

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДВНЗ «Прикарпатський національний університет
імені Василя Стефаника»**

**Інформаційні технології в розрахунках параметрів
під час гідродинамічних аварій у викладанні курсу
«Безпека життєдіяльності і цивільний захист»**

навчально-методичний посібник

Івано-Франківськ

2015

УДК 355.58(075)
ББК 68.9я73

*Рекомендовано до друку науково-методичною комісією кафедри безпеки життєдіяльності Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника
(протокол № 1 від 28.08.2015 р.)*

Автор: В.В. Борик

Рецензенти:

І.П. Яремій – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри матеріалознавства і новітніх технологій, фізико-технічний факультет Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника

Г.Д. Матеїк – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри доцент кафедри загальної та прикладної фізики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу

Інформаційні технології в розрахунках параметрів під час гідродинамічних аварій у викладанні курсу «Безпека життєдіяльності і цивільний захист»: Навчально-методичний посібник / [Укладач: В.В. Борик] – Івано-Франківськ: п-ць Голіней О.М., 2015. – 40 с.

Навчально-методичний посібник розроблений згідно із Навчальною програмою нормативної дисципліни “Цивільний захист” для студентів вищих навчальних закладів освітньо-кваліфікаційного рівня “спеціаліст” та “магістр” усіх спеціальностей.

У посібнику розглянуто основи цивільного захисту, як комплекс організаційних, інженерно-технічних, санітарно-гігієнічних, протиепідемічних та інших заходів, які здійснюються центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підпорядкованими їм силами і засобами, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності, добровільними рятувальними формуваннями, що забезпечують виконання цих заходів з метою запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, які загрожують життю та здоров’ю людей, завдають матеріальних збитків у мирний та воєнний час спричинених гідродинамічними аваріями.

Представлена демонстраційна комп’ютерна програма для автоматизації розрахунків для завчасного прогнозування можливих хвиль прориву та розмірів катастрофічного затоплення.

ЗМІСТ

1. Характеристика зон затоплень у разі гідродинамічних аварій.
2. Завчасне прогнозування можливих хвиль прориву та розмірів катастрофічного затоплення.
3. Автоматизації розрахунків для завчасного прогнозування можливих хвиль прориву та розмірів катастрофічного затоплення.
4. Заходи щодо захисту населення при катастрофічних затопленнях.
5. Порядок розрахунків збитків за типами НС
6. Визначення показників, що характеризують ушкодження будівель, споруд та обсяги завалів у зонах НС

1. Характеристика зон затоплень у разі гідродинамічних аварій.

Гідродинамічні аварії і пов'язані з ними надзвичайні ситуації переважно виникають внаслідок аварій на гідротехнічних спорудах, в основному при їх руйнуванні (прориві).

Гідродинамічна аварія – це надзвичайна подія, пов'язана з виходом з ладу (руйнуванням) гідротехнічної споруди чи її частини і некерованим переміщенням великих мас води, які спричиняють руйнування і затоплення великих територій.

Руйнування (прорив) гідротехнічних споруд відбувається у результаті дії сил природи (землетрусів, ураганів, розмивання гребель) або впливу людини (нанесення ударів ядерною чи звичайною зброєю по гідротехнічних спорудах, великих природних греблях), а також через конструктивні дефекти чи помилки проектування.

До основних гідротехнічних споруд, руйнування (прорив) яких призводить до гідродинамічних аварій, відносяться греблі, водозабірні і водозбірні споруди (шлюзи).

Греблі – гідротехнічні споруди (штучні греблі) чи природні утворення (природні греблі), які створюють різницю рівнів води вздовж русла річки.

Штучні греблі – гідротехнічні споруди, створені людиною для своїх потреб, які включають власне греблі гідроелектростанцій, водозаборів в іригаційні системи, дамби, перемички, загати тощо.

Природні греблі створюються дією природних сил, наприклад, у результаті зсувів, селів, лавин, обвалів, землетрусів. Перед греблею вгору по водостоку накопичується вода і утворюється штучне чи природне водоймище.

Ділянка річки між двома сусідніми греблями на річці або ділянка каналу між двома шлюзами називається **б'єфом**.

Верхнім б'єфом греблі називається частина річки вище підпірної споруди (греблі, шлюзу), а частина річки нижче підпірної споруди – **нижнім б'єфом**.

Водоймища можуть бути довгостроковими чи короткостроковими.

Довгостроковим штучним водоймищем є, наприклад, водоймище верхнього б'єфа греблі гідроелектростанції, зрошувальної системи.

Довгострокове природне водоймище може утворитися в результаті перекриття річки після обвалу твердих скельних порід.

Короткострокові штучні греблі створюються для тимчасової зміни напрямку течії річки при будівництві ГЕС або інших гідротехнічних споруд.

Короткочасні природні греблі виникають у результаті перекриття ріки рихлим ґрунтом, снігом чи льодом.

Як правило, штучні і природні греблі мають водоспуски: для штучних гребель – **направлені**, для природних – **випадково утворені**.

Початковою фазою гідродинамічної аварії є прорив греблі, утворення прорану і некерованого потоку води водоймища з верхнього б'єфа, що спрямовується через проран у нижній б'єф.

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

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

Висота хвилі прориву і швидкість її поширення залежать від розміру прорану, різниці рівнів води у верхньому і нижньому б'єфі, гідрологічних і топографічних умов русла річки та її заплави.

Швидкість руху хвилі прориву коливається в межах від 3 до 25 км/год (для гірських і передгірних районів – близько 100 км/год).

Висота хвилі прориву, як правило, знаходиться в діапазоні від 2 до 12 метрів.

Основним наслідком прориву греблі при гідродинамічних аваріях є катастрофічне затоплення місцевості.

Катастрофічне затоплення – це гідродинамічне лихо, яке є результатом руйнування штучної чи природної греблі і полягає в стрімкому затопленні хвилею прориву нижче розташованої місцевості та виникненні повені.

Катастрофічне затоплення характеризується такими параметрами:

- максимально можливими висотою і швидкістю хвилі прориву;
- розрахунковим часом приходу гребеня і фронту хвилі прориву у відповідний створ;
- межами зони можливого затоплення;
- максимальною глибиною затоплення конкретної ділянки місцевості;
- тривалістю затоплення території.

Катастрофічне затоплення поширюється зі швидкістю хвилі прориву і призводить через якийсь час після прориву греблі до затоплення великих територій шаром води від 0,5 до 10 м і більше. Утворюються зони затоплення.

Зоною можливого затоплення при руйнуванні гідротехнічних споруд називається частина прилеглої до річки (озера, водойм) місцевості, яка може бути затоплена водою.

Зона катастрофічного затоплення – частина зони можливого затоплення, у межах якої поширюється хвиля прориву, яка спричиняє масові втрати людей, руйнування будинків і споруд, знищення матеріальних цінностей.

Час, протягом якого затоплені території можуть знаходитися під водою, коливається від 4 годин до декількох діб. Параметри зони затоплення залежать від розмірів водоймища, напору води й інших характеристик гідровузла, а також від гідрологічних і топографічних особливостей місцевості.

Зони можливих, у тому числі катастрофічних, затоплень і характеристики хвилі прориву відображаються на картах і в спеціальних атласах, які складаються заздалегідь на стадії проектування гідротехнічного об'єкта.

До катастрофічних затоплень місцевості можуть призвести і прориви природних гребель (проривні селі, прориви озер, льодовиків).

Прогнозування часу прориву природних гребель базується на прогнозі підйому рівня води до 80-85 % висоти перемички водоймища з урахуванням даних прогнозу найближчої метеостанції.

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.

Найтяжчими наслідками супроводжуються гідродинамічні аварії, що спричиняють катастрофічні затоплення.

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.

Основними уражаючими факторами катастрофічного затоплення є руйнівна хвиля прориву, водяний потік і спокійні води, які затопили територію суші й об'єкти. Дія хвилі прориву багато в чому аналогічна дії повітряної ударної хвилі, що утворюється під час вибуху. Істотними відмінностями цих уражаючих факторів є набагато менша швидкість і вища щільність речовини в хвилі прориву.

В результаті великих гідродинамічних аварій припиняється подача електроенергії в енергетичні системи, 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 обігу 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.

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.

Основними показниками наслідків затоплення є:

- чисельність населення, яке опинилося в зоні затоплення;
- число загиблих, поранених, людей, які залишилися без домівок;
- кількість населених пунктів, що потрапили в зону затоплення (міста, селища, сільські населені пункти – затоплені цілком, частково, які потрапили в зону підтоплення тощо);
- кількість житлових будинків і будинків соціально-культурного призначення, пам'ятників історії та культури;
- кількість об'єктів народного господарства, довжина залізничних і автомобільних шляхів, лінії електропередач, зв'язку, інші комунікаційні

елементи, що опинилися в зоні затоплення;

- площа затоплення сільськогосподарських угідь;
- кількість загиблих сільськогосподарських тварин.

В цілому наслідки характеризуються величиною збитків, які наносяться народному господарству і населенню.

Прямі збитки, обумовлені руйнуваннями й іншими безпосередніми втратами в результаті гідродинамічних аварій, і непрямі збитки, пов'язані з порушенням нормальної господарської діяльності, становлять 70 % і 30 % від загальних збитків відповідно.

2. Завчасне прогнозування можливих хвиль прориву та розмірів катастрофічного затоплення

З метою завчасного планування проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в зонах катастрофічного затоплення внаслідок можливого прориву гребель (штучних і природних) виконується завчасне прогнозування можливих хвиль прориву та розмірів катастрофічного затоплення.

Вихідними даними для проведення необхідних розрахунків є:

- відстань створу, який розглядається, від греблі (**L, км**);
- очікуваний розмір прориву (**B = 1; 0,5; 0,25**);
- схил водної поверхні (**i**);
- висота ділянки (**h_м, м**);
- максимальна висота затоплення ділянки місцевості по створу (**h_з, м**);
- висота прямокутника, еквівалентного по площі змоченому периметру в створі при максимальній глибині затоплення (**h_{ср}, м**);
- висота греблі (**H, м**).

Розрахунки максимальної висоти хвилі прориву, максимальної швидкості потоку, середньої швидкості потоку води в точці створу та тривалості затоплення території здійснюється за допомогою формул і таблиць.

В результаті розрахунку повинні визначатися: максимальна висота хвилі прориву (**h**); максимальна швидкість потоку (**V**); середня швидкість потоку води у створі, який розглядається (**V_{ср}**); тривалість затоплення території (**T**); час приходу гребеня хвилі прориву (**t_{гр}**); час приходу фронту хвилі прориву (**t_{фр}**).

Послідовність розрахунку:

1. Визначення висоти і швидкості хвилі прориву:

$$h = A_1 / \sqrt{B_1 + L}, \text{ м}; \quad v = A_2 / \sqrt{B_2 + L}, \text{ м/с} \quad (1)$$

де: A_1, B_1, A_2, B_2 – коефіцієнти апроксимації, які залежать від висоти греблі

(H)– гідравлічного схилу водної поверхні (i) і розмірів очікуваного прориву (B); значення коефіцієнтів наведені у таблиці 1.

2. Визначення середньої швидкості потоку води:

$$V_{cp} = \frac{1}{h_s^{2/3} i^{1/2} n_e}, \text{ м/с} \quad (2)$$

де n_e – еквівалентний коефіцієнт шорсткості по створу

$$n_e = \frac{(h_{cp}^{2/3} i^{1/2})}{V}, \text{ м/с} \quad (3)$$

3. Визначення часу затоплення території:

$$t_{зат} = \beta(t_{ГР} - t_{ФР})(1 - h_M/h), \quad (4)$$

де h_M – висота ділянки місцевості від рівня моря у річці в межень, м;

β – коефіцієнт, який залежить від висоти греблі, гідравлічного схилу й інших параметрів. Значення коефіцієнта β визначається за допомогою таблиці 2.

Таблиця 1

Коефіцієнти апроксимації

B	H, м	Значення коефіцієнтів при схилах											
		$i = 1 \cdot 10^{-4}$				$i = 5 \cdot 10^{-4}$				$i = 1 \cdot 10^{-3}$			
		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	34	12	110	30	32	24
	80	720	286	39	12	480	140	52	16	300	60	62	29
	150	1880	500	79	15	1240	234	100	21	780	106	116	34
	250	4000	830	144	19	2600	370	174	25	1680	168	208	40
0,5	20	138	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
	150	2140	1036	62	23	1280	514	79	38	940	299	113	62
	250	4520	1976	100	28	2600	830	130	46	180	490	187	79
0,25	20	140	192	8	21	60	100	11	33	40	38	15	43
	40	220	388	13	21	192	176	21	36	108	74	30	50
	80	280	780	23	21	560	320	41	41	316	146	61	65
	150	2420	1456	41	20	1393	572	77	51	840	172	114	89
	250	4740	2420	67	16	2800	932	126	62	1688	452	191	116

Значення коефіцієнта β

L : H	Висота греблі в долях від середньої глибини ріки в нижньому б'єфі (h_0)	
	H=10 h_0	H=20 h_0
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	7,9	9,6
5,0	7,6	9,3

Величини $t_{ГР}$ і $t_{ФР}$ визначаються за допомогою таблиці 3.

Таблиця 3

Час приходу гребеня $t_{ГР}$ і фронту $t_{ФР}$ хвилі прориву до створу, який розглядається, год

L, км	H=20м		H=40м				H=80м					
	i = 1·10 ⁻⁴		i = 1·10 ⁻³		i = 1·10 ⁻⁴		i = 1·10 ⁻³		i = 1·10 ⁻⁴		i = 1·10 ⁻³	
	$t_{ГР}$	$t_{ФР}$	$t_{ГР}$	$t_{ФР}$	$t_{ГР}$	$t_{ФР}$	$t_{ГР}$	$t_{ФР}$	$t_{ГР}$	$t_{ФР}$	$t_{ГР}$	$t_{ФР}$
5	0,2	1,8	0,2	1,2	0,1	2	0,1	1,2	0,1	1,1	0,1	0,1
10	0,6	4	0,6	2,4	0,3	3	0,3	2	0,2	1,7	0,1	0,4
20	1,6	7	2	5	1	6	1	4	0,5	3	0,4	1
40	5,0	14	4	10	3	10	2	7	1,2	5	1	2
80	13	30	11	21	8	21	6	14	3	9	3	4
150	33	62	27	43	18	40	15	23	7	17	6	9

Очікувані параметри, які характеризують зону затоплення, залежать не тільки від розмірів водосховища, величини напору та інших характеристик гідровузла, але, більшою мірою, визначаються геодезичними і топографічними особливостями території.

Для оцінки можливих наслідків прориву гребель можна скористатися атласами, які розроблені проектними інститутами відповідних відомств Міненерговугілля, Держводагентства України, що мають необхідні розрахунки та схеми можливого катастрофічного затоплення з урахуванням технічних характеристик гідровузлів і топографічних особливостей території.

3. Автоматизація розрахунків для завчасного прогнозування можливих хвиль прориву та розмірів катастрофічного затоплення

Для забезпечення швидкості і автоматизації обчислень при оперативному визначенні висоти (h), швидкості хвилі прориву (V) запропоновано використати Visual Basic Application для MS Office (Excel).

Порядок створення коду процедур для об'єктів VBA.

Створюємо Userform, заповнюючи її об'єктами ComboBox, Label, TextBoxCommandButton та програмуємо для цих об'єктів необхідні процедури.

Параметрами для визначення висоти h і швидкості хвилі прориву V є множиною дискретних значень, а саме: очікуваний розмір прориву (B) (1, 0,5, 0,25); схил водної поверхні (i) (10^{-4} , $5 \cdot 10^{-4}$, 10^{-3}); висота греблі (H) (20, 40, 80, 150, 250 м); відстань створу, який розглядається, від греблі (L) (5, 10, 20, 40, 80, 150 км).

Прописуємо коди процедур для об'єктів TextBox, що здійснюють вибірку значень коефіцієнтів апроксимацій A_1 , A_2 , B_1 , B_2 згідно таблиці і формул 1 для визначень висоти (h), швидкості хвилі прориву (V) в залежності від вище наведених змінних параметрів. Для цього застосовуємо вкладену багаторазову процедуру Case...Select.

Приклад конкретного використання. Вихідні параметри: відбувся прорив греблі висотою $H = 20$ м, очікуваний розмір прориву $B = 1$, схил водної поверхні $i = 10^{-4}$, відстань створу, який розглядається, від греблі $L = 20$ км. Загальний вигляд Форми користувача VBA для вище наведеного прикладу подано на рис. 1. Вибір параметрів здійснюється з випадваючих списків ComboBox(iv), які в свою чергу використовуються по черговості зверху вниз у Формі користувача. Слід зауважити, що у випадку повторної зміни вибору параметра у вище розміщених у Формі користувача ComboBox(ax) значення у наступних автоматично очищуються вимагаючи повторного вибору для коректного заповнення табличними значеннями відповідних TextBox(iv). Після вибору відповідних параметрів ComboBox(iv) поля TextBox(iv) заповняться відповідними табличними значеннями для коефіцієнтів апроксимацій $A_1 = 100$, $A_2 = 9$, $B_1 = 90$, $B_2 = 7$. Отже, в підсумку програмне забезпечення дає змогу миттєво розрахувати згідно формул (1) висоту h і швидкість хвилі прориву V , які будуть становити 9,53 м і 1,73 м/с відповідно/

Основна частина програми мовою VBA представлена у додатку 1.

Рис. 1. Загальний вигляд Форми користувача на етапі розрахунку висоти h і швидкості хвилі прориву V

4. Заходи щодо захисту населення при катастрофічних затопленнях

Греблі, як природні так і штучні, повинні знаходитися під пильним спостереженням спеціалістів-гідротехніків з експлуатаційного персоналу, представників науково-дослідних та інших спеціалізованих організацій. У разі небезпеки прориву штучної греблі, необхідно вжити заходів щодо недопущення події шляхом регулювання стоку води, форсованим спрацюванням водосховища, транзитним пропуском води. Якщо існує небезпека прориву греблі природного водосховища, то необхідно вжити заходів щодо укріплення стіни греблі, або викликати прорив у менш небезпечному напрямку.

Для запобігання можливих раптових проривів на греблях водосховищ завчасно виконуються наступні заходи:

а) адміністративні:

- обмеження будівництва житлових будинків і об'єктів господарювання у місцях, які підпадають під дію можливої хвилі прориву та затоплення;

- евакуація населення із зон, де час приходу хвилі прориву після руйнування греблі, складає менше чотирьох годин – терміново, а з решти території – при виникненні загрози затоплення;

б) інженерно-технічні:

- обвалування (будівництво дамб);
- створення надійних дренажних систем;
- берегоукріплювальні роботи щодо запобігання зсувам, обвалам тощо;
- улаштування гідроізоляції та спеціальних кріплень на будинках і спорудах;

- насадження низькостовбурних лісів із вільхи, верби, осики і берези, що збільшує шорсткість поверхні і сприяє зменшенню швидкості хвилі прориву.

Населення повинно бути ознайомлено із системою попередження про небезпеку. З метою захисту життя і здоров'я громадян, зменшення матеріальних втрат та недопущення шкоди підприємствам, установам і організаціям, матеріальним і культурним цінностям у разі загрози та виникнення надзвичайної ситуації проводиться оповіщення та інформування населення.

Рекомендації щодо дій населення в умовах загрози руйнування греблі водосховищ:

- оповіщуються усі населені пункти, які підпадають у зону можливого катастрофічного затоплення;

- завчасно повинні бути сплановані можливі маршрути евакуації на підвищені ділянки місцевості; необхідно передбачити, що брати з собою при евакуації;

- після надходження інформації про небезпеку руйнування греблі водосховища, необхідно терміново евакуюватися на підвищену ділянку і знаходитися там до того часу, поки не зійде вода, або не буде передана офіційна інформація, що небезпека минула.

Після спаду води необхідно дотримуватися ряду правил:

- остерігатися обірваних проводів, проводів, які провисли, повідомляти про наявність таких пошкоджень, а також про руйнування каналізації і водопровідних мереж у відповідні комунальні служби;

- не можна вживати в їжу продукти, які знаходилися в контакті з водяними потоками;

- питну воду перед вживанням необхідно перевірити на придатність, колодязі з питною водою повинні бути осушені і вичищені;

- усі будинки повинні бути оглянуті, складені акти огляду щодо

придатності для проживання, а також для проведення аварійно-відновних робіт;

- при входженні в будинок, не слід користуватися відкритим вогнем оскільки у приміщенні може бути наявний газ, або вибухонебезпечна речовина;

- не використовувати джерела енергоспоживання поки не будуть перевірені джерела енергозабезпечення;

- необхідно відкрити всі двері і вікна для просушування будинків, прибрати вологе сміття, дати можливість підлогам і стінам висохнути.

5. Порядок розрахунків збитків за типами НС

Усі збитки від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру поділяються на види залежно від завданої фактичної шкоди. Загальний обсяг збитків від наслідків НС розраховується як сума основних локальних збитків:

$$З = Н_p + М_p + М_{п} + Р_{СЛ} + М_{ТВ} + Р_{ЛГ} + Р_{РЛ} + Р_{РЕК} + А_{Ф} + В_{Ф} + З_{Ф} + Р_{ПЗФ}, \quad (5.5)$$

де $Н_p$ – збитки від втрати життя та здоров'я населення;

$М_p$ – збитки від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції;

$М_{п}$ – збитки від не вироблення продукції внаслідок припинення виробництва;

$Р_{СЛ}$ – збитки від вилучення або порушення сільськогосподарських угідь;

$М_{ТВ}$ – збитки від втрат тваринництва;

$Р_{ЛГ}$ – збитки від втрати деревини та інших лісових ресурсів;

$Р_{РЛ}$ – збитки рибного господарства;

$Р_{РЕК}$ – збитки від знищення або погіршення якості рекреаційних зон;

$А_{Ф}$ – збитки від забруднення атмосферного повітря;

$В_{Ф}$ – збитки від забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря;

$З_{Ф}$ – збитки від забруднення земель несільськогосподарського призначення;

$Р_{ПЗФ}$ – збитки, заподіяні природно-заповідному фонду.

Відповідно до територіального поширення та обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, за класифікаційними ознаками визначаються чотири рівні НС – державний, регіональний, місцевий та об'єктовий.

Для кожного типу НС згідно з класифікатором НС встановлюється перелік основних характерних збитків щодо кожного рівня НС залежно від масштабів шкідливого впливу.

Види збитків за типами та масштабами НС наведені у таблиці 4 (прямим шрифтом виділено збитки, які необхідно обов'язково розраховувати, курсивом – збитки, що додатково мають місце у деяких окремих випадках).

Таблиця 4

Основні види збитків, характерних для різних типів НС

Типи НС	Рівень НС			
	об'єктовий	місцевий	регіональний	державний
<i>Надзвичайні ситуації техногенного характеру</i>				
Транспортні аварії	Н_р М_р М_п <i>(А_ф В_ф З_ф)</i>	Н_р М_р М_п <i>(P_{р/г} А_ф В_ф З_ф)</i>	—	—
Пожежі та вибухи	Н_р М_р М_п <i>(А_ф В_ф З_ф)</i>	Н_р М_р М_п А_ф <i>(P_{р/г} В_ф З_ф)</i>	Н_р М_р М_п А_ф В_ф З_ф <i>(P_{с/г} P_{л/г} P_{р/г} P_{рек} P_{пзф})</i>	—
Аварії з викидом (загрозою викиду) НХР	Н_р М_п М_р А_ф В_ф <i>(P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г})</i>	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} М_п А_ф В_ф ; <i>(P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} З_ф)</i>	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} М_п А_ф В_ф З_ф	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} А_ф В_ф З_ф
Раптове руйнування споруд	М_р Н_р М_п	М_р Н_р М_п	—	—
Аварії на об'єктах електроенергетики	М_р М_п <i>(Н_р)</i>	М_р М_п <i>(Н_р)</i>	М_р Н_р	М_р Н_р
Аварії на комунальних системах життєзабезпечення	М_р Н_р М_п В_ф ; <i>(З_ф)</i>	М_р Н_р М_п В_ф З_ф	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} М_п В_ф З_ф	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} М_п В_ф З_ф ; <i>(P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф})</i>
Аварії на очисних спорудах	М_р Н_р М_п А_ф В_ф <i>(З_ф)</i>	М_р Н_р М_п А_ф В_ф З_ф	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} М_п А_ф В_ф З_ф	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} М_п А_ф В_ф З_ф
Гідродинамічні аварії	М_р Н_р М_п ; <i>(P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} В_ф)</i>	М_р Н_р М_п В_ф ; <i>(P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} З_ф)</i>	Н_р М_р P_{с/г} P_{л/г} М_п В_ф З_ф ; <i>(P_{р/г} P_{рек} P_{пзф})</i>	Н_р М_р P_{с/г} P_{л/г} P_{р/г} P_{рек} P_{пзф} В_ф З_ф <i>(М_п)</i>
<i>Надзвичайні ситуації природного характеру</i>				
Геологічно та геофізично небезпечні явища	Н_р М_р М_п ; <i>(А_ф В_ф З_ф)</i>	Н_р М_р М_п ; <i>(А_ф В_ф З_ф)</i>	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} М_п А_ф В_ф З_ф	Н_р М_р P_{р/г} P_{рек} P_{с/г} P_{л/г} P_{пзф} М_п А_ф В_ф З_ф
Метеорологічні та агрометеорологічні небезпечні явища	М_р Н_р М_п ; <i>(P_{л/г})</i>	М_р Н_р М_п ; <i>(P_{л/г})</i>	М_р Н_р P_{с/г} ; <i>(P_{л/г} М_п А_ф В_ф З_ф)</i>	М_р P_{с/г} Н_р P_{л/г} ; <i>(P_{пзф} P_{р/г} P_{рек} М_п А_ф В_ф З_ф)</i>
Гідрологічні небезпечні явища	М_р Н_р М_п ; <i>(P_{с/г} P_{л/г} P_{р/г} P_{рек} В_ф)</i>	М_р Н_р P_{с/г} P_{р/г} М_п <i>(P_{л/г} P_{рек} В_ф)</i>	М_р Н_р P_{с/г} P_{р/г} P_{л/г} P_{рек} P_{пзф} ; <i>(М_п В_ф)</i>	—
Інфекційні захворювання людей	Н_р М_п	Н_р М_п	Н_р М_р М_п	Н_р М_р М_п

Розрахунок збитків від втрати життя та здоров'я населення.

Розмір збитків від втрати життя та здоров'я населення визначається за такою формулою:

$$H_p = \sum B_{\text{ТРР}} + \sum B_{\text{ДП}} + \sum B_{\text{ВІГ}} \quad (5)$$

де $\sum B_{\text{ТРР}}$ – втрати від вибуття трудових ресурсів з виробництва:

$$\sum B_{\text{ТРР}} = M_{\text{Л}}N + M_{\text{Т}}N + M_{\text{І}}N + M_{\text{З}}N \quad (6)$$

$M_{\text{Л}}$ – втрати від легкого нещасного випадку;

$M_{\text{Т}}$ – втрати від важкого нещасного випадку;

$M_{\text{І}}$ – втрати від отримання людиною інвалідності;

$M_{\text{З}}$ – втрати від загибелі людини;

N – кількість постраждалих від конкретного виду нещасного випадку.

$\sum B_{\text{ДП}}$ – витрати на виплату допомоги на поховання:

$$\sum B_{\text{ДП}} = 12 \cdot M_{\text{ДП}} \cdot N_{\text{З}} \quad (7)$$

$M_{\text{ДП}}$ – 1,4* тис. гривень/людину – допомога на поховання (за даними органів соціального забезпечення); $N_{\text{З}}$ – кількість загиблих;

$\sum B_{\text{ВІГ}}$ – витрати на виплату пенсій у разі втрати годувальника:

$$\sum B_{\text{ВІГ}} = 12 \cdot M_{\text{ВІГ}} \cdot (18 - V_{\text{Д}}) \quad (8)$$

12 – кількість місяців у році;

$M_{\text{ВІГ}}$ – 0,734* тис. гривень – розмір щомісячної пенсії на дитину до досягнення нею повноліття – 18 років (за даними органів соціального забезпечення);

$V_{\text{Д}}$ – вік дитини.

Таблиця 5

Усереднені показники втрат від вибуття трудових ресурсів з виробництва

Вид нещасного випадку	Втрати на одну людину, тис. грн.
1. Легкий нещасний випадок з втратою працездатності до 9 днів.	$M_{\text{Л}} = 0,28^*$
2. Тяжкий нещасний випадок без встановлення інвалідності з втратою працездатності понад 9 днів.	$M_{\text{Т}} = 6,5^*$
3. Тяжкий нещасний випадок, внаслідок якого потерпілий отримав інвалідність з втратою працездатності понад 3980 днів	$M_{\text{І}} = 37^*$
4. Нещасний випадок, що призвів до загибелі: <ul style="list-style-type: none"> • дорослої людини віком до 60 років; • дитини віком до 16 років. 	$M_{\text{З}} = 47^*$ $M_{\text{З}} = 22^*$

*Примітка. Втрати, зазначені у пунктах 1-3 цієї таблиці, розраховуються для громадян, які в період отримання травми були працевлаштовані. Для непрацевлаштованих громадян віком до 60 років розраховуються лише втрати, зазначені у пункті 4. Збитки від загибелі працюючого не повинні бути менше ніж його п'ятирічний заробіток, тобто сума втрат від загибелі дорослої людини може бути більшою, ніж зазначена у таблиці.

Номінальні розміри видатків затверджуються з урахуванням вимог відповідних нормативно-правових актів.

Розрахунок збитків від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції.

Збитки від руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції розраховуються за формулою 5.10:

$$M_P = \Phi_B + \Phi_T + P_P + C_H + C_{\text{ПРОМ}} + M_{\text{ДГ}} \quad (9)$$

де Φ_B – збитки від руйнування та пошкодження основних фондів виробничого призначення складаються із збитків від повного або часткового руйнування і пошкодження будівель, споруд, корпусів, техніки, обладнання та інших видів основних фондів виробничого призначення;

Φ_T – збитки від руйнування та пошкодження основних фондів невиробничого призначення (житла, комунікацій, споруд та будівель допоміжного призначення тощо) – розраховуються виходячи із залишкової балансової вартості зруйнованих об'єктів;

P_P – збитки від втрат готової промислової та сільськогосподарської продукції (розраховуються виходячи з її собівартості або за цінами придбання з урахуванням індексації);

C_H – збитки від втрат запасів сировини, напівфабрикатів та проміжної продукції – розраховуються виходячи з витрат відповідних підприємств та організацій на їх придбання або із середніх значень оптових цін на сировину, матеріали, напівфабрикати на момент виникнення втрат;

$C_{\text{ПРОМ}}$ – збитки від втрат проміжної продукції підприємств розраховуються виходячи з її собівартості;

$M_{\text{ДГ}}$ – збитки від втрат майна громадян та організацій – розраховуються для організацій виходячи з його залишкової балансової вартості, а для громадян – виходячи із середньої ринкової ціни відповідного майна на момент його втрати, що оцінюється експертним шляхом,

Розрахунок збитків від невироблення продукції внаслідок припинення виробництва ($M_{\text{П}}$).

Для їх визначення повинна бути проведена експертиза. В цьому разі експертне оцінювання може здійснюватися на основі середньорічних обсягів виробництва, коли термін вимушеного припинення виробництва в цілому чи окремих циклів порівнюється із середніми значеннями нормального функціонування за аналогічний період (у разі сезонних робіт – за відповідний сезонний період). Збитком у цьому разі буде розмір неотриманого прибутку від

реалізації продукції за узгодженими цінами базового періоду. Якщо виробництво здійснювалося частково, збитком стане прибуток, що розраховується від вартості невиробленої продукції.

Розрахунок збитків від вилучення або порушення сільськогосподарських угідь проводиться на базі нормативних показників збитків для різних видів сільськогосподарських угідь по областях і Автономній Республіці Крим:

$$P_{\text{сг}} = P_{\text{сг1}} + P_{\text{сг2}} \quad (10)$$

де $P_{\text{сг1}}$ – збитки від вилучення сільськогосподарських угідь з користування:

$$P_{\text{сг1}} = H \cdot П \quad (11)$$

$P_{\text{сг2}}$ – збитки від порушення сільськогосподарських угідь розраховуються на базі коефіцієнта зниження продуктивності:

$$P_{\text{сг2}} = (1 - k) \cdot H \cdot П \quad (12)$$

де H – норматив збитків (узагальнений вартісний показник розміру заподіяної шкоди, який умовно відповідає вартісному виміру унеможливлення використання продуктивності землі) для різних видів сільськогосподарських угідь по областях і Автономній Республіці Крим (табл. 5.15); $П$ – площа сільськогосподарських угідь відповідного виду, які вилучаються з користування, у гектарах; k – коефіцієнт зниження продуктивності угіддя.

Розрахунок збитків від втрати деревини та інших лісових ресурсів проводиться для груп лісів з урахуванням коефіцієнта продуктивності лісів за типами лісорослинних умов за формулою:

$$P_{\text{лг}} = P_{\text{лг1}} + P_{\text{лг2}} + P_{\text{лг3}} \quad (13)$$

де $P_{\text{лг1}}$ – збитки від знищення лісу та вилучення земельних ділянок лісового фонду для цілей, не пов'язаних з веденням лісового господарства, тис. гривень:

$$P_{\text{лг1}} = H \cdot K \cdot П \quad (14)$$

$P_{\text{лг2}}$ – збитки від пошкодження лісів, які розраховуються на базі коефіцієнта зниження продуктивності угідь, тис. гривень:

$$P_{\text{лг2}} = (1 - k) \cdot H \cdot П \quad (15)$$

$P_{\text{лг3}}$ – збитки від переведення лісів у менш цінну групу:

$$P_{\text{лг3}} = (H_2 - H_1) K \cdot П \quad (16)$$

H – норматив збитків (узагальнений вартісний показник розміру заподіяної шкоди, яка умовно відповідає вартісному виміру втрат внаслідок неможливості господарського використання лісів чи іншої корисності, пов'язаний з природними властивостями деревини та іншої лісової продукції) для груп лісів по областях та Автономній Республіці Крим (табл. 6); K – коефіцієнт

продуктивності лісів за типами лісогосподарських умов областей та Автономної Республіки Крим; P – площа лісової ділянки, що вилучається або знищується, у гектарах; k – коефіцієнт зниження продуктивності угіддя. n_2 та n_1) – нормативи збитків відповідно для груп, до яких угіддя відносилися до та після шкідливого впливу НС (табл. 6).

Розрахунок збитків від знищення або погіршення якості рекреаційних зон.

Наслідки НС завдають збитків рекреаційним зонам та їх природним ресурсам.

До природних ресурсів рекреаційних зон належать ділянки суші та водного простору, призначені для організованого масового відпочинку і туризму, на яких розташовані санаторії, будинки та бази відпочинку, пансіонати, мотелі, кемпінги, дитячі та молодіжні табори, інші установи, що використовуються для туризму, лікування і відпочинку.

До ресурсів антропогенного походження належать об'єкти культурної спадщини, класифікація яких за типами і видами визначається Законом України “Про охорону культурної спадщини”.

Негативний вплив наслідків НС на стан рекреаційних зон призводить до зниження економічного ефекту від їх експлуатації. Рівень збитків від наслідків НС залежить від ступеня негативних змін у рекреаційних зонах та необхідного терміну для їх відновлення.

Збитки від наслідків НС оцінюються на основі визначення втрат природних ресурсів та ресурсів антропогенного походження. Збитки залежать від обсягів витрат на відновлення первісного стану рекреаційних зон.

Для розрахунку збитків рекреаційних зон внаслідок НС визначається прибуток, що отримується підприємством за відповідний розрахунковий період. Визначається кількість людей, які відпочивають на об'єкті рекреаційної зони протягом місяця після НС, а також за цей же термін протягом відповідного календарного місяця в середньому за останні три роки (за даними фінансової звітної документації установи). Витрати на відновлення рекреаційних зон визначаються шляхом експертного оцінювання.

Нормативи збитків для різних видів сільськогосподарських угідь та для груп лісових угідь областей та Автономної Республіки Крим (тис. грн/га)

Регіон	Види сільськогосподарських угідь			Нормативи збитків для груп лісових угідь	
	рілля і багаторічні насадження	пасовища	сіножаті	для лісів 1 групи	для лісів 2 групи
АР Крим	495,5	182,1	158,5	123,1	
Області:					
Вінницька	502,3	261,3	228,3	84,7	50,2
Волинська	466,5	226,5	198,8	77,7	46,0
Дніпропетровська	537,6	225,6	198,4	145,0	-
Донецька	509,1	215,6	188,9	163,0	
Житомирська	424,4	215,1	188,4	75,0	44,4
Закарпатська	368,2	124,6	108,7	29,8	17,9
гірська частина області				123,1	123,1
Запорізька	587	269	235,5	250,9	-
Івано-Франківська	374,6	175,3	153,5	31,9	19,9
гірська частина області				123,1	123,1
Київська	481	225,6	198,8	80,5	47,7
Кіровоградська	516,3	241,9	212,9	159,1	94,3
Луганська	481	225,6	198,8	118,6	-
Львівська	424,4	220,1	192,5	70,1	41,6
гірська частина області				123,1	123,1
Миколаївська	473,8	173,9	152,6	241,6	-
Одеська	459,7	165,3	142,2	141,8	-
Полтавська	502,3	240,5	211,1	135,0	-
Рівненська	445,7	231,5	202,5	74,1	43,9
Сумська	495,5	276,7	241,4	79,6	47,1
Тернопільська	481	267	234,6	100,4	59,5
Харківська	523,1	250,9	220,6	91,9	-
Херсонська	445,7	199,3	174,4	167,3	-
Хмельницька	509,1	247,8	218,3	93,2	55,2
Черкаська	551,7	324,8	283,5	75,8	44,9
Чернівецька	424,4	233,3	203,4	31,1	18,7
гірська частина області				123,1	123,1
Чернігівська	523,1	286,3	253,6	75	44,4

Розрахунок збитків від наслідків НС для одного об'єкта рекреаційної зони проводиться за формулою:

$$P_{\text{РЕК}} = T \cdot П \quad (17)$$

де T – термін, необхідний для відновлення рекреаційної зони;

П– прибуток у цілому від діяльності установи за одиницю розрахункового терміну на одному об'єкті рекреаційної зони.

Загальні збитки $P_{\text{РЕК}}$ від наслідків НС у рекреаційному центрі, що включає декілька об'єктів та використовує певний обсяг природних ресурсів і ресурсів антропогенного походження рекреаційної зони, розраховуються виходячи із суми збитків рекреаційної зони:

$$P_{\text{рек}} = \sum_{i=1}^m z_p + (P_{\text{п}} + P_{\text{с}}) \quad (18)$$

де z_p – збитки об'єкта рекреаційної зони внаслідок НС;

i – кількість об'єктів рекреаційної зони;

$P_{\text{п}}$ – витрати на відновлення ресурсів природного походження;

$P_{\text{с}}$ – витрати на відновлення ресурсів антропогенного походження.

6. Визначення показників, що характеризують ушкодження будівель, споруд та обсяги завалів у зонах НС

З метою визначення масштабів руйнування, обсягів, термінів і черговості, а також сил і засобів для проведення рятувальних та невідкладних робіт проводиться оцінка інженерного стану.

Перш за все необхідно визначити ступені руйнування населеного пункту і об'єктів господарювання. Знаючи ступінь руйнування, можна визначити величину збитків, обсяги рятувальних і невідкладних робіт.

Ступені руйнування будівель характеризуються наступними критеріями.

Повні руйнування – це руйнування всіх елементів будівель, у тому числі підвальних приміщень, та ураження людей, що знаходяться в них. Збитки складають більше 70 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості). Подальше їх використання неможливе.

Сильні руйнування – це руйнування частини стін і перекриття поверхів, їх деформація, виникнення тріщин у стінах та ураження значної кількості людей, що знаходяться в них. Збитки складають від 30 до 70 % вартості основних виробничих фондів (балансової вартості). Можливе обмежене використання будівель, що збереглися. Відновлення можливе після капітального ремонту.

Середні руйнування – це руйнування переважно другорядних елементів будівель і споруд (покрівлі, вікон, дверей і перегородок), виникнення тріщин у стінах. Підвальні приміщення зберігаються, перекриття залишаються. Люди уражаються частіше уламками конструкцій. Збитки складають 10 – 30 % вартості

основних виробничих фондів (балансової вартості будівель). Підчас середнього ремонту відновлюються техніка, транспорт та промислове обладнання. Будівлям необхідний капітальний ремонт.

Слабкі руйнування – це руйнування вікон, дверей та перегородок. Ураження людей можливе уламками конструкцій. Підвали і нижні поверхи не пошкоджуються. Вони придатні для використання після поточного ремонту будівель. Збитки складають до 10% вартості основних виробничих фондів (балансової вартості будівель). Відновлення можливе після середнього або поточного ремонту.

Після виникнення надзвичайної ситуації для оцінки матеріальних збитків і втрат населення в населених пунктах узагальненим критерієм є **ступінь ураження населеного пункту**, який можна визначити за формулою:

$$C_p = P_p / P_{\text{пнп}},$$

де C_p – ступінь руйнування населеного пункту (об'єкта); P_p – площа руйнувань, $P_{\text{пнп}}$ – загальна площа населеного пункту (об'єкта).

Ступені руйнування населених пунктів охарактеризовані в таблиці 7.

Таблиця 7

Ступені руйнування населених пунктів

Ступінь руйнування населеного пункту (об'єкта)	Характер руйнувань будівель і споруд об'єктів господарювання, %		
	слабкі	середні	сильні й повні
Слабкий < 0,2	До 75	До 5	До 20
Середній від 0,21	До 48	6 – 12	21 – 50
Сильний від 0,59	-	13 – 20	51 – 80
Повний > 0,8	-	-	Більше 80

Вплив масштабів руйнування населеного пункту на ступінь руйнування об'єктів подано в таблиці 8

Таблиця 8

Вплив масштабів руйнування населеного пункту на ступінь руйнування об'єктів

Ступені руйнування об'єктів, %	Ступінь руйнування населеного пункту									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Середні	2	3	5	8	10	12	15	18	15	10
Повні й сильні	8	16	20	30	40	50	60	70	85	90

Виходячи зі ступенів руйнування населеного пункту орієнтовно можна визначити втрати незахищеного населення. Для цього слід скористатись таблицею 9.

80 % потерпілого населення буде потребувати надання першої медичної допомоги. Таку допомогу можуть надавати санітарні дружини. Потреби в санітарних дружинах визначають за формулою

$$P_{\text{сан.др.}} = Y : A_{\text{сан.др.}} \cdot t,$$

де $P_{\text{сан.др.}}$ – кількість санітарних дружин; Y – кількість уражених; $A_{\text{сан.др.}}$ – можливості сандружин за годину; t – час роботи (годин). Спеціалізована медична допомога надається в обсязі 50 % від санітарних втрат.

Таблиця 9

Втрати незахищеного населення залежно від ступенів руйнувань населеного пункту

Види втрат населення, %	Ступінь руйнування населеного пункту									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10
Загальні	4	8	10	12	16	28	40	80	90	100
Безповоротні	1	2	1,5	3	4	7	10	20	25	30
Санітарні, у т.ч.:	3	6	7,5	9	12	21	30	60	65	70
легкі	1,5	2,6	3	4	5	9	13,5	27	28	30
середні	1	2,5	3	3,5	5	8	12	24	27	30
важкі	0,5	1	1,5	1,5	2	4	4,5	9	10	10

Кількість сил і техніки, необхідних для проведення невідкладних і рятувальних робіт, можна визначити за допомогою таблиці 10.

Таблиця 10

Кількість осіб рятувальних загонів і техніки, необхідних для невідкладних і аварійних робіт

Необхідна кількість	Ступінь ураження населеного пункту									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,10
Особи рятувального загону, тис.	0,6	1,3	1,9	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,3	3,6
Одиниці інженерної техніки	8	16	28	33	38	46	63	66	68	75

Прогнозувати оцінку пошкоджень інженерних мереж і комунікацій населеного пункту можна за допомогою ступенів руйнування населеного пункту, площі забудови та протяжності комунікацій, поданих у таблиці 11.

Кількість аварій на інженерних мережах* і комунікаціях залежно від масштабів руйнувань населеного пункту**

Ступінь руйнування населеного пункту	Площа населеного пункту, км ²				Протяжність комунікацій, м/км ²
	до 25	50	100	300	
0,1	3*/5**	5*/10**	15*/20**	35*/55**	
0,2	5/10	10/20	25/40	68/120	
0,3	8/15	15/30	35/60	100/180	
0,4	10/20	20/40	45/80	135/240	5000*/10000**
0,5	13/25	25/50	55/100	180/300	
0,6	15/30	30/60	65/120	210/360	
0,7	18/35	37/70	75/140	240/420	
0,8	20/40	40/80	90/160	270/480	
0,9	23/45	45/90	100/180	300/540	
1,0	25/50	50/100	120/200	375/600	

Структура аварій і відключень на інженерних мережах і комунікаціях населеного пункту із загальної кількості береться така: водозабезпечення – 16 %, каналізація – 23 %, електропостачання – 21 %, газопостачання – 27 %, теплопостачання – 13 %.

Оцінка стаціонарних інженерних мереж і комунікацій промислових підприємств компактної забудови визначається залежно від ступенів руйнування і протяжності комунікацій на км² площі об'єкта (табл. 12).

Кількість аварій на інженерних мережах* і комунікаціях залежно від масштабів руйнувань об'єкта (підприємства)**

Площа об'єкта, км ²	Ступінь руйнування об'єкта			Протяжність комунікацій, м/км ²
	Середній	Сильний	Повний	
1	2*/3**	3*/5**	5*/9**	
2	3/4	4/6	6/12	
3	3/5	5/7	7/14	5000*/10000**
4	4/6	7/13	10/20	
5	5/8	10/19	13/27	
10	8/16	19/37	27/55	

Всі аварії і відключення інженерних мереж і комунікацій беруться за 100 %, а структура така: водозабезпечення – 20 %, каналізація – 20 %, електропостачання – 20 %, газопостачання – 25 %, теплопостачання – 15 %.

Тривалість проведення невідкладних робіт одного виду (**T**) у годинах визначається за формулою:

$$T = (B_1 \cdot B_2 \cdot W) : П,$$

де – **B₁** – коефіцієнт, що враховує умови роботи на загазованій, задимленій території та за інших несприятливих факторів, який приймається за 1,4-2,0; **B₂** – коефіцієнт, що враховує роботу в нічний час, дорівнює 1,3-1,4; **W** – імовірний обсяг роботи, який визначається розрахунком або за таблицями; **П** – продуктивність роботи формування при виконанні конкретного виду роботи, що визначається розрахунком або за таблицями.

Питання для самоконтролю

1. Які причини виникнення гідродинамічних аварій?
2. Що таке б'єф?
3. Якими параметрами характеризується хвиля прориву?
4. Що таке зона катастрофічного затоплення?
5. Які вихідні дані необхідні для прогнозування наслідків гідродинамічної аварії?
6. Які заходи проводяться для запобігання гідродинамічних аварій?
7. Як повинно діяти населення в умовах загрози руйнування греблі?
8. Яких правил слід дотримуватися після спаду води?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конституція України [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: www.rada.gov.ua/const/const1.htm — 1к
2. Кодекс Цивільного захисту України: чинне законодавство. — К. ПАЛИВОДА А.В., 2013 — 132с.
3. Закон України “Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення” від 24.02.1994 р. №4004-XII / [Електронний ресурс]. — Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=4004-12
4. Закон України “Про об’єкти підвищеної небезпеки” від 18.01.2001р. № 2245-III [Електронний ресурс]. — Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2245-14
5. Закон України “Про захист населення від інфекційних хвороб” від 06.04.2000 р. № 1645-III [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://uns.kradmin.gov.ua/?q=zakonns.html>
6. Про затвердження Положення про порядок проведення евакуації населення у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру // Постанова КМУ від 26 жовтня 2001 р. № 1432 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=1432-2001-%EF
7. Про затвердження Порядку класифікації НС техногенного та природного характеру за їх рівнями // Постанова КМУ від 24.03.2004р. №368 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/368-2004-%D0%BF>
8. Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків НС техногенного та природного характеру // Постанова КМУ від 04.06.2003р. №862 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/862-2003-%D0%BF>
9. Про ідентифікацію та декларування безпеки об’єктів підвищеної небезпеки // Постанова КМУ від 11.07.2002р. №956 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/956-2002-%D0%BF>
10. Про затвердження Положення про Державний реєстр потенційно небезпечних об’єктів // Постанова КМУ від 29.08.2002р. №1288 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1288-2002-%D0%BF>
11. Про порядок проведення евакуації населення у разі загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру // Постанова

- КМУ від 26 жовтня 2001 року № 1432 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: www.mns.gov.ua/content/laws_post.html
12. Про затвердження Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів // Наказ МНС України від 23.02.2006 р. № 98 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0286-06>
 13. Про затвердження Правил улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього виявлення НС у разі їх виявлення // Наказ МНС України від 15.05.2006 р. № 288 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/z0785-06>
 14. Про затвердження Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів // Наказ МНС України від 18.12.2000 р. № 338 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0062-01>
 15. Інструкція з організації психологічного забезпечення службової діяльності аварійно-рятувальних служб // Наказ МНС України від 23.02.2004 р. № 89 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0323-04>
 16. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо планування і порядку проведення евакуації населення (працівників) у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру // Наказ МНС від 07.09.2004 р. № 44 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: www.mns.gov.ua/content/laws_zak.html
 17. Про затвердження Порядку здійснення підготовки населення на підприємствах, в установах та організаціях до дій при виникненні НС техногенного та природного характеру // Наказ МНС від 23.04.2001 р. № 97 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: http://www.mns.gov.ua/content/laws_post.html
 18. Про затвердження Методичних рекомендацій з питань організації планування та проведення евакуаційних заходів на об'єктах господарської діяльності у разі виникнення надзвичайних ситуацій // Наказ МНС від 07.09.2010 р. № 761 [Електронний ресурс]. — Режим доступу до сайту: www.mns.gov.ua/content/laws_dcz.html
 19. Бикова О.В., Болієв О.В. Основи цивільного захисту: Навчальний посібник. — К.: 2008 -223 с.
 20. Васійчук В.О., Гончарук В.Є. та ін. Основи цивільного захисту: Навчальний посібник. Львів, 2010. — 384 с.

21. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 1 Техногенна та природна небезпека // За загальною редакцією В.В. Могильниченко. – К.: КІМ, 2007. – 636 с.
22. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т. 3 Інженерно-технічні заходи цивільного захисту та містобудування // За загальною редакцією В.В. Могильниченко. – К.: КІМ, 2008. – 152 с.
23. Захист населення і територій від надзвичайних ситуацій. Т.4. Евакуація населення у надзвичайних ситуаціях // За загальною редакцією В.В. Могильниченко.– К.: КІМ, 2008. – 288 с.
24. Кучма М.М. Цивільна оборона (цивільний захист): Навчальний посібник. – Львів: “Магнолія плюс”, 2004. – С.354.
25. Миценко І.М., Мезенцева О.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник. – Чернівці: Книги-XXI, 2004. – С. 404.
26. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист: Підручник. – К.: 2007. – 487 с.
27. Шоботов В.М. Цивільна оборона: Навчальний посібник. – К.: 2006. – 438 с.

```
PrivateSubComboBox1_Change()
```

```
ComboBox2.Clear
```

```
ComboBox3.Clear
```

```
ComboBox4.Clear
```

```
ComboBox5.Clear
```

```
ComboBox6.Clear
```

```
ComboBox7.Clear
```

```
TextBox8 = none
```

```
TextBox1 = none
```

```
TextBox2 = none
```

```
TextBox3 = none
```

```
TextBox4 = none
```

```
ComboBox4.Clear
```

```
With ComboBox2
```

```
.AddItem 0.0001
```

```
.AddItem 0.0005
```

```
.AddItem 0.001
```

```
EndWith
```

```
EndSub
```

```
PrivateSubComboBox2_Change()
```

```
ComboBox3.Clear
```

```
ComboBox4.Clear
```

```
ComboBox5.Clear
```

```
ComboBox6.Clear
```

```
ComboBox7.Clear
```

```
TextBox1 = none
```

```
TextBox2 = none
```

```
TextBox3 = none
```

```
TextBox4 = none
```

```
TextBox12 = none
```

```
TextBox13 = none
```

```
With ComboBox3
```

```

.AddItem "20"
.AddItem "40"
.AddItem "80"
.AddItem "150"
.AddItem "250"
EndWith
EndSub
PrivateSubComboBox3_Change()
ComboBox4.Clear
ComboBox5.Clear
ComboBox6.Clear
ComboBox7.Clear
TextBox8 = none
With ComboBox4
.AddItem 5
.AddItem 10
.AddItem 20
.AddItem 40
.AddItem 80
.AddItem 150
EndWith

With ComboBox5
.AddItem "H=10h0"
.AddItem "H=20h0"
EndWith

Dim index1 AsInteger
    index1 = ComboBox1.ListIndex
SelectCase index1
CaseIs = 0
Dim index2 AsInteger
    index2 = ComboBox2.ListIndex
SelectCase index2
CaseIs = 0
Dim index3 AsInteger
    index3 = ComboBox3.ListIndex
SelectCase index3

```

```

CaseIs = 0
    TextBox1 = 100
    TextBox2 = 90
    TextBox3 = 9
    TextBox4 = 7
CaseIs = 1
    TextBox1 = 280
    TextBox2 = 150
    TextBox3 = 20
    TextBox4 = 9
CaseIs = 2
    TextBox1 = 720
    TextBox2 = 286
    TextBox3 = 39
    TextBox4 = 12
CaseIs = 3
    TextBox1 = 1880
    TextBox2 = 500
    TextBox3 = 79
    TextBox4 = 15
CaseIs = 4
    TextBox1 = 4000
    TextBox2 = 830
    TextBox3 = 144
    TextBox4 = 19
EndSelect
CaseIs = 1
Dim index31 As Integer
    index31 = ComboBox3.ListIndex
SelectCase index31
CaseIs = 0
    TextBox1 = 70
    TextBox2 = 50
    TextBox3 = 13
    TextBox4 = 10
CaseIs = 1
    TextBox1 = 180
    TextBox2 = 76

```

```

        TextBox3 = 34
        TextBox4 = 12
    CaseIs = 2
        TextBox1 = 480
        TextBox2 = 140
        TextBox3 = 52
        TextBox4 = 16
    CaseIs = 3
        TextBox1 = 1240
        TextBox2 = 234
        TextBox3 = 100
        TextBox4 = 21
    CaseIs = 4
        TextBox1 = 2600
        TextBox2 = 370
        TextBox3 = 174
        TextBox4 = 25
EndSelect
CaseIs = 2
Dim index32 As Integer
        index32 = ComboBox3.ListIndex
SelectCase index32
CaseIs = 0
        TextBox1 = 40
        TextBox2 = 18
        TextBox3 = 16
        TextBox4 = 21
    CaseIs = 1
        TextBox1 = 110
        TextBox2 = 30
        TextBox3 = 32
        TextBox4 = 24
    CaseIs = 2
        TextBox1 = 300
        TextBox2 = 60
        TextBox3 = 62
        TextBox4 = 29
    CaseIs = 3

```

```

        TextBox1 = 780
        TextBox2 = 106
        TextBox3 = 116
        TextBox4 = 34
CaseIs = 4
        TextBox1 = 1680
        TextBox2 = 168
        TextBox3 = 208
        TextBox4 = 40
EndSelect
-//-
і так далі
-//-

EndSelect
EndSelect

EndSub
PrivateSubComboBox4_Change()
ComboBox5.Clear
ComboBox6.Clear
ComboBox7.Clear
TextBox8 = none
TextBox12 = none
TextBox13 = none
Range("D4").Value = TextBox1.Value
Range("D5").Value = TextBox2.Value
Range("D6") = ComboBox4.Text
TextBox9 = Range("D7").Value
With ComboBox5
.AddItem "H=10h0"
.AddItem "H=20h0"
EndWith
Range("e4").Value = TextBox3.Value
Range("e5").Value = TextBox4.Value
Range("e6") = ComboBox4.Text
TextBox5 = Range("e7").Value

```



```
EndSub
```

```
PrivateSubComboBox5_Change()
```

```
ComboBox6.Clear
```

```
ComboBox7.Clear
```

```
TextBox8 = none
```

```
With ComboBox6
```

```
.AddItem 0.05
```

```
.AddItem 0.1
```

```
.AddItem 0.2
```

```
.AddItem 0.4
```

```
.AddItem 0.8
```

```
.AddItem 1.6
```

```
.AddItem "3.0"
```

```
.AddItem "5.0"
```

```
EndWith
```

```
EndSub
```

```
PrivateSubComboBox6_Change()
```

```
ComboBox7.Clear
```

```
TextBox8 = none
```

```
TextBox12 = none
```

```
TextBox13 = none
```

```
With ComboBox7
```

```
.AddItem 20
```

```
.AddItem 40
```

```
.AddItem 80
```

```
EndWith
```

```
Dim indext1 AsInteger
```

```
indext1 = ComboBox5.ListIndex
```

```
SelectCase indext1
```

```
CaseIs = 0
```

```

Dim indext2 As Integer
    indext2 = ComboBox6.ListIndex
SelectCase indext2
CaseIs = 0
    TextBox8 = 15.5
CaseIs = 1
    TextBox8 = 14
CaseIs = 2
    TextBox8 = 12.5
CaseIs = 3
    TextBox8 = 11
CaseIs = 4
    TextBox8 = 9.5
CaseIs = 5
    TextBox8 = 8.3
CaseIs = 6
    TextBox8 = 7.9
CaseIs = 7
    TextBox8 = 7.6
EndSelect
CaseIs = 1
Dim indext21 As Integer
    indext21 = ComboBox6.ListIndex
SelectCase indext21
CaseIs = 0
    TextBox8 = 18
CaseIs = 1
    TextBox8 = 16
CaseIs = 2
    TextBox8 = 14
CaseIs = 3
    TextBox8 = 12
CaseIs = 4
    TextBox8 = 10.8
CaseIs = 5
    TextBox8 = 9.9
CaseIs = 6
    TextBox8 = 9.6

```

```
CaseIs = 7
        TextBox8 = 9.3
EndSelect
EndSelect

EndSub

PrivateSubCommandButton1_Click()
Range("a4").Value = TextBox8.Value
Range("a5").Value = TextBox12.Value
Range("a6").Value = TextBox13.Value
Range("a7").Value = TextBox11.Value
Range("a8").Value = TextBox9.Value
```

```
TextBox14 = Range("a12").Value
```

```
EndSub
```

```
PrivateSubComboBox7_Change()
```

```
TextBox12 = none
```

```
TextBox13 = none
```

```
Dim indextt1 AsInteger
```

```
    indextt1 = ComboBox7.ListIndex
```

```
SelectCase indextt1
```

```
CaseIs = 0
```

```
Dim indextt2 AsInteger
```

```
    indextt2 = ComboBox2.ListIndex
```

```
SelectCase indextt2
```

```
CaseIs = 0
```

```
Dim indextt3 AsInteger
```

```
    indextt3 = ComboBox4.ListIndex
```

```
SelectCase indextt3
```

```
CaseIs = 0
```

```
    TextBox12 = 0.2
```

```
        TextBox13 = 1.8
CaseIs = 1
        TextBox12 = 0.6
        TextBox13 = 4
CaseIs = 2
        TextBox12 = 1.6
        TextBox13 = 7
CaseIs = 3
        TextBox12 = 5
        TextBox13 = 14
CaseIs = 4
        TextBox12 = 13
        TextBox13 = 30
CaseIs = 5
        TextBox12 = 33
        TextBox13 = 62
EndSelect
EndSelect

EndSelect

EndSub

PrivateSubFrame4_Click()

EndSub

PrivateSubLabel1_Click()

EndSub

PrivateSubLabel10_Click()

EndSub

PrivateSubLabel2_Click()
```

EndSub

PrivateSubLabel17_Click()

EndSub

PrivateSubLabel18_Click()

EndSub

PrivateSubLabel19_Click()

EndSub

PrivateSubTextBox1_Change()

EndSub

PrivateSubTextBox11_Change()

EndSub

PrivateSubTextBox13_Change()

EndSub

PrivateSubTextBox14_Change()

EndSub

PrivateSubTextBox2_Change()

EndSub

PrivateSubTextBox8_Change()

```
EndSub
```

```
PrivateSub TextBox9_Change()
```

```
EndSub
```

```
PrivateSub UserForm_Initialize()
```

```
With ComboBox1
```

```
.AddItem "1"
```

```
.AddItem "0,5"
```

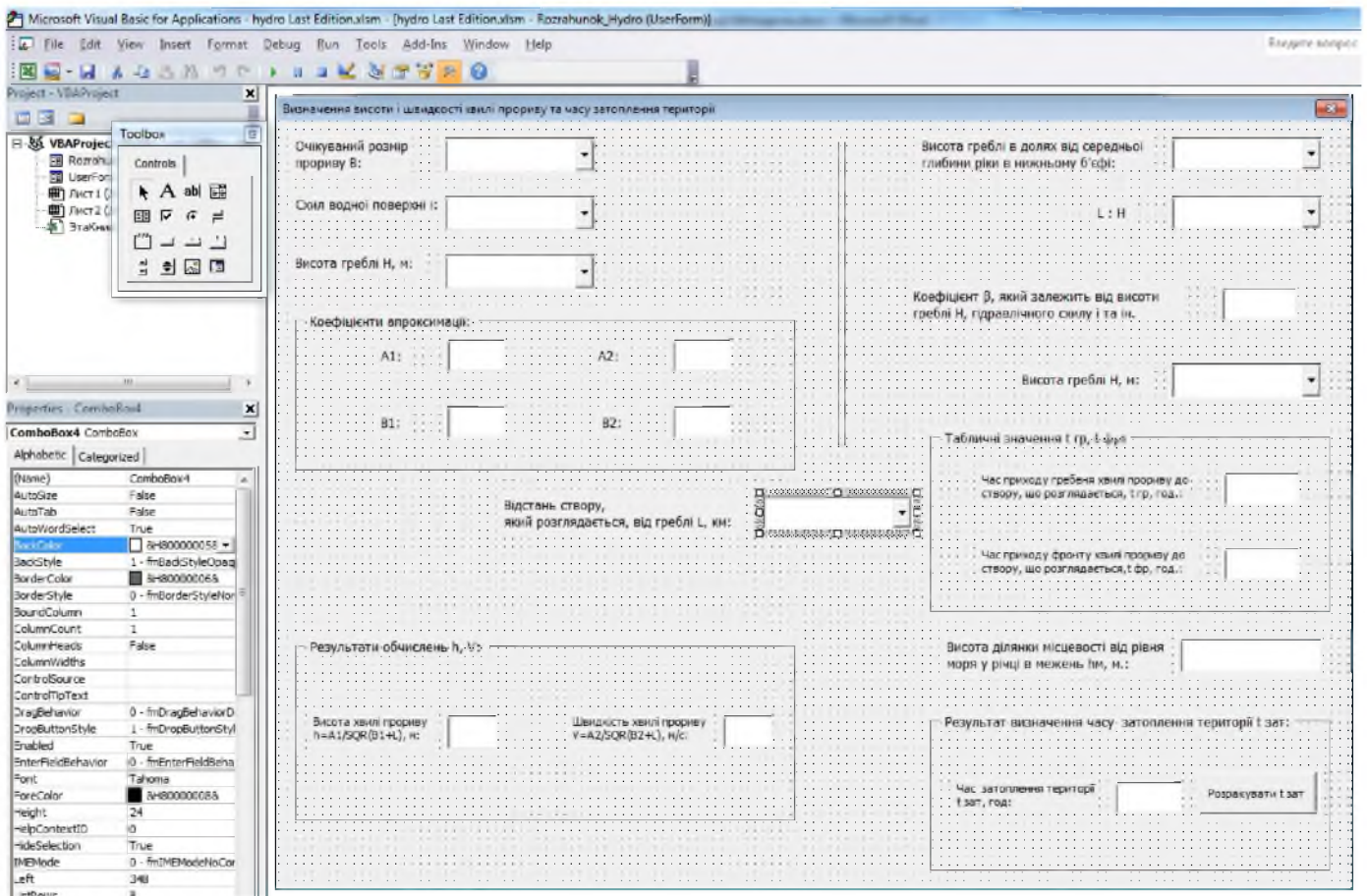
```
.AddItem "0,25"
```

```
EndWith
```

```
TextBox11 = "введіть значення"
```

```
EndSub
```

Загальний вигляд форми користувача VBA на етапі додавання об'єктів



Навчальне видання

**Інформаційні технології в розрахунках параметрів
під час гідродинамічних аварій у викладанні курсу
«Безпека життєдіяльності і цивільний захист»**

навчально-методичний посібник

В авторській редакції
Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 12
Папір офсетний. Друк цифровий.
Гарнітура TimesNewRoman
Наклад 40 прим.

Івано-Франківськ,
Пасічна, 128, Видавництво «Голіней»
(0342) 58-04-32