 2007. -266 с.

## **6 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ВИНИКНЕННЯ ПОСУХИ**

**Мета:** навчити студентів визначати ризик виникнення атмосферної та ґрунтової посухи.

**Завдання:** На основі матеріалів агрометеорологічних спостережень (агрометеорологічний щорічник) або за даними Додатку табл. А.6 - А.7 розрахувати показники атмосферної та ґрунтової посухи й зробити висновок про наявність посухи й ступеню її інтенсивності. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню негативного впливу.

### **6.1 Загальні відомості**

Посуха це бездощовий період на весні або в літку, інколи восени до настання приморозків. Під час посухи переважає жарка й суха погода (з низкою відносною вологістю повітря). Так як опадів випадає дуже мало або вони взагалі відсутні, ґрунт пересихає.

Історія людства свідчить, що посуха є дуже великим лихом, що часто супроводжувалася голодом й смертю великої кількості населення. З метою запобіганню зниження добробуту населення й виникнення небезпечних соціальних станів у багатьох країнах запроваджено страхування від небезпечних погодних подій на основі погодних індексів, в тому числі й від посухи.

Посухи на Україні викликаються різними причинами. В основному вони пов'язані з вторгненням на територію з Арктики сухих мас холодного повітря з яких потім формується антициклон. Арктичне повітря в наслідок низьких температур має дуже невеликий запас вологи. В теплу половину року це повітря по мірі руху в глибину материку прогрівається, що викликає збільшення дефіциту вологи. В цих умовах відбувається інтенсивне випаровування ґрунтової вологи, що призводить до висушування ґрунту. Як було сказано раніше, з цієї маси формується антициклон. В антициклонах відбувається низхідний рух повітря. Повітря при опусканні, переходячи в шари з більшим атмосферним тиском, стискується й адіабатично нагрівається на  $1^{\circ}$  на кожні 100 м. Тому в антициклоні зазвичай стоїть безхмарна, суха погода з слабкими вітрами, в теплу половину року сильно гріє сонце, йде інтенсивне випаровування вологи з ґрунту й рослинного покриву.

Вирізняють атмосферну посуху й ґрунтову посуху. З початку спостерігається посушливий атмосферний процес, а далі, при несприятливих погодних умовах може виникнути ґрунтова посушливість.

Атмосферну посуху характеризують наступними показниками:

1) посушлива декада – декада на протязі якої випало опадів не більше 5 мм, не залежно від того випали вони в один прийом або в декілька прийомів;

2) гідротермічний показник

$$K = \sum(td),$$

де  $t$  – температура повітря в 13 годин;

$d$  – дефіцит вологості повітря в 13 годин в мб.

Спочатку величину  $K$  визначають за метеоданими в день останнього дощу, потім – за даними в перший день після дощу. Теж саме виконують для другого, третього й т.д. днів, до дня на який треба визначити наявність і ступінь посухи. Всі добутки температури й дефіциту вологи сумують. Величина цієї суми і є показник посухи. Вважається, що посуха почалася коли гідротермічний показник досягає 4000 грнад/мб.

3) кількість опадів за весняний період:

- дуже сильна посуха – кількість опадів до 40% від середньо багаторічної кількості.

- сильно посушливі роки – 40-80%.

- слабкі посухи – 80%.

4) гідротермічний коефіцієнт Селянинова часто застосовується для оцінки посушливості клімату і визначення посушливих й сухих періодів:

$$K = \sum X / (\sum t : 10),$$

де  $\sum X$  – сума опадів за вегетаційний ( або той, що цікавить дослідника) період, мм;

$\sum t$  – сума температур за цей же період, °С.

При  $K$  нижче 1,0 – спостерігається посушливий період, при  $K < 0,5$  – посуха.

5) показник посушливості або зволоження Д.А. Педя:

$$S = \frac{\Delta T}{\sigma_T} - \frac{\Delta X}{\sigma_X}$$

де  $S$  – показник посушливості;  $\Delta T$  й  $\Delta X$  – аномалії середньомісячних значень температури повітря в °С й атмосферних опадів у мм;  $\sigma_T$ ,  $\sigma_X$  – середньоквадратичні відхилення температури повітря, °С.

За Д.А.Педем посуха характеризується величиною  $S \geq 1,0$ , в тому числі при значеннях  $S$  від +1,1 до +2 посуха характеризується як помірна, при  $S$  від +2,1 до +3 – як середня, при  $S$  більше 3 – як сильна. При значеннях  $S \leq -1,0$  відмічається зволоження, в тому числі від -1 до -2 – помірно, від -2,1 до -3 – середнє, менше -3 – сильне.

Для оцінювання ґрунтової посухи використовують наступні показники напруженості посухи:

1) весняні запаси продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту: під ґрунтовою посухою розуміють зменшення продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту ( $W$ ) до й менше ніж 70% НВ (найменшої

вологоемності), в наслідок чого уповільнюється а потім зупиняється ріст й розвиток рослин. Інтенсивність ґрунтової посухи оцінюється: 70% НВ

2) зволоження орного шару ґрунту напротязі вегетаційного періоду;

3) тривалість й повторюваність періодів з дуже високими температурами;

4) сумарні витрати вологи посівами культур за період вегетації або його відрізки: дуже сильна посуха з витратами вологи за період вегетації менш ніж 100 мм, сильна посуха з витратами вологи 100-120 мм, помірна посуха – з витратами вологи 120-140 мм.

5) дефіцит вологи як різниця між сумарними її витратами в умовах достатньої вологозабезпеченості рослин й фактичними сумарними витратами у реальних агрометеорологічних умовах.

б) показник посушливості М.В.Бова:

$$K = (10(W+X)) / \sum t,$$

де W – запаси вологи у метровому шарі ґрунту на весні, мм;

X – сума опадів, що випали з початку весни й до початку посухи, мм;

$\sum t$  – сума температур від дати переходу через 0°C весною.

Значення показника посушливості зростає, коли запаси вологи на весні більше й, навпаки, зменшується, коли суми температур збільшуються. Якщо  $K > 1,5$  – посухи немає; якщо  $K = 1,5$  – цей день вважається початком посухи. Для першої половини вегетаційного періоду для розрахунків пропонують брати не всі запаси вологи метрового шару, а тільки 2/3 цих запасів, так як корені рослин ще слабо розвинуті.

Кінець посухи визначають показником:

$$K' = (10X) / \sum t,$$

де X – сума опадів за період посухи, мм;

$\sum t$  – сума температур з дня випадіння опадів, °C.

Якщо  $K' < 1,5$  – посуха продовжується, а  $K' > 1,5$  – посуха скінчилася. Дефіцит випаровування – це різниця між випаровуваністю й фактичним випаровуванням. Його виражають наступним чином:

$$\Delta E = (1 - bW_a)E_0,$$

де  $\Delta E$  – дефіцит випаровування ;

$W_a$  – продуктивна вологість ґрунту;

$E_0$  - випаровуваність;

b – коефіцієнт пропорційності = 0,08-0,11  $\approx$  0,1.

$$E_0 = ad,$$

де  $d$  – недостача насичення водяної пари;  
 $\alpha$  – коефіцієнт пропорційності  $0,39-0,42 \approx 0,4$ .

При  $\Delta E > 4$  мм/доба частота гноблень і ушкоджень рослин досягає 100%.

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Розрахувати ризик виникнення посухи на підставі ходу метеоелементів за період з квітня по серпень 1971 р по метеостанції Черноморське, Кримська обл. (табл. А.8).

**Рішення:** за наведеними вище формулами розраховуємо гідротермічний коефіцієнт Селянинова і показник посушливості М. В. Бова. Розрахунки заносимо в таблицю А.8.

**Висновок:** Гідротермічний коефіцієнт Селянинова значно нижче від 0,5, тобто спостерігається атмосферна посуха. Показник посушливості М. В. Бова на початку досліджуваного періоду значно вище від 1,5, тобто ґрунтової посухи ще не спостерігається, відсутність опадів в наступні декади призводить до висушування ґрунту і величина показнику посушливості значно знижується, вже у 2 декаді квітня спостерігається ґрунтова посуха.

#### **Контрольні питання:**

1. Причини виникнення посух?
2. Характеристики атмосферної посухи?
3. Характеристики ґрунтової посухи?
4. Які характеристики визначають ризик виникнення посух?
5. Як розраховується ризик виникнення атмосферної посухи?
6. Як розраховується ризик виникнення ґрунтової посухи?

#### **Перелік літератури.**

1. Задонина Н.В., Саньков В.А., Леви К.Г. Современная геодинамика и ге-лиодинамика. Природные катастрофы и организация превентивных меро-приятий при чрезвычайных ситуациях. - Иркутск: Изд-во ГТУ, 2004.- 86 с.
2. Лекции по сельскохозяйственной метеорологии. /Под ред. М. С. Кулика и В. В. Синельникова. - Л. Гидрометиздат. - 1966. - 340 с.
3. Педь Д.А. О возможности прогноза засухи и избыточного увлажнения. //Труды ГМЦ СССР. - 1975. - Вып. 156. - С. 64-76.

## 7 ВИЗНАЧЕННЯ РИЗИКУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДНОГО ОБ'ЄКТУ

**Мета:** ознайомити студентів з методами оцінки ризиків забруднення території, навчити визначати ризик забруднення водних об'єктів.

**Завдання:** визначити імовірність прояву ризику забруднення води у річці при наявності скиду забруднюючих вод за даними табл.7.5. Визначити заходи по запобіганню або ослабленню негативного впливу.

### 7.1 Загальні відомості

Більшість з відомих методологій оцінки екологічного ризику мають трехрівневу структуру: 1 – перевірна оцінка, 2- попередня кількісна оцінка ризику, 3 – детальна кількісна оцінка ризику.

Перевірна оцінка виконується переважно на основі аналізу літературних, звітних, статистичних й інших матеріалів. Її основне призначення – визначити для кожної точки дійсно тут є небезпека виникнення несприятливих змін екосистем. На цьому рівні достатньо констатувати, що для досліджуємії точці (екосистеми) є ризик її несприятливих змін.

Попередня кількісна оцінка екологічного ризику має за кінцеву мету отримання орієнтирних оцінок розмірів несприятливих змін, що можуть виникнути у екосистемах у випадку, якщо ці ризики реалізуються. На відзнаку від перевірного рівня оцінки, тут необхідні дослідження точок в натурі з наступним лабораторним аналізом відібраних проб. Методи отримання попередніх кількісних оцінок ризику можуть бути різними й включати як стандартні методи математичної статистики (зокрема, визначення ймовірності ризику), так і експертне оцінювання ймовірності й розміру ризику. Попередність й орієнтованість оцінок ризику полягає в тому, що до їх точності й статистичної достовірності не пред'являється жорстких вимог. Це дозволяє розраховувати їх за невеликими виборками, отримувати експертні оцінки по невеликим виборкам експертів, використовувати слабо формалізовані математичні методи. У більшості випадків практичного застосування методології оцінки екологічного ризику до складних екосистем рівень попередньої кількісної оцінки є кінцевим. Це пов'язано з реальною неможливістю або великими часовими втратами, що необхідні для отримання масиву інформації, що достатня для розрахунку детальних (високої точності й статистичної достовірності) оцінок ризику. Однак, ці оцінки цілком достатні для аналізу даних по джерелу забруднення й складання загального плану дій по ліквідації небезпечних змін в зонах, що підвержені його впливу.

Детальна оцінка екологічного ризику може бути виконана у випадках, коли для кожної досліджуваної точки є можливість й засоби зібрати масив інформації, що достатній для того щоб на його основі

побудувати прогностичну модель екосистеми, що дозволяє за нею розраховувати точні й статистично достовірні оцінки ризиків. Такі моделі повинні бути імітаційними або наближеними до них.

Кожен з трьох розглядаємих рівнів оцінки ризиків включає наступні 4 компоненти: 1 – характеристика рецепторів, 2- оцінка сприйманих впливів (зокрема, об'ємів і концентрацій забруднюючих речовин, 3 – ідентифікація екологічних й економічних загроз (типів екологічних ризиків), 4- характеристика ризиків (оцінки їх імовірності та розмірів).

Аналіз і оцінка екологічних ризиків особливо ефективні у тих випадках, коли є значні невизначеності у вихідних даних об антропогенних навантаженнях на екосистеми й стану самих екосистем; реакції екосистем на ці навантаження також невизначені й мають імовірностний характер; характер можливого наступного використання екосистем допускає декілька альтернативних сценаріїв. Всі ці обставини характерні для вивчення й оцінки впливу точкових джерел забруднення (гарячих точок) на водні об'єкти. Тому, для досягнення мети визначення впливу забруднення на стан екосистеми застосування методології оцінки екологічного ризику вважають більш ефективним ніж використання більш традиційної методології, що орієнтована на деякі встановлені критеріальні оцінки (ГДК, ГДВ й т.п.).

Натурне обстеження припускає відбір проб та біологічну оцінку впливу гарячої точки на різній відстані від неї – безпосередньо нижче скиду забруднених вод (десятки метрів у випадку реально точкового скиду), після чого при візуальному та приборному контролі розповсюдження каламутного (температурного, рН, O<sub>2</sub>) сліду – в межах зони 1 км, далі в межах зони 3 км й т.д., в залежності від потужності скиду й здатності річки до розбавлення, до зони де структура біотичних співтовариств не має видимих відхилень від фонові. При виборі місця відбору проб обов'язковою умовою є подоба ландшафтно-біотопічної фізіології станцій. В якості контролю роблять відбір проб й опис співтовариств вище місця скиду, у біотопах ідентичних таким у створах, що тестуються. Крім того, роблять обстеження безпосередньо у екологічно чутливих й екологічно цінних зонах, на акваторіях, що охороняються, розташованих у межах до 15 км від гарячої точки.

Загальну фізіологію біотичних співтовариств описують на основі розвитку й розповсюдження макроформ (вищі водні рослини, нитчасті водорості, макробезхребетні). Відбирають проби донної фауни (зообентосу та зооперіфітону), по можливості фіто- та зоопланктону. Проби зообентосу та зооперіфітону відбирають з врахуванням візуально відокремлених однорідностей. У біотопах з пухкими донними відкладами використовуються коробчатий пробовідбірник з площею захвату 100 см<sup>2</sup>, або дночерпатель Петерсена з площею захвату 0,25 м<sup>2</sup>. Обростання з твердих субстратів відбирають скребком з шириною леза 5 см. Робляться



змиви з окремих каменів, що підняті на поверхню. Врахування макроформ проводять використовуючи рамку 0,5?0,5 м. Проби планктону відбираються з поверхні води – фітопланктон безпосередньо в тару об'ємом 0,5 л, зоопланктон – концентруючи 100 л через планктонну сітку з мельнічним газом №73.

Уві проби фіксують формаліном. Камеральну обробку проб проводять за загальноприйнятими методиками.

Контролюються фонові абіотичні характеристики: температура води, прозорість, кольоровість, швидкість течії (можна оціночно), розчинний кисень, рН, електропровідність (мінералізація).

За можливості відбираються проби на форми азоту та фосфору, БСК<sub>5</sub> та інші гідрохімічні показники.

На кожній точці відбору проб (станції контролю) заповнюється форма «Полевой протокол – біологічна оцінка впливу точкового джерела забруднення на водні екосистеми».

При камеральній обробці матеріалів встановлюють наявність в пробах індикаторних груп тварин. Відносно зниження чутливості до забруднення, їх розташовують згідно 5 класам якості води:

- 1) Личинки веснянок – Plecoptera -1 клас, b - олігосапробні.
- 2) Личинки поденщин - Ephemeroptera (виключаючи Baetis), личинки ручейників Trichoptera (виключаючи Ecnomus), Бокоплави Gammaridae – 2 клас, a - олигосапробні, b' - мезосапробні.
- 3) Личинки бабок Odonata, Bivalvia (виключаючи Sphaeridae), Gastropoda, Bryozoa – 3 клас, b'' - мезосапробні, a' - мезосапробні.
- 4) Spongia, Asellus, Hirudinea, Sphaeridae – 4 клас, a'' - мезосапробні.
- 5) Chironomidae, Tubificidae – 5 клас, полісапробні.

Указуються індикаторні види для яких відомі значення індексу сапробності S або значення сапробних валентностей: x – ксеносапробна зона, o – олігосапробна зона, b – бетамезосапробна зона, a – альфамезосапробна зона та p – полісапробна зона.

Trent Biotic Index (ТВІ) розраховується за представленістю груп організмів за робочою шкалою (табл.7.1), в якій використана найбільш часто зустрічаєма послідовність зникнення макробезхребетних донних співтовариств по мірі забруднення воді та донних відкладів. Для обліку різноманіття фауни запропоновано умовне поняття «група» тварин, під яким для одних тварин розуміють окремі види, для інших, трудновизначаємих груп, більш крупні таксони. За сумою груп та якісному складу населення розраховуються значення індексу.

Групи для визначення ТВІ: всі відомі види плоских хробаків (т. Plathelminthes); малощетинкові хробаки (кл. Oligochaeta), виключаючи рід Nais; всі відомі види п'явок (кл. Hirudinea), моллюсків (т. Molluska); ракоподібних (кл. Crustacea); водяних кліщів (отр. Acarina); личинок поденщин (отр. Ephemeroptera), виключаючи Baetes rhodami, личинок

веснянок (отр. Plecoptera); личинок ручейників (отр. Trichoptera); личинок вислокрилих (отр. Megaloptera), жуків (отр. Coleoptera); імаго та личинок клопів (отр. Hemiptera); сімейство мошок (сем. Simulidare); комарів – звонцов (сем. Chironomidae), крім *Chironomus thummi*; личинки *Ch. Thummi* (личинки червоного кольору).

Початковим моментом роботи зі шкалою при визначенні біотичного індексу є пошук вихідної позиції у першій графі при русі з верхнього рядка цієї графі вниз у міру відсутності у визначаємій пробі показових організмів.

Таблиця 7.1. Робоча шкала для визначення ТВІ

Показові організми	Видове різноманіття	Біотичний індекс за наявністю загальної чисельності наявних у пробі груп				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 та більше
Личинки веснянок	більше ніж 1 вид	-	7	8	9	10
	тільки 1 вид	-	6	7	8	9
Личинки поденщин	більше ніж 1 вид	-	6	7	8	9
	тільки 1 вид	-	5	6	7	8
Личинки ручейників	більше ніж 1 вид	-	5	6	7	8
	тільки 1 вид	-	4	5	6	7
Гаммаруси	всі вищеназвані види відсутні	3	4	5	6	7
Водяний віслик	теж саме	2	3	4	5	6
Тубіфіциди і/або личинки хіроманд (червоні)	теж саме	1	2	3	4	-
Все вищеназвані види відсутні	Все вищеназвані види відсутні	0	1	2	-	-

Потім враховується видове різноманіття у показовій групі за другою графою, при цьому розрізняють лише три категорії: «тільки один вид», «більше одного виду», «всі вищеназвані види відсутні». Потім за сумою груп у останній графі «біотичний індекс за наявністю загального числа присутніх груп» знаходимо стовпець з із відповідним числом груп у пробі й, дивлячись униз до перехрестя з лінією показової групи, у точці перетину отримуємо значення ТВІ.

Індекс різноманіття – інформаційний індекс Шеннона ( $H'$ ) – розраховується за формулою:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \quad (7.1)$$

де  $p_i$  – відношення чисельності  $i$ -го виду (групи) до загальної чисельності  $n$  видів (груп) у співтоваристві.

Виходячи зі специфіки експрес-методу збору полевої інформації більшість стандартних математико-статистичних методів оцінювання імовірності (зокрема, за частотою події й за функцією розподілу) непридатні. Можливі два методи орієнтованої оцінки імовірності ризику: метод оцінки за варіацією значень індикатора ризику й метод експертного оцінювання. Вибір того або іншого залежить від наявних припущень про ступінь варіації значень індикатору ризику.

Розрахунковий метод оцінки імовірності ризику за варіацією значень його індикаторів виходить з наступних положень: якщо для індикатора ризику  $x$  задано деякий діапазон значень, вихід за межі якого говорить про настання небажаних змін екосистеми, то імовірність цієї події (тобто ризику) буде тим менша, чим ширше цей діапазон; чим далі від його меж ( $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ) знаходиться значення індикатора ризику  $x_i$ ; чим менша варіація цих значень на протязі заданого часового інтервалу  $t$  або заданої площі території  $S$ . Виходячи з цього, імовірність того, що значення індикатору ризику знаходяться у межах їх допустимих змін, можна визначити як:

$$q_x(\Delta t) = p(x_{\min} < x_i < x_{\max}) = \int_{x_{\min}}^{x_{\max}} f(x_i) dx_i, \quad (7.2)$$

де  $q_x(\Delta t)$  – імовірність знаходження значень екологічного індикатору  $x$  у межах заданої норми на протязі часового інтервалу  $t$ ;  $x_{\min}$  та  $x_{\max}$  – відповідно верхнє та нижнє значення індикатору ризику  $x$ , що обмежує діапазон його екологічно допустимих значень;

$f(x)$  – щільність розподілу  $x$ .

Якщо немає інших припущень, розподіл значень екологічного індикатору  $x$  можна умовно прийняти як гаусове (що для попередньої оцінки ризику припустимо). Тоді вираз (7.2) прийме вигляд:

$$q_x = p(x_{\min} < x_i < x_{\max}) = \Phi\left(\frac{x_{\max} - \bar{x}}{\sigma_x}\right) - \Phi\left(\frac{x_{\min} - \bar{x}}{\sigma_x}\right), \quad (7.3)$$

де  $\Phi$  – функція нормованого розподілу, значення якої табульовані й наведені у довідниках з математичної статистики;

$\bar{x}$  - середнє арифметичне  $x$ ;

$\sigma_x$  – оцінка середнього квадратичного відхилення величини  $x$ .

Якщо ризик полягає в тому що значення ризику  $x$  перевищить критичне значення  $x_{\max}$ , то формула прийме вигляд:

$$q_x = q(x_i < x_{\max}) = \Phi\left(\frac{x_{\max} - \bar{x}}{\sigma_x}\right).$$

Якщо ризик полягає в тому, що значення індикатору ризику  $x$  знизиться нижче критичного значення  $x_{\min}$ , то формула прийме вигляд:

$$q_x = q(x_{\min} < x_i) = \Phi\left(\frac{x_{\min} - \bar{x}}{\sigma_x}\right).$$

Імовірність виникнення за часовий інтервал  $t$  екологічного ризику виду  $x$  оцінюється як:

$$p_x = 1 - q_x, \quad (7.4)$$

В якості середнього арифметичного значення індикатора екологічного ризику  $x$  рекомендується використовувати його значення, виміряне в точці, для якої оцінюється ризик.

В якості оцінки середнього квадратичного відхилення допустимо прийняти оцінку  $\sigma_x$ , розраховану за вибіркою значень змінної  $x$ , виміряних на всіх станціях контролю для даної ріки (тобто у самій гарячій точці та станціях, що знаходяться на різних відстанях від неї). В цьому випадку значення  $x$  виявиться однаковим для всіх станцій контролю й у загальному випадку декілько більшим ніж  $\epsilon$ . Вочевидь, для місця скиду забруднюючих вод часова та просторова варіації значень індикатору екологічного ризику при його гіршому у екологічному значенні середньому значенні  $x$  буде меншою, ніж просторова варіація значень  $x$ , розрахована по всім дослідженим станціям контролю. Аналогічно, при кращому середньому значенні  $x$  на контрольній станції (вище місця скиду), варіація значень змінної  $x$  буде меншою. Тому, можна умовно прийняти, що оцінку середнього квадратичного відхилення  $\sigma_x$ , розраховану по всім станціям даної ріки, слід відкоректувати для кожної конкретної станції. Значення поправочних коефіцієнтів, на які слід поділити середню по річці оцінку  $\sigma_x$ , наведені у табл.7.2.

Таблиця 7.2. Поправочні коефіцієнти  $k$  до оцінки середнього квадратичного відхилення

Відстань станції від місця скиду, км	Контроль (вище скиду)	0 (скид)	до 1 км	до 3 км	до 5 км	до 15 км
Значення $k$	3,0	3,0	1,5	2,0	2,5	3,0

Маючи імовірності виникнення кожного типу екологічних ризиків  $p_i$  можна оцінити імовірність виникненні визначеної комбінації ризиків різних типів:

$$P_{j-1-k} = 1 - \prod(1 - P_j), \quad (7.5)$$

та, зокрема, імовірність того, що за заданий часовий інтервал у

екосистемі не відбудеться ні одного типу екологічних ризиків:

$$p = \prod_{i=1}^n (1 - p_i), \quad (7.6)$$

де  $n$  – кількість типів екологічних ризиків, що характерні для точки, що досліджується.

Для кожного з індикаторів ризику необхідно встановити його критичне значення, вихід за межі якого вказує на те, що ризик здійснено. У якості критичних значень приймають значення градацій індексів якості води та водного середовища, що вказують на перехід якості води до класу (категорії) брудна, (табл.7.3).

У багатьох випадках оцінити розміри екологічних ризиків дуже складно з-за фрагментарності вихідної інформації, невизначеностей у шляхах подальшого господарського використання й поводження «гарячої точки» й т.п. Крім цього, оцінки ризику мають різну природу, зокрема – одиниці вимірів, й порівнювати їх, а також зводити до деякій інтегральній оцінці розміру ризику, не представляється можливим. Тому має сенс оцінка розмірів різних видів екологічних ризиків у деяких єдиних одиницях вимірювань. Такою оцінкою може бути ступінь небажаності ризику, що можна отримати на основі функції бажаності Харрінгтона.

Для переходу від значень іменній змінній  $x_i$  до безрозмірної оцінки ступеню небажаності його значення  $d_i \in [0,1]$ , а визначивши значення небажаності  $d_i$  для всіх змінних – індикаторів ризику, визначити інтегральну оцінку небажаності очікуваних змін екосистеми  $D \in [0,1]$ .

Таблиця 7.3. Критичні значення індикаторів ризику

Категорія	$\text{NH}_4^+$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{PO}_4^{3-}$ ,	Pc
Дуже чиста	<0,1	<0,002	<0,2	<0,015	
Чиста	0,1-0,2	0,002-0,005	0,2-0,3	0,015-0,03	
Достатньо чиста	0,21-0,3	0,006-0,01	0,31-0,5	0,031-0,05	
Слабо забруднена	0,31-0,5	0,011-0,02	0,51-0,7	0,051-0,1	
Помірно забруднена	0,51-1,0	0,021-0,05	0,71-1	0,101-0,2	
Брудна	1,01-2,5	0,051-0,1	1,01-2,5	0,201-0,3	
Дуже брудна	>2,5	>0,1	>2,5	>0,3	
Критичне значення	max=1,0	max=0,05	max=1,0	max=0,2	

Реалізація методу виконується наступним чином:

1. Для індикатора екологічного ризику виду  $x$  задається його оптимальне (найбільш бажане) значення  $x_{opt}$ . Та найгірше у екологічному розумінні значення  $x_{er}$ . Цим значенням відповідають оцінки небажаності  $d=1$  (для  $x_{opt}$ ) та  $d=0$  (для  $x_{er}$ )

Ці значення визначаються виходячи з особливостей індикаторів. Для Trend Biotic Index (ТВІ)  $x_{er}=1$ , а у якості  $x_{opt}$  можна прийняти значення ТВІ у контрольному створі. Для індексу видового різноманіття  $H'$  його найгірше значення розраховується для випадку, коли кожен з видів у співтоваристві представлений однією особою, а вся інша чисельність доводиться на один вид-домінант, в якості  $x_{opt}$  можна прийняти його значення, що визначається на контролі, визначене у контрольній точці. Для індексу сапробності  $S$  його найгірше значення дорівнює  $x_{er} = 4,0$ , а в якості  $x_{opt}$  можна прийняти його значення, визначене у контрольній точці.

2. Для індикатора екологічного ризику виду  $x$  задається його очікуване при здійсненні ризику значення  $x_{risk}$ . Воно повинно задовольняти умовам  $x_{opt} < x_{risk} < x_{er}$  або  $x_{opt} > x_{risk} > x_{er}$ .

3. Оцінюється ступінь небажаності екологічного ризику типу  $x$  за модифікованою формулою Харрінгтона:

$$d_x = 1 - \exp \left\{ - \exp \left\{ - \left[ 9 \left| \frac{x_{opt} - x_{risk}}{x_{er} - x_{risk}} \right| \right]^{1,927} - 2 \right\} \right\} \quad (7.7)$$

4. Інтегральна оцінка небажаності стану екосистеми у випадку виникнення всіх типів екологічного ризику оцінюється за виразом:

$$D = \sum_{i=1}^n a_i \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n d_i^{a_i}}, \quad (7.8)$$

де  $d_i$  – оцінка небажаності ризику  $i$ -го типу;  $n$  – число ризиків;

$a_i$  – оцінка суттєвості ризику  $i$ -го типу (припустимо прийняти  $a_i=1$  для всіх типів ризику).

Чим ближче до одиниці значення  $d_i$  або  $D$ , тим більш небажаними є розміри екологічного ризику. При цьому, шкала Харрінгтона розбивається на визначені інтервали значень, що відповідають деяким якісним градаціям небажаності (табл.7.4).

Таблиця 7.4. Градації ступеню небажаності розмірів екологічного ризику

Значення показника небажаності $d_i$ або D	Градація бажаності за Харрінгтоном	Якісна оцінка ступеню небажаності екологічного ризику
0,00 - 0,20	дуже добре	практично незначний ризик
0,20 - 0,37	добре	малозначний ризик
0,37 - 0,63	задовільно	середньозначний ризик
0,63 - 0,80	погано	небажаний ризик
0,80 - 1,00	дуже погано	вкрай небажаний ризик



Таблиця 7.5. Показники забруднення води по станціях

№ варіанту	Станція (відстань)	ТВІ бентосу	S ролінності	S донної фауни	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мг/л	O <sub>2</sub> , мг/л
Приклад	Контроль	7	1,9	1,7	0,026	0,22	0,37	0,043	7,8
	Скид	2	1,9	2,23	0,051	0,66	0,68	0,058	7,9
	1 км	5	1,7	2,50	0,37	0,26	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	6	1,7	2,48	0,027	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	7	немає	2,50	0,029	0,25	0,95	0,047	7,5
	Забруднені води у місці концентрації	1	немає	3,05	13,8	1,65	4,35	0,64	5,5
1	Контроль	8	1,9	1,9	0,030	0,10	0,15	0,030	7,8
	Скид	1	1,9	2,23	0,056	0,66	1,80	0,70	7,9
	1 км	3	1,7	1,90	0,50	0,25	1,20	0,61	7,6
	3,5 км	5	1,7	2,00	0,030	0,19	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	6	немає	2,50	0,015	0,17	0,95	0,47	7,5
	12 км	7	немає	2,50	15,0	0,15	0,20	0,24	7,5
2	Контроль	2	1,9	1,7	0,12	0,22	0,27	0,043	7,9
	Скид	9	1,9	2,23	0,60	0,66	0,68	0,58	7,9
	1 км	3	1,7	2,50	0,37	0,26	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	5	1,7	2,48	0,27	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	6	немає	2,50	0,29	0,25	0,95	0,47	7,5
	Забруднені води у місці концентрації	1	немає	3,05	10,8	0,65	2,35	0,64	5,5
3	Контроль	7	1,9	1,9	0,015	0,12	0,47	0,043	8,0
	Скид	1	1,9	2,23	0,51	0,66	0,68	0,88	7,9
	1 км	2	1,7	2,50	0,17	0,16	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	4	1,7	2,48	0,27	0,17	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	5	немає	1,90	0,29	0,15	0,95	0,47	7,5
	Забруднені води у місці концентрації	1	немає	3,60	12,8	1,65	5,35	1,64	5,5
4	Контроль	8	1,9	1,9	0,011	0,22	0,37	0,043	7,9
	Скид	2	1,9	2,20	0,71	1,66	0,68	0,98	7,9
	1 км	3	1,7	2,00	0,37	0,26	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	5	1,7	2,48	0,047	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	6	немає	2,50	0,069	0,25	0,95	0,57	7,5
	12 км		немає	3,00	0,018	0,65	0,35	0,24	7,5
5	Контроль	9	1,9	2,0	0,08	0,17	0,12	0,043	8,8
	Скид	1	1,7	2,23	0,71	1,66	0,68	1,98	6,0
	1 км	2	1,7	2,50	0,37	0,26	1,56	0,71	7,6

	3,5 км	3	1,7	2,48	0,27	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	5	1,6	2,50	0,19	0,25	0,95	0,57	7,5
	12 км	7	1,7	2,50	0,18	0,15	0,25	0,24	7,4

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Розрахувати ризик виникнення забруднення водного об'єкту (табл.7.5.)

1. Для кожного з вибраних індикаторів ризику визначаємо величину середнього квадратичного відхилення  $\sigma_x$ . Приклад для ТВІ бентосу табл.7.6.

Таблиця 7.6. Розрахунок  $\sigma_x$  для ТВІ бентосу

№	Станція	$x_i$	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
1	Контроль	7	7-4,67=2,33	5,43
2	Скид	2	2-4,67=2,67	7,13
3	1 км	5	5-4,67=0,33	0,11
4	3,5 км	6	6-4,67=1,33	1,77
5	9,5 км	7	7-4,67=2,33	5,43
6	Забруднені води у місці концентрації	1	1-4,67=3,67	13,47
Сума				33,34

$$\sigma_{ТВІ} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{33,34}{6-1}} = \sqrt{6,668} = 2,582$$

2. Відкоректуємо значення середньоквадратичного відхилення для кожної точці за табл.7.2:

	Контроль	Скид	1 км	3,5 км	9,5 км	Забруднені води у місці концентрації
$\sigma_x$	2,582	2,582	2,582	2,582	2,582	2,582
K	3,0	3,0	1,5	2,5	3,0	3,0
$\sigma_x/K$	0,861	0,861	1,721	1,033	0,861	0,861

3. Критичні значення ризиків знаходимо за табл.7.3.

4. Розраховуємо для кожного з індикаторів ризику імовірність його здійснення за формулою (7.3) для кожній точці. Для контролю:

$$q_x = q(x_{\min} < x_i) = \Phi\left(\frac{x_{\min} - \bar{x}}{\sigma_x}\right) = \Phi\left(\frac{7-4}{0,861}\right) = \Phi(3,484) = 0,999749 \approx 1.$$

Тобто ми визначили імовірність того, що значення ТВІ для контролю не знизиться нижче критичного значення, це імовірність того, що ризик не буде спостерігатись. Імовірність же ризику визначається за формулою (7.4)  $p_i = 1 - q_x = 1 - 1 = 0$ . Тобто ризику забруднення для станції контролю немає.

5. Так само розраховуємо всі інші індикатори ризику.

6. В якості узагальненого показника імовірності забруднення річкових вод можна прийняти імовірність того, що річкова вода буде забруднена хоч за одним показником. У табл. 7.7 наведено приклад розрахунку узагальненого показника ризику (за формулою (7.5)) за хімічними показниками. Для контролю:

$$P_{j-1-k} = 1 - \prod (1 - P_j) = 1 - (1 - 0,43)(1 - 0,62)(1 - 0,33)(1 - 0,28)(1 - 0,01) = 0,87.$$

Таблиця 7.7. Розрахунок узагальненого показника імовірності ризику

Імовірність ризику	Контроль	Скид	1 км	3,5 км	9,5 км	Забруднені води у місці концентрації
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,99
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	0,62	0,86	0,64	0,64	0,64	0,990
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0,33	0,41	0,65	0,62	0,36	0,99
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	0,28	0,30	0	0,29	0,29	0,96
Розчинному кисню, O <sub>2</sub>	0,01	0,01	0,03	0,03	0,03	0,32
Загальна імовірність	0,87	0,97	0,93	0,99	0,91	1,0

**Висновки:** Виходячи зі значень загальних показників імовірності ризиків річка забруднена хоча б за одним з показників, навіть у точці контролю ризик достатньо велик і складає 87%, що говорить про загальний незадовільний стан ріки та про те, що вона знаходиться у ризиковому стані. Наявність точкового джерела забруднення призводить до збільшення ризику на всіх точках дослідів до 91-97%.

#### Контрольні питання:

1. Методологія оцінки екологічних ризиків?
2. Перевірочна оцінка ризику це?
3. Попередня оцінка ризику це?
4. Детальна оцінка ризику?
5. Компоненти оцінки екологічних ризиків?
6. Розрахунковий метод оцінки імовірності ризику?

#### Перелік літератури:

1. Афанасьев С.А., Гродзинский М.Д. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты. -К, -2004.- 59 с.
2. Сынзыны Б.И., Тянова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск - М.: Логос.- 2005 - 168 с.

3. Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности - М.: Книга сервис - 2002. - 208 с.

## 8 ОЦІНКА ПОЖЕЖНОЇ ОБСТАНОВКИ

**Мета:** ознайомити студентів з методами визначення виду, масштабу і характеру пожежі, навчити їх визначати .

**Завдання:** Визначити вид, масштаб і характеру пожежі.

### 8.1 Загальні відомості

Оцінка пожежної обстановки здійснюється на основі методик, розроблених для міських і лісових пожеж, які дозволяють визначити основні кількісні характеристики пожеж.

Аналіз пожежної небезпеки і захисту технологічних процесів виробництв здійснюється поетапно. Він містить у собі вивчення технологій виробництв, оцінку пожежонебезпечних властивостей речовин, виявлення можливих причин виникнення і запобігання пожеж.

Під пожежною обстановкою розуміється сукупність наслідків впливу уражаючих факторів НС, у результаті яких виникають пожежі, які впливають на життєдіяльність людей.

Для оцінки пожежної обстановки необхідно провести такі заходи:

- визначити вид, масштаб і характер пожежі;
- провести аналіз впливу пожежі на стійкість роботи окремих елементів і об'єктів у цілому, а також на життєдіяльність населення;
- вибрати найбільш доцільні дії пожежних підрозділів та формувань ЦО з локалізації і гасіння пожежі евакуації при необхідності людей і матеріальних цінностей із зони пожежі.

Основна причина виникнення пожеж — необережне поводження з вогнем, порушення правил пожежної безпеки. Крім того, вони можуть виникнути в результаті природних явищ (грозові розряди, землетруси, виверження вулканів, самозаймання газів і торфу).

Відповідно до СНП 201-85 будинки і споруди поділяються на 8 ступенів вогнестійкості.

**I ступінь.** Будинки з несучими загороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону чи залізобетону із застосуванням листових та плитових негорючих матеріалів.

**II ступінь.** Будинки з несучими і загороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону чи залізобетону із застосуванням листових і плитових негорючих матеріалів. У покриттях будинків допускається застосовувати не захищені сталеві конструкції.

**III ступінь.** Будинки з несучими і загороджувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону чи

залізобетону. Для перекриттів допускається використання дерев'яних конструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також плитовими матеріалами. До елементів покриттів не ставляться вимоги щодо меж вогнестійкості і меж поширення вогню, при цьому елементи покриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці.

**IIIа ступінь.** Будинки переважно з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса — зі сталевих незахищених конструкцій, загороджувальні конструкції— зі сталевих профільованих листів або інших негорючих листових матеріалів із важкогорючим утеплювачем.

**IIIб ступінь.** Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою.

Елементи каркаса — з цільної або клеєної деревини, піддані вогнезахисній обробці, яка забезпечує необхідну межу поширення вогню. Загороджувальні конструкції — з панелей або поелементного складання, виконані із застосуванням деревини чи матеріалів на її основі. Деревина й інші горючі матеріали загороджувальних конструкцій повинні бути піддані вогнезахисній обробці або захищені від впливу вогню і високих температур таким чином, щоб забезпечувалася необхідна межа поширення вогню.

**IV ступінь.** Будинки з несучими і загороджувальними конструкціями з цільної або клеєної деревини й інших горючих чи важкогорючих матеріалів, захищених від вогню і високих температур штукатуркою або іншими листовими чи плитовими матеріалами. До елементів покриттів не ставляться вимоги щодо меж вогнестійкості і меж поширення вогню, при цьому елементи покриттів з деревини піддаються вогнезахисній обробці.

**IVа ступінь.** Будинки переважно одноповерхові з каркасною конструктивною схемою. Елементи каркаса — зі сталевих незахищених загороджувальних конструкцій— зі сталевих профільованих листів або інших негорючих матеріалів з горючим утеплювачем

**V ступінь.** Будинки, до несучих та загороджувальних конструкцій яких не ставляться вимоги щодо меж вогнестійкості і меж поширення вогню.

Межа вогнестійкості, вимірювана в годинах, визначається здатністю несучих конструкцій протистояти вогню без обвалювань, прогинів, тріщин і отворів, через які проникають продукти горіння. Вона становить для будинків і споруд I ступеня вогнестійкості понад 2 години, II ступеня— 2 години, III-1,5 години, IV — 1 годину (приблизно).

За вибухопожежонебезпечністю введені з 1987 р. норми ОНТП 24-86 підрозділяють усі приміщення на 5 категорій: А, Б — вибухопожежонебезпечні, В, Г, Д — пожежонебезпечні.

## **8.2 Визначення виду, масштабу і характеру пожежі**

Пожежа характеризується видом, масштабом або щільністю, розвитком і швидкістю поширення, тепловою радіацією, тривалістю горіння, температурою повітря, зоною задимлення й ін.

Види пожеж: окремі, масові, суцільні, вогняний шторм, лісові, степові, торф'яні, тління, горіння в завалах.

Окремі пожежі виникають в окремих будинках, розосереджених по району при невисокій густоті забудови (менше 15—20 %), можливе виведення потерпілих через район пожеж. Окремі пожежі можна ефективно гасити в перші 10—20 хв. після появи вогню.

Суцільні пожежі охоплюють значну територію (понад 90 %) при густоті забудови понад 20—30%, прохід через район пожеж виключений. Рятувальні й інші невідкладні роботи можна проводити через 4—10 годин. Головне завдання — локалізація району суцільних пожеж.

Масові пожежі — сукупність усіх видів пожеж.

Суцільні пожежі можуть перетворитися на вогняний шторм при суцільній міській забудові, відсутності приземного вітру і малої вологості при одночасному їх виникненні в декількох місцях. У цьому випадку утвориться потужний стовп полум'я, що формується повітряними потоками зі швидкістю 50 км/год., які рухаються до центра палаючого району. Загасити вогняний шторм не можна, увійти в район пожежі можна через 2 доби. У нових міських районах, забудованих будинками I і II ступеня вогнестійкості, виникнення вогняних штормів практично виключене.

Масштаб (розміри) пожеж визначається видом пожеж і залежить від конкретної обстановки (кліматичних умов, характеру забудови, протипожежних можливостей тощо). Кількісно масштаби оцінюються щільністю пожеж:

$$P_n = \frac{N_n}{N}, \quad (8.1)$$

де  $N_n$  — кількість палаючих будинків;

$N$  — загальна кількість будинків у районі пожеж, а також довжиною фронту пожежі.

Розвиток і швидкість поширення пожеж визначається ступенем вогнестійкості будинку, відстанню між ними, щільністю забудови, метеоумовами і порою року.

Поширення пожеж і перетворення їх у суцільні за інших рівних умов визначається густотою забудови території об'єкта.

**Задача 1.** Визначити середню тривалість пожеж у цеху площею (див. варіант),  $m^2$  по виготовленню (див.варіант). Вага виробів (див.варіант), т.

Вихідні дані	Варіанти завдань							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Площа цеху, м <sup>2</sup>	120	360	547	265	321	581	539	544
Цех з виготовлення	карболіта	каучуку	паперу	оргскла	текстоліту	ацетону	кіноплівки	гуми
Вага виробів, т	25	56	47	12	45	36	65	94

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Визначити середню тривалість пожеж у цеху площею 500 м<sup>2</sup> по виготовленню виробів з карболіту. Вага виробів 50 т.

1. Визначення питомого пального навантаження карболіту в цеху:

$$P_{\text{пит}} = 50000/500 = 100 \text{ (кг/м}^2\text{)}$$

2. Обчислимо середню тривалість пожежі з урахуванням вагової швидкості вигорання (кг/м<sup>2</sup> хв), що становить для паперу — 0,48, для карболіту — 2, для каучуку — 0,8, для полістиролу — 0,45, для оргскла — 0,96, для гуми — 0,67, для текстоліту — 0,4, для бензину — 2,9, для ацетону — 2,83, для гасу — 2,9, для нафти - 2,2, для кіноплівки — 70, для толю — 0,24, для деревини соснової — 0,9.

$$T_{\text{п}} = 100/2 = 50000/500 \cdot 2 = 50 \text{ хв.}$$

У виробничих і особливо в складських приміщеннях може бути кілька видів матеріалів, які згоряють. Загальна тривалість пожежі буде дорівнювати частці від ділення сумарної маси всіх наявних горючих матеріалів на добуток площі їх розміщення і середньої швидкості згоряння матеріалів.

**Задача 2.** Визначити тривалість пожежі в центральному заводському складі площею (див.варіант)м<sup>2</sup>, де зберігаються: полістирол — т, оргскло— т, гума— т, текстоліт - т, разом - т.

Вихідні дані	Варіанти завдань							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Площа цеху, м <sup>2</sup>	120	360	547	265	321	581	539	544
Полістирол, т	5	7	4	3	2	6	5	9
Оргскло, т	8	4	6	3	2	1	6	7
Гума, т	10	22	16	31	45	41	15	22
Текстоліт, т	8	3	4	6	7	5	5	5

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Визначити тривалість пожежі в центральному заводському складі площею 600 м<sup>2</sup>, де зберігаються: полістирол — 5 т, оргскло— 8 т, гума— 100 т, текстоліт— 80 т, разом — 193 т.

1. Визначення середньої швидкості вигорання:

$$W=37,2 \text{ кг/м}^2 \text{ хв (див. приклад 8)}$$

2. Визначення тривалості пожежі:

$$T_{\text{п}} = G/WS=193000/37,2 \cdot 600=8,7 \text{ год.}$$

**Контрольні запитання:**

1. Що розуміють під пожежною обстановкою?
2. Які заходи необхідно провести для оцінки пожежної обстановки?
3. На скільки ступенів вогнестійкості поділяються будинки і споруди відповідно до СНІП 201-85?
4. Як характеризується пожежа?
5. Які існують види пожеж?



## 9 ПОНЯТТЯ ПРО ХІМІЧНУ ОБСТАНОВКУ ТА МЕТОДИ ЇЇ ВИЯВЛЕННЯ

**Мета:** ознайомити студентів з методами визначення масштабу і характеру зараження СДОР, аналізу їх впливу на діяльність об'єктів, сил ЦО і населення.

**Завдання:** визначити масштаб і характер зараження СДОР, проаналізувати їх вплив на діяльність об'єктів, сил ЦО і населення.

### 9.1 Загальні відомості

*СДОР* — це хімічні речовини, що застосовуються в народному господарстві, які при виливанні або викиді можуть призводити до зараження повітря з вражаючими концентраціями.

*Хімічна обстановка* — це масштаби і характер зараження місцевості СДОР, які здійснюють вплив на роботи об'єктів народного господарства, дія формувань ЦО і населення.

Хімічна обстановка виникає при порушенні технологічних процесів на хімічно небезпечному виробництві, ушкодженні трубопроводів, ємкостей, сховищ, транспортних засобів при перевезеннях СДОР, які призводять до викиду СДОР в атмосферу в кількостях, що становлять небезпеку масового ураження людей і тварин.

*Первинна хмара* — хмара СДОР, яка утворюється в результаті миттєвого (1—3 хв.) переходу в атмосферу частини вмісту ємкості зі СДОР при її руйнуванні.

*Вторинна хмара* — хмара СДОР, яка утворюється в результаті випаровування розливої речовини з поверхні.

*Гранична токсодоза* — інгаляційна токсодоза, яка викликає початкові симптоми ураження.

*Еквівалентна кількість СДОР* — це така кількість хлору, масштаб зараження яким при інверсії еквівалентний масштабу зараження при даному ступені вертикальної стійкості кількістю даної речовини, яка перейшла в первинну (вторинну) хмару.

*Площа зони фактичного зараження СДОР* — площа території, зараженої СДОР у небезпечних для життя межах.

*Площа зони можливого зараження СДОР* — площа території, в межах якої під дією зміни напрямку вітру може переміщуватися хмара СДОР.

*Товщина шару розливу СДОР* —  $h$  товщина шару, що вільно розлився на підстилаючій поверхні, приймається за 0,05 м, а той, що розлився в

піддон або в обвалування, —  $h = H - 0,2$  м, де  $H$ — висота піддону (обвалування).

Ступінь вертикальної стійкості повітря характеризується трьома складовими: інверсією, конвекцією, ізотермією.

*Інверсія* (нижні шари повітря холодніші за верхні) виникає при ясній погоді, малих швидкостях вітру (до 4 м/с). Інверсія перешкоджає розсіюванню повітря на висоті і створює сприятливі умови для зберігання високих концентрацій СДОР.

*Конвекція* (нижній шар повітря нагрітий сильніше за верхній і відбувається переміщення його по вертикалі) виникає при ясній погоді, малих (до 4 м/с) швидкостях вітру. Конвекція розсіює хмару, заражену СДОР, знижує її вражаючу дію.

*Ізотермія* (температура повітря в межах 20-30 м від земної поверхні майже однакова) звичайно спостерігається в хмарну погоду і при сніговому покриві. Ізотермія сприяє тривалому застою парів СДОР на місцевості.

## 9.2 Оцінка хімічної обстановки

Під оцінкою хімічної обстановки розуміють визначення масштабу і характеру зараження СДОР, аналіз їх впливу на діяльність об'єктів, сил ЦО і населення.

Основними вихідними даними для оцінки хімічної обстановки є:

- загальна кількість СДОР на об'єкті і дані щодо розміщення їх запасів у ємкостях і технологічних трубопроводах;
- кількість СДОР, викинутих в атмосферу, характер їх розливу на поверхні;
- висота піддону або обвалування складських ємкостей;
- метеорологічні умови: температура повітря, швидкість вітру на висоті 10 м (на висоті флюгера), ступінь вертикальної стійкості повітря.

Оцінка хімічної обстановки включає: визначення глибини зони зараження; визначення площі зони зараження і нанесення на план місцевості; визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкта; визначення тривалості вражаючої дії СДОР; визначення можливих втрат людей.

**Визначення глибини зони зараження СДОР.** Розрахунок глибини зони зараження ведеться з допомогою даних, наведених у таблицях додатків А. 10, А. 11, А. 12 в залежності від кількісних характеристик викиду і швидкості вітру.

Кількісна характеристика викиду СДОР для розрахунку масштабів зараження визначається за еквівалентними значеннями.

Визначення еквівалентної кількості речовини визначається у первинній і вторинній хмарі.

Еквівалентна кількість речовини у первинній хмарі визначається за формулою:

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0, \quad (9.1)$$

де  $K_1$  — коефіцієнт, який залежить від умов зберігання СДОР.

Додаток (А. 10) для стиснутих газів  $K_1 = 1$ ;

$K_3$  — коефіцієнт, що дорівнює відношенню граничної токсодози хлору до граничної токсодози іншої СДОР (Додаток А. 10);

$K_5$  — коефіцієнт, який враховує ступінь вертикальної стійкості повітря. Приймається: для інверсії — за 1, для ізотермії — 0,23, для конвекції — 0,008;

$K_7$  — коефіцієнт, який враховує вплив температури повітря (Додаток А. 10) (для стиснутих газів  $K_7 = 1$ );

$Q_0$  — кількість викинутої (розливої) при аварії СДОР (т).

Еквівалентна кількість речовини по вторинній хмарі розраховується за формулою:

$$Q_{e2} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d}, \quad (9.2)$$

де  $K_2$  — коефіцієнт, який залежить від фізико-хімічних властивостей СДОР (табл. А. 12);

$K_4$  — коефіцієнт, який враховує швидкість вітру (табл. А.12);

$K_6$  — коефіцієнт, який залежить від часу, що пройшов після початку аварії  $N$ .

Значення  $K_6$  визначається після розрахунку тривалості випаровування речовини  $T$  за формулою:

$$K_6 = N^{0,3} \quad (\text{при } N < T) \quad (9.3)$$

або

$$K_6 = N^{0,4} \quad (\text{при } N > T) \quad (9.4)$$

При  $T < 1$  години  $K_6$  приймається для 1 години.

Тривалість випаровування:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7}, \quad (9.5)$$

де  $h$  — товщина шару розливу СДОР (м),

$d$  — питома вага СДОР (т/м<sup>3</sup>) (А. 10).

Розрахунок глибин зон зараження первинною (вторинною) хмарою

СДОР ведеться з допомогою таблиць (А. 11).

У таблиці А. 13 наведені максимальні значення глибин зон зараження первинною —  $\Gamma_1$  або вторинною  $\Gamma_2$  хмарою СДОР, які визначаються в залежності від еквівалентної кількості речовини ( $Q_{e1}$ ,  $Q_{e2}$ ) і швидкості вітру.

Повна глибина зони зараження  $\Gamma$  (км), обумовлена впливом первинної і вторинної хмари СДОР, визначається:

$$\Gamma = \Gamma' + 0,5\Gamma'', \quad (9.6)$$

де  $\Gamma'$  — найбільший,

$\Gamma''$  — найменший з розмірів  $\Gamma_1$  і  $\Gamma_2$ .

Отримане значення  $\Gamma$  порівнюється з гранично можливим значенням глибини переносу повітряних мас  $\Gamma_n$ , яке визначається за формулою:

$$\Gamma_n = N \cdot V, \quad (9.7)$$

де  $N$  — час від початку аварії (год);

$V$  — швидкість переносу переднього фронту зараженого повітря при даних швидкості вітру і ступені вертикальної стійкості повітря, які визначаються за допомогою таблиць (А. 13).

За остаточну розрахункову глибину зони зараження приймають найменше з 2-х ( $\Gamma$  і  $\Gamma_n$ ) порівнюваних між собою значень.

**Задача 1.** На хімічному підприємстві відбулась аварія на складі зі СДОР, яка перебувала під тиском. В результаті аварії викинуто в атмосферу СДОР, виникло вогнище зараження.

Визначити глибину можливого зараження.

Таблиця 9.1 - Вихідні дані для визначення глибини можливого зараження

Вихідні дані	Варіанти завдань							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Найменування СДОР	аміак	сірчистий ангідрид	сірководень	фосген	фтор	хлор	сірчистий ангідрид	аміак
викинуто в атмосферу зрідженого СДОР, т	49	25	141	65	34	89	167	246
час, який минув після аварії, год	2	1	3	4	1,5	4,5	2,5	3
швидкість вітру на висоті 10 м— $V_{10}$ (м/с)	5	6	3	8	15	3,4	5,6	8
температура повітря, °С	0	20	15	35	30	-10	-20	-25
ступінь вертикальної стійкості повітря	інверсія	ізотермія	конвекція	інверсія	конвекція	конвекція	інверсія	ізотермія

*Приклад розрахунку*

**Завдання:** Визначити глибину можливого зараження хлором за станом на 1 годину після аварії. На хімічному підприємстві відбулась аварія на складі з рідким хлором, який перебував під тиском. В результаті аварії викинуто в атмосферу 40 т зрідженого хлору, виникло вогнище зараження СДОР.

Метеоумови на момент аварії: швидкість вітру — 5 м/с, температура повітря — 0°С, ізотермія. Розлив СДОР на поверхню вільний.

Розв'язання:

1. За формулою (9.1) визначаємо еквівалентну кількість речовини в первинній хмарі:

$$Q_{e1} = 0,18 \cdot 1,0 \cdot 0,23 \cdot 0,6 \cdot 40 = 1 \text{ т}$$

2. За формулою (9.5) визначаємо час випаровування хлору:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} = \frac{0,05 \cdot 1,553}{0,052 \cdot 2,34 \cdot 1} = 0,644 \text{ год.}$$

3. За формулою (9.2) визначаємо еквівалентну кількість речовини у вторинній хмарі:

$$Q_{e2} = \frac{(1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot Q_0}{h \cdot d} = \frac{(1 - 0,8) \cdot 0,052 \cdot 1,2 \cdot 3,4 \cdot 0,23 \cdot 1,1 \cdot 4,0}{0,05 \cdot 1,533} = 11,8 \text{ т}$$

4. За таблицею А. 10 для 1 т знаходимо глибину зони зараження первинною хмарою  $\Gamma_1 = 1,68$  км. За таблицею А. 10 для 11,8 т знаходимо глибину зони зараження вторинною хмарою  $\Gamma_2 = 6$  км.

5. За формулою (9.6) визначаємо повну глибину зони зараження:

$$\Gamma = 6 + 0,5 \cdot 1,68 = 6,84 \text{ км.}$$

6. За формулою (9.7) знаходимо гранично можливе значення глибини переносу повітряних мас:

$$\Gamma_n = N \cdot V = 1 \cdot 29 = 29 \text{ км.}$$

За остаточну розрахункову глибину зараження хлором приймається  $\Gamma = 6,84$  км.

### Визначення площі зони зараження

Площа зони можливого зараження первинною (вторинною) хмарою СДОР визначається за формулою:

$$S_M = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi, \quad (9.8)$$

де  $S_M$  — площа зони можливого зараження СДОР,  $\text{км}^2$ ;  $\Gamma$  — глибина зони зараження, км;  $\varphi$  — кутові розміри зони можливого зараження, градуси (визначаються за допомогою таблиці (А. 12)).

Площа зони фактичного зараження  $S_\phi$  розраховується за формулою:

$$S_\phi = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N^{0,2}, \quad (9.9)$$

де  $K_8$  — коефіцієнт, що залежить від ступеня вертикальної стійкості повітря, приймається: при інверсії — 0,081; при ізотермії — 0,133; при конвекції — 0,295.

$N$  — час, який пройшов після початку аварії, год.

**Задача 2** У результаті аварії на хімічно небезпечному об'єкті виникла зона зараження. Визначити площу зони зараження після аварії.

Табл. 9.2 - Вихідні данні для визначення площі зони зараження після аварії

Вихідні дані	Варіанти завдань							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Найменування СДОР	аміак	сірчистий ангідрид	сірководень	фосген	фтор	хлор	сірчистий ангідрид	аміак
викинуто в атмосферу зрідженого СДОР, т	49	25	141	65	34	89	167	246
час, який минув після аварії, год	2	1	3	4	1,5	4,5	2,5	3
швидкість вітру на висоті 10 м— $V_{10}$ (м/с)	2	3	3	4	15	3,4	5	1
температура повітря, °С	0	20	15	35	30	-10	-20	-25
ступінь вертикальної стійкості повітря	інверсія	ізотерія	конвекція	інверсія	конвекція	конвекція	інверсія	ізотерія
глибина зони зараження, км	10	12	5	7	15	8	9	11

*Приклад розрахунку*

У результаті аварії на хімічно небезпечному об'єкті виникла зона зараження глибиною 10 км. Швидкість вітру — 2 м/с, інверсія. Визначити площу зони зараження на 4 години після аварії.

1. Розраховуємо площу зони фактичного зараження за формулою (9.9):

$$S_{\phi} = 0,081 \cdot 10^2 \cdot 4^{0,2} = 10,7 \text{ км}^2.$$

2. Визначаємо площу зони можливого зараження за формулою (9.8):

$$S_M = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot 10^2 \cdot 90 = 78,3 \text{ км}^2.$$

3. Наносимо зону зараження на план місцевості у відповідності з вимогами додатку А. 12.

4. При швидкості вітру від 1,1 до 2 м/с зона зараження має вигляд сектора  $\varphi = 90^\circ$ , радіус сектора дорівнює  $\Gamma$ , бісектриса сектора співпадає з віссю сліду хмари і орієнтована за напрямком вітру, точка 0 відповідає місцю джерела зараження.

**Визначення часу підходу зараженого повітря до об'єкта**

Час підходу хмари СДОР до заданого об'єкта залежить від швидкості перенесення хмари повітряним потоком і визначається за формулою:

$$t = \frac{R_r}{V} \quad (9.10)$$

де  $t$  — час підходу хмари СДОР, год;

$R_r$  — відстань від джерела зараження до заданого об'єкта, км;

$v$  — швидкість переносу переднього фронту хмари зараженого повітря, км/год (визначається за таблицею А. 13).

**Задача 3** У результаті аварії на хімічно небезпечному об'єкті, розташованому на відстані декілька кілометрів від міста, відбулося руйнування ємкості зі СДОР.

Визначити час підходу хмари зараженого повітря до межі міста. Табл. 9.3 – Вихідні дані для визначення часу підходу хмари зараженого повітря до межі міста

Вихідні дані	Варіанти завдань							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Найменування СДОР	аміак	сірчистий ангідрид	сірководень	фосген	фтор	хлор	сірчистий ангідрид	аміак
викинуто в атмосферу зрідженого СДОР, т	49	25	141	65	34	89	167	246
час, який минув після аварії, год	2	1	3	4	1,5	4,5	2,5	3
відстань від міста, км	5	10	15	12	7	9	4	3
швидкість вітру на висоті 10 м— $V_{10}(м/с)$	2	3	3	4	15	3,4	5	1
температура повітря, °С	0	20	15	35	30	-10	-20	-25
ступінь вертикальної стійкості повітря	інверсія	ізо-термія	кон-векція	інверсія	конвекція	кон-векція	інверсія	ізо-термія
глибина зони зараження, км	10	12	5	7	15	8	9	11



### *Приклад розрахунку*

В результаті аварії на об'єкті, розташованому на відстані 5 км від міста, відбулося руйнування ємкості з хлором. Метеоумови: ізотермія, швидкість вітру — 4 м/с. Визначити час підходу хмари зараженого повітря до межі міста.

1. Для швидкості вітру в умовах ізотермії, яка дорівнює 4 м/с, за таблицею А.13 знаходимо  $v = 24$  км/год.

2. Час підходу хмари зараженого повітря до міста:  $t = 5/24 = 0,2$  год.

### **Контрольні запитання:**

1. Які існують методи визначення масштабу і характеру зараження СДОР.
2. Провести аналіз впливу масштабу і характеру зараження СДОР на діяльність об'єктів, сил ЦО і населення.
3. Дати визначення основних понять.
4. Як визначають глибини зони зараження СДОР.
5. Як визначають площу зони зараження.
6. Як визначають часу підходу зараженого повітря до об'єкта.

### **Перелік літератури:**

1. Желібо Є.П., Зацарний В.В. Безпека життєдіяльності: Підручник – К.: Каравела, 2006. – 344 с.
2. Зеркалов Д.В. безпека життєдіяльності: Навчальний посібник – К., Основа, 2011. – 586 с.
3. Скобло Ю.С., Цапко В.Г., Мазоренко Д.І., Тіщенко Л.М. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / За ред. В.Г. Цапка. – К.: Знання 2004. – 560 с.

# ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А. 1 Типи й підтипи схилових процесів за механізмом зсуву порід

Типи небезпечних схилових процесів (за механізмом зсуву порід)	Підтипи	Характеристика порід основного деформуємого горизонту	Характер прояву
Зсуви зрушення (ковзання)	Інсеквентні (що зрізають)	Глинисті (рідше вивітрілі напів-скельні й скельні) породи, масивні або шаруваті, з пологим, або зворотним падінню схилу заляганням шарів	Відрив і змішання блоків порід по ввігнутій криволінійній поверхні з одночасним їх запрокидуванням
	Консеквентні (що зісковзують)	Прошарки глинистих пластичних ґрунтів у товщі більш міцних ґрунтів і поверхні ослаблення, нахилені у бік падіння схилу	Зсув масиву або блоків порід по поверхнях ослаблення
Зсуви видавлювання		Глинисті, переважно пластичні	Видавлювання ґрунту з-під піддошви прибровочного уступу схилу і його зсув разом зі зсувними нагромадженнями, що раніше утворилися на схилі
Зсуви в'язкопластичні	Зсуви-потоки Спливи (опливини)	Глинисті, малоущільнені й слаболітіфіковані, пластичні	В'язкопластичний плин маси ґрунту: по балках - зсуви-потоки, витягнуті по осі оповзання форми в плані; на

			зволожених крутих уступах – спливи; у межах зони сезонного промерзання при відтаванні – опливини
Зсуви гідродинамічного руйнування	Суфозійні  Гідродинамічного напору	Водонасичені піщані й глинисті пилуваті ґрунти	Відрив зсувного тіла або обвалення суфозійної ніші з наступним розтіканням водонасиченої маси, що змістилася
Зсуви раптового розрідження	Несейсмогенного розрідження  Сейсмогенного розрідження	Слабоущільнені глинисті й піщані водонасичені ґрунти, що піддані швидкому разупрочненню при динамічних впливах	Розрідження при динамічному впливі (техногенному струсі або сейсмічних поштовхах) і швидкий грузлий плин розрідженого ґрунту по ухилу рельєфу

Таблиця А.2 - Середньоваговий діаметр ( $\bar{d}$ ) водотривких агрегатів та потужність гумусового горизонту (Н) основних ґрунтів

Шифр ґрунту (варіант)	Номенклатурна назва ґрунту	$\bar{d}$ , мм	Н, см	щільність, г/см <sup>3</sup>
1	Дерново-слабопідзолисті піщані і глинисто-піщані	0,2	18	1,6
2	Дерново-середньопідзолисті супіщані	0,2	20	1,5
3	Дерново-слабопідзолисті оглеєні піщані і глинисто-піщані	0,2	27	1,6
4	Дерново-середньопідзолисті оглеєні супіщані	0,2	15	1,5
6	Світлосірі і сірі опідзолені	0,3	22	1,3
7	Темно-сірі	0,4	37	1,2
8	Чорноземи опідзолені	0,4	41	1,2
10	Чорноземи реградовані	0,6	40	1,2
11	Чорноземи потужні малогумусні і слабогумусовані	0,6	41	1,2
12	Чорноземи потужні середньогумусовані	0,8	43	1,2
13	Чорноземи звичайні мало-і середньогумусовані	0,7	48	1,1
14	Чорноземи звичайні середньогумусовані і глибокі	0,6	46	1,1
15	Чорноземи звичайні малогумусовані	0,5	40	1,2
16	Чорноземи звичайні малогумусовані неглибокі	0,3	22	1,2
17	Чорноземи південні малогумусні і слабогумусовані	0,3	30	1,2
18	Чорноземи переважно солонцюваті на важких глинах	0,2	30	1,3
18a	Чорноземи на важких глинах	0,3	30	1,3

19	Чорноземи і дернові щербенисті ґрунти на елювії щільних некарбонатних порід	0,3	20	1,5
----	---	-----	----	-----

Продовження таблиці 2

20	Чорноземи і дернові карбонатні ґрунти на елювії карбонатних порід	0,3	23	1,6
21	Чорноземи потужні залишково-солонцюваті	0,3	30	1,3
22	Чорноземи південні залишково-солонцюваті	0,4	25	1,3
23	Лугово-чорноземні	0,6	45	1,3
24	Лугово-чорноземні поверхнево-солонцюваті	0,5	27	1,4
25	Лугово-чорноземні глибоко-солонцюваті	0,5	45	1,4
26	Темно-каштанові залишково-солонцюваті	0,3	31	1,4
28	Каштанові солонцюваті	0,3	17	1,4
29	Лугові	0,7	43	1,4
30	Лугові солонцюваті	0,7	50	1,4
31	Лугово-болотні і болотні	0,3	26	1,4
32	Торф'яно-болотні і торфовища низинні	0,2	18	0,3
33	Солонці	0,2	15	1,4
34	Лугово-чорноземні і дернові осолоділі глеєві ґрунти і солоди	0,2	10	1,3
35	Дернові переважно оглеєні піщані, глинисто-піщані і супіщані в комплексі зі слабогумусованими пісками	0,2	15	1,5
35a	Дернові піщані і глинисто-піщані	0,2	15	1,5

Таблиця А.3 - Змив ґрунту (т/га) при сніготаненні 10%-ої забезпеченості у лісостепу (для визначення середньорічного змиву результат зменшується у 3 рази)

tg( $\alpha$ )	X <sub>2</sub> , м	$\bar{a}$ , м					
		0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,001	0,002
0,0175	100	15,73	5,89	2,60	1,20	0,50	0,90
0,0175	300	35,94	11,15	9,70	6,30	4,25	0,58
0,0175	700	63,79	31,40	19,90	14,10	10,52	3,89
0,0350	100	29,20	13,00	7,30	4,50	2,80	0,20
0,0350	300	62,20	30,50	19,40	13,70	10,20	3,10
0,0350	700	107,4	54,80	36,10	26,60	20,70	8,40
0,0525	100	45,10	21,60	13,1	8,90	6,30	1,50
0,0525	300	84,40	42,50	27,60	20,00	15,30	5,60
0,0525	700	144,5	74,60	49,90	37,20	29,40	13,00
0,0700	100	51,00	24,60	15,20	10,50	7,60	1,90
0,0700	300	104,4	53,20	35,00	25,70	20,00	8,10
0,0700	700	177,20	92,50	62,20	46,70	37,20	17,10
0,0875	100	60,98	29,90	18,90	13,30	9,87	2,96
0,0875	300	123,62	63,40	42,10	31,20	24,47	10,40
0,0875	700	209,62	109,5	74,10	55,90	44,68	21,12
0,1227	100	78,90	39,40	25,50	18,40	14,02	5,00
0,1227	300	158,26	82,00	55,00	41,20	32,60	14,70
0,1227	700	267,22	140,30	95,50	72,50	58,23	28,30
$V_{\Delta} \delta on$		0,0398	0,0562	0,0689	0,0795	0,0889	0,1258
$n_0$		0,00997	0,0112	0,012	0,0126	0,0131	0,0147

Таблиця А.4 - Змив ґрунту (т/га) при сніготаненні 10%-ої забезпеченості у північному степу (для визначення середньорічного змиву результат зменшується у 4 рази)

tg( $\alpha$ )	X <sub>2</sub> , м	$\bar{a}$ , м					
		0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,001	0,002
0,0175	100	8,02	2,80	1,10	0,41	0,14	1,10
0,0175	300	21,50	8,40	4,80	3,00	1,91	0,17
0,0175	700	33,99	16,50	10,30	7,10	5,22	1,40
0,0350	100	15,40	6,50	3,50	2,00	1,20	0,10
0,0350	300	33,10	16,00	10,0	6,90	5,00	1,30
0,0350	700	57,60	29,10	19,00	13,90	10,70	4,10
0,0525	100	21,50	9,80	5,70	3,70	2,50	0,30
0,0350	300	45,20	22,50	14,40	10,30	7,80	2,60
0,0525	700	77,70	39,90	26,50	19,60	15,40	6,60
0,0700	100	27,10	12,80	7,40	5,20	3,70	0,80
0,0700	300	56,00	28,30	18,50	13,40	10,30	3,90
0,0700	700	95,70	49,50	33,20	24,80	19,60	8,80
0,0875	100	32,47	15,60	9,70	6,70	4,88	1,25
0,0875	300	66,34	33,80	21,90	16,40	12,73	4,76
0,0875	700	112,85	59,00	39,60	29,50	23,65	10,92
0,1227	100	42,15	20,80	13,30	9,50	7,10	2,30
0,1227	300	85,07	43,80	29,20	21,80	17,13	7,55
0,1227	700	144,00	75,40	51,10	38,70	30,98	14,83
$V_{\Delta don}$		0,0398	0,0562	0,0689	0,0795	0,0889	0,1258
$n_0$		0,00997	0,0112	0,012	0,0126	0,0131	0,0147



Таблиця А.5 - Змив ґрунту (т/га) від зливи 10%-ої забезпеченості у лісостепу (дорівнює середньорічному змиву ґрунту)

tg( $\alpha$ )	X <sub>2</sub> , м	$\bar{a}$ , м					
		0,0002	0,0004	0,0006	0,0008	0,001	0,42
0,0175	100	3,41	1,68	1,06	0,74	0,56	1,12
0,0175	300	6,93	3,56	2,26	1,76	1,18	0,17
0,0175	700	11,74	6,16	4,23	3,15	2,51	2,08
0,0350	100	5,78	2,94	1,94	1,42	1,11	0,89
0,0350	300	11,50	6,01	4,06	3,06	2,45	2,03
0,0350	700	19,34	10,22	7,32	5,32	4,29	3,59
0,0525	100	7,79	4,02	2,68	2,00	1,58	1,29
0,0525	300	15,34	8,09	5,51	4,18	3,36	2,20
0,0525	700	25,80	13,68	9,38	7,18	5,82	4,88
0,0700	100	9,61	5,00	3,36	2,52	2,00	1,65
0,0700	300	18,89	9,98	6,81	5,19	4,19	3,50
0,0700	700	31,65	16,82	11,56	8,89	7,19	6,05
0,0875	100	11,39	5,90	3,99	3,00	2,40	1,98
0,0875	300	22,15	11,72	8,02	6,13	4,95	4,15
0,0875	700	37,07	19,73	13,57	10,42	8,47	7,13
0,1050	100	12,88	6,75	4,57	3,46	2,77	2,30
0,1050	300	25,22	13,37	9,16	7,01	5,68	4,76
0,1050	700	42,17	22,46	15,47	11,89	9,67	8,15
0,1227	100	14,40	7,56	5,14	3,90	3,13	2,60
0,1227	300	28,15	14,94	10,26	7,86	6,37	5,35
0,1227	700	47,06	25,08	17,29	13,29	10,82	9,13
0,1400	100	15,83	8,33	5,67	4,31	3,47	2,89
0,1400	300	30,92	16,43	11,29	8,66	7,00	5,90
0,1400	700	51,65	27,55	19,00	14,62	11,90	10,04
$V_{\Delta don}$		0,0398	0,0562	0,0689	0,0795	0,0889	0,1258

$n_0$	0,00997	0,0112	0,012	0,0126	0,0131	0,0147
-------	---------	--------	-------	--------	--------	--------

Таблиця А.6- Середня температура повітря по декадах 1991 р.

Пункт	W, мм/ $\Sigma t^*$	Температура повітря, середн									
		IV			V			VI			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1
1. Любешов	160/36	9,4	6,2	6,2	10,1	18,3	17,4	19,4	14,4	15,1	16,9
2. Свитязь	245/49	9,4	6,3	6,5	9,6	18,2	17,9	19,2	14,5	15,2	16,9
3. Ковель	267/38	9,2	6,2	6,7	9,8	18,5	17,8	19,0	14,6	15,3	16,7
4. Володимир- Волинський	323/37	9,1	6,2	6,9	9,4	18,3	17,4	18,6	14,5	14,9	16,2
5. Луцьк	163/31	9,1	6,3	6,9	9,4	13,4	18,0	19,4	14,8	15,2	16,1
6. Сарни	82/31	8,8	5,8	6,3	9,9	18,2	17,7	19,2	15,1	15,1	16,4
7. Ровно	147/25	8,1	5,8	7,0	9,5	18,0	17,6	19,4	14,8	14,9	15,8
8. Дубно	187/31	9,4	6,2	7,5	9,5	18,1	18,1	18,6	15,0	15,1	15,9
9. Овруч	143/22	6,8	5,1	6,4	10,0	17,7	17,7	19,7	15,6	15,1	16,0
10. Олевск	230/29	7,6	5,3	6,4	9,7	17,4	17,7	18,8	14,9	14,6	15,9
11. Коростень	347/24	7,1	5,0	6,8	9,8	17,5	17,7	19,5	15,4	15,1	15,9
12. Новоград- Волинський	302/29	7,6	5,4	7,4	9,8	18,4	18,0	19,5	15,2	14,9	15,7
13. Житомир	194/24	6,5	5,2	7,2	9,5	17,4	17,8	19,7	15,3	15,0	15,8
14. Чернобиль	208/24	6,5	6,4	7,0	10,8	18,1	18,5	21,3	16,2	15,8	16,3

Продовження таблиці А.6

15. Полеське	108/26	6,6	5,8	6,9	10,0	17,8	17,8	19,7	15,9	15,5	16,3
16. Тетерев	207/29	7,0	5,6	7,0	9,9	17,7	18,3	20,3	16,0	15,5	16,2
17. Баришевка	239/27	6,4	6,2	7,8	10,1	17,1	18,3	20,6	16,3	16,2	16,3
18. Бориспіль	157/27	6,6	6,2	8,0	10,2	17,9	18,6	20,9	16,8	16,3	16,3
19. Яготин	181/25	5,5	5,9	8,0	10,3	17,5	18,7	20,4	16,6	16,2	16,5
20. Фастів	93/26	6,2	6,2	7,8	9,6	18,0	18,6	20,6	15,9	15,2	15,9
21. Біла Церква	184/30	6,3	6,5	8,4	9,8	18,1	18,5	20,4	16,1	15,3	16,2
22. Миронівська АС	156/30	6,2	6,5	8,8	10,0	17,9	19,2	20,8	16,4	16,0	16,0
23. Семенівка	94/8	5,1	4,7	5,3	10,0	5,9	17,6	18,9	15,2	15,9	16,0
24. Щорс	112/15	5,7	5,2	6,1	10,1	16,7	18,6	19,6	15,9	16,2	16,4

25. Покопичі	263/7	4,9	4,6	5,6	9,9	16,2	17,8	19,2	15,4	16,1	15,8
28. Остер	201/24	6,3	6,3	7,5	10,4	17,6	18,4	20,3	16,4	16,4	16,5
29. Прилуки	192/21	5,9	6,0	7,5	10,5	17,3	19,2	20,6	16,7	16,4	16,6
30. Хутір Михайлівський	222/10	4,6	4,3	5,3	9,9	15,5	17,4	18,9	15,4	16,3	16,1

Примітка: \* W- запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту на весні, в мм, /сума температур вище 0°С на кінець березня.

Таблиця А.7 - Кількість опадів за декаду 1971 р.

Пункт	Кількість опадів, мм									
	IV			V			VI			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1. Любешов	1	3	36	3	0	33	33	32	33	
2. Свитязь	9	5	30	6	8	38	10	16	19	
3. Ковель	1	6	33	9	1	46	15	19	22	
4. Володимир- Волинський	0	9	25	16	14	43	10	24	24	
5. Луцьк	0	4	27	13	5	29	38	23	23	
6. Сарни	0	5	25	4	10	35	41	42	0	
7. Ровно	0	2	18	14	22	35	6	46	39	
8. Дубно	0	5	19	18	22	4	14	21	36	
9. Овруч	0	9	30	9	6	45	5	36	40	
10. Олевск	0	6	28	4	5	40	78	37	28	
11. Коростень	0	4	18	12	6	51	3	26	20	
12. Новоград- Волинський	0	12	23	15	1	33	4	30	34	
13. Житомир	0	10	12	16	10	36	7	34	33	
14. Черnobиль	0	2	18	5	5	39	19	81	26	
Продовження таблиці А.7										
15. Полеське	0	7	20	8	0	16	9	38	27	

16. Тетерев	0	6	14	11	0	61	4	65	25
17. Баришевка	0	2	22	14	0	46	0	51	17
18. Бориспіль	0	6	18	15	0	19	0	37	11
19. Яготин	0	1	26	12	0	32	0	24	28
20. Фастів	0	5	11	22	0	17	0	33	14
21. Біла Церква	0	5	15	31	0	3	0	76	14
22. МиронівськаАС	0	0	24	31	2	19	0	60	19
23. Семенівка	0	4	29	14	0	49	5	65	32
24. Щорс	0	3	24	14	0	16	16	60	28
25. Покошичі	0	2	30	16	0	6	12	43	36
26. Чернігів	0	3	14	9	0	34	13	46	38
27. Нежин	0	8	18	6	0	44	3	51	27
28. Остер	0	4	24	8	0	22	2	61	46
29. Прилуки	0	3	16	8	0	31	1	28	31
30. Хутір Михайлівський	0	1	32	17	1	53	14	42	44

Таблиця А.8- Розрахунок показників посушливості за даними метеостанції Черноморське

Місяць	Декада	W, мм/∑t	Середня температура повітря, °С	Кількість опадів, мм	Сума температур, °С, наростаючим підсумком	Сума опадів, мм наростаючим підсумком	І
IV	1	104/95	6,8	0	68	0	
	2		6,7	0	135	0	
	3		11,2	1	247	1	
V	1		12,6	8	373	9	
	2		14,8	3	521	12	
	3		17,4	14	712,4	26	
VI	1		18,8	0	900,4	26	

	2		20,0	13	1100,4	39	
	3		19,2	0	1292,4	39	
VII	1		19,9	0	1491,4	39	
	2		22,0	3	1711,4	42	
	3		23,0	7	1964,4	49	
VIII	1		23,0	0	2194,4	49	
	2		23,6	0	2430,4	49	
	3		20,2	5	2652,6	54	

Таблиця А.9 - Показники забруднення води по станціях

№	Станція (відстань)	ТВІ бентосу	S рослин ності	S донної фауни	$NH_4^+$ , мг/дм <sup>3</sup>	$NO_2^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$NO_3^-$ , мг/дм <sup>3</sup>	$PO_4^{3-}$ , мг/дм <sup>3</sup>	$O_2$ , мг/дм <sup>3</sup>
Прик- лад	Контроль	7	1,9	1,7	0,026	0,22	0,37	0,043	7,8
	Скид	2	1,9	2,23	0,051	0,66	0,68	0,058	7,9
	1 км	5	1,7	2,50	0,37	0,26	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	6	1,7	2,48	0,027	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	7	немає	2,50	0,029	0,25	0,95	0,047	7,5
	Забрудне ні води у місці кон центрації	1	немає	3,05	13,8	1,65	4,35	0,64	5,5
	Контроль	8	1,9	1,9	0,030	0,10	0,15	0,030	7,8
	Скид	1	1,9	2,23	0,056	0,66	1,80	0,70	7,9
	1 км	3	1,7	1,90	0,50	0,25	1,20	0,61	7,6
	3,5 км	5	1,7	2,00	0,030	0,19	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	6	немає	2,50	0,015	0,17	0,95	0,47	7,5
	12 км	7	немає	2,50	15,0	0,15	0,20	0,24	7,5
2	Контроль	2	1,9	1,7	0,12	0,22	0,27	0,043	7,9

Продовження таблиці А.9

	Скид	9	1,9	2,23	0,60	0,66	0,68	0,58	7,9
	1 км	3	1,7	2,50	0,37	0,26	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	5	1,7	2,48	0,27	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	6	немає	2,50	0,29	0,25	0,95	0,47	7,5
	Забрудне ні води у місці кон центрації	1	немає	3,05	10,8	0,65	2,35	0,64	5,5
3	Контроль	7	1,9	1,9	0,015	0,12	0,47	0,043	8,0
	Скид	1	1,9	2,23	0,51	0,66	0,68	0,88	7,9
	1 км	2	1,7	2,50	0,17	0,16	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	4	1,7	2,48	0,27	0,17	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	5	немає	1,90	0,29	0,15	0,95	0,47	7,5
	Забрудне ні води у місці кон центрації	1	немає	3,60	12,8	1,65	5,35	1,64	5,5
4	Контроль	8	1,9	1,9	0,011	0,22	0,37	0,043	7,9
	Скид	2	1,9	2,20	0,71	1,66	0,68	0,98	7,9
	1 км	3	1,7	2,00	0,37	0,26	1,56	0,11	7,6
	3,5 км	5	1,7	2,48	0,047	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	6	немає	2,50	0,069	0,25	0,95	0,57	7,5
	12 км		немає	3,00	0,018	0,65	0,35	0,24	7,5
5	Контроль	9	1,9	2,0	0,08	0,17	0,12	0,043	8,8
	Скид	1	1,7	2,23	0,71	1,66	0,68	1,98	6,0
	1 км	2	1,7	2,50	0,37	0,26	1,56	0,71	7,6
	3,5 км	3	1,7	2,48	0,27	0,26	1,06	0,50	7,5
	9,5 км	5	1,6	2,50	0,19	0,25	0,95	0,57	7,5
	12 км	7	1,7	2,50	0,18	0,15	0,25	0,24	7,4



Таблиця А. 10 – Характеристика СДОР і допоміжні коефіцієнти для визначення глибин зон зараження

№ п/п	Найменування СДОР	Щільність СДОР, т/м <sup>3</sup>		Температура кипіння, °С	Гранична токсодоза, мг·хв/л	Значення до			
		газ	рідина			К1	К2	К3	- 4
1	Аміак (зберігання під тиском)	0,0008	0,081	- 33,42	15	0,18	0,025	0,04	0
2	Окисли азоту	-	1,490	21,0	1,5	0	0,040	0,4	0
3	Сірчистий ангідрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0
4	Окис етилену	-	0,882	10,7	2,2 <sup>xx</sup>	0,05	0,041	0,27	0
5	Сірководень	0,0015	0,964	-60,35	10,1	0,27	0,042	0,036	0
6	Соляна кислота (концентрована)	-	1,198	-	2	0	0,021	0,30	0
7	Формальдегід	-	0,815	-19,0	0,6 <sup>x</sup>	0,19	0,034	1,0	0
8	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0
9	Фтор	0,0017	1,512	-188,2	0,2 <sup>x</sup>	0,95	0,038	3,0	0
10	Хлор	0,0032	1,558	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0
11	Хлорпікрин	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0

Примітки:

x – щільність газоподібних СДОР у граф 3 приведена для атмосферного тиску; при тиску в ємності, відмінному від атмосферного, щільність газоподібних СДОР визначається шляхом множення даних графа 3 на значення тиску.

xx – у графах 10 -14 в чисельнику значення К7 для первинної хмари, в знаменнику – для вторинної хмари.

Таблиця А. 11 – Розрахункові таблиці глибини зон можливого зараження СДОР, км

Швидкість вітру, м/с	Еквівалент кількості СДОР, т											
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,2
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,3
3	0,22	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,2
4	0,19	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,15	16,43	20,0
5	0,17	0,38	0,53	1,19	1,68	2,91	3,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,8
6	0,15	0,34	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,86	7,20	9,06	12,14	14,7
7	0,14	0,32	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,1
8	0,13	0,30	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,9
9	0,12	0,28	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,0
10	0,12	0,26	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,2
11	0,11	0,25	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61
12	0,11	0,24	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,93	4,85	5,94	7,67	9,07
13	0,10	0,23	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72
14	0,10	0,22	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40
15	0,10	0,22	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11

Примітка:

4. При швидкості вітру більше 15 м/с, розміри зон зараження приймати як при швидкості вітру 15 м/с
2. При швидкості вітру менше 1 м/с, розміри зон зараження приймати як при швидкості вітру 1 м/с

Таблиця А. 12 – Значення коефіцієнта  $K_4$  в залежності від швидкості вітру

швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$K_4$	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	-	-	-	-	5,68

Таблиця А. 13 – Швидкість перенесення фронту зараженої хмари в залежності від швидкості вітру

швидкість вітру, м/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Швидкість перенесення, км/год	Інверсія														
	5	10	16	21											
	Інверсія														
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	39	65	71	76	82	88
	Конвекція														
	7	14	21	28											

Таблиця А. 14 – Можливі втрати робітників, службовців та населення від СДОР, в %

Умови перебування	Без протигазів	Забезпеченість протигазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Відкрито	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В найпростіших укриттях	50	40	35	30	27	22	18	14	9	4

Примітка: Структура втрат людей у вогнищі ураження: легкого ступеня - 25%; середнього і важкого – 40%; зі смертельними наслідками – 35%.