

были получены для потока воды, движущегося в цилиндрическом трубопроводе при температуре нагрева 60 °C.

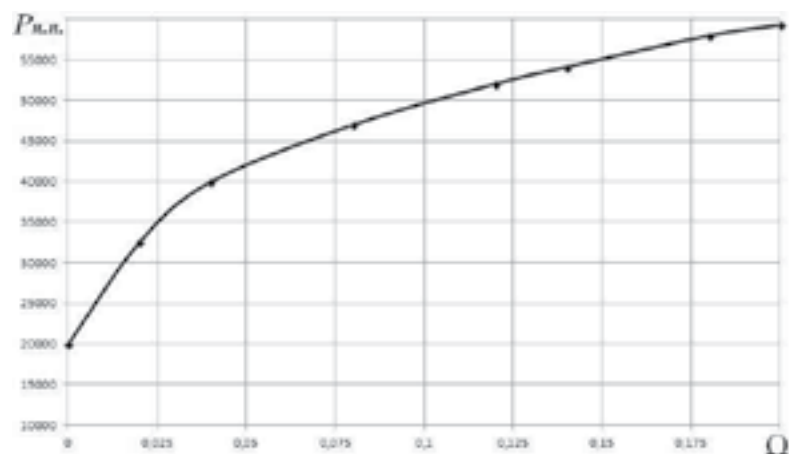


Рис. 3 Зависимость давления кипения от числа кавитации

В случае, когда за поворотным регулятором расхода возникает кавитация оценка размеров кавитационной суперкаверны может быть выполнена по выражениям [2]:

- относительная ширина каверны
$$\frac{H_{\max}}{H} = \sqrt{\frac{C_x(1+\Omega)}{k\Omega}} \quad (1)$$

- относительная длина каверны
$$\frac{L}{H} = \frac{1,667}{\Omega} \quad (2)$$

При суперкавитации, для оценки величины давления потока внутри поворотного регулятора, можно использовать уравнение вида

$$P_k = P_0 - \Omega \frac{\rho v_0^2}{2} \quad (3)$$

где P₀ – статическое давление внутри кавитационной каверны; V₀ – скорость потока на входе в регулятор расхода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Rahmeyer, William J., Journal AWWA, November 1986. "Test Procedures for Determining Cavitation Limits in Control Valves," pp 55-58.
 2. И.Т.Егоров, Ю.М.Садовников, И.И.Исаев, М.А.Басин. Искусственная кавитация. Изд-во "Судостроение". Ленинград. 1971. 280 с.

УДК 624.21

Неїло Я.В.

ВПЛИВ ФОРМИ ГІДРОГРАФУ НА ЗАГАЛЬНИЙ РОЗМИВ ПІД МОСТОВИМИ ПЕРЕХОДАМИ

Анотація. Відсутність систематичного спостереження за річками вимагає від проектувальника мостових переходів використовувати інші доступні методи моделювання гідрографів для визначення розрахункових значень загального розмиву. Визначення впливу форми гідрографу на загальний розмив дасть змогу використовувати найкращу модель схематизації гідрографу та прискорити процес проектування.

Ключові слова: паводок, гідрограф, загальний розмив.

Аннотация. Отсутствие систематического наблюдения за реками требует от проектировщика мостовых переходов использовать другие доступные методы моделирования гидрографов для определения расчетных значений общего размыва. Определение влияния формы гидрографа на общий размыв даст возможность использовать наилучшую модель схематизации гидрографа и ускорит процесс проектирования.

Ключевые слова: паводок, гидрограф, общий размыв.

Annotation. Lack of systematic monitoring of rivers requires the designer bridges use other available modeling techniques to determine hydrographs calculated values of total washout. Determine the impact on the overall hydrograph shape erosion will draw on the best model schematic hydrograph and speed up the design process.

Keywords: flood, hydrograph, total washout.

ВСТУП

При проектуванні мостових переходів та інших споруд на річках, для їх розрахунку, необхідно знати гідрографи можливого притоку води до споруди в період весняного сніготанення та дощових паводків.

Весняні паводки на річках колишнього Радянського Союзу розділяються на снігові, сніго-дощові та змішані. Снігові паводки обумовлені майже виключно таненням снігу при невеликій кількості дощових вод (до 5-10%). На території України зустрічаються переважно річки змішаного типу (з участю дощових вод до 30-40%).

По кількості піків паводки можуть бути однопікові, двопікові, трипікові та багатопікові. Однопікові бувають, як правило, на рівнинних річках. Двопікові та трипікові бувають восени, якщо має місце повернення морозів або при неодноточасному надходженню талих вод з різних частин басейну. Багатопікові паводки зустрічаються на гірських річках, в басейні яких спостерігаються вертикальна зональність сніготанення.

Існують наступні методи побудови розрахункових гідрографів [2]:

- 1) по натурних гідрографів;
- 2) схематизація по геометричним фігурам та рівнянням;
- 3) по ходу водовіддачі чи дощу та графіку розподілення одиничних площ – генетичний метод.

На території України багато річок, за якими не ведеться систематичного гідрологічного спостереження, а отже і відсутні натурні гідрографи. Під час проектування мостових переходів через такі річки, визначають розрахункові значення загального розмиву при проходженні паводків певної ймовірності перевищення. Для визначення загального розмиву необхідно знати інтегральну функцію гідрографу (ІФГ), яка знаходиться за даними розрахункових гідрографів. Оскільки дані натурних спостережень за річками відсутні, постає питання про їх аналітичне моделювання за допомогою схематизації за геометричними фігурами та рівняннями. Генетичний метод побудови гідрографу не розглядається через недостатність розроблених простих та надійних методів побудови ізохрон та визначення одиничних площ стікання.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Літературний огляд показав, що дослідження впливу форми гідрографу, схематизованих за геометричними фігурами та рівняннями, на загальний розмив, не проводилися, а отже необхідно:

- дослідити, як форма гідрографу впливає на значення загального розмиву;
- визначити теоретичну модель форми гідрографу придатної до використання на річках з відсутніми систематичними спостереженнями.

При дослідженні були використані форми гідрографів запропоновані Д.І. Кочериним, Д.Л. Соколовським та Г.А. Алексеевим. Для кращого розуміння різниці між натурним гідрографом та теоретичною моделлю показано порівняльний рисунок на прикладі р. Горинь.

Д.І. Кочериним було запропоновано схематизувати гідрограф у вигляді трикутника, з вершиною рівною часу підйому паводку та основою рівною часу паводку. Формули для побудови:

для гілки підйому

$$Q_n(t) = Q_{\max} \cdot \frac{t_a}{t_m}$$

для гілки спаду

$$Q_c(t) = Q_{\max} \cdot \frac{t_c - t_a}{t_c}$$

де Q_{max} — максимальна розрахункова витрата; t_n та t_c — відповідно тривалість підйому та спаду паводку.

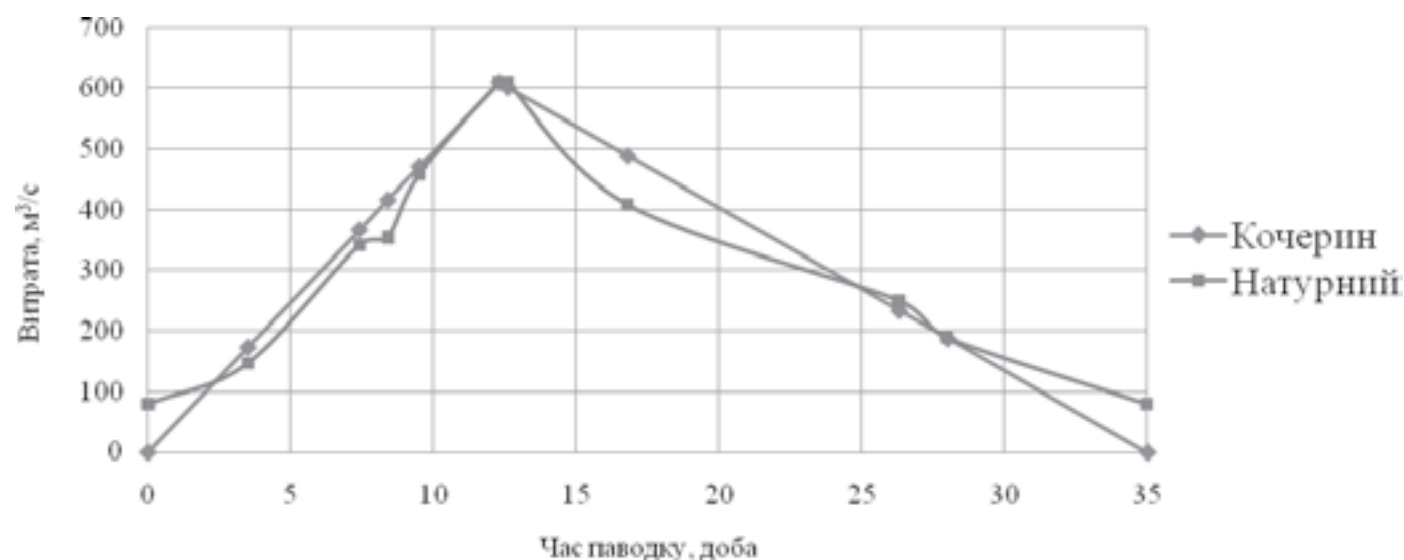


Рис. 1. Порівняння теоретичної моделі Д.І. Кочерина з натурним гідрографом

Д.Л. Соколовський запропонував схематизувати одновіршинний гідрограф за параболічними кривими. Ординати гідрографа знаходяться за формулами:

$$Q_n(t) = Q_{max} \cdot \left(\frac{t_i}{t_n}\right)^m$$

для гілки підйому

$$Q_c(t) = Q_{max} \cdot \left(\frac{t_c - t_i}{t_c}\right)^n$$

де m і n — показники степені кривих підйому та спаду. Для весняних повеней $m = n = 2$; для дощових паводків $m = 2, n = 3$.

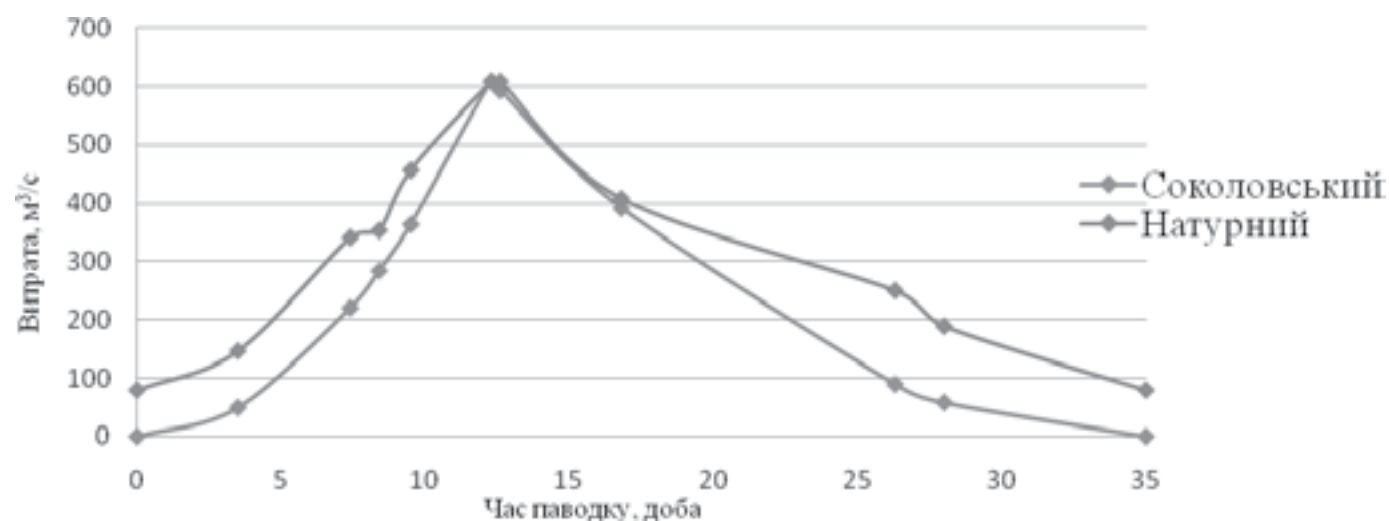


Рис. 2. Порівняння теоретичної моделі Д.Л. Соколовського з натурним гідрографом

Г.А. Алексєєв, використавши рівняння кривої Гудрича, схематизував гідрограф у вигляді показникового рівняння:

$$Q(t) = Q_{max} \cdot 10^{-\alpha \frac{(1 - \frac{t_i}{t_n})^2}{t_i}}$$

де α — параметр, що характеризує форму гідрографу і залежить від коефіцієнту несиметричності.

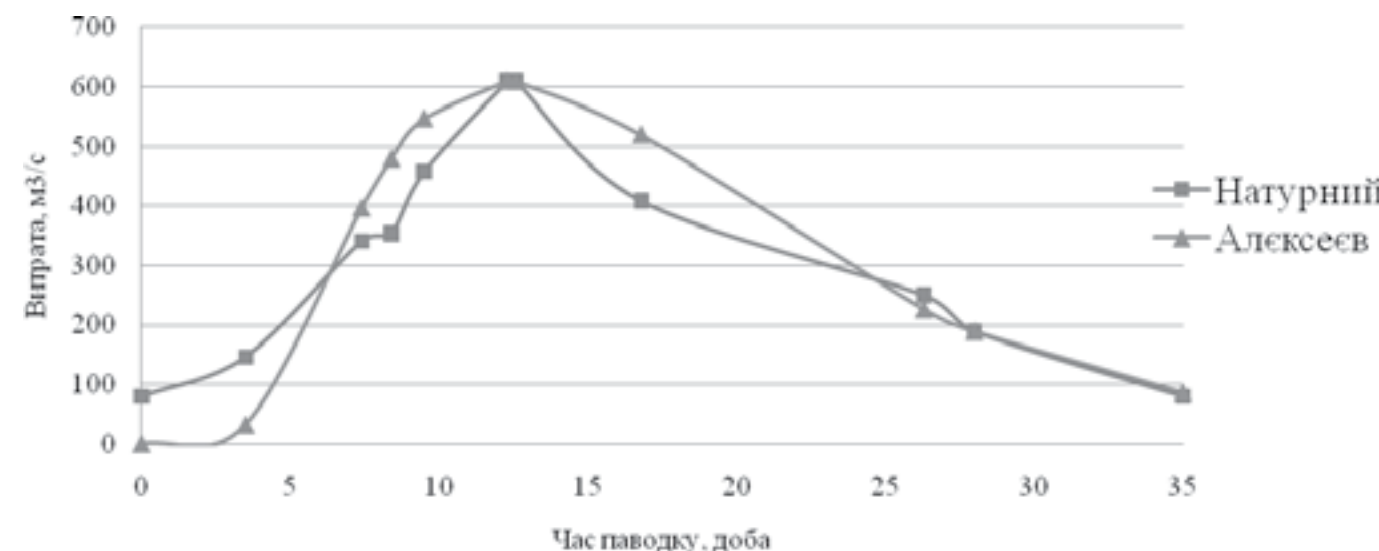


Рис. 3. Порівняння теоретичної моделі Г.А. Алексєєва з натурним гідрографом.

В якості вхідних даних було взято чотири рівнинні річки та було розраховано морфоствор морфометричним методом, визначені максимальні рівні та витрати води при 1%, 2% та 4% повенях, побудовані натурні водомірні графіки та гідрографи, визначено загальний розмив.

Далі, для кожної річки побудовані гідрографи за теоретичними моделями та розраховані інтегральні функції гідрографів і загальний розмив.

Результати порівняння отриманих результатів показано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняння отриманих результатів.

Модель Кочерина	р. Південний Буг	р. Ольшанка	р. Горинь	р. Дон
ІФГ	383	141	125	96
Загальний розмив	121	111	103	96

Модель Соколовського	р. Південний Буг	р. Ольшанка	р. Горинь	р. Дон
ІФГ	227	82	80	55
Загальний розмив	112	96	95	84

Модель Алексєєва	р. Південний Буг	р. Ольшанка	р. Дон	р. Горинь
ІФГ	379	197	170	151
Загальний розмив	124	122	108	108

Вплив форми гідрографу на загальний розмив – нелінійний. Великі перевищення інтегральної функції гідрографу мало впливають на значення загального розмиву. І навпаки, значення інтегральної функції гідрографу, що близькі до натурних значно впливають на загальний розмив.

Як видно, найбільш точні результати отримані за моделями Д.І. Кочерина та Д.Л. Соколовського. Модель Д.І. Кочерина дає трохи завищені результати, але це йде в запас. І навпаки, модель Д.Л. Соколовського дає занижені результати, що негативно впливатимуть на розрахунки.

Річка Південний Буг рівнинна, але в неї впадають гірські річки, тому вона має стрімке зростання і спадання гілок гідрографу. Модель Д.Л. Соколовського краще описує таку форму гідрографу ніж модель Д.І. Кочерина, тому і дає кращий результат.

Модель Г.А. Алексеева дала найгірші результати і є більш складною для побудови ніж інші моделі схематизації гідрографів.

Оскільки найкращі результати отримані за моделями Д.І. Кочерина та Д.Л. Соколовського, в рамках дослідження були виведені формули розрахунку інтегральної функції гідрографу: за моделлю Д.І. Кочерина

$$\Gamma = \Gamma_n + \Gamma_c = 17280 \cdot Q_{max}^4 \cdot \left(\tau_n + \left(\tau_c - \tau_c \cdot \left(1 - \frac{\tau_i}{\tau_c} \right)^5 \right) \right) \quad (1)$$

за моделлю Д.Л. Соколовського (загальний випадок)

$$\Gamma = \Gamma_n + \Gamma_c = 86400 \cdot \frac{Q_{max}^4}{4m+1} \cdot \left(\tau_n + \left(\tau_c - \tau_c \left(1 - \frac{\tau_i}{\tau_c} \right)^{4m+1} \right) \right) \quad (2)$$

за моделлю Д.Л. Соколовського (весняний паводок $m = n = 2$)

$$\Gamma = \Gamma_n + \Gamma_c = 9600 \cdot Q_{max}^4 \cdot \left(\tau_n + \left(\tau_c - \tau_c \left(1 - \frac{\tau_i}{\tau_c} \right)^9 \right) \right)$$

де τ_i — будь-який час на спаді паводку на момент якого визначається інтегральна функція гідрографу.

ВИСНОВКИ

1. Вплив форми гідрографу на значення загального розмиву – нелінійний.
2. Для рівнинних річок рекомендовано використовувати схематизацію гідрографу за моделлю Д.І. Кочерина. Для гірських та передгірських річок краще застосовувати модель Д.Л. Соколовського.
3. Використовуючи моделі Д.І. Кочерина чи Д.Л. Соколовського можливо визначити значення ІФГ за допомогою аналітичних формул 1-2 в будь-який час повені.
4. В подальших дослідженнях необхідно визначити параметри використання моделей схематизації гідрографів для різних типів річок.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ткачук С.Г. Теорія розмивів на мостових переходах. – Донецьк: АТЗТ «Видавництво «Донеччина», 2009. – 200 с.
2. Горошков И.Ф. Гидрологические расчеты. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. – 432 с.
3. Ткачук С.Г. Прогнозування руслових деформацій на мостових переходах. Частина 3 і 4. Навчальний посібник. К., 2004. – 98 с.

УДК 625.7/8

Osiaiev Iu.M. Candidate of Technical Sciences, Bryk Douglas (Canada)

THE USE OF THE DIRICHLET DISTRIBUTION IN PROBABILITY STATISTIC METHODS OF RESEARCH

Анотація. У статті розглянуто основні методи обробки статистичних даних за допомогою бета-розподілу, узагальненням якого є розподіл Діріхле.

Ключові слова: оцінка новітніх технологій при будівництві та ремонтах автомобільних доріг, бета – розподіл, розподіл Діріхле.

Аннотация. В статье рассмотрены основные методы обработки статистических данных с помощью бета-распределения, обобщением которого является распределение Дирихле

Ключевые слова: оценка новых технологий при строительстве и ремонтах автомобильных дорог, бета – распределение, распределение Дирихле.

Annotation. The article considers the basic methods of statistic data procession with the help of the beta-distribution, the generalization of which is the Dirichlet distribution.

Keywords: evaluation of new technologies in automotive road construction and repair, beta - distribution, Dirichlet distribution.

Stating the problem. One of the current directions in the field of conducting applied research is the substantiation of the possibility to apply relevant mathematical knowledge to solve technical and economic tasks with the purpose of the increase in the objectiveness of the results of research.

The essence of the problem. High information uncertainty in the period of the new technologies introduction in automotive road construction and repair and the forecast of the determination of the relevant criteria of efficiency.

The objective of the article. The possibility to apply relevant mathematical knowledge, in particular the beta-distribution, to solve technical and economic tasks with the purpose of the increase in the objectiveness of results. It becomes especially important in the evaluation of the new technologies introduction in automotive road construction and repair.

The exposition of the main material. One of the current directions in the field of conducting applied research is the substantiation of the possible application of relevant mathematical knowledge to solve technical and economical tasks with the purpose of increasing efficiency. The application of relevant mathematical knowledge is becoming especially important in the evaluation of modern technologies in automotive road construction and repair as high information uncertainty in the period of the modern technologies introduction admits a possibility of different forecasts of technical and economic indicators.

In the theory of probability and mathematical statistics the Dirichlet distribution, often denoted as Dir (α), is a family of continuous multivariate probability distributions parametrized by a vector α of positive reals. The Dirichlet distribution is the multivariate generalization of the beta-distribution. That is, its probability density function returns the belief that the probabilities of K rival events are x_j given that each event has been observed α_j-1 times.

The probability density function for the Dirichlet distribution of order K is:

$$f(x_1, \dots, x_{k-1}; \alpha_1, \dots, \alpha_k) = \frac{1}{B(\alpha)} \prod_{i=1}^k x_i^{\alpha_i-1}, \quad (1)$$

where, $x_i \geq 0, \alpha_i \geq 0, \sum_{i=1}^k x_i = 1$

Let $X=(X_1, \dots, X_k) \sim \text{Dir}(\alpha)$ i $\alpha_0 = \sum_{i=1}^k \alpha_i$, then

$$E[X_j|\alpha] = \frac{\alpha_j}{\alpha_0} \quad (2)$$

$$\text{Var}[X_j|\alpha] = \frac{\alpha_j(\alpha_0 - \alpha_j)}{\alpha_0^2(\alpha_0 + 1)} \quad (3)$$

$$\text{Cov}[X_i, X_j|\alpha] = \frac{-\alpha_i \alpha_j}{\alpha_0^2(\alpha_0 + 1)}$$

The mode of the distribution is the vector $x(x_1, \dots, x_k)$ with