



Міністерство освіти і науки України  
Державний біотехнологічний університет

Факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій

Кафедра безпеки життєдіяльності

## **БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ** **Оцінка обстановки у разі аварії на водних об'єктах**

Методичні вказівки  
до виконання практичних занять з дисципліни

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та  
заочної форми навчання

Затверджено рішенням  
Науково-методичної ради  
Факультету енергетики,  
цифрових та комп'ютерних  
технологій ДБТУ  
Протокол № 3  
від 31.01.2022 р.

ХАРКІВ  
2022

Міністерство освіти і науки України  
Державний біотехнологічний університет  
Факультет енергетики, цифрових та комп'ютерних технологій  
Кафедра безпеки життєдіяльності

## **БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ** **Оцінка обстановки у разі аварії на водних об'єктах**

Методичні вказівки  
до виконання практичних занять з дисципліни

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та  
заочної форми навчання

Затверджено рішенням  
Науково-методичної ради  
Факультету енергетики,  
цифрових та комп'ютерних  
технологій ДБТУ  
Протокол № 3  
від 31.01.2022 р.

ХАРКІВ  
2022

УДК 614  
Ч 42

**Рецензенти:**

*Павличенко А.В.*, доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища Національного технічного університету "Дніпровська політехніка", м. Дніпро.

*Фещенко А.Б.*, доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри організації та технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національного університету цивільного захисту України, м. Харків.

**Ч 42** Безпека в надзвичайних ситуаціях. Оцінка обстановки у разі аварії на водних об'єктах: метод. вказівки до практичних занять з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання; Харків. Держ. біотехн. ун-т; авт.-уклад. Черепньов І.А., Кунденко М.П., Вамболь В.В., Вамболь С.О., Шикаренко І.М.– Харків : [б. в.], 2022. – 91 с.

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форми навчання. Навчальне видання розроблено для активізування систематичної роботи здобувачів, індивідуалізації навчання та підвищення якості засвоєння навчальної дисципліни.

**УДК 614**

Відповідальний за випуск:  
канд.техн.наук, с.н.с., доцент І.А. Черепньов

© Черепньов І.А., Кунденко М.П., Вамболь В.В.,  
Вамболь С.О., Шикаренко І.М. 2022  
© ДБТУ, 2022

## ЗМІСТ

Вступ	5
Основна мета практичних занять здобувача вищої освіти	7
Практичне заняття №1 Оцінка обстановки у разі аварії на гідротехнічній споруді	9
Практичне заняття №2 Прогнозна оцінка забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях	29
Практичне заняття №3 Визначення необхідних засобів індивідуального захисту, дегазуючих речовин та кількості працівників для виконання аварійно-рятувальних робіт в умовах зараження НХР	54
Практичне заняття №4 Методика розрахунку необхідної кількості транспортних та плавзасобів для евакуації населення з зони затоплення	73
Електронні адреси бібліотек	90

## ВСТУП

Сучасний розвиток промисловості, збільшення населення Землі, а також аномалії природного характеру сприяють збільшенню надзвичайних ситуацій різного генезису. Глобальна тенденція у світі і на території України говорить про різке збільшення кількості небезпечних техногенних та природних катастроф. Аномально високі температури і як наслідок різке збільшення чисельності і масштабів пожеж в екосистемах, катастрофічні зливи і повені та інші катаклізми все частіше виникають в різних країнах і в різних кліматичних зонах планети. Ця тенденція посилюється значним зносом інфраструктури, великим числом підприємств де використовують небезпечні хімічні речовини, зниженням виконавської і виробничої дисципліни і іншими причинами, які не дозволяють понизити потенційний ризик виникнення надзвичайних ситуацій. Людський чинник продовжує переважати серед списку причин, які провокують аварії і виробничий травматизм. Вживання в зоні дії вражаючих чинників аварії або катастрофи залежить від наявності необхідних знань і навичок у широких верств населення, яке знаходиться на цій території.

У Кодексі Цивільного Захисту України в розділі присвяченому захисту населення і територій є стаття 40, яка закріплює вимоги до навчання населення, у тому числі і студентів закладів вищої освіти діям у надзвичайних ситуаціях. Конкретніші положення містяться в Постанові Кабінету Міністрів України від 26 червня 2013 р. № 444 а саме: «Підготовка студентів вищих навчальних закладів до дій у надзвичайних ситуаціях здійснюється за нормативними навчальними дисциплінами «Безпека життєдіяльності» та «Цивільний захист».

Предметом вивчення навчальної дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях» є інженерно-технічні, законодавчі, нормативно-правові, соціально-економічні та санітарно-гігієнічні основи, необхідні для виконання майбутніми фахівцями професійних обов'язків у напрямку забезпечення заходів, спрямованих на адекватні дії у разі техногенної та природної небезпеки, проведення оцінки рівнів ризику, завчасне реагування на загрозу виникнення надзвичайної ситуації на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у надзвичайну ситуацію або пом'якшення її можливих наслідків з урахуванням особливостей майбутньої професії.

Запропонована навчальна дисципліна забезпечує формування таких компетентностей: вирішення складних проблем інноваційного характеру й приймання продуктивних рішень у разі дії небезпеки різного генезису, з урахуванням особливостей майбутньої професійної діяльності випускників,

а також досягнень науково-технічного прогресу в агропромисловому комплексі (АПК).

Метою дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях» є: формування у студентів сучасних теоретичних і практичних знань, умінь та навичок щодо управління в умовах надзвичайних ситуацій, а також розробки та впровадження в практичну діяльність управлінських рішень по запобіганню та подоланню надзвичайних ситуацій природного й техногенного характеру, обґрунтування та формування державної політики захисту населення і територій.

Завдання вивчення дисципліни є: вивчення основ із питань безпеки в надзвичайних ситуаціях, розкриття процесів управління в умовах надзвичайних ситуацій.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- нормативну базу з питань цивільного захисту;
- алгоритм класифікації надзвичайних ситуацій та методи оцінки обстановки при надзвичайних ситуаціях техногенного, природного, соціального та воєнного характеру;
- порядок організації цивільного захисту в державі та на підприємствах АПК;
- основні заходи захисту та порядок їх ефективного виконання.

вміти:

- проводити ідентифікацію, досліджувати умови виникнення і розвитку НС та забезпечення скоординованих дій щодо їх попередження на підприємствах АПК відповідно до своїх професійних обов'язків;
- забезпечувати якісне навчання працівників на підприємств АПК з питань ЦЗ, надання допомоги та консультацій працівникам організації (підрозділу) з практичних питань захисту у НС;
- оцінювати стан готовності підрозділу підприємств до роботи в умовах загрози і виникнення НС за встановленими критеріями та показниками.

Враховуючи той факт, що в загальному об'ємі годин, які виділені для вивчення цієї навчальної дисципліни, значна частина передбачена для самостійної роботи студентів, необхідна наявність сучасної та високоякісної навчальної літератури, у тому числі і відповідних методичних вказівок для практичних занять з дисципліни «Безпека в надзвичайних ситуаціях».

## • ОСНОВНА МЕТА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Практичні заняття здобувачів вищої освіти є формою організації освітнього процесу, через яку забезпечується оволодіння ними навчальним матеріалом у час, вільний від обов'язкових навчальних занять. Наявність даної форми організації освітнього процесу в закладах вищої освіти передбачена Законом України «Про вищу освіту» (Ст. 50).

Зміст практичних занять здобувача вищої освіти за навчальною дисципліною «Безпека в надзвичайних ситуаціях» визначається її програмою, цими методичними вказівками вказівки до практичних занять та вказівками відповідального науково-педагогічного працівника.

Метою практичних занять є:

- засвоєння теоретичних знань;
- формування загально-навчальних умінь і навичок;
- формування мотивації до самоосвіти протягом професійної діяльності;
- розвиток пізнавальних інтересів і здібностей;
- отримання навичок роботи з великими масивами інформації на різних типах носіїв;
- розвиток критичного мислення і здібностей перевіряти отриману інформацію в різних джерелах;
- підвищення ефективності навчального процесу за допомогою організації позааудиторного навчання відповідно до особистих здібностей кожного здобувача вищої освіти.

Практичні заняття забезпечується системою навчально-методичних засобів, передбачених для вивчення навчальної дисципліни, а саме:

- електронні матеріали які розміщені в системі електронного забезпечення навчання;
- підручники, навчальні та методичні посібники, конспекти лекцій, практикуми тощо;
- наукова та фахова монографічна і періодична література рекомендована відповідальним науково-педагогічним працівником.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

знати:

- нормативну базу з питань цивільного захисту;
- алгоритм класифікації надзвичайних ситуацій та методи оцінки обстановки при надзвичайних ситуаціях техногенного, природного, соціального та воєнного характеру;
- порядок організації цивільного захисту в державі та на підприємствах АПК;

– основні заходи цивільного захисту та порядок їх ефективного виконання.

вміти:

– проводити ідентифікацію, досліджувати умови виникнення і розвитку НС та забезпечення скоординованих дій щодо їх попередження на підприємствах АПК відповідно до своїх професійних обов'язків;

– забезпечувати якісне навчання працівників на підприємств АПК з питань ЦЗ, надання допомоги та консультацій працівникам організації (підрозділу) з практичних питань захисту у НС;

– оцінювати стан готовності підрозділу підприємств до роботи в умовах загрози і виникнення НС за встановленими критеріями та показниками.

мати компетентності

у технологічній діяльності:

• розробка та проведення заходів щодо усунення причин нещасних випадків, з ліквідації наслідків аварій та надзвичайних ситуацій.

в організаційно-управлінській діяльності:

• впровадження організаційних і технічних заходів з метою поліпшення безпеки праці та стану цивільного захисту;

• здатність та готовність до врахування положень законодавчих та нормативно-правових актів з цивільного захисту при виконанні виробничих та управлінських функцій;

• здатність до організації діяльності виробничого колективу з обов'язковим врахуванням вимог цивільного захисту;

• управління діями щодо запобігання виникненню аварій та НС;

• впровадження ефективного розподілу функцій, обов'язків і повноважень з цивільного захисту у виробничому колективі.

у проектній діяльності:

• розробка і впровадження безпечних технологій, вибір оптимальних умов і режимів праці, проектування зразків техніки і робочих місць на основі сучасних технологічних та наукових досягнень цивільного захисту.

у педагогічній діяльності:

• розробка методичного забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань цивільного захисту.

у консультаційній діяльності:

• надання допомоги та консультації працівників з практичних питань цивільного захисту;

готовність контролювати виконання вимог з цивільного захисту в організації.



## Практичне заняття №1

### ОЦІНКА ОБСТАНОВКИ У РАЗІ АВАРІЇ НА ГІДРОТЕХНІЧНІЙ СПОРУДІ

*Мета роботи - оволодіти навичками оцінки обстановки у разі аварії на гідротехнічній споруді*

#### План заняття

- 1.1. Основні поняття з теми заняття.
- 1.2. Наслідки гідродинамічних аварій та уражальні чинники катастрофічного затоплення.
- 1.3 Особливості прогнозування та оцінка наслідків аварій на гідротехнічних спорудах
- 1.4 Приклад оцінки обстановки при аварій на гідротехнічній споруді

#### **1.1. Основні поняття з теми заняття.**

##### **1.1.1 Загальні відомості.**

Греблі - одні з найдавніших інженерних споруд, створених людиною. Найстаріша з відомих гребель, Садд ель Кафаров в Єгипті, була побудована приблизно 3100 р до н.е., тобто близько 5000 років тому. Залишки цієї інженерної споруди непогано збереглися і були досліджені археологами. У стародавньому Римі використовували водонепроникні розчини і так званій римський бетон, що надавало можливість будувати великі греблі, наприклад, гребля в Хомсі (Сирія) найбільша на той моменті використовувана донині. Найвищою греблею до 1305 року була побудована римлянами 50-метрова дамба біля Риму. На рисунку 1.1 гребля Proserpina яка побудована древніми римлянами приблизно в 100 р н.е. з метою накопичення води для зрошення полів [1]. Гребля Proserpina змішаної конструкції, ґрунтова з бетонної підпірною стіною, облицьованої каменем. Вісота: 12 м, довжина 428 м.

Близько 52 тис. високих гребель з числа побудованих у всьому світі були зведені в ХХ повіці, у тому числі 37,4 тис. за період з 1950 р. Це на порядок більше, чим за все передуючі 5000 років. Станом на початок ХХІ ст. у світі в результаті технічного зарегулювання стоку річок за допомогою гребель було створено більш як 30 тис. штучних водосховищ загальним об'ємом 1 млн. м<sup>3</sup>, що спричинило затоплення 0,25 % території суходолу.

Більшість водосховищ споруджено з метою розвитку гідроенергетики, іригації, технічного та питного водопостачання, а також для поліпшення роботи водного транспорту. Загальна кількість великих гребель (понад 15 м заввишки), побудованих у ХХ ст., сягає 46 тисяч.



Рис. 1.1 Гребля Proserpina

Вивчення стану наявних гребель у різних країнах світу свідчить, що вони не бувають абсолютно надійними. За статистичними даними, в середньому на 15 тис. великих гідроспоруд припадає 1,5 аварії на рік. Причиною таких катастроф здебільшого стають стихійні лиха – тайфуни, землетруси, сильні зливи, та людський чинник. Останнім часом значно зросли ризики терористичних атак.

У світової практиці накопичений значний позитивний досвід значного строку експлуатації гідротехнічних споруд. За даними на 2013 р., у Великій Британії 50 % гребель було зведено понад 80 років тому; в Іспанії 10 гребель функціонують уже більш як 160 років; у Німеччині на річці Рейн до цього часу працює найстаріша в Європі Рейнфельденська ГЕС, споруджена ще у 1886 р. Більшість наявних нині гребель було побудовано після 1950 р. Але статистика свідчить, що ризик аварій на гідротехнічних спорудах значно зростає після 40— 50 років від початку експлуатації. Найчастіше такі аварії спричиняють стихійні лиха, зокрема тайфуни та сильні зливи. При цьому за добу може випасти двомісячна норма опадів, як це було у Польщі в 2010 р.; в Індії у посушливому штаті Гуджарат у 1979 р. за добу випала річна норма опадів, у результаті чого було зруйновано греблю на річці Махі. Одним із природних чинників руйнування гребель може бути й землетрус.

Слід зазначити, що 20 % території України вважають сейсмічно небезпечними, тобто такими, де трапляються періодичні землетруси інтенсивністю 6-9 балів за шкалою MSK-84. За останні 1000 років на території України зафіксовано понад 30 сильних землетрусів. У сейсмічних зонах різної інтенсивності знаходяться АР Крим, Закарпатська, Чернівецька, Вінницька, Кіровоградська, Львівська, Одеська, Тернопільська, Хмельницька області України. Сильні землетруси, що відбуваються на

території Румунії, відчутні й в Україні, що підтверджують каталоги землетрусів, а також інструментальні спостереження за 1091-1990 рр. Під час таких землетрусів у Києві було зафіксовано поштовхи у 5 (1977 р.) та 4 бали (1986, 1990 рр.).

За оцінками експертів, близько 20 % основних фондів України знаходяться у сейсмічно активних зонах. Особливе занепокоєння викликає технічний стан гребель та гідротехнічних споруд ГЕС, хвостосховищ, шламонакопичувачів промислових підприємств, господарська діяльність яких супроводжується небезпечними відходами. Крім того, серед причин аварій на гідротехнічних спорудах істотну роль відіграє й людський чинник — використання неякісних матеріалів; порушення технології під час будівництва гребель; несвоєчасне проведення профілактичних ремонтів через недостатнє фінансування; нехтування технікою безпеки тощо.

Відомі випадки, коли для спорудження автошляхів використовували вибухівку в кількох сотнях метрів від греблі, що призвело до її руйнування (Франція, 1959). Ризик виникнення аварій є завжди. Певний рівень ризику закладено в нормах безпеки. За кількістю людських жертв аварії на греблях посідають третє місце у світі після авіакатастроф та пожеж, якщо не брати до уваги дорожньо-транспортну статистику.

Аварії на греблях у різних країнах світу за останні 50 років [2]. Франція, 1959 р. Гребля Мальпассе на річці Рейран на Лазурному березі Середземного моря, побудована 1954 р. Висота греблі – 60 м, довжина – 222 м, ширина в основі – 6,8 м, призначення — іригація та водопостачання. Внаслідок прориву греблі було повністю затоплене місто Фрежюс. Причини аварії – незадовільна якість бетону, а також застосування вибухівки за кілька сотень метрів від греблі під час будівництва автомобільної траси. Наслідки – 423 загиблих, економічні збитки – 68 млн. дол. США (рис. 1.2).

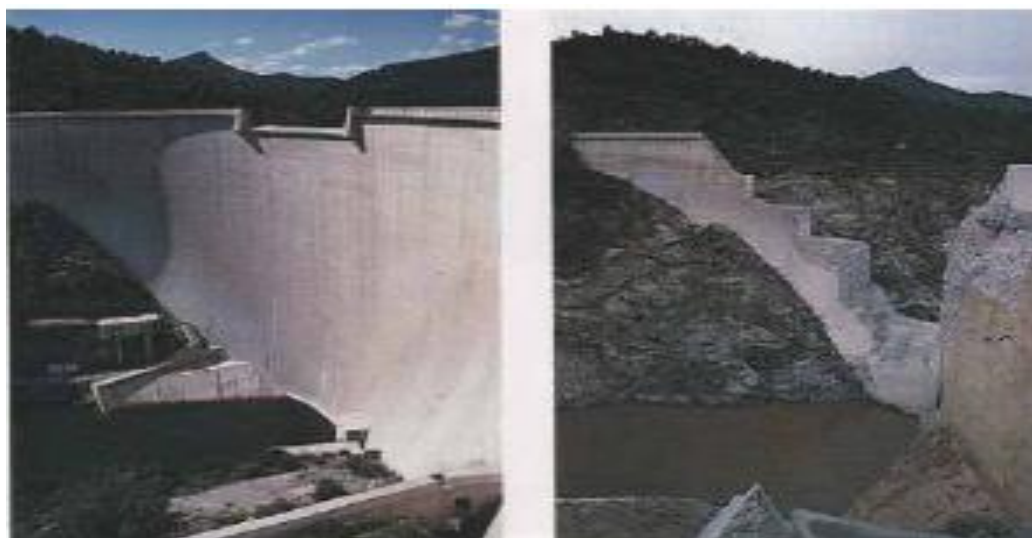


Рис. 1.2 Гребля Мальпассе до і після руйнування

СРСР, 1961 р. Київ. Прорив тимчасової земляної дамби під час робіт із замивання Бабиного Яру, який мав стати частиною малої окружної дороги Києва (рис. 1.3). Пульпа – суміш піску з глиною та водою, яку закачували в яр, унаслідок сильних злив прорвала земляну дамбу. Потік висотою 4 м та шириною 20 м на швидкості 5 м/с помчав до густонаселеного району Куренівка. За лічені хвилини під 3-метровим шаром було поховано трамвайний парк, житлові будинки, адміністративні будівлі. Під напором пульпи електричні проводи зірвалися і впали на автобус, який після цього спалахнув. У результаті пожежі всі пасажирів загинули. Об'єм грязьової маси – 600 тис. м<sup>3</sup>, загальна площа затоплення – 30 га. Причина аварії - порушення норм під час будівництва дамби, ґрунт не було ущільнено належним чином, не було призми дренажу .



Рис.1.3 Куренівська трагедія — техногенна катастрофа, що сталася в Києві 13 березня 1961 року

Італія, 1963 р. Гребля Вайонт, побудована в 1961 р. Висота греблі – 262 м, довжина – 190 м, ширина в основі – 23 м, призначення – виробництво електроенергії. В Італійських Альпах на схилах гірського масиву стався зсув, у результаті якого в чашу водосховища за 30 с сповзло близько 0,3 км<sup>3</sup> ґрунту, що спричинило перелив майже 50 млн. м<sup>3</sup> води через гребінь греблі. Водяний вал заввишки 90 м за 15 хв. змив кілька населених пунктів. Гребля встояла. Причина аварії – підняття рівня ґрунтових вод у долині, спричинене будівництвом греблі, та довготривалі зливи. Наслідки – 3200 загиблих (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Наслідки руйнування греблі Вайонт

Китай, 1975 р. Тайфун Ніна прорвав греблю у верхоріччі Ру (рис.1.5). Гігантська хвиля, що утворилася, пройшла річками Ру та Хуай, зруйнувавши на своєму шляху 62 дамби та греблі ГЕС, найбільшою з яких була гребля Байньцяо (висота – 50,5 м, довжина – 3720 м), побудована 1952 р. Причини аварії – стихійне лихо. Наслідки – 26 тис. загиблих від повені, загальна кількість жертв, враховуючи голод та епідемії, що спалахнули, – 340 тис. осіб, економічні збитки – 513 млн. дол. США .



Рис. 1.5 Прорив греблі Байньцяо

США, 1976 р. Прорвало греблю на річці Тетон у штаті Айдахо (рис. 1.6). На той час вона була другою за масштабністю греблею США, її висота – 93 м, довжина – 940 м, ширина в основі – 520 м. Будівництво завершено



1976 р. Причина аварії — будівельна помилка. Наслідки – 11 загиблих, 13 тис. постраждалих, економічні збитки – 1 млрд. дол. США .



Рис. 1.6 Прорив греблі на річці Тетон

США, 1977 р. У штаті Техас прорвало греблю ГЕС, побудовану в 1889 р., висота – 12 м, довжина – 120 м, ширина – 6,1 м. Причина аварії – застарілість споруди, недбалість обслуговуючого персоналу. Наслідки – 40 загиблих, економічні збитки – 2,8 млн. дол. США .

Індія, 1979 р. Прорив греблі в штаті Гуджарат на річці Мачху (рис. 1.7). Гребля побудована в 1972 р., висота – 26 м. Причина аварії – атмосферні опади, яких за добу випало 55 мм, що для цієї посушливої області становить річну норму. Наслідки – 15 тис. загиблих, 60 % житлового фонду зруйновано .



Рис. 1.7 Руїнування греблі Мачху або катастрофа Морби

Росія, 2009 р. Аварія на Саяно-Шушенській ГЕС, одна з найбільших в історії світової гідро енергетики (рис. 1.8). В результаті аварії сильних пошкоджень зазнали гідроагрегати станції, зруйновано стіни і затоплено машинну залу. Без енергопостачання залишилися кілька алюмінієвих і феросплавних заводів. Гребля встояла, затоплення населених пунктів не сталося. Причина аварії – людський чинник, руйнування кріплення кришки турбіни гідроагрегата, що призвело до її зриву. Наслідки – 75 загиблих, загальні економічні збитки оцінюють у 1 млрд. євро .



Рис. 1.8 Аварія на Саяно-Шушенській ГЕС

Індонезія, 27 березня 2009 року. Прорив греблі в Джакарті, загинуло 91 людина, пропало без вісті більше 100 чоловік (рис. 1.9).



Рис. 1.9 Наслідки прориву греблі в Джакарті Індонезія

Угорщина, 4 жовтня 2010. Аварія на алюмінієвому заводі в місті Айка — екологічна катастрофа, що сталася на великому заводі Ajkai Tímfoldgyar Zrt з виробництва алюмінію в районі міста Айка, за 160 кілометрів від Будапешта. В результаті вибуху на заводі була зруйнована гребля, що оточувала відстійника та стримувала резервуар з червоним шламом (рис. 1.10). Об'єм витоків становив приблизно 1,1 мільйона м<sup>3</sup> червоного шламу. В результаті прориву греблі затопленими виявилися території трьох областей (Веспрем, Ваш і Дьйор-Мошон-Шопрон). У районі лиха угорською владою було оголошено надзвичайний стан. Станом на 5 листопада жертвами аварії стали десять осіб. Загальна кількість постраждалих в результаті розливу отрутохімікатів перевищила 140 осіб



Рис. 1.10 Забруднення території в наслідок прориву греблі

Китай, провінція Хенань 7 липня 2010 року. Прорив греблі на річці Хуанхе (рис. 1.11). Із зони прориву були евакуйовані близько 100 тисяч чоловік. Всього в десяти територіальних одиницях Південного і Східного Китаю через проливні дощі, що викликали повені і сходження зсувів, загинуло 199 осіб, вважаються зниклими без вести 123 людини. З небезпечних районів було евакуйоване майже 2,4 мільйона осіб. Так чи інакше від стихії постраждали 29 мільйонів жителів. Економічний збиток від негоди склав близько 42 мільярдів юанів (6,2 мільярда доларів США).





Рис. 1.11 Прорив греблі на річці Хуанхе

В Україні налічується понад 1,1 тис. водосховищ, 28 тис. ставків, 7 великих каналів та 10 великих водоводів у водозабірних басейнах Дніпра, Дністра, Дунаю, Сіверського Дінця, Південного і Західного Бугу, а також малих річок Приазов'я та Причорномор'я.

У гідроенергетичній галузі діють 7 великих ГЕС (6 на р. Дніпро, 1 на р. Дністерка), Київська ГАЕС та близько 50 малих працюючих ГЕС. На цей час в країні створено комплекс водозахисних дамб довжиною 3,8 тис. км, 1,2 тис. км берегоукріплення, понад 600 насосних та компресорних станцій для перекачування надлишків води. Велика кількість цих об'єктів через брак коштів на експлуатацію з кожним роком втрачає надійність і створює загрозу виникнення надзвичайних ситуацій. Найбільші водосховища (Київське, Канівське, Кременчуцьке, Дніпродзержинське, Дніпровське, Каховське) створено на Дніпрі з 30-х по 70-ті рр. ХХ ст. (рис 1.12), на початку 80-х рр. було створено Дністровське водосховище. Водосховища у басейнах річок Південний Буг, Сіверський Донець та ін. є значно меншими.

Перевірки, проведені на Дніпровському каскаді, свідчать про критичний стан греблі Канівської ГЕС. Під час будівництва греблі у 1972—1975 рр. було використано експериментальні технології, за якими до складу бетонів входив попіл. У результаті можливе руйнування бетонної конструкції зсередини, при цьому зовнішня поверхня греблі виглядатиме міцною аж до моменту прориву. До того ж споруди Канівської ГЕС не відповідають міжнародним нормам гідрологічної безпеки: немає аварійних водоскидів; водопропускні можливості шлюзів і водоскидів недостатні. З огляду на те, що гребля Канівського водосховища утримує 2,5 км<sup>3</sup> води, усі зазначені вище порушення є досить серйозними. При цьому, за даними СЕЕ

Bankwatch Network, Канівське водосховище, розташоване нижче Київського, прийняло на себе значну кількість радіоактивного забруднення після аварії на ЧАЕС. Отже, у разі порушення цілісності греблі частина Черкаської області з населенням 1,2 млн осіб може перетворитися на болото з радіоактивного мулу [3].



Рис. 1.12 Дніпровський каскад ГЕС

Джерелом гідродинамічної небезпеки для території Харківщини є 51 водосховище, місткістю більше 1 млн. м<sup>3</sup> кожне, із загальним об'ємом води в них – 1526 млн м<sup>3</sup> (ці водосховища регулюють річковий стік малих і тимчасових водостоків), 13 штучних водосховищ, які разом акумулюють близько 1380 млн м<sup>3</sup> води, 450 річок з 70 шлюзами-регуляторами та ін.. гідротехнічними спорудами, найбільші з яких: Червонооскільське – 477 млн. м<sup>3</sup>, Краснопавлівського – 410 млн. м<sup>3</sup> і Печенізьке – 383 млн. м<sup>3</sup>. Погроза обумовлена можливістю розмиву земляних гребель, які відгороджують вищезазвані споруди від суші. У разі повномасштабних НС це може викликати катастрофічне затоплення 53 населених пунктів з територією 880 км<sup>2</sup>, на якій мешкає 83,75 тис. осіб. Найбільшу техногенну загрозу створюють Печенізьке і Краснооскольське водосховища.

## 1.1.2 Основні терміни і визначення

Відповідно до [4]: «**Аварія на гідротехнічній споруді**, коли вода поширюється з великою швидкістю, що створює загрозу життю та здоров'ю людей, призводить до руйнування будівель і споруд, матеріальних збитків, затоплення та/чи підтоплення територій». Основні терміни і поняття по ГТС містяться в ДБН В.2.4-3:2010 «Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення» [5].

**Гідротехнічні споруди** - споруди, що підпадають під вплив водного середовища, призначені для використання і охорони водних ресурсів, а також для захисту від шкідливого впливу вод.

**Надзвичайна ситуація** - обстановка на певній території, що склалася в результаті аварії гідротехнічної споруди і може спричинити або спричинила людські жертви, завдала або може завдати збитки здоров'ю людей або навколишньому природному середовищу чи значні матеріальні витрати і порушення умов життєдіяльності людей.

До основних гідротехнічних споруд відносяться:

- греблі;
- стояни і підпірні стіни, що входять до складу напірного фронту;
- дамби обвалування;
- берегозакріплювальні, регуляційні і огороджувальні споруди;
- водоскиди, водоспуски і водовипуски;
- водоприймачі і водозабірні споруди;
- канали дериваційні, судноплавні, водогосподарських і меліоративних систем, комплексного призначення і споруди на них (наприклад, акведуки, дюкери, мости-канали, труби-ливнеспуски);
- тунелі;
- трубопроводи;
- напірні басейни і зрівнювальні резервуари;
- будівлі гідравлічних і гідроакумулюючих електростанцій і насосних станцій;
- відстійники;
- судноплавні споруди (шлюзи, суднопідйомники і судноплавні греблі);
- рибопропускні споруди, що входять до складу напірного фронту;
- гідротехнічні споруди портів (причали, хвилеломи, моли, берегозахисні споди), міські набережні суднобудівних і судноремонтних підприємств, поромних переправ, крім віднесених до другорядних;
- гідротехнічні споруди для маломірних суден;
- гідротехнічні споруди ТЕС і АЕС;

- гідротехнічні споруди, що входять до складу комплексів інженерного захисту населених пунктів і підприємств;
- гідротехнічні споруди інженерного захисту сільгоспугідь, територій санітарно-захисного призначення, комунально-складських підприємств, пам'ятників культури і природи;
- морські нафтогазопромислові гідротехнічні споруди, резервуари для зберігання вуглецевої сировини, точечні причали;
- гідротехнічні споруди засобів навігаційного устаткування;
- споруди (дамби), що огорожують золошлаковідвали і сховища рідинних відходів промислових і сільськогосподарських організацій.

В Водному кодексі України дано визначення таким термінам [6], як води та регулювання її стоку;

Водосховище комплексного призначення - водосховище, яке відповідно до паспорта використовується для двох і більше цілей (крім рекреаційних);

Озеро - природна западина суші, заповнена прісними або солоними водами;

Ставок - штучно створена водойма місткістю не більше 1 млн. кубічних метрів;

Технологічна водойма - штучно створена водойма спеціального технологічного призначення, що визначається технічним проектом та/або паспортом, яка наповнюється штучно за допомогою гідротехнічних споруд і пристроїв;

Проран – вузька протока в тілі (насипу) греблі, косі, міліні, у дельті річки або спрямлена ділянка річки, яка утворилася в результаті розмиву закруту в повінь.

Верхній б'єф – ділянка річки, каналу або водосховища, яка розміщена перед гідротехнічною спорудою.

Нижній б'єф – ділянка річки, каналу або водосховища, яка розміщена поза гідротехнічною спорудою.

Прорив греблі є початковою фазою гідродинамічної аварії і являє собою процес утворення прорану і некерованого потоку води водоймища з верхнього б'єфа, що спрямовується через проран у нижній б'єф.

Хвиля прориву – хвиля, яка утворюється у фронті потоку води, що спрямовується в проран, і має, як правило, значну висоту гребеня, швидкість руху і велику руйнівну силу.

Безпека гідротехнічних споруд – властивість гідротехнічних споруд, що дозволяє забезпечувати захист життя, здоров'я і законних інтересів людей, навколишнього середовища і господарських об'єктів.

Критерії безпеки гідротехнічної споруди – граничні значення кількісних і якісних показників стану гідротехнічної споруди і умов її

експлуатації, відповідні допустимі рівні ризику аварії гідротехнічної споруди.

Допустимий рівень ризику аварії гідротехнічної споруди – значення ризику аварії гідротехнічної споруди, встановлене нормативними документами.

## **1.2 Наслідки гідродинамічних аварій та уражальні чинники катастрофічного затоплення**

*Наслідками гідродинамічних аварій є:*

- ушкодження і руйнування гідровузлів та короткочасне чи довгострокове припинення виконання ними своїх функцій;
- ураження людей і руйнування споруд хвилею прориву;
- затоплення великих територій.

*Вторинними наслідками гідродинамічних аварій є забруднення води і місцевості речовинами зі зруйнованих (затоплених) сховищ, промислових і сільськогосподарських підприємств, масові захворювання людей і сільськогосподарських тварин, аварії на транспортних магістралях, зсуви й обвали.*

*Довгострокові наслідки гідродинамічних аварій пов'язані із залишковими факторами затоплення – наносами, забрудненнями, зміною елементів природного середовища.*

*В результаті великих гідродинамічних аварій переривається подача електроенергії в енергетичні системи, припиняється функціонування іригаційних та інших водогосподарських систем, а також об'єктів ставкового рибного господарства, руйнуються чи опиняються під водою населені пункти і промислові підприємства, виводяться з ладу комунікації й інші елементи інфраструктури, гинуть посіви і худоба, виводяться з господарського обороту сільськогосподарські угіддя, порушується життєдіяльність населення і виробничо-економічна діяльність підприємств, втрачаються матеріальні, культурні та історичні цінності, наносяться великі збитки природному середовищу, в тому числі в результаті змін ландшафту, гинуть люди.*

*Масштаби наслідків гідродинамічних аварій залежать від параметрів і технічного стану гідровузла, характеру і розмірів руйнувань греблі, обсягу запасів води у водосховищі, характеристик хвилі прориву і катастрофічної повені, рельєфу місцевості, сезону і часу доби події, багатьох інших факторів.*

*Найтяжчими наслідками супроводжуються гідродинамічні аварії, що викликають катастрофічні затоплення.*

На затоплюваній території прийнято виділяти чотири зони катастрофічного затоплення залежно від швидкості перебігу води, висоти хвилі прориву і відстані населеного пункту від гідроспоруди (рис.1.13).

Перша зона катастрофічного затоплення (*зона бурхливої течії*) примикає безпосередньо до гідроспоруди і тягнеться на 6-12 км., висота хвилі прориву досягає декількох метрів (залежно від глибини води перед дамбою, тобто глибини прорану). Хвиля прориву в цій зоні характеризується бурхливим потоком води із швидкістю течії 30 км/год. Час проходження хвилі прориву – 30 хв.

Друга зона (*зона швидкої течії*) характеризується швидкістю течії 15-20 км/год. Протяжність зони від гідроспоруди 15-25 км. Час проходження хвилі 50-60 хв.

Третя зона (*зона середньої течії*) характеризується швидкістю течії 10-15 км/год і протяжністю від дамби до 30-50 км. Час проходження хвилі прориву 2-3 години.

Четверта зона (*зона слабкої течії або розливу*) характеризується швидкістю течії 6-10 км/год. Її протяжність залежатиме від рельєфу місцевості і може складати 36-70 км. Від гідроспоруди.

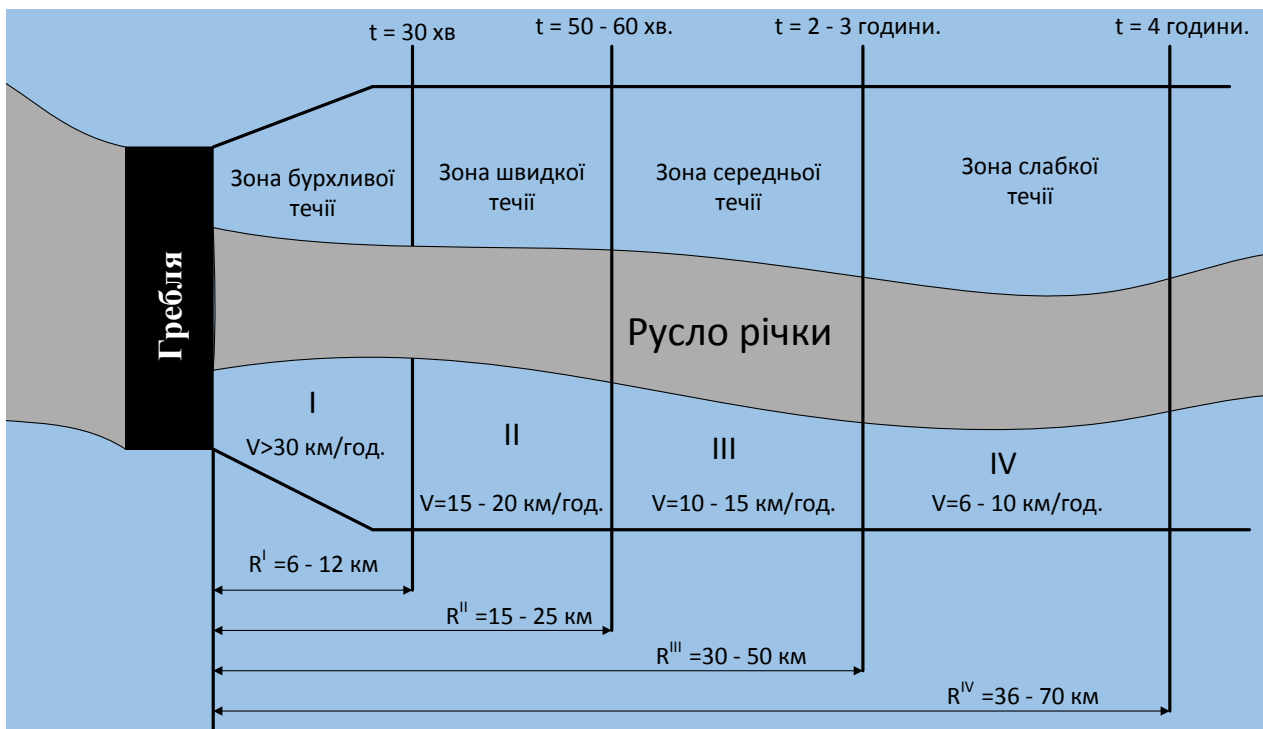


Рис. 1.13 – Зони катастрофічного затоплення

Основними уражальними чинниками катастрофічного затоплення є руйнівна хвиля прориву, водяний потік і спокійні води, які затопили територію суші й об'єкти.

### 1.3 Особливості прогнозування та оцінка наслідків аварій на гідротехнічних спорудах

У районах розташування водних об'єктів, що мають гідротехнічні споруди (дамби, греблі, перемички та ін.), завжди існує імовірність їх руйнування через різні причини. Цими причинами можуть бути стихійні лиха (землетруси, обвали та ін.), прорахунки в проектуванні або будівництві, недоліки в експлуатації, умисне руйнування та ін.

В цьому випадку утворюється *хвиля прориву* водного середовища, яка на своєму шляху до серйозно руйнує промислові підприємства, населенні пункти, транспортні системи і призводить до затоплення прилеглої території. Матеріальний збиток таких дій достатньо високий, загроза життю і здоров'ю людей цілком реальна. Тому на кожному промисловому об'єкті повинні бути готові до вживання дієвих заходів по забезпеченню безпеки персоналу і зниженню можливих матеріальних втрат.

Для вживання оперативних заходів щодо захисту промислових підприємств в цих умовах може бути дуже корисною таблична методика оцінки обстановки при раптовому виникненні прориву в гідротехнічних спорудах з утворенням хвилі прориву. Суть методики полягає в розрахунку параметрів, що характеризують хвилю прориву, і часових оцінок затоплення з використанням простих математичних співвідношень і наближених табличних даних.

### 1.4 Приклад оцінки обстановки при аварій на гідротехнічній споруді

Найпоширеніший варіант аварії на гідротехнічній споруді - руйнуванні дамби. У якості гідротехнічної споруди розглядається дамба водосховища.

#### 1.4.1. Завдання.

Для оцінки обстановки необхідно визначити наступні параметри:

- максимальну висоту хвилі прориву  $h$ , м;
- максимальну швидкість потоку хвилі прориву  $V$ , м/с;
- середню швидкість потоку води на затоплюваному об'єкті  $V_{cp}$ , м/с;
- висоту затоплення об'єкту  $h_{зат}$ , м;
- час приходу фронту хвилі прориву  $t_{фр}$ , год;
- час приходу гребеня хвилі прориву  $t_{гр}$ , год;
- тривалість затоплення об'єкту  $\tau$ , год.



– загальні втрати серед населення, яке опинилося у зонах катастрофічного затоплення  $N_{втр}$  (чол.), та розподіл цих втрат на безповоротні  $N_{втр\ бп}$  (чол.) та санітарні  $N_{втр\ сан}$  (чол.) втрати.

Для здійснення оцінки обстановки при руйнуванні дамби необхідно сформулювати таблицю початкових даних об'єкту таблиця 1.1, а також схематичні плани гідровузла з ділянкою річки (рис. 1.14) та створу річки (рис. 1.15).

Таблиця 1.1 – Форма таблиці для запису початкових даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Віддалення даного створу промислового об'єкту $L$ , м	
Середня глибина річки в нижньому б'єфі дамби $h_0$ , м	
Висота розташування об'єкту по відношенню до рівня річки в даному створі $h_m$ , м	
Висота рівня води у верхньому б'єфі дамби $H_0$ , м	
Довжина дамби $l$ , м	
Абсолютна висота поверхні дна річки в нижньому б'єфі $H_n$ , м	
Абсолютна висота поверхні дна річки в створі промислового об'єкту $H_m$ , м	
Ширина річки у створі промислового об'єкта $b_k$ , м	
Величина прорану дамби гідровузла $B$ , м	
Площа змочуваного периметру $S_{пер}$ , м <sup>2</sup>	
Кількість людей у зонах катастрофічного затоплення $N_{зат}$ , чол	
Час доби (день або ніч)	

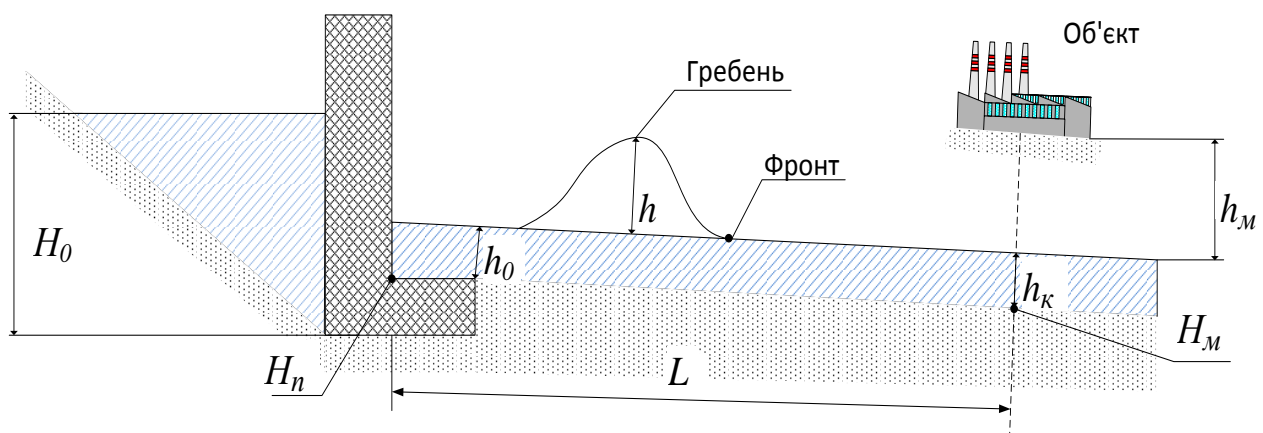


Рис. 1.14 – Подовжній розріз гідровузла з ділянкою річки



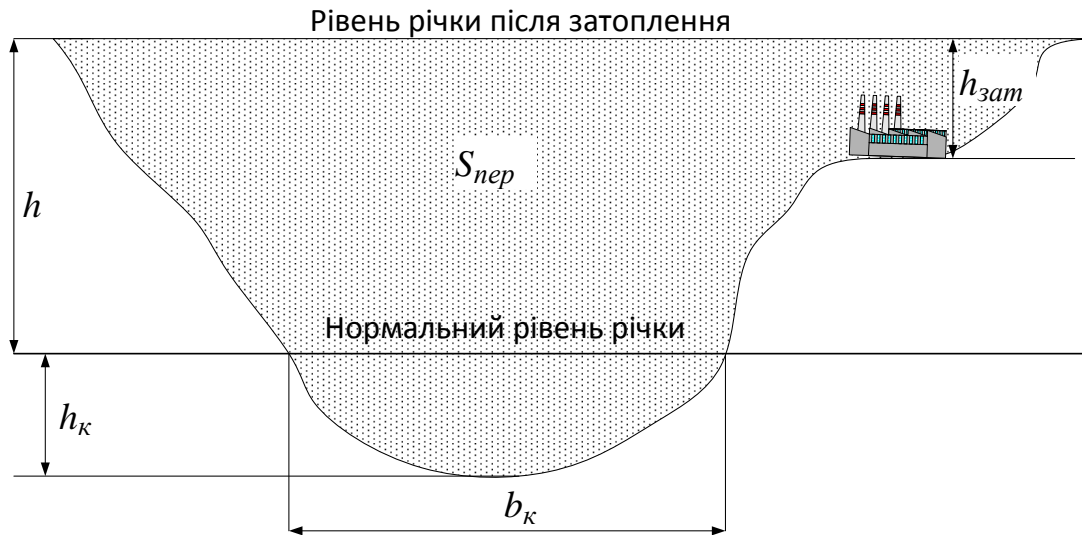


Рис. 1.15 – Подовжній розріз створу річки

#### 1.4.2. Алгоритм виконання завдання.

1. Визначають відносне значення прорану дамби:

$$B_{відн} = B/l. \quad (1.1)$$

2. Визначають значення гідравлічного ухилу водної поверхні на даній ділянці річки:

$$i = (H_n - H_m)/L. \quad (1.2)$$

3. Визначають допоміжний параметр значення гідравлічного ухилу водної поверхні на даній ділянці річки:

$$\Theta = i \cdot L / H_0. \quad (1.3)$$

4. За таблицею 1.2 (п. 1.4.3) Визначають розмірні коефіцієнти  $A_1$ ,  $B_1$ ,  $A_2$ ,  $B_2$ .

5. Визначають висоту хвилі прориву в створі об'єкта:

$$h = \frac{A_1}{\sqrt{B_1 + L}}, \text{ м.} \quad (1.4)$$

6. Визначають максимальну швидкість хвилі прориву в створі об'єкта:

$$V = \frac{A_2}{\sqrt{B_2 + L}}, \text{ м / с.} \quad (1.5)$$

7. Визначають висоту затоплення об'єкта:

$$h_{зам} = h - h_m, \text{ м.} \quad (1.6)$$

8. Визначають усереднену висоту затоплення:

$$h_{cp} = S_{неp} / b_k, \text{ м.} \quad (1.7)$$

9. Визначають середню швидкість потоку води на затоплюваному об'єкті:

$$V_{cp} = h_{зам} / h_{cp}, \text{ м/с.} \quad (1.8)$$

10. За таблицею 1.3 (п. 1.4.3) визначають час приходу до створу об'єкта фронту хвилі прориву  $t_{фp}$ , год.

11. За таблицею 1.3 (п. 1.4.3) визначають гребеня хвилі прориву  $t_{гp}$ , год.

12. Визначають допоміжний параметр  $k$ :

$$k = H_0 / h_0. \quad (1.9)$$

13. За таблицею 1.4 (п. 1.4.3) визначають коефіцієнт  $\beta$ .

14. Визначають тривалість затоплення території в районі об'єкту після приходу хвилі прориву в даний створ:

$$\tau = \beta \cdot (t_{гp} - t_{фp}) \cdot \left(1 - \frac{h_m}{h}\right), \text{ год.} \quad (1.10)$$

15. Визначають загальні втрати серед населення та розподіл їх на безповоротні та санітарні.

15.1. Загальні втрати:

$$N_{втр} = \begin{cases} 0,2 \cdot N_{зам}, \text{ чол, якщо вдень;} \\ 0,35 \cdot N_{зам}, \text{ чол, якщо вночі.} \end{cases} \quad (1.11)$$

15.2 Безповоротні втрати серед загальних втрат:

$$N_{втр\ бп} = \begin{cases} 0,15 \cdot N_{втр}, \text{ чол, якщо вдень;} \\ 0,30 \cdot N_{втр}, \text{ чол, якщо вночі.} \end{cases} \quad (1.12)$$

15.3 Санітарні втрати серед загальних втрат:

$$N_{втр\ сан} = \begin{cases} 0,85 \cdot N_{втр}, \text{ чол, якщо вдень;} \\ 0,70 \cdot N_{втр}, \text{ чол, якщо вночі.} \end{cases} \quad (1.13)$$

### 1.4.3 Довідкові таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 1.2 – Коефіцієнти розрахунку параметрів хвилі прориву

$B_{відн}$	$H_0, м$	Значення розрахункових коефіцієнтів при гідравлічному ухилі водної поверхні											
		$i = 0,0001$				$i = 0,0005$				$i = 0,001$			
		$A_1$	$B_1$	$A_2$	$B_2$	$A_1$	$B_1$	$A_2$	$B_2$	$A_1$	$B_1$	$A_2$	$B_2$
1	20	100	90	9	7	70	50	13	10	40	18	16	21
	40	280	150	20	9	180	76	24	12	110	30	32	24
	80	720	286	39	12	480	140	52	16	300	60	62	29
0,5	20	128	204	11	11	92	104	13	23	56	51	18	38
	40	340	332	19	14	224	167	23	25	124	89	32	44
	80	844	588	34	17	544	293	43	31	320	166	61	52
0,25	20	140	192	8	21	60	200	4	33	40	38	15	43
	40	220	388	13	21	192	276	19	36	108	74	30	50
	80	880	780	23	21	560	320	41	41	316	146	61	65

Таблиця 1.3 – Час приходу в годинах гребеня ( $t_{гп}$ ) і фронту ( $t_{фп}$ ) хвилі прориву в заданий створ

$L, м$	$H_0 = 20 м$				$H_0 = 40 м$				$H_0 = 80 м$			
	$i = 0,001$		$i = 0,0001$		$i = 0,001$		$i = 0,0001$		$i = 0,001$		$i = 0,0001$	
	$t_{фп}$	$t_{гп}$	$t_{фп}$	$t_{гп}$	$t_{фп}$	$t_{гп}$	$t_{фп}$	$t_{гп}$	$t_{фп}$	$t_{гп}$	$t_{фп}$	$t_{гп}$
5000	0,2	1,8	0,2	1,2	0,1	2,0	0,1	1,2	0,1	0,2	0,1	1,1
10000	0,6	4,0	0,6	2,4	0,3	3,0	0,3	2,0	0,1	0,4	0,2	1,7
20000	1,6	7,0	2,0	5,0	1,0	6,0	1,0	4,0	0,4	1,0	0,5	3,0
40000	5,0	14	4,0	10	3,0	10	2,0	7,0	1,0	2,0	1,2	5,0
80000	13	30	11	21	8,0	21	6,0	14	3,0	4,0	3,0	9,0

Таблиця 1.4 – Коефіцієнт розрахунку часу при затопленні території хвилею прориву

$\theta$	Значення $\beta$ при висоті дамби в долях від середньої глибини річки в нижньому б'єфі	
	$k=10$	$k=20$
0,05	15,5	18,0
0,1	14,0	16,0
0,2	12,5	14,0
0,4	11,0	12,0
0,8	9,5	10,8
1,6	8,3	9,9
3,0	9,9	9,6
5,0	7,6	9,3

### Література.

1. Лисиченко М.Л., Вамболь В.В, Вамболь С.О., Кірієнко М.М., Черепньов І.А., Власовець В.М. Безпека в надзвичайних ситуаціях: навч. посібник у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації. Харків: ТОВ “ПромАрт”, 2021. 202 с.
2. ОБСЕ в Казахстане 28-29 июля 2014. Нормативная правовая база по безопасности гидротехнических сооружений в Республике Казахстан. URL: <https://docplayer.com/29050516-Krupneyshie-avarii-na-gidrotehnicheskikh-sooruzheniyah-v-mire.htm> .
3. Сучасні проблеми гідротехнічних споруд в Україні / О.І. Бондар та ін. вісн. *НАН України*. 2014. № 2. С. 40-47.
4. ДСТУ 4933:2008. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Техногенні надзвичайні ситуації. Терміни та визначення основних понять. [Чинний від 2011- 10 - 01] Київ, 2008. 17с. (Інформація та документація).
5. ДБН В.2.4-3:2010 Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення. [Чинний від 2011- 01 - 01] Київ, 2010. 39с.
6. Водний кодекс України. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>

## Практичне заняття №2

### ПРОГНОЗНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ ВІДКРИТИХ ВОДНИХ ДЖЕРЕЛ АВАРІЙНО ХІМІЧНО НЕБЕЗПЕЧНИМИ РЕЧОВИНАМИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

*Мета: оволодіти навичками оцінки забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях*

#### План заняття

2.1. Загальні відомості.

2.2. Основні поняття про Методику прогнозування оцінки забруднення відкритих водних джерел хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях.

2.3. Алгоритм застосування Методики.

2.4. Приклад оцінки забруднення відкритих водних джерел аварійно хімічно небезпечними речовинами в надзвичайних ситуаціях

#### 2.1. Загальні відомості.

Починаючи з 90-х років ХХ століття міжнародне співтовариство зіткнулося з дуже серйозною проблемою - погіршенням стану, яка була викликана цілим рядом причин, однією з яких є постійно зростаючі масштаби забруднення водойм різних розмірів і призначень. Це однаково відноситься як до морів і океанів, так і до водойм з прісною водою, які знаходяться на суші. За даними Організації Об'єднаних Націй (ООН) які приведені в роботі [1]: основну загрозу для океану, є відсутність систем водовідведення і очищення стічних вод (особливо для видалення поживних речовин в деяких районах) і викид забруднюючих речовин в результаті промислової і сільськогосподарської діяльності і судноплавства. Приведемо дані по видах джерел і об'ємах забруднення [1 - 3]:

Існують різні види забруднень:

- фізичне (нерозчинні домішки: глина, пісок, намул, пил тощо);
  - хімічне (важкі метали, кислоти, луги, мінеральні солі, нафта і нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини, миючі засоби, канцерогени, мінеральні добрива, пестициди;
  - біологічне (різні мікроорганізми, яйця гельмінтів, спори грибів;
  - радіоактивне (радіонукліди цезій-137, стронцій-90, калій-40 тощо);
- теплове (підігріті води теплових і атомних електростанцій).

Із стічними водами промислових підприємств і населених пунктів у світовий океан потрапляє величезна кількість токсичних з'єднань важких металів, а саме:

- до 2 млн т з'єднань свинцю;
- до 20 тис. т з'єднань кадмію;
- більше 10 тис. т з'єднань ртуті і т. д.

Близько 1,5 млн т пестицидів з водами річок вже увійшло до складу морських екосистем.

Особливо згубно на екологію Світового океану впливають роботи, пов'язані з бурінням, здобиччю і транспортом рідких вуглеводнів різними танкерами. За підрахунками фахівців, щорічно у Світовий океан тим або іншим способом (різного роду аварії) потрапляє від 2 до 10 млн. т. нафти. Аерофотозніманням з супутників зафіксовано, що вже майже 30% поверхні океану покрито нафтовою плівкою. Особливо забруднені води Середземного моря, Атлантичного океану і їх берега. Міра небезпеки для світового океану, яке несе нафтове забруднення можна проілюструвати наступними цифрами: Літр нафти позбавляє кисню 40 тис. л морської води. Тонна нафти забруднює 12 км<sup>2</sup> поверхні океану. При концентрації її в морській воді у кількості 0,1-0,001 мл/л ікринки риб гинуть за декілька діб. На рис.1 представлена діаграма, яка ілюструє процентний розподіл різних джерел знаходження нафти у воді світового океану [3].

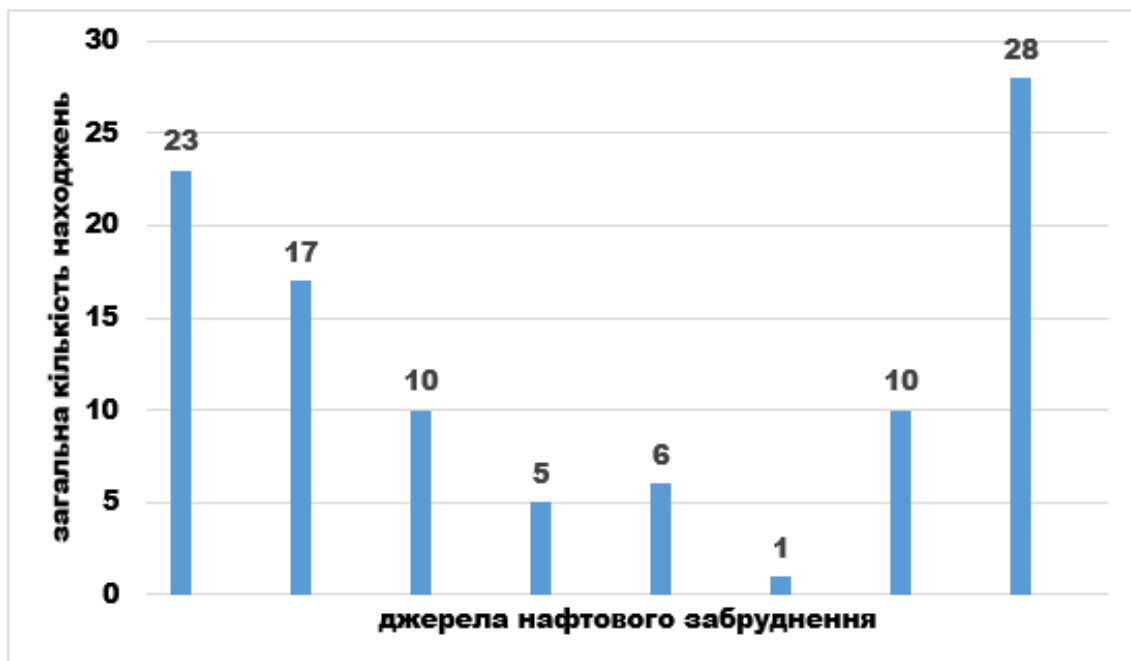


Рис.2.1 процентний розподіл різних джерел знаходження нафти у воді світового океану

- 23 % - скиди з суден у море промивних, баластних та ляльних вод;
- 17 % - скиди нафти та нафтопродуктів у портах чи припортових акваторіях;
- 10 % - промислові відходи та стічні води;

5 % - зливневі стоки;  
6 % - катастрофи суден та бурових у морі;  
1 % - буріння на шельфі;  
10 % знаходження нафти з атмосфери в розчиненому та газоподібному стані;  
28 % - річкові води.

Наведемо приклади найбільш значимих аварій, які привели до значного викиду нафти в океан.

Аварія танкера «Торрей Каньон» біля англійських берегів у 1967 році (рис. 2.2). У воду потрапило більше 119 тис. т. нафти.



Рис. 2.2 Аварія танкера «Торрей Каньон»

В результаті катастрофи величезна нафтова пляма, яка забруднила прибережні води Ла-Маншу. Загинуло близько 50 тис. водоплавних птахів (90% птахів регіону). Ліквідація аварії зайняла 12 днів. Британським урядом були випробувані найрізноманітніші методи боротьби з розливом нафти (хімічні речовини, захисні бони, повітряне бомбардування для підпалу і знищення нафтової плями), які показали низьку ефективність. На той момент це був найзначніший в історії розлив нафти, який і по цей день залишається найбільшим в історії Великобританії.

Аварія танкера «Метула» в Магеллановій протоці 9 серпня 1968 року. У воду потрапило більше 50000 т нафти. Операція по очищенню від нафтового забруднення не проводилася. На берегах Чилі досі видно наслідки катастрофи у вигляді твердих відкладень нафти (рис. 2.3).



Рис. 2.3 Нафтове забруднення берегової поверхні Чилі

У 1968 році була заснована Міжнародна федерація власників танкерів по відвертанню забруднень – International Tanker Owners' Pollution Federation (ІТОПФ), а потім, в 1970 році, найбільші нафтові компанії об'єдналися в Міжнародний морський форум нафтових компаній - Oil Companies International Marine Forum (OCIMF). Її завдання полягало у виданні нормативно-правових документів, які пізніше вийшли під назвою MARPOL 73. У 1978 році у рамках конвенції SOLAS - 74 ухвалив протокол, згідно з яким усі танкери, які знаходилися в процесі будівництва повинні отримати систему інертного газу для зниження небезпеки пожежі і вибуху. Як відмічене в роботі [3]:

За даними статистики, за період з 1962-1972 роки, в результаті аварій, у морське середовище надійшло близько 2 млн т нафти, а за період з 1973 до 1986 року щорічно в аварію попадало в середньому 31 судно, яке перевозило нафту.

В затоці Принца Уільяма (Аляска) 23 березня 1989 року з вини капітана зазнав аварії танкер «Ексон Валдаз», унаслідок чого в океан витекло біля 37 тис. т нафти з майже 200 тис. т, що було на його борту (рис. 2.4). В перші місяці в зонах ураження загинуло біля 3000 каланів, сотні тюленів, десятки китів і біля 300 тис. морських птахів. Постраждали й берегові тварини – бурі ведмеді, олені, норки тощо (було забруднено біля 2000 км берегової смуги) (рис. 2.5). Через декілька років проявилось величезне скорочення популяції оселедця та значне зниження чисельності горбуші.





Рис. 2.4 Витік нафти в морі



Рис. 2.5 Рятувальники намагаються ліквідувати наслідки аварії на суші

03 листопада 2002 року танкер «Prestige» який перевозив 77 тисяч т мазуту під час шторму отримав значне ушкодження корпусу. Витік небезпечного вантажу складав близько тисячі т в добу. 19 листопада судно розкололося і затонуло. Мазут, що вилився, покриття декілька тисяч квадратних кілометрів морської поверхні і більше 1700 кілометрів берегової лінії. Від нафтопродуктів, що розлилися, постраждало понад 40% атлантичного узбережжя Іспанії. Більше ніж 400 берегових ділянок виявилися - в тому або іншому ступені - в зоні лиха. Наслідки екологічної

катастрофи усували близько 300 тисяч добровольців, що прибули з різних країн Європи. Загальний збиток був оцінений в 4 мільярди євро (рис. 2.6).



Рис. 2.6 Наслідки аварії танкера «Prestige»

Прийняті на міжнародному рівні нові, значно жорсткіші вимоги до конструкції танкерів дозволили понизити число аварій і, відповідно кількість нафти, яка потрапляє у води світового океану (рис. 2.7).

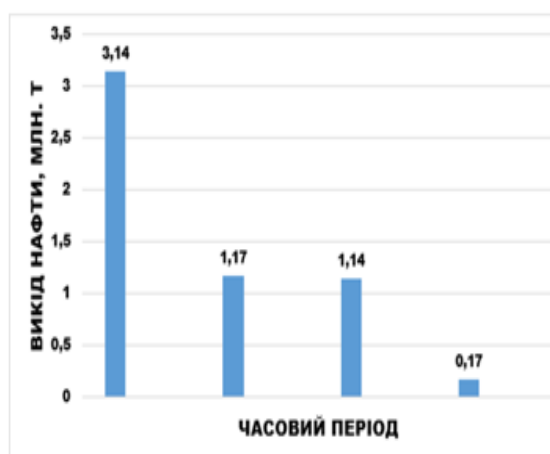
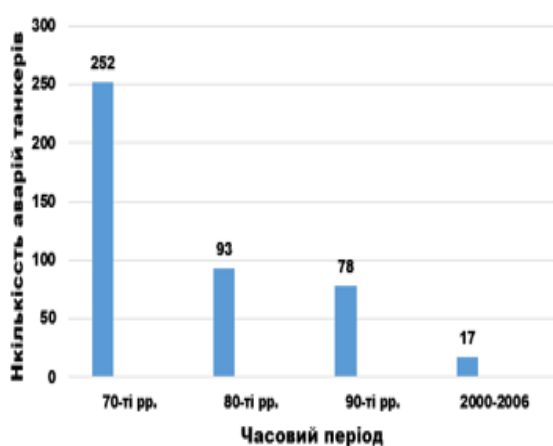


Рис. 2.7 Число аварій танкерів і кількість нафти, яка потрапила у води світового океану

Значну небезпеку представляє загроза виникнення аварійної ситуації на платформах по видобутку нафти, які розміщуються на морській акваторії. На рис. 2.8 представлена гістограма розподілу кількості аварій на морських стаціонарних платформах за видами інцидентів (UKCS, 1990-2007) [4].

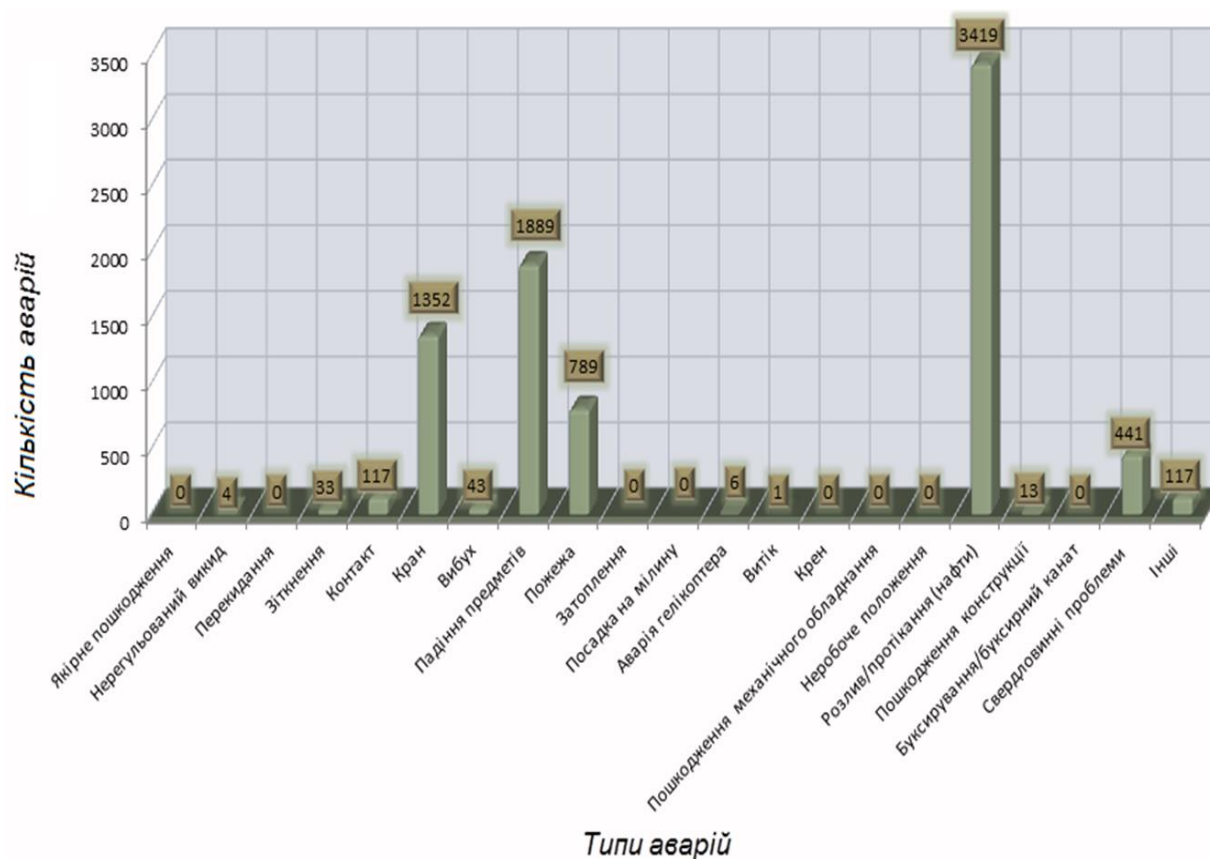


Рис. 2.8 гістограма розподілу кількості аварій на морських стаціонарних платформах за видами інцидентів

Як видно з цього гістограми, пожежі, вибухи і влився нафті не можна віднести до що найчастіше виникають типам аварій, але їх наслідки здатні призводити до загрозливих наслідків. Одній з таких аварій, яку по масштабах порівнювали з катастрофою на Чорнобильській АЕС був вибух нафтової платформи «Deerwater Horizon» («Глибоководний горизонт») 20 квітня 2010 року, який стався за 80 км від узбережжя штату Луїзіана в Мексиканській затоці, що переріс у техногенну катастрофу спочатку локального, а потім і регіонального масштабу з негативними наслідками для екосистеми на десятиліття вперед (рис. 2.9) [4].





Рис. 2.9 Пожежа на напівзануреній буровій платформі «Deepwater Horizon» у Мексиканській затоці

Впродовж двох тижнів після катастрофи в Мексиканську затоку вилилися від 7 до 10 тисяч т нафти, хоча це була не найбільша із зареєстрованих аварій (рис. 2.10) [5].

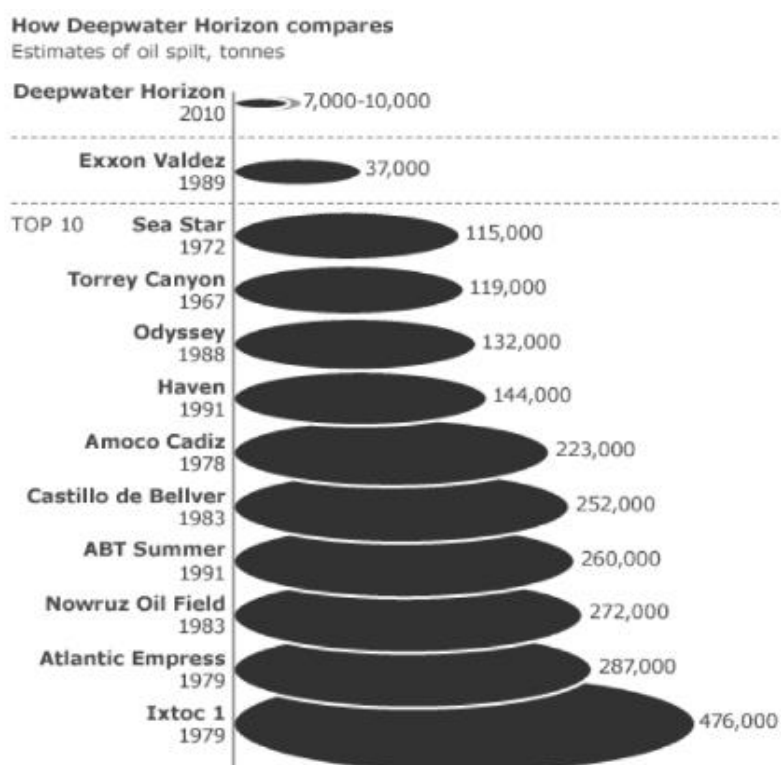


Рис. 2.10 Найбільші розливи нафти з 70-х років ХХ століття до теперішнього часу

Для знищення нафтової плями, площа якої перевищувала площу Люксембурга майже в 4 рази, упродовж 8 років витратили більше мільйона літрів хімічних реактивів. Загинули мільйони риб і морських тварин - збиток склав, щонайменше, 4 млрд. доларів. Зсума витрат на ліквідацію розливу нафти в Мексиканській затоці склала 61,6 млрд. доларів. Проте, ці заходи були не ефективні. Через 4 роки після катастрофи, фахівці з Каліфорнійського університету і Інституту океанографії Woos Hole опублікували результати досліджень. Відповідно до них, нафта не лише не була знищена, але навпроти вона осіла на морському дні на площі більше 3200 квадратних кілометрів [5]. Взагалі, як відмічене в роботі [4]: протягом останніх 40 років, на морських платформах нафтогазових промислів трапилось 60 інцидентів. І хоча, кількість загиблих склала не більше 600 чоловік, що значно поступається числу жертв корабельних аварій, то економічний збиток не піддається обліку.

Стан прісних водойм у світі викликає не меншу тривогу, тим паче, що від них безпосередньо залежить виживання мільярдів людей. За даними доповіді Організації Об'єднаних Націй (ООН) [6] : 2,2 мільярда осіб нині не мають доступу до безпечної питної води, а 4,2 мільярда осіб, або 55% населення світу, не мають доступу до безпечних послуг санітарії. За останнє століття показники споживання води збільшилися в шість разів і продовжують рости приблизно на 1% в рік.

Одночасно посилюються негативні наслідки людської діяльності для значної частини прісних водойм. Біорізноманітність прісноводних видів скоротилася більш ніж на 80% з 1970 року. В 2018 році підприємства всього світу відзвітували про фінансові збитки у розмірі 38,5 млрд, обумовлених дефіцитом або забрудненням водних ресурсів. Неочищені стічні води, стоки з сільгоспугідь, промислове забруднення річок і озер привели до все зростаючому дефіциту прісної води. Наприклад, в Індії очищається не більше 13% вироблюваних стоків, а 75% озер Китаю в тому або іншому ступені забруднені [7].

Процеси деградації водних ресурсів торкнулися і України. Передусім це відбивається на стані прісних водойм які знаходяться на її території. Ще у кінці 90-х рр. в Постанові прийнятою Верховною Радою України була дана дуже негативна оцінка стану водних ресурсів, а саме [8]: Порушення норм якості води досягло рівнів, які ведуть до деградації водних екосистем, зниження продуктивності водойм. Значна частина населення України використовує для своїх життєвих потреб недоброякісну воду, що загрожує здоров'ю нації. Витрати свіжої води в Україні на одиницю виробленої продукції значно перевищують такі показники у розвинутих країнах Європи: Франції - в 2,5 раза, ФРН - в 4,3, Великобританії та Швеції - в 4,2 раза. Забезпечення водою населення України в повному обсязі ускладнюється через незадовільну якість води водних об'єктів. Якість води

більшості з них за станом хімічного і бактеріального забруднення класифікується як забруднена і брудна (IV-V клас якості). Для екосистем більшості водних об'єктів України властиві елементи екологічного та метаболічного регресу. До основних забруднюючих речовин належать нафтопродукти, феноли, азот амонійний та нітритний, важкі метали тощо.

Для переважної більшості підприємств промисловості та комунального господарства скид забруднюючих речовин істотно перевищує встановлений рівень гранично допустимого скиду. Це призводить до забруднення водних об'єктів, порушення норм якості води.

Основними причинами забруднення поверхневих вод України є:

- скид неочищених та не досить очищених комунально-побутових і промислових стічних вод безпосередньо у водні об'єкти та через систему міської каналізації;

- надходження до водних об'єктів забруднюючих речовин у процесі поверхневого стоку води з забудованих територій та сільгоспугідь; ерозія ґрунтів на водозабірній площі.

На жаль, за 20 років, які минули після прийняття цієї постанови, якість води не покращала. У роботі [9] наводяться наступні дані: Значна частина водних об'єктів України характеризується високим ступенем забруднення і низькою якістю води. Скид забруднюючих речовин підприємств промисловості та комунального господарства, а також стоки з сільськогосподарських територій і територій, зайнятих сміттєзвалищами мають значний негативний вплив на водні об'єкти. Частка забруднених у загальній кількості скинутих вод у водні об'єкти в середньому по Україні досягає 20,3 %. Ці показники характерні для режиму повсякденної діяльності і можуть значно зрости у разі виникнення аварійної ситуації з викидом небезпечних хімічних речовин у водойму. За даними ДСНС України, які наведені в роботі [10]: «...особливу небезпеку для населення та навколишнього природного середовища становлять аміакопроводи, хімічне виробництво, відстійники, сховища небезпечних речовин тощо. Більшість підприємств усіх галузей промисловості працює на технічно застарілому обладнанні, споживаючи велику кількість природних ресурсів, у тому числі мінеральної сировини. Виробництво супроводжується утворенням великої кількості відходів і побічних продуктів, які не утилізуються, складуються у відвалах та хвостосховищах. Серйозну загрозу для життя і здоров'я людей та довкілля становлять непридатні до використання хімічні засоби захисту рослин (далі — ХЗЗР) (пестициди, отрутохімікати тощо), яких у державі накопичено близько 7,8 тис. т. Більше третини складів зберігання ХЗЗР знаходяться у незадовільному стані та не відповідають санітарно-екологічним нормам. Найбільше таких складів зосереджено у Донецькій, Вінницькій та Одеській областях.

Як приклад попадання небезпечних хімічних речовин у водойму можна привести дорожньо-транспортну подію в селі Збаржівка Вінницькій області, в результаті якої сталося скидання декількох сотень літрів/кілограмів засобів захисту рослин у басейн притоки Дніпра - річки Рось (рис. 2.11).



Рис. 2.11 ДТП с викидом небезпечних хімічних речовин в річку Рось

Ця річка протікає через 5 областей України, площа її басейну - 12,6 тис. квадратних кілометрів, екологічний стан річки безпосередньо впливає як мінімум на 500 тис. чоловік, а саме надзвичайна подія сталася в декількох кілометрах від межі Київської області. На щастя, як показали результати досліджень, які були оперативно проведені фахівцями Українського гідрометеорологічного інституту і Інституту колоїдної хімії і хімії води НАН України, отрутохімікати, що потрапили у воду, мали короткий період розпаду (не більше трьох діб). Таким чином в результаті цього інциденту не було потерпілих серед людей, а також це не відбилося на тваринах і птахів тих, що населяють цю місцевість. Відомий і ще один факт недбалого відношення до небезпечних хімічних речовин. У місті Суми після ліквідації одного з підприємств залишився склад, на якому знаходилися більше 22 т пестицидів. Упродовж 18 років ця "бомба уповільненої дії" знаходилася в небезпечній близькості від водосховища "Сумське море" і житлових кварталів з населенням 270 000 чоловік. І лише дивом не стався масовий викид небезпечних хімічних речовин у водойму, що могло викликати виникнення надзвичайної ситуації як мінімум, регіонального рівня.

Україна має досвід ліквідації надзвичайної ситуації, яка була безпосередньо пов'язана з масовим викидом у водойми неочищених вод і

яка мала можливість перевищити міжрегіональний рівень і отримати статус транснаціональною і дістала неофіційну назву «Харківський Чорнобиль».

Цій події була присвячена спеціальна Постанова Кабінету Міністрів України від 22 січня 1996 р. № 108 «Про причини аварії на головній насосній станції Диканівських очисних споруд м. Харкова, ліквідацію її наслідків і заходи щодо забезпечення безаварійної роботи підприємств водопровідно-каналізаційного господарства» [12] в якому констатували наступне:

«За висновками Урядової та міжвідомчої експертної комісії і актом службового розслідування, складеним Харківською обласною державною адміністрацією, ця аварія виникла внаслідок збігу ряду негативних чинників, передусім через інтенсивну зливу, що спричинила переповнення каналізаційних колекторів міста стічними і зливовими водами, та грубе порушення будівельних норм і правил, інших нормативно-технічних вимог під час проектування, будівництва та експлуатації об'єкта, допущене з вини його безпосереднього керівництва, та невжиття відповідних заходів управлінням житлово-комунального господарства м. Харкова. Це призвело до порушення режиму водозабезпечення і, по суті, всієї життєдіяльності великого міста. Було зупинено значну кількість промислових підприємств, припинено функціонування оздоровчих закладів. У ріки Харків, Уди, Лопань і Сіверський Донець скинуто велику кількість неочищених стічних вод, що могло спричинити різке погіршення санітарно-епідемічної обстановки у Харківській, Донецькій і Луганській областях України та Ростовській області Російської Федерації». Враховуючи вищесказане, прогнозування обстановки у разі попадання НХР у відкриті водойми і рішення відповідних завдань вимагає наявності відповідної Методики.

## **2.1 Основні поняття про Методику прогнозування оцінки забруднення відкритих водних джерел НХР в надзвичайних ситуаціях**

На жаль, в доступних для нас джерелах інформації ми не змогли знайти офіційно затверджену методику. Тому для учбових цілей ми запозичували методику в роботі [13] і провели адаптацію її положень відповідно до вимог НПА України.

Методика прогнозування оцінки забруднення відкритих водойм хімічно небезпечними речовинами (ХНР) в надзвичайних ситуаціях (далі - Методика) призначена для здійснення оперативних розрахунків з визначення основних характеристик забруднення водотоків та водойм під час аварійних скидань у них ХНР.

До уваги беруться тільки ті аварійні скидання, які можуть призвести до високого (10 гранично допустимих концентрацій ХНР у воді (ГДК<sub>в</sub>)) та



екстремально високого (100 ГДК<sub>в</sub>) забруднення водних об'єктів, внаслідок чого у створі водокористування розрахована за прогнозом або зафіксована під безпосереднім спостереженням концентрація хоча б за однією із забруднюючих речовин може виключити та обмежити можливість водокористування.

Методика призначена виключно у навчальних цілях для отримання відповідних знань і навичок у студентів в процесі вивчення навчальних дисциплін "цивільний захист" або "безпека в надзвичайних ситуаціях".

## **Основні поняття, що використовуються у Методиці**

**Небезпечна хімічна речовина (НХР)** - хімічна речовина, безпосередня або опосередкована дія якої на людину може спричинити загибель, гостре або хронічне захворювання людей, завдання шкоди навколишньому середовищу [14].

**Гранично допустима концентрація (ГДК)** - максимальні концентрації, при яких речовини не роблять прямого або опосередкованого впливу на стан здоров'я населення (при дії на організм впродовж усього життя) і не погіршують гігієнічні умови водокористування [15].

**Консервативна речовина; тривка речовина; персистентна речовина** – речовина, хімічний склад якої залишається незмінним під впливом природних процесів чи змінюється надзвичайно повільно, наприклад, речовина, що не піддається біорозкладанню у процесі очищення стічної води [16].

**Неконсервативна речовина** – речовина, концентрація якої у воді зменшується як за рахунок розчинення, так і за рахунок хімічних і гідробіологічних процесів.

**Водний об'єкт** - природний або створений штучно елемент довкілля, в якому зосереджуються води (море, лиман, річка, струмок, озеро, водосховище, ставок, канал, а також водоносний горизонт) [17].

**Водозабір** - споруда або пристрій для забору води з водного об'єкта.

**Водойма** - безстічний або із сповільненим стоком поверхневий водний об'єкт.

**Водотік** – водний об'єкт, для якого характерним є переміщення води по заглибині у земній поверхні у напрямі його нахилу [16].

**Джерело питного водопостачання** – водний об'єкт, воду якого використовують для питного водопостачання оброблення або без нього.

**Створ повного змішування** – найближчий за течією до джерела, що впливає на якість води, поперечний переріз водотоку, в якому встановлюється практично рівномірний розподіл концентрацій речовин, розчинених у воді.

**Створ контрольний** – переріз потоку, в якому контролюють якість води.

**Створ фоновий** – найближчий до джерела переріз потоку, в якому не проявляється вплив цього джерела.

**Коефіцієнт повздожньої дисперсії** - величина, яка чисельно характеризує розповсюдження домішок у водотоці, обумовлене нерівномірністю усереднених швидкостей.

**Коефіцієнт швидкості самоочищення** – показник, який характеризує час, необхідний для зменшення концентрації речовини до певного рівня за рахунок хімічних, гідробіологічних та інших подібних процесів, що відбуваються у водних об'єктах.

**Коефіцієнт шорсткості русла** – величина, яка чисельно характеризує опір, що чинить русло потоку, що тече у ньому.

**Коефіцієнт шорсткості льоду** – величина, яка чисельно характеризує опір, який чинить нижня поверхня льоду потоку.

**Льодостав** – фаза льодового режиму, яка характеризується наявністю льодового покриву [16].

## 2.3 Алгоритм застосування Методики

Розглянемо можливість застосування розглянутої методики для здійснення прогностичних оцінок забруднення річок у разі аварійного скидання в них НХР.

Дана оцінка включає:

- а) підготовку вихідних даних;
- б) визначення основних характеристик забруднення: часу підходу зони забруднення з максимальною концентрацією НХР до заданого створу; максимального значення концентрації НХР у зоні забруднення річки; тривалості проходження високих (екстремально високих) концентрацій НХР у заданому створі річки.

### 2.3.1 Підготовка вихідних даних.

Записуємо вихідні дані, задані у табличному вигляді а саме:

Назва НХР	$X_{скид}$	$Y_{скид}$	$X_{ств}$	$Y_{ств}$	$H, м$	$W, м^3$	$t_0, год$	$L, км$	$C_a, мг/л$	$T_0, ^\circ C$	Пора року	X-ка русла

1. Координати місця скидання НХР  $X_{скид}$ ,  $Y_{скид}$ .
2. Координати створу водозабору  $X_{ств}$ ,  $Y_{ств}$ .
3. Назву НХР.

4. Об'єм аварійного скидання  $W$ , м<sup>3</sup>.
5. Час аварійного скидання  $t_0$ , год.
6. Концентрацію АХНР в аварійному скиданні  $C_a$ , мг/л. .
7. Температуру води (тільки для неконсервативних речовин)  $T_v$ , °С.
8. Пору року.
9. Характеристику русла.
10. Середню глибину ділянки річки  $H$ , м.

Наносимо на карту дані про аварійне скидання (порядок нанесення у прикладі на рис. 2.1).

Додатково визначаємо:

11. Довжину ділянки річки  $L$ , км (по карті або згідно з варіантом за табл. Д.9).
12. Середню ширину ділянки річки  $B$ , м ( по карті).  
Якщо аварійне скидання відбулося до річки Сиверка то  $B=8$  м.  
Якщо аварійне скидання відбулося до річки Висима , то  $B=18$  м.
13. Середню швидкість течії річки на заданій ділянці  $v$ , м/с (по карті).  
Для річок Сиверка і Висима  $v = 0,2$  м/с.
14. Коефіцієнт шорсткості для відкритого русла  $n_{ш}$  (табл. Д.1), а при наявності льоду (зима або початок весни) – ще і коефіцієнт шорсткості нижньої поверхні льоду  $n_{л}$  (табл. Д.2).
15. Коефіцієнт повздовжньої дисперсії (приведений)  $D_{п}$ , м (для літа визначається за табл. Д.3, для зими та початку весни (березень) - за табл. Д.4).
16. Коефіцієнт самоочищення НХР ( $K$ , 1/доба, табл.Д.5 або дорівнює 0 в разі відсутності НХР у табл. Д.5).
17. Гранично допустиму концентрацію АХНР у воді  $ГДК_v$ , мг/л (табл. Д.6).
18. Коефіцієнт, який враховує випаровування АХНР у початковий період змішування з водою  $Y$  (табл. Д.8 або дорівнює 1 в разі відсутності НХР у табл. Д.8).

### 2.3.2 Визначення основних характеристик забруднення.

1. Розраховуємо час добігання річкової води від місця аварії до заданого створу річки:

$$t_0 = L/(3,6 \cdot v), \text{ год.} \quad (2.1)$$

2. Розраховуємо час підходу зони забруднення з максимальною концентрацією НХР до заданого створу річки:

$$t_{max} = t_0 + t_0/2, \text{ год.} \quad (2.2)$$

3. Визначаємо витрату НХР, що потрапляє до річки:

$$q = W \cdot (Y/3600) \cdot t_o, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.3)$$

4. Визначаємо витрату води у річці вище місця скидання НХР:

$$Q = v \cdot B \cdot H, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (2.4)$$

5. Визначаємо коефіцієнт  $j$ , який враховує змішування НХР у масі водного потоку (табл. Д.7).

6. Визначаємо коефіцієнт, який враховує поперечну дисперсію НХР в річці:

$$J = q / (j \cdot Q + q). \quad (2.5)$$

7. Визначаємо коефіцієнт повздовжньої дисперсії (фактичний):

$$D = D_n \cdot v, \text{ м}^2/\text{с}. \quad (2.6)$$

8. Визначаємо параметр  $Z$ :

$$Z = D \cdot (t_{max} / 6) \cdot v \cdot t_o. \quad (2.7)$$

9. Визначаємо коефіцієнт, який враховує повздовжню дисперсію НХР в річці:

$$S = 3,1415 / (1 + Z), \text{ якщо } Z > 3 \text{ і } t_{max} > t_o; \\ S = 1, \text{ якщо } Z < 3 \text{ або } t_{max} < t_o. \quad (2.8)$$

10. Визначаємо коефіцієнт, який враховує неконсервативність НХР:

$$e = \exp(-(K \cdot t_o / 24)). \quad (2.9)$$

11. Визначаємо орієнтовну максимальну концентрацію НХР в заданому створі річки:

$$C_{max} = C_a \cdot J \cdot S \cdot e, \text{ мг/л}. \quad (2.10)$$

12. Визначаємо значення високих і екстремально високих концентрацій НХР:

$$C_{вк} = 10 \cdot ГДК_v, \text{ мг/л}; \\ C_{евк} = 100 \cdot ГДК_v, \text{ мг/л}. \quad (2.11)$$

13. Визначаємо тривалість проходження високих або екстремально високих концентрацій НХР в заданому створі річки:

$$\begin{aligned} T_{нк} &= t_0 \cdot (1+Z)(1-C_{евк}/C_{max}), \text{ год (якщо } C_{евк} < C_{max} \text{);} \\ T_{нк} &= t_0 \cdot (1+Z)(1-C_{евк}/C_{max}), \text{ год (якщо } C_{евк} < C_{max} < C_{евк}). \end{aligned} \quad (2.12)$$

Якщо  $C_{max} < C_{евк}$ , то можна стверджувати, що дане аварійне скидання не призводить до високого або екстремально високого забруднення річки.

14. Визначаємо момент проходження фронту зони високого (екстремально високого) забруднення скрізь заданий створ:

$$t_{\phi} = t_{max} - T_{нк}/2, \text{ год.} \quad (2.13)$$

15. Визначаємо момент проходження хвостової частини зони високого (екстремально високого) забруднення скрізь заданий створ:

$$t_x = t_{max} + T_{нк}/2, \text{ год.} \quad (2.14)$$

## 2.4 Приклад оцінки забруднення відкритих водних джерел небезпечними хімічними речовинами в надзвичайних ситуаціях

Задано: у місці з координатами  $X_{скид}$ ,  $Y_{скид}$  відбувся вилив до річки НХР об'ємом  $W$  з концентрацією  $C_a$  і тривав протягом часу  $t_0$ .

Необхідно: Підготувати вихідні дані та визначити основні характеристики забруднення.

Приклад застосування Методики покажемо для наступного варіанту

Назва НХР	$X_{скид}$	$Y_{скид}$	$X_{ств}$	$Y_{ств}$	$H, м$	$W, м^3$	$t_0, год$	$L, км$	$C_a, мг/л$	$T_0, ^\circ C$	Пора року	Х-ка русла
Бензин	5049600	1266000	5050800	1258000	1,3	92	1,2	9,8	700	5	весна	ВЧР

**ВЧР** –річки з відносно чистими руслами. **весна** –80-й-110-й день після льодоставу.

### 2.4.1 Підготовка вихідних даних

Записуємо вихідні дані, задані у таблиці вихідних даних, а саме:

1. Координати місця скидання НХР  $X_{скид} = 5049600$ ,  $Y_{скид} = 1266000$ .
2. Координати створу водозабору  $X_{ств} = 5050800$ ,  $Y_{ств} = 1258000$ .
3. Назву НХР – бензин.

4. Об'єм аварійного скидання  $W = 92 \text{ м}^3$ .
5. Час аварійного скидання  $t_o = 1,2 \text{ год}$ .
6. Концентрацію НХР в аварійному скиданні  $C_a = 700 \text{ мг/л}$ .
7. Температуру води  $T_e = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
8. Пору року – весна.
9. Характеристику русла – річки з відносно чистими руслами.
10. Середню глибину ділянки річки  $H = 1,3 \text{ м}$ .

Наносимо попередню інформацію про скидання на карту (рис. 2.11), а саме:

- позначаємо у відповідності з заданими координатами місце скидання НХР та місце створу водозабору (жирними точками червоного кольору);

- наносимо умовний знак місця скидання (чорним кольором, сторона квадрату умовного знаку – 1,5 см) та робимо біля нього чорним кольором пояснювальний напис у вигляді дробі (в чисельнику – назва НХР, в знаменнику - об'єм аварійного скидання  $W$  та час аварійного скидання  $t_o$ ); наносимо умовний знак створу водозабору (чорним кольором, сторона квадрату умовного знаку – 1,5 см, сторона рівнобічного трикутника умовного знаку – 1,5 см) та залишаємо біля нього вільним місце для пояснювального напису;

- відстань по річці між позначеними точками жирно наводимо синім кольором.

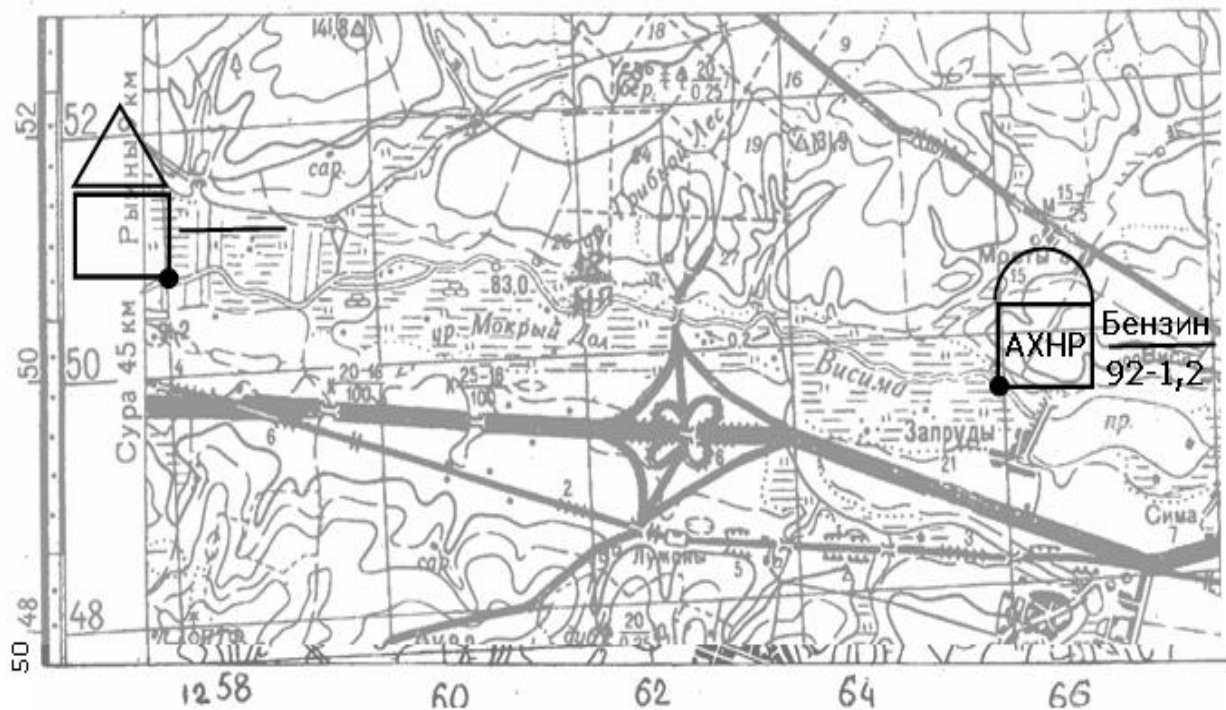


Рис.2.12 - Нанесення попередньої інформації про забруднення на карту

Додатково визначаємо:

11. Довжину ділянки  $L = 9,8$  км.

12. Середню ширину ділянки  $B = 18$  м.

13. Середню швидкість течії річки на заданій ділянці  $v = 0,2$  м/с.

14. Коефіцієнт шорсткості для відкритого русла  $n_{ш} = 0,04$  (табл. Д.1);

Коефіцієнт шорсткості нижньої поверхні льоду  $n_l = 0,025$  (табл. Д.2);

15. Коефіцієнт повздовжньої дисперсії (приведений) (шляхом інтерполяції):

$$D_n = 17,17 + (18,37 - 17,17) / (2 - 1) \cdot (1,3 - 1) = 17,53 \text{ м (табл. Д.4).}$$

16. Коефіцієнт самоочищення НХР  $K = 0,06$  1/доба (табл. Д.5).

17. ГДК<sub>в</sub> НХР  $ГДК_e = 0,1$  мг/л (табл. Д.6).

18. Коефіцієнт, який враховує випаровування НХР у початковий період змішування з водою  $Y = 1$ .

#### 2.4.2 Визначення основних характеристик забруднення

1. Розраховуємо час добігання річкової води від місця аварії до заданого створу:

$$t_0 = 9,8 \text{ км} / (3,6 \cdot 0,2 \text{ м/с}) = 13,6 \text{ год.}$$

2. Розраховуємо час підходу зони забруднення з максимальною концентрацією НХР до заданого створу річки:

$$t_{max} = 13,6 \text{ год} + 1,2 \text{ год} / 2 = 14,2 \text{ год.}$$

3. Визначаємо витрату НХР, що потрапляє до річки:

$$q = 92 \text{ м}^3 \cdot 1 / 3600 \cdot 1,2 \text{ год} = 0,031 \text{ м}^3/\text{с.}$$

4. Визначаємо витрату води у річці вище місця скидання НХР:

$$Q = 0,2 \text{ м/с} \cdot 18 \text{ м} \cdot 1,3 \text{ м} = 4,68 \text{ м}^3/\text{с.}$$

5. Визначаємо коефіцієнт, який враховує змішування НХР у масі водного потоку (табл. Д.7):  $j = 0,8$ .

6. Визначаємо коефіцієнт, який враховує поперечну дисперсію НХР в річці:

$$J = 0,031 \text{ м}^3/\text{с} / (0,8 \cdot 4,68 \text{ м}^3/\text{с} + 0,031 \text{ м}^3/\text{с}) = 0,0081.$$

7. Визначаємо коефіцієнт повздовжньої дисперсії (фактичний):

$$D = 17,53 \text{ м} \cdot 0,2 \text{ м/с} = 3,51 \text{ м}^2/\text{с}.$$

8. Визначаємо параметр  $Z$ :

$$Z = 3,51 \text{ м}^2/\text{с} \cdot (14,2 \text{ год} / 6) \cdot 0,2 \text{ м/с} \cdot 1,2 \text{ год} = 1,99.$$

9. Визначаємо коефіцієнт, який враховує повздовжню дисперсію НХР в річці:

$$S = 1, \text{ оскільки } Z < 3.$$

10. Визначаємо коефіцієнт, який враховує неконсервативність НХР:

$$e = \exp(-(0,06 \text{ 1/доба} \cdot 13,6 \text{ год} / 24)) = 0,97.$$

11. Визначаємо орієнтовну максимальну концентрацію НХР в заданому створі річки:

$$C_{\max} = 700 \text{ мг/л} \cdot 0,0081 \cdot 1 \cdot 0,97 = 5,5 \text{ мг/л}.$$

12. Визначаємо значення високих і екстремально високих концентрацій НХР:

$$C_{\text{вк}} = 10 \cdot 0,1 \text{ мг/л} = 1 \text{ мг/л}; C_{\text{евк}} = 100 \cdot 0,1 \text{ мг/л} = 10 \text{ мг/л}.$$

Оскільки  $C_{\text{вк}} < C_{\max} < C_{\text{евк}}$  ( $1,0 \text{ мг/л} < 5,5 \text{ мг/л} < 10,0 \text{ мг/л}$ ), то далі у розрахунках використовуємо  $C_{\text{вк}}$ .

13. Визначаємо тривалість проходження високих концентрацій НХР у заданому створі річки:

$$T_{\text{нк}} = 1,2 \text{ год} \cdot (1 + 1,99) \cdot (1 - 1 \text{ мг/л} / 5,5 \text{ мг/л}) = 2,9 \text{ год}.$$

14. Визначаємо момент проходження фронту зони високого забруднення скрізь заданий створ:

$$t_{\text{ф}} = 14,2 \text{ год} - 2,9 \text{ год} / 2 = 12,7 \text{ год}.$$



15. Визначаємо момент проходження хвостової частини зони високого забруднення скрізь заданий створ:

$$t_x = 14,2 \text{ год} + 2,9 \text{ год} / 2 = 15,7 \text{ год}.$$

Наносимо інформацію про характеристики забруднення на карту (рис.2.13), а саме: біля умовного знаку створу водозабору у дробі записуємо: в чисельнику:  $C_{max}$  та  $T_{нк}$ , у знаменнику:  $t_f$  та  $t_x$ .

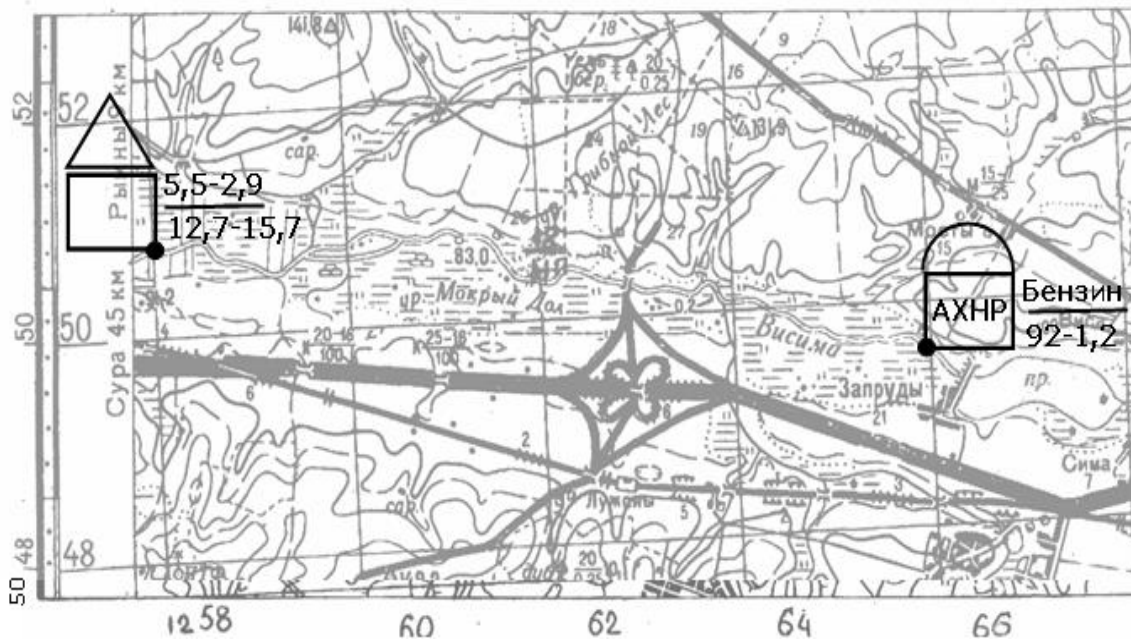


Рис. 2.13 - Нанесення інформації про характеристики забруднення на карту

### 2.4.3 Таблиці для проведення розрахунків

Таблиця Д.1 - Коефіцієнти шорсткості для відкритих русел водотоків  $n_{ш}$

Характер русла	$n_{ш}$
Річки в надзвичайно сприятливих умовах	0,025
Річки в сприятливих умовах течії	0,030
Річки у відносно сприятливих умовах	0,035
Річки з відносно чистими руслами	0,040

Таблиця Д.2- Коефіцієнти шорсткості для нижньої поверхні льоду  $n_{л}$

Період льодоставу	$n_{л}$
Перші 10 днів після льодоставу (перша-друга декада грудня)	0,150
10-й - 20-й день після льодоставу (остання декада грудня і початок січня)	0,100
20-й - 60-й день після льодоставу (середина січня и перша декада лютого)	0,050
60-й - 80-й день після льодоставу (кінець лютого - початок березня)	0,040
80-й - 110-й день після льодоставу (березень)	0,025

Таблиця Д.3 - Коефіцієнти повздовжньої дисперсії  $D_n$ , м

Глибина, $H$ , м	$D_n$ при коефіцієнті шорсткості $n_{ш}$								
	0,025	0,030	0,035	0,040	0,050	0,067	0,080	0,100	0,133
$\leq 1,0$	2,6	4,3	6,4	9,1	16,3	35,2	56,1	100,8	213,4
2,0	3,6	5,6	8,2	11,2	18,9	37,2	59,8	101,0	215,2
3,0	4,6	7,0	10,0	13,6	22,5	42,0	63,0	105,0	220,6
4,0	5,5	8,4	12,0	16,2	26,8	50,9	74,3	118,3	225,9

Таблиця Д.4 - Коефіцієнти повздовжньої дисперсії  $D_n$ , м (для умов льодоставу)

Глибина $H$ , м	$D_n$ при коефіцієнті шорсткості для нижньої поверхні льоду $n_l$								
	0,010	0,015	0,025	0,030	0,040	0,050	0,100	0,150	
$n_{ш} = 0,025$									
1,0	3,12	4,21	7,70	10,23	17,29	27,59	155,78	499,43	
2,0	3,91	5,15	8,92	11,54	18,49	28,02	126,33	336,66	
$n_{ш} = 0,030$									
1,0	4,79	6,12	10,21	13,10	20,97	32,20	166,77	519,46	
2,0	5,79	7,24	11,51	14,41	21,96	32,12	133,90	347,81	
$n_{ш} = 0,035$									
1,0	7,00	8,59	13,34	16,62	25,38	37,65	179,26	542,04	
2,0	8,19	9,85	14,65	17,84	26,02	36,86	142,39	360,27	
$n_{ш} = 0,040$									
1,0	9,84	11,71	17,17	20,88	30,61	43,99	193,29	567,13	
2,0	11,14	13,03	18,37	21,87	30,71	42,27	151,81	374,00	

Таблиця Д.5 - Орієнтовні значення коефіцієнтів самоочищення води водотоків від деяких НХР  $K$ , 1/доба

НХР	$K$ при температурі води		
	$>15$ °C	10 -15 °C	$<10$ °C
Аміак	2,7	1,8	0,9
Бензин	2,4	0,15	0,06
Нафтопродукти	0,3	0,2	0,02
Феноли	0,6	0,4	0,2
Формальдегід	3,0	2,1	0,6

Таблиця Д.6 - Гранично допустимі концентрації деяких НХР у водотоках та водоймах господарчо-питного водокористування  $ГДК_e$ , мг/л

НХР	$ГДК_e$	НХР	$ГДК_e$
Бензин	0,1	Ртуть (в неорг. сп.)	0,0005
Бензол	0,5	Сірководень	1,0
Гідразингідрат	0,01	Свинець (в неорг. сп.)	0,03
Дихлоретан	0,02	Толуол	0,5
Керосин техн.	0,01	Фенол	0,001
Метанол	3,0	Формальдегід	0,05
Нафта	0,3	Фурфурол	1,0
Оцтова кислота	1,0	Хлорбензол	0,02

Таблиця Д.7 - Орієнтовні значення коефіцієнта  $j$  для водотоків

Відстань від місця аварійного скидання до заданого створу, км		$j$ при витраті води $Q$ , м <sup>3</sup> /с		
		<10	10 - 100	>100
До 20		0,8	0,5	0,2
21	30	1,0	0,7	0,3

Таблиця Д.8 - Орієнтовні значення коефіцієнтів  $Y$ , що враховують випаровування НХР, які киплять, в початковий період їх змішування з водою

НХР	Значення $Y$ при температурі води		
	0 °С	10 °С	20 °С
Аміак	0,77	0,56	0,42
Метиламін	0,10	0,09	0,08
Сірководень	0,25	0,20	0,15
Формальдегід	0,73	0,71	0,68

## Література.

1. Океан и цели в области устойчивого развития в рамках Повестки дня в области устойчивого развития на Период до 2030 года. Технические тезисы первой глобальной комплексной оценки состояния морской среды. ООН. Нью-Йорк, 2017. 48 с.

URL:<https://www.un.org/regularprocess/sites/www.un.org.regularprocess/files/17-05754-r-sdgs-under-2030.pdf>

2. Проблемы и пути снижения антропогенного воздействия на воды мирового океана / З. М. Арабова та ін. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2019. № 3.

URL: [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_39189380\\_11337258.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_39189380_11337258.pdf).

3. Соловйова Ж. Ф., Непейна Г. В. Забруднення Світового океану нафтопродуктами. Наукові праці [Чорноморського державного університету імені Петра Могили комплексу "Києво-Могилянська академія"]. Серія: Екологія. 2011. Вип. 138. т. 150. С. 76-81.

4. Аналіз аварійності та оцінка ступеня ризику небезпек на морських нафтогазових спорудах / О. Ю. Витязь та ін. Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2012. № 3. С. 78-86.

5. Харченко В.С. Ретроспективний аналіз американського опыта боротьби с нефтяними разливами. Путеводитель предпринимателя. 2019. № 41. С. 211-217.

6. Доклад ООН о состоянии водных ресурсов мира 22 марта. UNESCO: веб-сайт. URL: <https://ru.unesco.org/news/vodnye-resursy-neotemlemaya-chast-resheniya-problemy-izmeneniya-klimata> (дата звернення 20.01 2022).

7. Глобальный подход к локальным водным кризисам. Boston Consulting Group: веб-сайт. URL: <https://www.bcg.com/ru-ru/publications/2021/thinking-globally-about-local-water-crises>.

8. Постанова Верховної ради України «Про Основні напрями державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки». Верховна Рада України: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/188/98-%D0%B2%D1%80#Text>

9. Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля». Міжнародний фонд «Відродження»: веб-сайт. URL: <https://www.irf.ua/doslidzhennya-stanu-rozvytku-ekologichnoyi-polityky-ukrayiny-ta-perspektyv-posylennya-uchasti-organizacij-gromadyanskogo-suspilstva-u-rozrobci-ta-vprovadzhenni-polityk/>

10. Аналітичний огляд стану техногенної та природної безпеки в Україні за 2018 рік.

URL: [https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2018/AO\\_2018.pdf](https://www.dsns.gov.ua/files/prognoz/report/2018/AO_2018.pdf)

11. Крупнейшие агроэкологические ЧП и катастрофы в Украине. Latifundist.com: веб-сайт. URL: <https://latifundist.com/spetsproekt/488-krupnejshie-agroekologicheskie-chp-i-katastrofy-v-ukraine> (дата звернення 20.01 2022).

12. Постанова Кабінету Міністрів України від 22 січня 1996 р. № 108 «Про причини аварії на головній насосній станції Диканівських очисних споруд м. Харкова, ліквідацію її наслідків і заходи щодо забезпечення безаварійної роботи підприємств водопровідно-каналізаційного господарства». Верховна Рада України: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/108-96-%D0%BF#Text>

13. Кукин П.П., Колесников Е.Ю., Колесникова Т.М. Экологическая экспертиза и экологический аудит: учебник. Москва: Юрайт, 2018. 453 с.

14. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 29.11.2019 № 1000 «Про затвердження Методики прогнозування наслідків виліву (викиду) небезпечних хімічних речовин під час аварій на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті» Верховна Рада України: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0440-20#Text>

15. Санітарні правила і норми охорони поверхневих вод від забруднення. СанПіН 4630-88. Верховна Рада України: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88#Text>

16. Гідроекологічний словник / Петровська М.А. за ред. І. П. Ковальчука. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 140 с.

17. Водний кодекс України. Верховна Рада України: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/213/95-%D0%B2%D1%80#Text>

## Практичне заняття №3

### ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНИХ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ, ДЕГАЗУЮЧИХ РЕЧОВИН ТА КІЛЬКОСТІ ПРАЦІВНИКІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ АВАРІЙНО- РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ В УМОВАХ ЗАРАЖЕННЯ НХР

*Мета – оволодіти навичками визначення необхідних засобів індивідуального захисту, дегазуючих речовин та кількості працівників для виконання аварійно-рятувальних робіт (АРР) в умовах зараження НХР*

#### План заняття

3.1. Загальні відомості.

3.2 Приклад оцінки необхідних сил і засобів для виконання аварійно-рятувальних робіт (АРР) в умовах зараження НХР

#### 3.1. Загальні відомості.

Приведемо необхідні терміни та визначення понять відповідно до Стандарту МНС України [1]:

##### 3.1.1 Засіб індивідуального захисту (ЗІЗ)

ЗІЗ - спорядження, що призначається для носіння користувачем та його захисту від негативного впливу однією або кількох видів небезпеки зокрема пилу, аерозолів, пари, газів, рідкої фази радіоактивних речовин, небезпечних хімічних, біологічних та бойових отруйних речовин, а також від небезпечного чинника пожежі, продуктів згоряння, теплового та іонізувального випромінювання (рис. 3.1);



Рис. 3.1 Засоби індивідуального захисту різного типу та призначення



Засіб індивідуального захисту органів дихання; ЗІЗОД - Пристрій, що призначений для захисту органів дихання користувача від негативного впливу однією або кількох видів небезпеки зокрема пилу, аерозолів, пари, газів, рідкої фази радіоактивних речовин, небезпечних хімічних, біологічних та бойових отруйних речовин та продуктів згоряння (рис. 3.2).



Рис. 3.2 Засоби індивідуального захисту дихання різного типу та призначення

Фільтрувальний засіб індивідуального захисту органів дихання - Пристрій, який очищує повітря, що вдихається користувачем з навколишнього середовища, від пилу, аерозолів, пари, газів, рідкої фази радіоактивних речовин, небезпечних хімічних та біологічних речовин за допомогою фільтрів (рис. 3.3).



Рис. 3.3 Фільтрувальний засіб індивідуального захисту органів дихання

Ізолювальний засіб індивідуального захисту органів дихання - Пристрій, що ізолює органи дихання користувача від навколишнього середовища і забезпечує його дихальною сумішшю, яка надходить із спеціального резервуара (рис. 3.4).



Рис. 3.4 Киснево ізолюючий протигаз

Засіб індивідуального захисту шкіри - Спеціальне спорядження, одяг, взуття, рукавиці, що забезпечують захист шкіри людини від негативного впливу пилу, аерозолів, пари, газів, рідкої фази радіоактивних речовин, небезпечних хімічних, біологічних та бойових отруйних речовин, а також від небезпечного чинника пожежі, продуктів згоряння, теплового та іонізувального випромінювання (рис. 3.5).





Рис. 3.5 Рятувальники ДСНС в засобах індивідуального захисту шкіри  
Ізолювальний засіб індивідуального захисту шкіри - Спеціальне спорядження, одяг, взуття та рукавиці, що ізолюють шкіру тіла людини від впливу небезпечних речовин (рис.3.6).



Рис. 3.6 Ізолювальний засіб індивідуального захисту шкіри Л-1.

Фільтрувальний засіб індивідуального захисту шкіри - Одяг, взуття та рукавиці виготовлені із спеціальних матеріалів, що забезпечують нейтралізацію і сорбцію небезпечних хімічних речовин і перешкоджають їх проникненню до шкіри людини (рис.3.7).



Рис. 3.7 Фільтрувальний засіб індивідуального захисту шкіри ФЗО-МП-2

Комплект засобів індивідуального захисту - Сукупність засобів індивідуального захисту, що захищають шкіру, органи дихання та очі людини від негативного впливу пилу, аерозолів, пари, газів, рідкої фази радіоактивних речовин, небезпечних хімічних, біологічних та бойових отруйних речовин, а також від небезпечного чинника пожежі, продуктів згоряння, теплового та іонізуючого випромінювання (рис.3.8).



Рис. 3.8 Комплект засобів індивідуального захисту від радіації.

### **3.1.2 Класифікація комплектів засобів індивідуального захисту рятувальників та умови в яких їх необхідно використати [2]:**

Комплект ЗІЗ першої категорії призначений для індивідуального захисту рятувальників під час проведення робіт у зоні з невисокою концентрацією хімічного, радіоактивного забруднення чи біологічного зараження, та індивідуального захисту населення при перебуванні у цій зоні. Комплект ЗІЗ першої категорії рекомендується використовувати для індивідуального захисту рятувальників при виконанні робіт на відстані більше ніж 500 м від джерела небезпеки (рис. 3.9).

До складу комплекту ЗІЗ першої категорії належать:

- фільтрувальний ЗІЗОД згідно з СОУ МНС 75.2-00013528-002 ;
- захисний фільтрувальний костюм;
- гумове та шкіряне спеціальне взуття;

– гумові, шкіряні, брезентові та бавовняні рукавиці.

Комплект ЗІЗ другої категорії призначений для індивідуального захисту рятувальників під час проведення робіт у зоні хімічного, радіоактивного забруднення чи біологічного зараження або у разі забруднення повітря продуктами згоряння. Комплект ЗІЗ другої категорії рекомендується використовувати для індивідуального захисту рятувальників при виконанні робіт на відстані від 50 м до 500 м від джерела небезпеки (3.10). Комплект ЗІЗ другої категорії призначений для рятувальників, які пройшли спеціальну підготовку і атестовані.



Рис. 3.9 Приклад комплекту ЗІЗ першої категорії. Комплект фільтруючого захисного одягу типу ФЗО-МП



Рис. 3.10 Приклад комплекту ЗІЗ другої категорії. Комплект ізолюючого захисного одягу типу Л 1.

До складу комплекту ЗІЗ другої категорії належать:

- фільтрувальний ЗІЗОД згідно з СОУ МНС 75.2-00013528-002 ;
- захисний ізолювальний костюм;
- захисний фільтрувальний костюм;
- гумове та шкіряне спеціальне взуття;
- гумові, шкіряні, брезентові та бавовняні рукавиці.

*Для короткочасного захисту від небезпечних речовин і виходу із зони забруднення у складі комплектів ЗІЗ другої категорії можуть бути передбачені засоби аварійного рятування (саморятувальники) згідно з 6.1.1.43 СОУ 75.2-00013528-002.*

Комплект ЗІЗ третьої категорії призначений для індивідуального захисту рятувальників під час проведення робіт у зоні хімічного, радіоактивного забруднення чи біологічного зараження або у разі:

- забруднення чи зараження повітря;
- безпосереднього контакту з твердою або рідкою радіоактивною речовиною чи небезпечною хімічною, біологічною речовиною;
- впливу низьких або високих температур, відкритого полум'я;
- механічного впливу.

Комплект ЗІЗ третьої категорії рекомендується використовувати для індивідуального захисту рятувальників під час ліквідації аварії безпосередньо на об'єкті або поблизу нього на відстані менше ніж 50 м від джерела небезпеки. Комплект ЗІЗ третьої категорії призначений для рятувальників спеціальних (спеціалізованих) формувань, що пройшли спеціальну підготовку і атестовані (рис. 3.11).



Рис. 3.11 Приклад комплекту ЗІЗ третьої категорії. Термоагресивостійкій костюм хімічного захисту «Треллкем Супер» 162-02

До складу комплекту ЗІЗ третьої категорії належать:

- ізолювальний ЗІЗОД (автономні регенерувальні дихальні апарати зі стисненим киснем або зі стисненим киснем і азотом та (або) апарати дихальні легкої конструкції з лінією стисненого повітря);
- захисний ізолювальний костюм;
- захисний фільтрувальний костюм;
- гумове та шкіряне спеціальне взуття;
- гумові, шкіряні, брезентові та бавовняні рукавиці.

Комплект ЗІЗ третьої категорії використовують з автономною системою життєзабезпечення або без неї.

У комплектах ЗІЗ другої та третьої категорії можна використовувати скомбіновані (фільтрувально-ізолювальні) ЗІЗОД.

### 3.1.3 Експлуатаційні вимоги до комплектів ЗІЗ:

Комплекти ЗІЗ повинні відповідати вимогам, наведеним у таблиці 3.1 [2].

Таблиця 3.1 Вимоги до комплектів ЗІЗ

№	Найменування вимог	Параметри для комплектів ЗІЗ за категоріями		
		1	2	3
1	Тривалість роботи рятувальника (хв), який виконує дозоване фізичне навантаження з енерговитратами 320 Вт за температури 25 °С та режимі: 20 хв. праця, 10 хв. відпочинок	240-360	120	60
2	Час захисної дії комплекту від небезпечної речовини, хв.	240-360	120	60
3	Захист від рідкої фази небезпечної речовини за виключенням затікання до конструктивних елементів комплекту, хв, більше ніж: для рук і ніг; для голови і тіла	- -	7 2	20 20
4	Захист від обливання небезпечною речовиною більше ніж, хв.	-	-	10
5	Захист від відкритого полум'я, с	-	-	10
6	Стійкість до інфрачервоного випромінювання з інтенсивністю 0,33 кал/см <sup>2</sup> •с за температури навколишнього повітря 200 °С, хв.	-	-	10
7	Кратність оброблення матеріалів ЗІЗ знезаражуючим (дегазуючим, дезинфікуючим) розчином, разів, не менше ніж: після впливу рідкої фази небезпечної речовини; після впливу парової (газової) фази небезпечної речовини	- -	- 5	1 5
8	Час переведення комплекту з положення "напоготові" у "бойове" не більше ніж, с	10	300	300
9	Опір диханню у разі навантаження середньої важкості (30 л/хв.), мм вод. ст. – для ізолювальних ЗІЗОД не більше ніж - для фільтрувальних ЗІЗОД не більше ніж	- 20	50 20	50 -
10	Температура повітря, що вдихається, не вище ніж, °С	-	40	40
11	Об'ємний вміст CO <sub>2</sub> у повітрі, що вдихається, не більше ніж, %	1,5	2,0	2,0
12	Маса комплекту ЗІЗ не більше ніж, кг	3	15	25

13	Час технічного обслуговування комплекту ЗІЗ після перебування у ньому не більше ніж, хв.	-	60	60
----	--	---	----	----

Комплекти ЗІЗ не повинні втрачати експлуатаційні властивості за таких кліматичних умов:

- температури повітря від мінус 40 ° С до 40 ° С;
- відносної вологості повітря від 30% до 98%.

Матеріали, із яких виготовляються комплекти ЗІЗ, їх елементи та складові частини повинні бути стійкими до впливу дезактивуючих, дегазуючих, дезінфікуючих, знезаражуючих речовин та вогнегасних речовин. Комплекти ЗІЗ мають бути виготовлені із матеріалів, які не повинні горіти.

Ймовірність безвідмовної роботи комплектів ЗІЗ другої та третьої категорії повинна бути більше ніж 95 % протягом 10 і 50 циклів використання відповідно (20 хв. – робота, 10 хв. – відпочинок).

### **3.1.4 Вимоги до вибору та застосування засобів індивідуального захисту**

Відповідно до вимог які містяться в роботах [1,3], вибір категорії ЗІЗ здійснюється на підставі наступних критеріїв:

- висновків з оцінки обстановки;
- залежно від виду забруднення;
- характеру та часу виконання аварійно-рятувальних робіт.

Якщо склад і концентрація небезпечних хімічних речовин у повітрі невідомі, а також коли паро- чи газоподібна небезпечна речовина не має яскраво виявлених ідентифікаційних властивостей застосовують ізолювальні ЗІЗ.

*Примітка. Ізолювальні ЗІЗ застосовують також для захисту від рідких радіоактивних речовин.*

Фільтрувальні ЗІЗОД застосовують якщо вміст кисню у повітрі більше ніж 17% і відомий склад та концентрація небезпечних речовин.

Ізолювальні ЗІЗОД застосовують:

- у разі високих концентрацій небезпечних хімічних речовин;
- у разі виявлення або ймовірності наявності неідентифікованих хімічних речовин;
- якщо вміст кисню у повітрі менше ніж 17%;
- під час виконання робіт у важкодоступних місцях обмеженого об'єму (цистернах, колодязях, підвалах, трубопроводах тощо).

### **3.1.5 Рекомендації щодо режимів роботи і відпочинку особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України під час виконання робіт в ЗІЗ [1]:**

Режими робіт визначаються з обліком:

- характеру і суміжності робіт;
- типу (марки) ЗІЗ, оцінки часу захисної дії ЗІЗ порівняно з тривалістю робіт, які виконуються;
- віку осіб рядового і начальницького складу і працівників ДСНС;
- загальних закономірностей змін працездатності і функціонального стану людини під час (у стадії адаптації до роботи, стійкої працездатності і зниження працездатності) різних фізичних, нервово-емоційних навантажень і кліматичних умов навколишнього середовища;
- фізіолого-гігієнічних особливостей праці людини в ЗІЗ в екстремальних умовах (наявність НХР в повітрі і на ґрунті, негативний вплив на самопочуття людини під час роботи в ЗІЗ, важкі фізичні навантаження, несприятливі кліматичні умови);
- прогнозу доз опромінювання особового складу, який притягується до ліквідації радіаційної аварії і виконання інших заходів, пов'язаних з можливим опромінюванням.

Режими робіт включають:

- загальну тривалість і інтенсивність робіт в ЗІЗ;
- перерви в роботі (мікро паузи, перерви в процесі роботи для відпочинку);
- відпочинок між змінами.

Гранично допустимий час перебування особового складу у ЗІЗ, що регламентується, для виключення можливого загального перегрівання організму визначається на підставі рекомендацій, які приведені в джерелах інформації [1,4].

### **3.1.6 Основні терміни та визначення.**

Один з основних нормативно-правових документів, які визначають порядок дій в умовах НС, це Кодекс цивільного захисту України [5]. Приведемо визначення і тлумачення деяких термінів, а саме:

Аварія – небезпечна подія техногенного характеру, що спричинила ураження, травмування населення або створює на окремій території чи території суб'єкта господарювання загрозу життю або здоров'ю населення та призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу або спричиняє



наднормативні, аварійні викиди забруднюючих речовин та інший шкідливий вплив на довкілля (рисунок 3.12).



Рис. 3.12 аварія на АЕС FUKUSHIMA

Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи (АРІНР) - роботи, спрямовані на пошук, рятування і захист населення, уникнення руйнувань і матеріальних збитків, локалізацію зони впливу небезпечних чинників, ліквідацію чинників, що унеможливають проведення таких робіт або загрожують життю рятувальників (рис. 3.13);



Рис. 3.13 Проведення рятувальних робіт після руйнівного землетрусу в Гаїті, 2010 рік

Ліквідація наслідків надзвичайної ситуації - проведення комплексу заходів, що включає аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи, які здійснюються у разі виникнення надзвичайної ситуації і спрямовані на припинення дії небезпечних факторів, рятування життя та збереження

здоров'я людей, а також на локалізацію зони надзвичайної ситуації (рис. 3.14);



Рис. 3.14 Застосування роботизованої техніки для ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС, 1986 рік.

Надзвичайна ситуація - обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітотією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності.



а



б



Рис. 3.14 Надзвичайні ситуації: а – хімічне забруднення; б – торнадо; в – підрив (теракт); г – вибух

Осередком ураження - територія, на яку впливають негативні фактори надзвичайної ситуації (стихійного лиха, техногенної аварії та ін.), викликаючи масові ураження людей, пошкодження (руйнування) будівель і споруд, пожежі, зараження місцевості. Осередки ураження бувають прості і складні (комбіновані) [6].

Враховуючи те, що в результаті здійснення АРІНР особовий склад рятувальних підрозділів і спеціальна техніка знаходяться в зоні дії вражаючих чинників що мають фізичне, хімічне або (та) біологічне походження виникає необхідність проведення спеціальної обробки техніки, обладнання, засобів індивідуального захисту та санітарної обробки рятувальників. ДСНС України розроблені рекомендації, на підставі яких слідують проводити вищезгадані заходи [7].

Спеціальна обробка (деконтамінація) – комплекс заходів із знезараження або видалення радіоактивних, небезпечних хімічних речовин та біологічних патогенних агентів із зовнішніх поверхонь засобів індивідуального захисту, взуття, одягу, обладнання, техніки та інших засобів шляхом їх дезактивації, дегазації, дезінфекції а також санітарної обробки людей (рис. 3.15);



Рис. 3.15 Хмельницькі рятувальники підвищили рівень практичних навичок при проведенні деконтамінації

Дегазація – знезараження (нейтралізація) небезпечних хімічних речовин або їх видалення з поверхонь забруднених об'єктів (рис.3.16).





### 3.16 Проведення дегазації забрудненої техніки

Небезпечна хімічна речовина (НХР) – токсична хімічна сполука, здатна спричинити загибель, гостре чи хронічне захворювання або отруєння людей та/чи завдати шкоди довкіллю (рис.3.17).



Рис. 3.17 Фотографія жертв отруєння НХР, Індія, Бхопал, 1984 рік

Поверхнево-активні речовини (ПАР) – хімічні сполуки, здатні знижувати поверхневий натяг рідини на межі поділу рідина – тверда поверхня.

Район спеціальної обробки (PCO) – окрема територія, ділянка місцевості, на якій здійснюються підготовка та проведення повної спеціальної обробки і підготовка до виконання завдань за призначенням.

Спеціальна обробка належить до заходів з ліквідації наслідків радіаційного, хімічного забруднення і проводиться з метою відновлення готовності техніки, транспорту і особового складу до виконання завдань із проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт. Спеціальна обробка проводиться під час ліквідації наслідків радіаційного, хімічного забруднення або після їх завершення.

Спеціальна обробка включає в себе:

- санітарну обробку особового складу та дезактивацію,
- дегазацію техніки, обладнання, одягу, взуття, засобів індивідуального захисту.

Залежно від обставин, наявності часу та існуючих засобів спеціальної обробки вона може виконуватись у повному обсязі або частково і відповідно поділяється на повну та часткову.

Дегазацію проводять з метою знезараження небезпечних хімічних речовин або їх видалення з поверхонь забруднених об'єктів. Дегазація може проводитись хімічним, фізико-хімічним і фізичним способами.

Хімічний спосіб базується на взаємодії хімічних речовин з небезпечними хімічними речовинами, внаслідок чого створюються нетоксичні речовини. Зважаючи на хімічну природу дегазуючих речовин і здатність їх взаємодіяти з небезпечними хімічними речовинами, всі дегазуючі речовини поділяють на дві групи:

- окислювальної і хлоруючої дії;
- лужного (основного) характеру, (гідролітичної дії).

Цей спосіб дегазації здійснюється протиранням забрудненої поверхні дегазаційними розчинами або обробкою водними кашками (гіпохлорит кальцію, хлорне вапно).

Фізико-хімічний спосіб дегазації заснований на змиванні НХР із забрудненої поверхні за допомогою мийних речовин або органічних розчинників. Для цього використовуються пральні порошки або інші мийні засоби у вигляді водного розчину (влітку) або розчину в аміачній воді (взимку) та бензин, гас, дизельне пальне, дихлоретан, спирт як органічні розчинники. Під час такого способу дегазації НХР не знешкоджуються, а розчиняються і видаляються із забрудненої поверхні разом з розчинником.

Фізичний спосіб дегазації заснований на випаровуванні НХР із забрудненої поверхні та частковому розкладанню таких речовин під дією високотемпературного газового потоку. Цей спосіб дегазації проводиться за допомогою теплових машин.



Рис. 3.18 Приклад проведення дегазації з використанням фізико-хімічного способу

### **3.2 Приклад оцінки необхідних сил і засобів для виконання аварійно-рятувальних робіт (АРР) в умовах зараження НХР**

Найпоширеніший варіант аварії такого типу – вибух твердої вибухової речовини на промисловоу об'єкті.

#### **3.2.1. Завдання.**

Керівнику робіт необхідно організувати АРР в умовах зараження НХР в трьох зонах місцевості – А, Б, В.

Для цього слід виконати наступні завдання, а саме визначити для кожної зони:

- засоби індивідуального захисту;
- дегазуючу речовину;
- відсоток зниження продуктивності праці  $K_{zn}$ , %;
- уточнені працевитрати  $T_{уточн}$ , люд.год;
- кількість рятувальників  $N_{рят}$ , чол.

Для виконання завдання необхідно сформувати таблицю початкових даних об'єкту (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Форма таблиці для запису початкових даних

Назва параметра, його позначення та розмірність		Значення параметра
Зона А	Назва НХР, якою заражена місцевість	
	Працевитрати на виконання АРР $T_A$ , люд.год	
	Тривалість зміни $t_A$ , год	
Зона Б	Назва НХР, якою заражена місцевість	
	Працевитрати на виконання АРР $T_B$ , люд.год	
	Тривалість зміни $t_B$ , год	
Зона В	Назва НХР, якою заражена місцевість	
	Працевитрати на виконання АРР $T_C$ , люд.год	
	Тривалість зміни $t_C$ , год	

### 3.2.2. Алгоритм виконання завдання.

1. Визначають для зони А:

1.1 Необхідні ЗІЗ за таблицею 3.2

1.2 Дегазуючу речовину за таблицею 3.3.

1.3 Відсоток зниження продуктивності праці  $K_{zn(A)}$ , % за таблицею 3.5.

1.4 Уточнені працевитрати:

$$T_{уточн(A)} = T_A + T_A \cdot K_{zn(A)} / 100, \text{ люд.год} \quad (3.1)$$

1.5 Кількість рятувальників:

$$N_{рят(A)} = T_{уточн(A)} / t_A, \text{ чол.} \quad (3.2)$$

2. Визначають для зони Б:

2.1 Необхідні ЗІЗ за таблицею 3.2.

2.2 Дегазуючу речовину за таблицею 3.3.

2.3 Відсоток зниження продуктивності праці  $K_{zn(B)}$ , % за таблицею 3.4.

2.4 Уточнені працевитрати:

$$T_{уточн(B)} = T_B + T_B \cdot K_{zn(B)} / 100, \text{ люд.год} \quad (3.3)$$

2.5 Кількість рятувальників:

$$N_{рят(B)} = T_{уточн(B)} / t_B, \text{ чол.} \quad (3.4)$$

3. Визначають для зони В:

3.1 Необхідні ЗІЗ за таблицею 3.2.

3.2 Дегазуючу речовину за таблицею 3.3.



3.3 Відсоток зниження продуктивності праці  $K_{zn(B)}$ , % за таблицею 3.4.

3.4 Уточнені працевитрати:

$$T_{\text{уточн}(B)} = T_B + T_B \cdot K_{zn(B)} / 100, \text{ люд.год} \quad (3.5)$$

3.5 Кількість рятувальників:

$$N_{\text{рят}(B)} = T_{\text{уточн}(B)} / t_B, \text{ чол.} \quad (3.6)$$

**Увага!** Під час проведення розрахунків за формулами 3.1-4.6 всі кінцеві значення потрібно округляти до найбільшого цілого числа.

### 3.2.3 Довідкові таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 3.3 – Марки протигазів

НХР	Марки протигазів
Аміак	Ц, КД, М, СО, ДП-2 з ФПК протигазів ЦП-5,7
Синильна кислота	А, В, Г, Е, КД, БКФ, М, СО, ЦП-5,7
Сірковуглець	В, Г, КД, БКФ, М, СО, ЦП-5,7
Хлор	В, Г, КД, БКФ, М, СО, ЦП-5,7
Сірчистий ангідрид	В, БКФ, ЦП-5,7

Таблиця 3.4 – Дегазуючі речовини

НХР	Дегазуючі розчини
Аміак	Вода
Синильна кислота	Луги, аміачна вода
Сірковуглець	Сірчистий натрій або калій
Хлор	Гашене вапно
Сірчистий ангідрид	Гашене вапно, аміачна вода.

Таблиця 3.5– Зниження продуктивності праці, % в засобах захисту

Тривалість зміни, години	Зниження продуктивності праці, % в засобах захисту	
	Протигаз	Протигаз і захисний костюм
1	5	10
2	10	20
3	15	30
4	20	40
5	25	45
6	30	50

## Література.

1. СОУ МНС 75.2-00013528-006:2011. «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Режими діяльності рятувальників, що використовують засоби індивідуального захисту під час ліквідування наслідків аварій на хімічно та радіаційно небезпечних об'єктах. Загальні вимоги». [Чинний від 30.12.2011]. Київ, 2001. 21 с. (Інформація та документація).

2. СОУ МНС 75.2-00013528-005:2011. «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Комплекти засобів індивідуального захисту рятувальників. Класифікація й загальні вимоги». [Чинний від 30.12.2011]. Київ, 2001. 15 с. (Інформація та документація).

3. Наказ МНС України від 22.09.2011 № 1017 «Про затвердження Рекомендацій щодо організації гасіння пожеж підрозділами МНС на промислових об'єктах підвищеної небезпеки з наявністю небезпечних хімічних речовин» *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1017735-11#Text>.

4. Наказ МНС України від 07.08.2009 № 55 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо режимів робіт особового складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту у засобах індивідуального захисту у зонах хімічного радіоактивного забруднення» *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0551666-09#Text> (.).

5. Кодекс цивільного захисту України. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text> (дата звернення 22.01 2022).

6. Лисиченко М.Л., Вамболь В.В, Вамболь С.О., Кірієнко М.М., Черепньов І.А., Власовець В.М. Безпека в надзвичайних ситуаціях: навч. посібник у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації. Харків: ТОВ «ПромАрт», 2021. 202 с.

7. Методичні рекомендації щодо проведення спеціальної обробки техніки, обладнання, засобів індивідуального захисту та санітарної обробки рятувальників. *Спеціальний центр швидкого реагування ДСНС України*: вебсайт. URL: <https://2scshr.dsns.gov.ua/ua/Metodichni-rekomendaciyi-ta-literatura/340.html> .

8. Коваль М.І., Усик С. Л. Сучасні засоби індивідуального захисту: методичний посібник. Луцьк, 2020. 53 с. URL: <https://vl.nmc.dsns.gov.ua/ua/POSIBNIKI.html>

## Практичне заняття №4

### МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ НЕОБХІДНОЇ КІЛЬКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ТА ПЛАВЗАСОБІВ ДЛЯ ЕВАКУАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ З ЗОНИ ЗАТОПЛЕННЯ

*Мета: оволодіти навичками розрахунку необхідної кількості транспортних та плавзасобів для евакуації населення з зони затоплення*

#### План заняття

4.1. Загальні відомості.

4.2 Приклад розрахунку необхідної кількості транспортних та плавзасобів для евакуації населення з зони затоплення

#### 4.1 Загальні відомості

##### 4.1.1 Основні терміни та поняття

Приведемо необхідні терміни та визначення понять відповідно до нормативно-правових документів або довідкової літератури.

**Підтоплення** – комплексний процес, при якому відбувається підвищення рівня підземних вод внаслідок порушення водного режиму і балансу територій, який досягає критичних значень і потребує застосування захисних заходів.

**Повінь** – щорічно повторювана фаза водного режиму, яка характеризується найбільшою кількістю води в річці та максимальними рівнями, що часто стає стихійним лихом [1].

У базі даних Верховної Ради «Термінологія законодавства» на пошуковий запит: "повінь" дається єдине посилання на Постанову КМУ [2], яке втратило свою силу. Але ми визнали можливим скористатися термінологією, яка в ній приведена, а саме:

- **затоплення** - тимчасове покриття території водою під час повені чи паводка;

- **зона можливого затоплення** - територія, яка затоплюється або може затоплюватися під час повені чи паводка певної повторюваності;

- **зона ризику** - територія, на якій господарська діяльність пов'язана з можливою небезпекою затоплення та спричинення ним негативних наслідків;

- **паводок** - фаза водного режиму річки, яка характеризується відносно короткочасним підняттям рівня і збільшенням витрат води переважно під час зливових дощів та інтенсивного танення снігу внаслідок відлиг і може спостерігатися у різні сезони;

- **повінь (водопілля)** — фаза водного режиму річки, яка характеризується найбільшою водністю і значним відносно тривалим

підняттям рівня води внаслідок весняного танення снігу (весняна повінь) і спостерігається щороку в один і той же сезон.

В наказі МВС [3] використовується наступний термін:

- «затоплення» означає тимчасове покриття території водою під час повені чи паводка, а також затоплення, спричинені гірськими потоками, морськими згінно-нагінними явищами, за винятком затоплення зворотними водами.

Як відомо, проблема повеней і їх негативні наслідки актуальна у світовому масштабі. Існує Директива Європейського Парламенту і Ради Європейського Союзу «Про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повенями» [4] в котрій закріплені наступні положення:

1) Повені можуть спричинити людські жертви, переселення населення, завдати шкоди довкіллю, серйозно пошкодити економічному розвитку і підірвати економічну діяльність Співтовариства;

2) Повені відносяться до природних явищ, яких неможливо уникнути. Проте, певна людська діяльність (наприклад, зростання кількості поселень і господарських активів в заплавах, так само як і скорочення природних перешкод, стримуючих воду, у зв'язку з використанням земель) і кліматичні зміни сприяють збільшенню вірогідності повеней і посилюванню їх негативних наслідків.

3) Можливо і необхідно понизити ризики несприятливих наслідків повеней, особливо відносно життя і здоров'я людей, довкілля, культурної спадщини, економічної діяльності і інфраструктур. Проте, щоб заходи по зниженню ризиків були настільки ефективними, наскільки це можливо, потрібна координація цих заходів у рамках усього річкового басейну.

У світовому масштабі, повені відносяться до найбільш поширених явищ і разом з тропічними штормами ділять перше місце в списку природних катаклізмів (рис.4.1) [5].

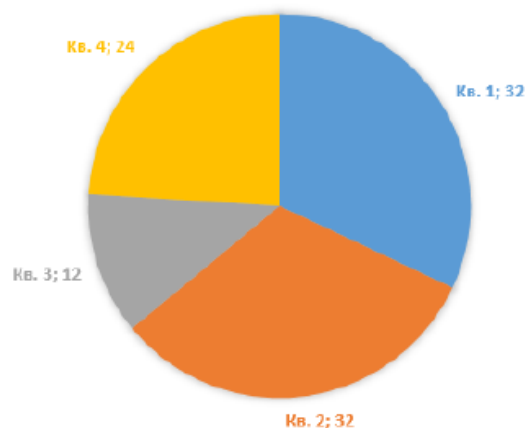


Рис. 4.1 Розподіл небезпечних природних явищ в %.

Кв. 1 – повені, 32%; кв. 2- тропічні шторми, 32%; кв.4 – землетруси, 12%;  
кв.4 - інші небезпечні природні, 24% .

Як показав сумний досвід літа 2021 року, масштабні повені, які були викликані найсильнішими зливами, завдали величезного матеріального збитку низці країн Західної Європи і стали причиною загибелі сотень людей (рис.4.2)



Рис. 4.2. Масові руйнування будинків у ФРН в результаті повені, літо 2021 р

Однією з причин таких трагічних наслідків стала неготовність служб цивільного захисту ФРН і низки інших країн, до своєчасної масової евакуації населення з району затоплення [6].

Загроза повеней також актуальна і для України. Зокрема, в червні 2021 року у Чернівецькій області через сильні дощі, що пройшли 20 червня, підійнявся рівень води у річках регіону. Паводком підтопило 17 населених пунктів (рис. 4.3).



Рис. 4.3 На Буковині через дощі підтоплені 14 населених пунктів

Закарпаття не єдине місце в Україні, де є велика небезпека виникнення повені.

Зони можливих повеней:

- на півночі: басейни Прип'яті, Десни та їх притоків;
- на заході: басейни верхнього Дністра, Тиси, Прута, Західного Бугу та їх притоків;
- на сході: басейни Сіверського Донця з притоками, річок Псьол, Ворскла, Сула та інших притоків Дніпра;
- на півдні та південному заході: басейни притоків нижнього Дунаю, Південного Бугу та її притоків.

Найбільш ефективним способом захисту населення є своєчасна евакуація людей з небезпечної зони. Використання цього способу захисту має мінімальні наслідки для життя і здоров'я людей, пов'язані в основному з їх психічним перенапруженням. Як відмічене в «Концепції захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій» [8]:

- В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, які мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його у позаміській зоні;

- Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення в районах виникнення стихійного лиха, великих аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та заповодіяння шкоди здоров'ю людини).

Залежно від місця розташування населеного пункту, часу до початку його затоплення, стану транспортних комунікацій і інших чинників евакуація може проводитися негайно після отримання сигналу про можливе затоплення даної території або лише при безпосередній загрозі затоплення, пішим порядком або з використанням транспортних чи плавзасобів.

«Евакуація - організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення» [9].

#### **4.1.2. Види спеціальної техніки для проведення евакуації**

Для проведення евакуації з районів затоплення передусім необхідно використовувати спеціальну техніку, яка перебуває на озброєнні рятувальних підрозділи ДСНС України. Їх перелік представлений в «Положення про визначення та застосування спеціальних транспортних засобів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту» [10 ], а саме:

Пожежно-рятувальні катери - пожежно-рятувальні плавзасоби, призначені для гасіння пожеж на плавучих і берегових об'єктах, доступних



для підходу з водного об'єкта, гасіння палаючого на воді палива, протипожежної охорони морських нафтових і газових промислів, супроводу суден з вогнебезпечними вантажами, а також проведення водолазних пошуково-рятувальних та інших невідкладних робіт на річках, озерах і на морях (рис. 4.6);



Рис. 4.6 Пожежно-рятувальний катер UMC-1000

Пожежно-рятувальні плавзасоби (далі - ПРПЗ) - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для оперативної доставки пожежно-рятувальних підрозділів, спеціального пожежного обладнання та спорядження до місця гасіння пожежі, виконання інших невідкладних робіт, заходів з пошуку та евакуації постраждалих, надання їм домедичної допомоги, зв'язку та оповіщення під час ліквідації пожеж;

Спеціальні аварійно-рятувальні аероглісери - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для проведення аварійно-рятувальних робіт на річках, озерах, внутрішніх водоймах і в прибережній зоні морів, а також на заболоченій місцевості (рис. 4.7);



Рис. 4.7 Аероглісер з повітряним гвинтом «Горнадо»



Спеціальні аварійно-рятувальні гідроцикли - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для проведення пошуково-рятувальних робіт на річках, озерах, внутрішніх водоймах і в прибережній зоні морів (рис. 4.8);



Рис. 4.8 Спеціальній аварійно-рятувальний гідроцикл

Спеціальні аварійно-рятувальні катамарани - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для забезпечення проведення пошуково-рятувальних та інших невідкладних робіт на водних об'єктах в умовах гірської місцевості (рис. 4.9);



Рис. 4.9 аварійно-рятувальний катамаран

Спеціальні аварійно-рятувальні катери на повітряній подушці - спеціально обладнані плавзасоби на повітряній подушці, призначені для проведення пошуково-рятувальних та інших невідкладних робіт на річках, озерах, внутрішніх водоймах, заболоченій місцевості і в прибережній зоні морів (4.10);



Рис. 4.10 аварійно-рятувальний катер на повітряній подушці

Спеціальні аварійно-рятувальні катери типу "річка - море" - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для забезпечення проведення аварійно-рятувальних та водолазних пошуково-рятувальних робіт на річках, озерах, внутрішніх водоймах і в прибережній зоні морів (4.11);



Рис. 4.11 Аварійно-рятувальний катер типу "річка - море"

Спеціальні аварійно-рятувальні машини важкого типу (далі - САРМ-В) - спеціальні транспортні засоби, які конструюються на базі вантажних автомобілів підвищеної прохідності на колісному, гусеничному або на спеціальному всюдихідному шасі та призначені для забезпечення дій рятувальників під час виконання найбільш трудомістких робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру і подій, виконання інших невідкладних робіт, у тому числі у важкодоступних (заболочених, затоплених або засніжених) місцях, з пошуку постраждалих та їх евакуації з небезпечних та важкодоступних місць, надання їм домедичної допомоги, ведення радіаційної і хімічної розвідки, зв'язку і оповіщення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, катастроф і стихійного лиха (рис. 4.12);



Рис. 4.12 Спеціальна аварійно-рятувальна машина важкого типу КраЗ

Спеціальні аварійно-рятувальні машини легкого типу (далі - САРМ-Л) - спеціальні транспортні засоби, які конструюються на базі легкових або вантажопасажирських автомобілів підвищеної прохідності або на спеціальному всюдихідному шасі та призначені для забезпечення дій чергових змін рятувальників, проведення першочергових аварійно-рятувальних робіт, у тому числі у важкодоступних (заболочених, затоплених або засніжених) місцях, заходів з пошуку постраждалих та надання їм домедичної допомоги, зв'язку та оповіщення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій (рис.4.13);





Рис. 4.13 САРМ-Л на базі автомобіля УАЗ-Патріот виробництва фірми «Tital»

Спеціальні аварійно-рятувальні машини середнього типу (далі - САРМ-С) - спеціальні транспортні засоби, які конструюються на базі вантажопасажирських або вантажних автомобілів підвищеної прохідності або на спеціальному всюдихідному шасі та призначені для забезпечення дій чергових змін рятувальників, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, пов'язаних з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій і подій, у тому числі у важкодоступних (заболочених, затоплених або засніжених) місцях, заходів з пошуку постраждалих та надання їм домедичної допомоги, ведення радіаційної і хімічної розвідки, зв'язку та оповіщення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, катастроф і стихійного лиха (рис. 4.14);



Рис. 4.14 Спеціальна аварійно-рятувальна машина середнього типу на базі ЗИЛ-131

Спеціальні аварійно-рятувальні човни - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для забезпечення проведення аварійно-рятувальних та водолазних пошуково-рятувальних робіт на річках, озерах і внутрішніх водоймах (4.15);



4.15 Аварійно-рятувальні човни

Спеціальні пошуково-рятувальні судна - спеціально обладнані плавзасоби, призначені для проведення аварійно-рятувальних та водолазних пошуково-рятувальних робіт на річках та морях (рис. 4.16);



Рис. 4.16 Пошуково-рятувальне судно

Окрім вищезгаданої спеціалізованої техніки, в підрозділах ДСНС України, як вказано в літературі [11,12] експлуатують протипожежну й рятувальну техніку кількості найменувань. Серед цієї техніки — протипожежні автомобілі, аварійно-рятувальні машини спеціального призначення, інженерна техніка військового призначення, а також деякі інші спеціальні машини, що відповідно до призначення та штатної належності покликані залучатись до виконання робіт у міських комунальних господарствах, службах забезпечення діяльності аеропортів, підрозділах Міністерства оборони України тощо. Тому у разі екстреної масової евакуації людей із зони затоплення, може використовуватися не лише спеціалізована техніка ДСНС, але і та, яка перебуває на оснащенні інших організацій, відомств і міністерств.

#### **4.1.3 Особливості дій підрозділів ОРС ЦЗ під час ліквідації наслідків НС (небезпечних подій), пов'язаних із повінню (паводком, катастрофічним затопленням) [13].**

Роботи із запобігання повеням та ліквідації їх наслідків умовно поділяються на три етапи:

- 1) перший етап:
  - прогноз стихійного лиха;
  - організація заходів з мінімізації негативних наслідків НС;
  - оповіщення керівників підприємств, установ, організацій та населення;
  - аналіз можливої обстановки;
  - приведення в готовність сил та засобів для проведення АРІНР, визначення маршрутів евакуації, організація взаємодії;
  
- 2) другий етап:
  - здійснення заходів з порятунку людей;
  - зміцнення дамб та інших гідроспоруд;
  - наведення переправ;
  - евакуація людей, вивезення матеріальних і культурних цінностей;
  - організація домедичної, екстреної медичної допомоги та психологічного забезпечення постраждалих;
  - організація тимчасового життєзабезпечення людей;

3) третій етап:

- відновлення пошкоджених об'єктів життєзабезпечення населення та транспортної інфраструктури;
- відновлення житлового фонду.

Пошук постраждалих людей в умовах високого рівня води становить сукупність дій, спрямованих на виявлення, з'ясування місцезнаходження і стану людей, установлення з ними зв'язку і визначення обсягу і характеру необхідної допомоги.

Рятування постраждалих, що перебувають над поверхнею води (дерева, дахи та незатоплені поверхи будівель і споруд), здійснюється незруйнваними безпечними маршрутами або з використанням наявного оснащення (рятувальних мотузок, поясів, штурмової драбини, канатних доріг) з подальшою евакуацією плавзасобами в безпечне місце. Крім того, для вилучення постраждалих з верхніх поверхів будівель використовуються вертольоти з рятувальниками РПДГ на борту. Вертольоти мають бути обладнані спеціальними десантними та евакуаційними засобами. Рятування постраждалих з режиму зависання вертольота здійснюється підніманням постраждалих на борт за допомогою бортової лебідки або перенесення на шнурі роликового спускового пристрою вертольота з верхніх поверхів будівель на безпечну земну поверхню (застосовується тільки разом з рятувальником РПДГ).

Рятування постраждалих з поверхні води здійснюється такими способами:

- піднімання на борт плавзасобу;
- буксирування рятувальником уплав;
- використання табельних і підручних рятувальних засобів;
- піднімання на борт вертольота за допомогою бортової лебідки або перенесення на шнурі роликового спускового пристрою вертольота з поверхні води на берег (застосовується тільки разом з рятувальником РПДГ).

## **4.2 Приклад розрахунку необхідної кількості транспортних та плавзасобів для евакуації населення з зони затоплення**

### **4.2.1 Завдання**

1. Навести вихідні дані згідно зі своїм варіантом (таблиця 4.4) у вигляді таблиці 4.1 (значення, що вже внесені до таблиці є однаковими для всіх варіантів).



Таблиця 4.1 – Форма таблиці для запису вихідних даних

Назва параметра, його позначення та розмірність	Значення параметра
Назва плавзасобу №1	
Назва плавзасобу №2	
Протяжність маршруту евакуації плавзасобами $R_{ПЗ}$ , м	
Швидкість течії водного потоку $v_{ВП}$ , $м \cdot с^{-1}$	0,5
Тривалість евакуації плавзасобами $T_{ПЗ}^{еваку}$ , хв	
Коефіцієнт використання плавзасобів $k_{ПЗ}$	
Чисельність населення для евакуації 1-м видом плавзасобу $N_{ПЗ1}^{нас}$ , чол	
Чисельність населення для евакуації 2-м видом плавзасобу $N_{ПЗ2}^{нас}$ , чол	
Назва транспортного засобу №1	
Назва транспортного засобу №2	
Чисельність населення для евакуації 1-м видом транспортного засобу $N_{ТЗ1}^{нас}$ , чол	
Чисельність населення для евакуації 2-м видом транспортного засобу $N_{ТЗ2}^{нас}$ , чол	
Тривалість евакуації транспортними засобами $T_{ТЗ}^{еваку}$ , хв.	
Тривалість рейсу 1-го виду транспортного засобу $T_{ТЗ1}^{рейс}$ , год	
Тривалість рейсу 2-го виду транспортного засобу $T_{ТЗ2}^{рейс}$ , год	
Коефіцієнт часу доби $k_{чд}$	1,5
Коефіцієнт підводних умов $k_{пв}$	1,25

2. Розрахувати необхідну кількість транспортних та плавзасобів для евакуації населення з зони затоплення згідно п. 4.3

**Увага!** Під час проведення розрахунків всі кінцеві значення потрібно округляти до найбільшого цілого числа.

#### 4.2.2 Порядок виконання завдання.

1. Для 1-го виду плавзасобу за таблицею 4.2 визначають:
  - 1.1 Швидкість руху плавзасобу  $v_{ПЗ1}$ ,  $м \cdot хв^{-1}$ .
  - 1.2 Час на завантаження (вивантаження) плавзасобу  $t_{ПЗ1}$ , хв.
  - 1.3 Місткість плавзасобу  $M_{ПЗ1}$ , чол.

2. Визначають тривалість рейсу 1-го плавзасобу:

$$T_{ПЗ1}^{рейс} = \frac{2 \cdot R_{ПЗ}}{v_{ПЗ1}} \cdot (1 + 0,3 \cdot v_{ВП}) + t_{ПЗ1}, \text{ хв.} \quad (4.1)$$

3. Визначають кількість плавзасобів 1-го виду для евакуації населення із зони затоплення:

$$N_{ПЗ1} = \frac{N_{ПЗ1}^{нас} \cdot T_{ПЗ1}^{рейс}}{M_{ПЗ1} \cdot T_{ПЗ}^{еваку}} \cdot k_{ПЗ} \cdot k_{чд} \cdot k_{пу}, \text{ плавзасобів.} \quad (4.2)$$

4. Для 2-го виду плавзасобу за таблицею 4.2 визначають:

4.1 Швидкість руху плавзасобу  $v_{ПЗ2}$ ,  $м \cdot хв^{-1}$ .

4.2 Час на завантаження (вивантаження) плавзасобу  $t_{ПЗ2}$ ,  $хв$ .

4.3 Місткість плавзасобу  $M_{ПЗ2}$ ,  $чол$ .

5. Визначають тривалість рейсу 2-го плавзасобу:

$$T_{ПЗ2}^{рейс} = \frac{2 \cdot R_{ПЗ}}{v_{ПЗ2}} \cdot (1 + 0,3 \cdot v_{ВП}) + t_{ПЗ2}, \text{ хв.} \quad (4.3)$$

6. Визначають кількість плавзасобів 2-го виду для евакуації населення із зони затоплення:

$$N_{ПЗ2} = \frac{N_{ПЗ2}^{нас} \cdot T_{ПЗ2}^{рейс}}{M_{ПЗ2} \cdot T_{ПЗ}^{еваку}} \cdot k_{ПЗ} \cdot k_{чд} \cdot k_{пу}, \text{ плавзасобів.} \quad (4.4)$$

7. Визначають загальну кількість плавзасобів для евакуації населення із зони затоплення:

$$N_{ПЗ} = N_{ПЗ1} + N_{ПЗ2}, \text{ плавзасобів.} \quad (4.5)$$

8. Для 1-го виду транспортного засобу за таблицею 4.2 визначають його місткість  $M_{ТЗ1}$ ,  $чол$ .

9. Визначають необхідну кількість транспортних засобів 1-го виду для перевезення постраждалого населення від межі затоплення до районів розселення:

$$N_{T31} = \frac{N_{T31}^{нас} \cdot T_{T31}^{рейс}}{M_{T31} \cdot T_{T3}^{евак}} \cdot k_{ПЗ} \cdot k_{чд} \cdot k_{пу}, \text{ транс. засобів.} \quad (4.6)$$

10. Для 2-го виду транспортного засобу за таблицею 4.2 визначають його місткість  $M_{T31}$ , чол.

11. Визначають необхідну кількість транспортних засобів 2-го виду для перевезення постраждалого населення від межі затоплення до районів розселення:

$$N_{T32} = \frac{N_{T32}^{нас} \cdot T_{T32}^{рейс}}{M_{T32} \cdot T_{T3}^{евак}} \cdot k_{ПЗ} \cdot k_{чд} \cdot k_{пу}, \text{ транс. засобів.} \quad (4.7)$$

12. Визначають загальну кількість транспортних засобів для перевезення постраждалого населення від межі затоплення до районів розселення:

$$N_{T3} = N_{T31} + N_{T32}, \text{ транс. засобів.} \quad (4.8)$$

#### 4.2.3 Таблиці, необхідні для проведення розрахунків

Таблиця 4.2 – Характеристики плавзасобів рятувальних формувань

№ з/п	Найменування характеристик	Плавзасоби			
		ПТС-2	ДЛ-10	НЛ-5	НЛ-8
1.	Місткість, чол	75	25	5	8
2.	Швидкість, м/хв.: з забортним двигуном на веслах:	283 -	200 83	133 67	116 50
3.	Час, необхідний для завантаження та розвантаження, хвилини	30	22	13	16

Таблиця 4.3 – Характеристики транспортних засобів

№ з/п	Транспортний засіб	Місткість, чол
1.	Рута 23	23
2.	Рута 18	18
3.	БАЗ – А091 «Еталон»	26
4.	Богдан – А091	45
5.	Богдан – А301	41
6.	Богдан – А069	19

## Література.

1. Гідроекологічний словник / Петровська М.А. за ред. І. П. Ковальчука. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 140 с.
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 31 січня 2001 р. № 87 «Про порядок використання земель у зонах їх можливого затоплення внаслідок повеней і паводків». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2001-n/ed20120330/find?text=%CF%E2%B3%ED%FC+%28%E2%EE%E4%EE%EF%B3%EB%FF%29#Text>
3. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 17.01.2018 № 30 «Про затвердження Методики попередньої оцінки ризиків затоплення». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0153-18#Text>
4. Директива № 2007/60/ЄС Європейського парламенту і Ради ЄС про оцінку і управління ризиками, пов'язаними з повенями. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_b29?lang=uk#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_b29?lang=uk#Text)
5. Лисиченко М.Л., Вамболь В.В, Вамболь С.О., Кірієнко М.М., Черепньов І.А., Власовець В.М. Безпека в надзвичайних ситуаціях: навч. посібник у 2 ч. Ч. 1: Надзвичайні ситуації. Харків: ТОВ «ПромАрт», 2021. 202 с.
6. Повінь у Німеччині: обставини загибелі людей перевіряє прокуратура. *Європейська правда*: веб-сайт: <https://www.eurointegration.com.ua/news/2021/08/2/7126141/>
7. Наймасштабніші повені в Україні за 100 років. *Факти / Україна*: веб-сайт: <https://fakty.com.ua/ua/ukraine/20180429-najmasshtabnishi-poveni-v-ukrayini-za-100-rokiv/>
8. Указ Президента України « Про Концепцію захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/284/99#Text>
9. Кодекс цивільного захисту України. *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>
10. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 06.02.2020 № 99 «Про затвердження Положення про визначення та застосування спеціальних транспортних засобів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту». *Верховна Рада України*: вебпортал. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/z0232-20/card4#Future> (
11. Сичевський М.І. Інженерна та спеціальна техніка для ліквідації надзвичайних ситуацій. Частина 2. навч. посіб. Львів: ЛДУ БЖД, 2015.221с.

12. Гащук П.М., Сичевський М.І. Особливості й труднощі класифікації самохідної техніки для ліквідації надзвичайних ситуацій. *Збірник наукових праць ЛДУ БЖД «Пожежна безпека»*. 2015. т. 27. С. 33-43.

13. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів» Верховна Рада України: вебпортал.

URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18#Text>

## ЕЛЕКТРОННІ АДРЕСИ БІБЛІОТЕК:

1. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського  
<http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Національна парламентська бібліотека України  
<https://nlu.org.ua/>
3. Бібліотека Верховної Ради України <http://lib.rada.gov.ua/>
4. Харківська державна наукова бібліотека імені В.Г.Короленка  
<https://korolenko.kharkov.com/>
5. Інститут державного управління у сфері цивільного захисту
6. Національний університет цивільного захисту України  
<http://books.nuczu.edu.ua/load.php>
7. Львівський державний університет безпеки життєдіяльності  
<https://sci.ldubgd.edu.ua/>
8. Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України  
<https://chipb.dsns.gov.ua/ua/Biblioteka.html>
9. Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова  
<https://lib.npu.edu.ua/>
10. Державна науково-технічна бібліотека України  
<http://www.gntb.gov.ua/ua/>
11. Державна науково-педагогічна бібліотека України ім. В.О. Сухомлинського  
<http://dnpb.gov.ua/ua/>
12. Львівська національна наукова бібліотека ім. В. Стефаника  
<http://www.lsl.lviv.ua/index.php/uk/golovna2/>
13. Наукова бібліотека Національного університету "Києво-Могилянська академія"  
<https://www.ukma.edu.ua/>
14. Науково - технічна бібліотека ім. Г. І. Денисенко Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"  
<http://library.ntu-kpi.kiev.ua/>
15. Київський національний торговельно-економічний університет  
<https://knute.edu.ua/blog/read/?pid=7240&uk>
16. ДЗ «Український науково-практичний центр екстреної медичної допомоги та медицини катастроф МОЗ України»  
<https://emergency.in.ua/ukrainiancem/>
17. Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка  
<https://library.khntusg.com.ua/>



Навчальне видання

**БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**  
**Оцінка обстановки у разі аварії на водних об'єктах**

Методичні вказівки  
до виконання практичних занять з дисципліни

Укладачі:

**ЧЕРЕПНЬОВ** Ігор Аркадійович  
**КУНДЕНКО** Микола Петрович  
**ВАМБОЛЬ** Віола Владиславівна  
**ВАМБОЛЬ** Сергій Олександрович  
**ШИНКАРЕНКО** Ірина Миколаївна

Формат 60x84/16 Гарнітура TimeNewRoman  
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.  
ум. друк. арк. 5,1  
Тираж 100 пр.  
Державний біотехнологічний університет  
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44