

УДК: 355.58(075)

В.В. БОРИК, Л.Й. МЕЖИЛОВСЬКА, Р.О. ДЗУМЕДЗЕЙ
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Г.Д. МАТЕЙК
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ І ШВИДКОСТІ ХВИЛІ ПРОРИВУ ПІД ЧАС ГІДРОДИНАМІЧНИХ АВАРІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕРЕДОВИЩА VBA В ЦИВІЛЬНОМУ ЗАХИСТІ

Створена програма мовою VBA для демонстрації можливості автоматизації розрахунку висоти h і швидкості хвилі прориву V під час гідродинамічних аварій. На даному прикладі продемонстровані методологічні шляхи щодо оптимізації і автоматизації заходів і засобів, спрямованих на попередження і локалізацію надзвичайних ситуацій техногенного характеру, а також шляхи зменшення ймовірності помилок в даних розрахунках, спричинених людським фактором.

Ключові слова: гідродинамічні аварії, хвиля прориву, параметри, розрахунки, об'єктно-орієнтоване програмування.

V.V. BORYK, L.YO. MEZHLYOVSKA, R.O. DZUMEDZEY
Vasyl Stefanyk Precarpathian National University
G.D. MATEIK
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

THE DETERMINATION OF HEIGHT AND SPEED OF THE BLAST WAVE DURING HYDRODYNAMIC BREAKDOWNS WITH THE USAGE OF VBA ENVIRONMENT IN CIVIL DEFENSE

The program in VBA language has been created for the demonstration of the possible automation of the calculation of height (h) and speed of the break wave (V) during hydrodynamic breakdowns. By way of single example there have been demonstrated methodological ways of optimization and automation of measures and means, aimed at the prevention and localization of emergencies of technological nature, as well as the ways to decrease the error probability during these calculations, caused by the human factor.

Keywords: hydrodynamic accident, the break wave, parameters, calculations, object-oriented programming.

Вступ

Зростання антропогенного впливу, зокрема будівництво нових і експлуатація наявних штучних водосховищ, які використовують в гідроенергетиці, зрошувальному рослинництві, регулюванні стоку для захисту від катастрофічних повеней викликаних інтенсивними надмірними опадами чи швидкому таненні значних снігових мас, вимагає додаткових зусиль щодо захисту від небезпек пов'язаних з можливими аваріями спричиненими руйнуванням даних гідротехнічних споруд [1–3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В наявних публікаціях подано виключно загальний підхід для вказаних розрахунків, а саме, формули для обчислень і підстановочні до них табличні дані, які вибирають згідно визначених параметрів.

Мета і завдання досліджень

Створити програмний продукт для забезпечення автоматизації визначення значень висоти і швидкості хвилі прориву при гідродинамічних аваріях викликаних проривом дамб чи гребель.

Методика визначення висоти і швидкості хвилі прориву з використанням VBA

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, ліній 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.

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_M , м);
- максимальна висота затоплення ділянки місцевості по створу (h_3 , м);
- висота прямокутника, еквівалентного по площі змоченому периметру в створі при максимальній глибині затоплення (h_{cp} , 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_{cp}).

Послідовність розрахунку:

1. Визначення висоти і швидкості хвилі прориву:

$$h = A_1 / \sqrt{B_1 + L}, \text{ м}; \tag{1}$$

$$V = A_2 / \sqrt{B_2 + L}, \text{ м/с} \tag{2}$$

де A_1, A_2, B_1, 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.

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

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.

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 VBA script.

Створюємо Userform, заповнюючи її об'єктами ComboBox, Label, TextBox CommandButton 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, 2) для визначень висоти (h), швидкості хвилі прориву (V) залежно 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 надано на рис. 1. Вибір параметрів здійснюється з випадючих списків ComboBox(ив), 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(ив). Після вибору відповідних параметрів ComboBox(ив) поля TextBox(ив) 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, 2) висоту h і швидкість хвилі прориву V , які будуть становити 9,53 м і 1,73 м/с відповідно.

Рис. 1. Загальний вигляд Форми користувача VBA (Скрін на одному з етапів розрахунків)

Висновки

1. Оптимізація управління силами цивільного захисту при прогнозуванні, локалізації і ліквідації наслідків гідродинамічних аварій.
2. Демонстрація застосування інформаційних технологій в автоматизації розрахунків параметрів вражаючих факторів при надзвичайних ситуаціях техногенного і природного характеру.

Література

1. Стеблюк М.І. Цивільна оборона та цивільний захист : підручник / М.І. Стеблюк. – К., 2007. – 487 с.
2. Цивільний захист : навчальний посібник / [В.І. Кошель, Г.Ю. Юрах, Р.С. Грушевський, В.В. Борик]. – Івано-Франківськ : НАІР, 2014. – 208 с.
3. Шоботов В.М. Цивільна оборона : навчальний посібник. / В.М. Шоботов – К., 2006. – 438 с.