

*Соболь О.М., д-р техн. наук, нач. каф., НУЦЗУ,
Лисенко С.М., зав. навч. лаб., НУЦЗУ*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ КІЛЬКОСТІ СИЛ ТА ЗАСОБІВ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-РЯТУВАЛЬНИХ РОБІТ ПРИ ПОВЕНЯХ

(представлено д-ром техн. наук Бодянським Е.В.)

Розглянуто існуючі підходи до розрахунку зон затоплення. Наведено загальну постановку задачі оптимізації кількості сил та засобів для проведення аварійно-рятувальних робіт при повенях. Зроблено висновок про те, що дана постановка є основою для подальшої розробки математичної моделі та методу розв'язання задачі.

Ключові слова: зони затоплення, аварійно-рятувальні роботи, оптимізація кількості сил та засобів

Постановка проблеми. На теперішній час по повторюваності, площі розповсюдження і середньорічному матеріальному збитку в масштабах нашої країни, повинь займає одне з перших місць серед стихійних лих. Особливістю повеней, як і деяких інших надзвичайних ситуацій природного характеру, є те, що запобігти їх виникненню майже неможливо. Для вирішення проблем, пов'язаних з повенями, можна використовувати різні організаційно-технічні рішення, реалізація яких може тільки знизити можливі наслідки. Причому величина збитку від повені значною мірою залежить від ступеня заселеності, забудови міст і населених пунктів. В зв'язку з цим, повинь являє собою не тільки явище природи, але і явище соціального порядку.

Таким чином, існує актуальна науково-прикладна проблема розробки підходів до зниження негативних наслідків повеней.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Негативні наслідки повеней досить повно описані в Національних доповідях про стан техногенної та природної безпеки в Україні, наприклад в [1]. Так, повені можуть призводити до підтоплення сільськогосподарських угідь, житлових будинків, об'єктів соціальної сфери, залізничних та автошляхів, господарських будівель і приміщень, руйнування дамб, автомобільних, залізничних та пішохідних мос-

тів, розмиття берегоукріплень, відключення від газопостачання та електропостачання населених пунктів, проведення тимчасової евакуації людей тощо.

Однією із задач, що сприятиме розв'язанню проблеми зниження негативних наслідків повеней, є задача підвищення ефективності проведення аварійно-рятувальних робіт при повенях за рахунок розробки методу прогнозування зон затоплення та методу оптимізації кількості сил та засобів, що залучаються для ліквідації наслідків повеней.

Необхідно зазначити, що визначенню границь зон затоплення присвячено чимало наукових праць, зокрема [2-5]. Розробці методів оптимального розміщення підрозділів цивільного захисту присвячено, наприклад, роботи [6,7].

Постановка задачі та її розв'язання. Метою даної роботи є огляд існуючих підходів до розрахунку зон затоплення та здійснення постановки задачі оптимізації кількості сил та засобів проведення аварійно-рятувальних робіт при повенях.

На теперішній час найбільш розповсюдженими є два підходи до розрахунку зон затоплення.

1. Гідрологічний підхід – застосовується для аналізу на макрорівні, тобто для територій з площею в десятки та сотні квадратних кілометрів [3].

2. Гідродинамічний підхід – застосовується для моделювання поведінки води на мікрорівні та потребує потужного апаратного забезпечення для моделювання невеликих потоків води [4].

Необхідно відзначити, що для розрахунку зон затоплення необхідно врахувати величезну кількість факторів, зокрема, характеристику ґрунтів, наявність ґрунтових вод, температуру повітря тощо. На практиці використовуються наближені підходи для визначення зон затоплення, наприклад, геометричний підхід, рис. 1 [5].

Але недоліком наведеного геометричного підходу є використання тріангуляції Делоне [8] для завдання рельєфу місцевості, що призводить до збільшення похибки визначення зон затоплення. Для уникнення даного недоліку буде розроблено метод визначення границь зон затоплення S_w з використанням гладких моделей рельєфу, наведених в роботі [9].

Що стосується оптимізації кількості сил та засобів для проведення аварійно-рятувальних робіт при повенях, то для цього необхідно врахувати наступні фактори:

- площа затоплення;
- кількість населених пунктів, що потрапили в зону затоплення;
- ступені та якісні характеристики пошкоджень будівель житлового фонду;
- чисельність населення і його втрати;
- протяжність пошкоджених комунально-енергетичних мереж;
- протяжність пошкоджених мостів, автомобільних та залізничних шляхів тощо.

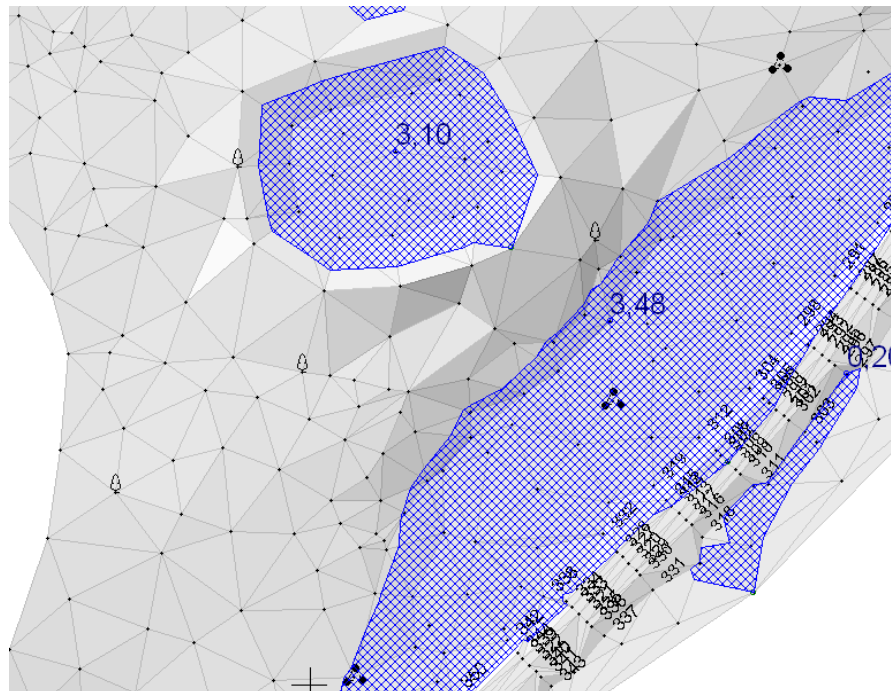


Рис. 1

На основі даних можливої обстановки в зоні затоплення необхідно створювати угруповання сил ліквідації наслідків повені здатних: провести розвідку зони затоплення; провести порятунок постраждалого населення; організувати будівництво пунктів посадки і висадки постраждалого населення зі всіх видів транспорту; організувати відновлення автомобільних доріг і залізничних магістралей; організувати відновлення пошкоджених і будівництво нових мостів; організувати відновлення комунально-енергетичних мереж і ліній зв'язку.

Таким чином, загальна постановка задачі оптимізації кількості сил та засобів для проведення аварійно-рятувальних робіт при повенях має наступний вигляд

$$\min_W \sum_{i=1}^V N_i, \quad (1)$$

де W :

$$T_j(z) \leq T_j^*, \quad j = 1, 2, 3; \quad z = \{C_k, R_l, L_m\}; \quad (2)$$

$$C_k \in S_w, \quad k = 1, \dots, N_c;$$

$$R_l \in S_w, \quad l = 1, \dots, N_r;$$

$$L_m \in S_w, \quad m = 1, \dots, N_l;$$

$$K_p(C_k) \geq K_p^*, \quad p = 1, \dots, N_p; \quad (3)$$

$$T_e(P_q, P_r) \leq T_e^*, \quad q = 1, \dots, N_q, \quad r = 1, \dots, N_r. \quad (4)$$

Необхідно відзначити, що в результаті розв'язання поставленої задачі необхідно визначити мінімальну кількість підрозділів, що залучаються до ліквідації наслідків повені (V - кількість типів підрозділів) з урахуванням наступних обмежень:

- прибуття відповідних підрозділів в межах заданого часу до визначених місць ліквідації наслідків повені (обмеження 2). Тут C_k , $k = 1, \dots, N_c$ - площі населених пунктів, що потрапили у зону затоплення S_w ; R_l , $l = 1, \dots, N_r$ - протяжність автошляхів, ділянок залізниці, мостів, що потрапили у зону затоплення S_w ; L_m , $m = 1, \dots, N_l$ - протяжність пошкоджених комунально-енергетичних мереж;

- наявність достатньої кількості засобів евакуації постраждалого населення (обмеження 3). Тут N_p - кількість типів засобів евакуації;

- час на евакуацію постраждалого населення не повинен перевищувати заданого (обмеження 4). Тут N_q і N_r - кількість пунктів посадки і висадки населення зі всіх видів транспорту.

Висновки. В даній роботі запропоновано загальну постановку задачі оптимізації кількості сил та засобів для проведення ава-

рійно-рятувальних робіт при повенях. Наведена постановка є основою для подальшої розробки математичної моделі та методу розв'язання зазначеної задачі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році – К.: Чорнобильінтерінформ, 2011. – 216 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua/content/nasdopov2010.html>
2. Климович В.И. Расчет параметров волны прорыва и определение границы зоны затопления при аварии на ЗШО / В.И. Климович, В.А. Прокофьев // Гидротехническое строительство. – М., 2001. № 1. С. 38-44.
3. Коваленко В.В. Моделирование гидрологических процессов / В.В. Коваленко. – СПб: Гидрометеиздат, 1993. – 250 с.
4. Роуч П. Вычислительная гидродинамика / П. Роуч. – М.: Мир, 1980. – 616 с.
5. Мирза Н.С. Геометрический подход для решения задачи расчета зон затопления / Н.С. Мирза // [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.graphicon.ru/2007/proceedings/Papers/Paper_57.pdf
6. Садковий В.П. Раціональне розбиття множин при територіальному плануванні в сфері цивільного захисту / Монографія / В.П. Садковий, В.М. Комяк, О.М. Соболев // Ун-т цивільного захисту України. – Горлівка: «Ліхтар», 2008. – 174 с.
7. Соболев О.М. Раціональне покриття об'єктів захисту районами виїзду підрозділів воєнізованої охорони на залізниці та пожежно-рятувальних підрозділів / О.М. Соболев, О.М. Семків, А.Г. Коссе, В.О. Собина // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. НУЦЗ України. Вип. 13. – Харків: НУЦЗУ, 2011. – С. 139-146.
8. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и её применение / А.В. Скворцов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 128 с.
9. Абрамов Ю.А. Формирование априорной информации для системы ликвидации последствий чрезвычайной ситуации / Ю.А. Абрамов, А.А. Тарасенко // Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. АЦЗ України. Вип. 6. – Харків: УЦЗУ, 2007. – С. 11-22.

Соболь А.Н., Лысенко С.Н.

Постановка задачи оптимизации количества сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ при наводнениях

Рассмотрены существующие подходы к расчету зон затопления. Приведена общая постановка задачи оптимизации количества сил и средств для проведения аварийно-спасательных работ при наводнениях. Сделан вывод о том, что данная постановка является основой для дальнейшей разработки математической модели и метода решения задачи.

Ключевые слова: зоны затопления, аварийно-спасательные работы, оптимизация количества сил и средств

Sobol O.M, Lysenko S.M.

A problem statement the optimization of number subdivisions and items for wrecking during floods

Approaches for definition areas of flood are considered. A general problem statement the optimization of number subdivisions and items for wrecking during floods is given. Problem statement is a basis for development of mathematical model and solution method of the problem.

Key words: areas of floods, wrecking, optimization of number subdivisions and items