

Г.В. Фесенко, к.т.н, доцент, ХНУМГ,
С.А. Грязнова, к.т.н, доцент, ХНУМГ,
В.І. Д'яконов, к.т.н, доцент, ХНУМГ,
О.В. Чеботарьова, ст. викладач, ХНУМГ,
І.І. Попов, к.т.н, доцент, НУЦЗУ

ОСОБЛИВОСТІ ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ ПОВЕНІ З УРАХУВАННЯМ КУТІВ НАХИЛУ БЕРЕГІВ РІЧКИ ТА ШВИДКОСТІ ЇЇ ТЕЧІЇ

(представлено д-ром техн. наук Чубом І.А.)

Проведені дослідження впливу кута нахилу лівого берегу річки та швидкості її течії на площу поперекового перерізу її потоку під час проходження повені.

Ключові слова: повінь, площа затоплення, інтенсивність опадів, кути нахилу берегів, швидкість течії, поперековий переріз потоку.

Постановка проблеми. Серед надзвичайних ситуацій (НС) природного характеру класу 20500 [1], що дошкуляють об'єктам інфраструктури населених пунктів, повені займають лідируюче місце за числом їх повторів, охопленням територій, а також за сумарним середньорічним економічним збитком, який вони завдають.

Вражаюча дія повеней і їх матеріальний збиток полягають в затопленні територій, пошкодженні при цьому житлових і виробничих будівель, автомобільних доріг, ліній електропередач з можливою пожежею, руйнуванні інших комунально-енергетичних мереж. При цьому утворюється зона НС, яка включає територію, в межах якої відбулося затоплення місцевості, пошкодження будівель, споруд і інших об'єктів, що супроводжується ураженнями або загибеллю людей, забрудненням навколишнього природного середовища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах з досліджуваних питань [2-4], оцінка наслідків повені проводилася лише з урахуванням схеми перерізу річки (у вигляді трапеції чи трикутника), залишаючи поза увагою дослідження впливу на розрахункові параметри повені кутів нахилу берегів при різних можливих швидкостях течії річки та інтенсивності опадів у даній місцевості на заданій площі. Оскільки кути нахилу берегів і швидкість течії, особливо для річок значної довжини, є змінною характеристикою, важливо було врахувати ці характеристики під час розрахунків.

Постановка завдання та його вирішення. Основною задачею досліджень було отримання основних характеристик повені з метою подальшої оцінки частки пошкоджених об'єктів міської інфраструкту-

ри у разі повені і розробки рекомендацій стосовно берегоукріплювальних та інших превентивних заходів щодо зменшення впливу вражаючих факторів повені. В ході досліджень проводились розрахунки, метою яких було оцінити вплив кута нахилу лівого берегу річки та інтенсивності опадів на площу поперекового перерізу її потоку під час проходження повені. При цьому приймалося, що переріз річки має форму трапеції. Розрахунки проводились у наступній послідовності:

1. Визначалася площа перерізу річки до повені:

$$S_0 = 0,5 \cdot b_0 \cdot h_0, \text{ м}^2, \quad (1)$$

де b_0 – ширина річки до повені, м; h_0 – глибина річки до затоплення, м.

2. Визначалася витрата води до повені:

$$Q_0 = v_0 \cdot S_0, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}, \quad (2)$$

де v_0 – швидкість води у річці до повені, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$.

3. Визначалася витрата води після випадання опадів та настання повені:

$$Q_{max} = Q_0 + J \cdot F \cdot 0,2778, \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}, \quad (3)$$

де J – інтенсивність опадів, $\text{мм} \cdot \text{год}^{-1}$; F – площа випадання опадів, км^2 .

4. Визначалася висота підйому води у річці після проходження повені:

$$h = \left\{ 2 \cdot Q_{max} \cdot \left[\frac{b_0 - a_0}{ctg n + ctg m} \right]^{5/3} \right\}^{3/8} - \left[\frac{b_0 - a_0}{ctg n + ctg m} \right], \text{ м}, \quad (4)$$

де m і n – кут нахилу лівого і правого берегів річки відповідно, м; a_0 – ширина дна річки, м.

5. Визначалася площа поперекового перерізу потоку річки під час проходження повені:

$$S_{max} = 0,5 \cdot (a_0 + b), \text{ м}^2, \quad (5)$$

де b – ширина річки під час повені.

З використанням формул (1)-(5) було проведено розрахунки, що дозволили отримати залежності, подані на рис. 1, 2.

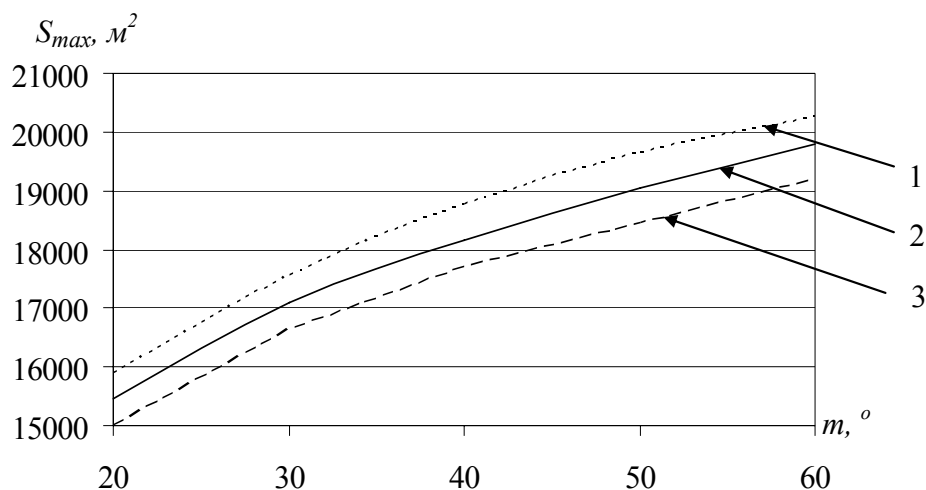


Рис. 1. Графік залежності площі поперечного перерізу потоку річки під час проходження повені від кута нахилу її лівого берегу: 1 – швидкість течії річки до повені $v_0 = 1,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, 2 – швидкість течії річки до повені $v_0 = 1,0 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$; 3 – швидкість течії річки до повені $v_0 = 0,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$

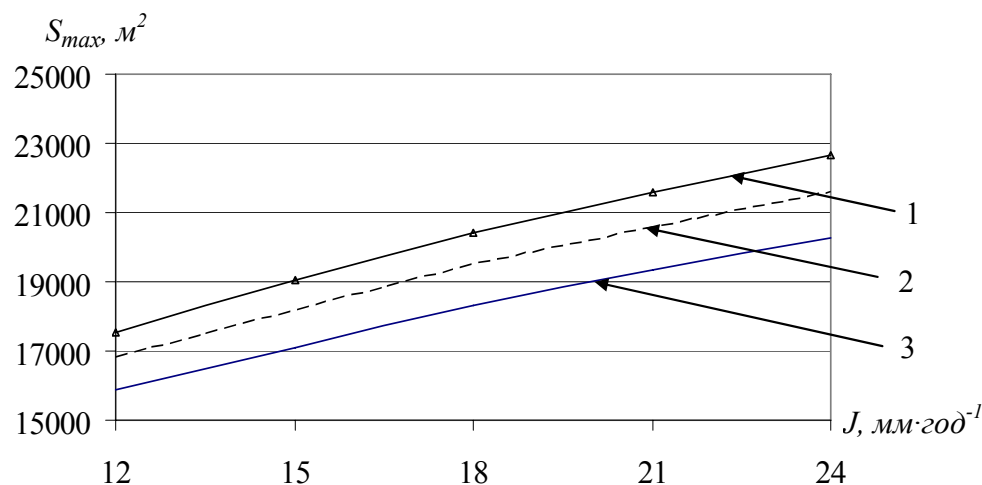


Рис. 2. Графік залежності площі поперечного перерізу потоку річки під час проходження повені від інтенсивності випадання опадів: 1 – кут нахилу лівого берега $m = 50^\circ$, 2 – кут нахилу лівого берега $m = 40^\circ$; 3 – кут нахилу лівого берега $m = 30^\circ$

При цьому для отримання обох залежностей фіксувались наступні вихідні дані: $a_0 = 65 \text{ м}$, $b_0 = 120 \text{ м}$, $h_0 = 5 \text{ м}$; $n = 15^\circ$; $F = 700 \text{ км}^2$. Крім того, для побудови першої залежності додатково фіксувався параметр $J = 15 \text{ мм}\cdot\text{год}^{-1}$, а для побудови другої – параметр $v_0 = 1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Аналіз графіків, поданих на рис 1,2 дозволяє зробити наступні висновки:

- при збільшенні кута нахилу лівого берегу з 20° до 60° площа поперечного перерізу потоку під час проходження повені збільшується в середньому в 1,27 рази, причому для швидкості течії $1,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ пло-

ща поперекового перерізу потоку річки під час проходження повені на 1000 м^2 є більшою, ніж при швидкості течії $0,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$;

- при збільшенні інтенсивності опадів з 12 до $24 \text{ мм}\cdot\text{год}^{-1}$ площа поперекового перерізу потоку річки під час проходження повені збільшується в середньому в $1,28$ рази, причому для кута нахилу лівого берегу в 50° площа поперекового перерізу потоку під час проходження повені приблизно на 2000 м^2 є більшою, ніж для кута в 30° .

Висновки. У статті показано, що збільшення кута лівого берегу і інтенсивність опадів призводять до збільшення площі поперекового перерізу потоку річки під час проходження повені у $1,27$ та $1,28$ рази відповідно. Крім того доведено, що цю площу збільшує також і швидкість течії річки. Для розглянутих вихідних даних ця площа для швидкості течії у $1,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ є більшою, ніж для швидкості у $0,5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державний класифікатор надзвичайних ситуацій ДК 019:2010. (Затверджений наказом Держспоживстандарту України від 11.11.2010 р., № 457) – (Нормативний документ Держспоживстандарту України. Національний класифікатор). – К.: Держспоживстандарт України, 2010. – 19 с.

2. Красницкий С.С. Метод расчета коэффициентов максимального влияния факторов на возникновение паводковых ситуаций / С.С. Красницкий, О.С. Бутенко, Р.Э. Пашенко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2012. – № 4. – С. 151–157.

3. Куприенко П.С. Прогнозирование наводнений на малых реках Воронежской области / П.С. Куприенко, Н.Д. Разиньков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – Воронеж: ВГТУ, 2007. – Том 3. – Вып № 2. – С. 75-77.

4. Волосухин В. А. Наводнения на Кубани. Проблемы и задачи / В.А. Волосухин, О.М. Щурский // Гидротехника. – 2012. – № 4. – С. 6-10.

Г.В. Фесенко, С.А. Грязнова, В.И. Дьяконов, А.В. Чеботарева, И.И. Попов

Особенности прогнозирования последствий наводнения с учетом углов наклона берегов реки и скорости ее течения

Проведены исследования влияния угла наклона левого берега реки и скорости ее течения на площадь продольного сечения ее потока во время прохождения наводнения.

Ключевые слова: наводнение, площадь затопления, интенсивность осадков, углы наклона берегов, скорость течения, продольное сечение потока.

G.V. Fesenko, S.A. Griaznova, V.I. Diakonov, O.V. Chebotariova, I.I. Popov

Features of flood consequences prediction taking into account the angles of river banks slope and speed of its flow

The effect of the angle of the left river bank and its flow rate by the area of the longitudinal section of its flow during the passage of the flood are investigated.

Keywords: flood, flood area, rainfall intensity, the angles of the coast, the flow velocity, longitudinal section of the flow.