

ідно в S_i -му стані і його гранично допустиме значення; \bar{J}_{IK}^i — відповідно концентрація j -ї шкідливої речовини ії гранично допустиме значення; m — кількість шкідливих оміонентів у відризкованих газах автомобілів; $L_{\text{max}}, J_{\text{IP}}$ — їхповідно еквівалентний рівень нуму в розрахунковій точці його гранично допустимий рівень; $N_x, \lambda_{\text{max}}$ — відповідно ітенсивність руху в S_i -му стані на відкритій магістралі і її ропускна здатність.

В залежності від конкретних умов система рівнянь (1) може бути уточнена введенням до неї додаткових обмежень, що мають соціальний, економічний і технічний характер.

Для того, щоб перехід в новий стан був додатковим, необхідно щоб цей стан був більш корисним для всього суспільства і навколоїнного природного середовища, тобто

$$W'_{S_i} > W_{S_i}. \quad (2)$$

W'_{S_i}, W_{S_i} — відповідно корисність для суспільства і природного середовища S_i -го і S_{i+1} -го стану системи.

Під корисністю знаходження системи в деякому стані слід зуміти економічну донівелість, народного господарську нехідність, соціальну значимість, екологічну безпечності та екіпажну можливість знаходження системи в цьому стані або при переході її в новий якісний стан.

Для отримання раціональних рішень при проектуванні біхідних автомобільних доріг і визначення додатковості їх буд-

івництва необхідно встановити закономірності зміни вхідних і вихідних параметрів системи ДУ-ТП-С і сформувати критеріальну функцію додатковості переходу системи з S_i -го в S_{i+1} -й стан.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белятynский А.А. Теоретические основы проектирования трассы при реконструкции автомобильных дорог.. — Дис...докт. техн. наук, К.: КАДИ, 1987. — 440с.

2. Белятynский А.А., Домбровский А.П. Методика екологіческої оцінки состояния примагістральної території населених пунктів. — К.: КАДИ, 1991. — 11с. — Деп. в УкрНИИНТИ 3.07.91. №960. — УК 91.

3. Белятynский А.А., Старовойда В.П., Домбровский А.П. Совершенствование технико-экономического обоснования развития сети магистральных дорог автодорожных узлов. — В кн.: Социально-экономические проблемы развития транспортных систем городов. — Тез. докл. четвертої Екатеринбурзької (першої міжнародної) конференції. 17. — 18 лютого 1992. — Екатеринбург: 1992. — С.46-48.

4. Домбровский А.П. Разработка методики определения целесообразности строительства обходных автомобильных дорог. — Дис...канд. техн. наук, К.: КАДИ, 1993. % 211с.

ДК 528.72/73:625.745.11

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ СТОКУ

анд. техн. наук, докторант НГУ БЕЛЯТИНСЬКИЙ А.О.

Математичне моделювання процесів стоку все більш широко входить в гідрологічну науку. Застосування аерокосмічних методів для отримання якісної нової інформації про природні процеси на подозорі роблять актуальним питання збору найбільш надійних моделей дистанційної інформації, що здатні давати найкращі результати. Аерокосмічна інформація володіє такою принциповою особливістю, як простото-часова і факторна інтеграція, що адекватна природній теграні. В зв'язку з цим важливим є встановлення необхідного рівня генералізації, тобто визначення відносних площ, з яких як вхідні функції моделі, так і параметри зберігають чіткі відношення. Розподіл цих площ може найбільш ефективно отримати за допомогою аерокосмічних методів, які потужно просторово-безперервну і факторну інтегрувану інформацію. Задана інтеграція на аерокосмічному зірочку дозволяє уникнути складного теоретико-мінімістичного осередження процесів, які відбуваються на елементарній площині.

Теоретико-мінімістичне порівняння отриманих в аерокосмічному і наземному експериментах статистичних структур дає добру основу для вибору оптимального ступеня інтеграції і вибору оптимальних за інформативністю розмірів «алопічних» ключових ділянок, типових для крупних однорідних бласти.

Різноманітність природних параметрів і їхніх моделей, а також надмірна повнота космічної інформації підвищує нас виртуалю до необхідності взаємної оптимізації структур моделей стоку і системи спостережень за їх параметрами вхідними функціями. Така оптимізація повинна здійснюватися на основі просторово-часових спектрів гідрометеорологічних і ландшафтних полів.

Об'єми води на поверхні басейну, інтегруючі процеси зволожності, випаровування і фільтрації, с безпосередньо фак-

торами стоку; не дивлячись на обмеження, пов'язані з короткочасністю існування затончен, вони заслагують особливого розгляду.

Для розробки методики визначення площ цих затончен необхідне використання як наземних, так і дистанційних, тобто космічних спостережень. Між поверхневим притоком води в річкову мережу g і об'ємом W , що знаходиться на поверхні басейну, існує близький до функціонального зв'язок:

$$g = f(W) \quad (1)$$

З іншого боку, між площею басейну, покритою водою w , і W також є близький до функціонального зв'язок :

$$W = \varphi(w) \quad (2)$$

звідси

$$g = \psi(w) \quad (3)$$

Таким чином, для визначення притоку поверхневих вод у річкову мережу необхідно розв'язати дві задачі: 1) визначити частку площ басейну, покриту водою; 2) розкрити форму зв'язку між розмірами цієї частки площ і притоком води в річкову мережу.

Перша задача розв'язується аерокосмічними методами чи безпосереднім визначенням площ, покритих водою, або середньою відбиваючою здатністю поверхні басейну. В останньому випадку застосовується попередньо установлені зв'язки між осередженнями значеннями цільності фотогрупу і ступенем покриття площ басейну водою.

Друга задача може бути розв'язана двома шляхами або їх поєднанням: перший з них полягає в теоретико-експериментальному обґрунтуванні форми зв'язку $g = \psi(w)$, другий опирається на розв'язання зворотної задачі — за спостереженнями w і g установлюється $w(g)$.



У цьому випадку величого значення набуває розвиток теорії, яка враховує несигнальність формування поверхневого стоку і експериментальне вивчення будови поверхні басейну і пов'язані з цим умови стоку. Тут, в першу чергу, важливо вияснити форму зв'язку $g = \psi(w)$; деяке значення також має встановлення кривої розподілу місткостей безстінних западин, які входять як одиниці в накладних моментів в теоретичній побудові.

Якщо уявити собі схил з похилом i , на якому змініться ряд лінійческих стік поглиблені, то об'єм западин на одиницю ширини схилу дорівнює:

$$W = \frac{H^2}{2i} \quad (4)$$

З формулі (4) маємо:

$$H = \sqrt{2iW} \quad (5)$$

Якщо відома крива розподілу $f(H)$, то відповідає їй крива розподілу об'ємів $\varphi(W)$ виражається співвідношенням:

$$\varphi(W) = \frac{i}{H} f(H) \quad (6)$$

Злідєи видно, що навіть при наявності близької до симетричної нормальності кривої розподілу глибин наури води $f(H)$ крива розподілу співностей різко асиметрична. З другого боку ясно, що при інших різних умовах площа, залишена водою буде тим більше, чим менший похил. Цю ж стосується кривих розподілу площ w , то вени по сюжету характеру аналогічні кривим розподілу H , оскільки площа, яка приходиться на одиницю ширини, дорівнює:

$$w = \frac{H}{i} \quad (7)$$

Загальний приток води в річкову мережу може бути наближено виражений співвідношенням:

$$g = CS\bar{H}^{1+2/3}t^{-0.5} \quad (8)$$

де: C — параметр, що залежить від широтності схилу; \bar{H} — середня глибина поверхневого потоку поблизу руслої мережі; t — довжина схилу відоки берегової лінії.

Спираючись на дані А.Г.Абрамова [1] в роботі [4] була зроблена спроба установити зв'язок між g і w . З цією метою для випадків постійної інтенсивності випадання опадів i , обчислено поглинання води за формулою Г.А.Алексеєва [3]

$$V_s = K + \frac{A}{\sqrt{t}} \quad (9)$$

Параметр K устанавливають за інтенсивністю поглинання при затяжному дощі, коли уже відбулася стабілізація витрати води.

Параметр A визначається з умови:

$$\int_0^{t_{max}} g dt = \int_0^{t_{max}} (i_s - V_s) dt = \int_0^{t_{max}} \left(i_s - \frac{A}{\sqrt{t}} - K \right) dt \quad (10)$$

де t_{max} — час під початку дощу до кінця поповні.

Поточні значення об'ємів води W_t на поверхні стокової площини після установлення параметрів A і K визначаються за співвідношенням:

$$W_t = \int_0^t \left(i_s - u - \frac{A}{\sqrt{t}} - K \right) dt \quad (11)$$

де: u — стік в одиницю часу; W_t — об'єм води, віднесений до одиниці площи.

Співставлення отриманих об'ємів при їх осереджені за часом добігання t під верхових схилів до зливового лотка показало наявність тісного лінійного зв'язку між g і \bar{W}_t .

Доцільність введення осередження (\bar{W}_t) повністю зрозуміла, оскільки витрати води, згідно генетичної формулі стоку (інтеграл Дюамеля), складаються з об'ємів води, які поступають в різний час на поверхні басейну.

Це також вигідно з відомої послідовності в часі настуруючим максимумом опадів x , притоку g , об'ємів води W і стоку Q .

Близький до лінійного зв'язок між об'ємами води і витратами, ймовірно в значній мірі визначається близькими показниками ступенів у формулах (4) і (8). Оскільки між об'ємами води і площами покривання басейну водою зв'язок не лінійний, то, ймовірно, що зв'язок притоку води з площею басейну w має вигляд:

$$g = Aw^n \quad (12)$$

де n — близький до двох.

Допустимо, що з серії спостережень за динамікою площин покривання водою і з серії відповідних даних про стокання в період повені:

$$g = Aw^n \quad (13)$$

або

$$g = aw + bw^2 \quad (14)$$

Використовуючи очевидну умову, що

$$\sum w = \sum Q \quad (15)$$

де Q — відомі витрати води, отримаємо:

$$A \sum w^n = \sum Q \quad (16)$$

або

$$Q \sum w^n + b \sum w^2 = \sum Q \quad (17)$$

Задаючись в'першому випадку найбільш імовірними значеннями параметру n , обчислюємо $\sum w^n$. Потім будемо залежність між $\sum w^n$ і об'ємами повені. За розрахункові приймаються ті значення параметрів n і відношення A , які дають найкращі результати. Технічно дещо зручніше користуватися формулкою (14). В цьому випадку для кожного поводу обчислюються їх об'єми, а також $\sum w^n$ і $\sum w^2$, а потім буде залежність $\sum Q = f(\sum w, \sum w^2)$, за якою і визначаються параметри a і b .

Друга задача пропозиції зводиться до розрахунку за генетичною формуллю стоку (інтегральне рівняння Дюамеля), приспідній за допомогою рівняння (14), до такого вигляду:

$$Q_{(t)} = a \int_0^{t_{max}} w(t-\tau) P_{(t-\tau)} d\tau + b \int_0^{t_{max}} w^2(t-\tau) P_{(t-\tau)} d\tau \quad (18)$$

Функції $w(t)$ в цих рівняннях можна знати залежності від умови параметрів в звичайній застосуваннях при розрахунках стоку формулах кривих добігання:

$$P_{(t)} = \frac{1}{\tau(n-1)!} \left(\frac{t}{\tau} \right)^{n-1} t^{-\frac{1}{2}} \quad (19)$$

$$P_{(t)} = a \sin \frac{\pi \tau}{t_{max}} + b \sin \frac{2\pi \tau}{t_{max}} \quad (20)$$

або не задаючи півкім антіоріальним видом функції $w(t)$ визначаючи її як неідеальне ядро в інтегральному рівнянні Фредгольма 1 роду за відомими вхідною і західною функціями за допомогою метода розрізання зворотніх некоректних здійснень.

Задача для пропозиції стоку з несполучених басейнів зводиться до встановлення параметрів a, b , зв'язку $g = \psi(w)$ за основу узагальнення результатів спостережень за рядом вивчених басейнів і послідовним перенесенням цих залежностей на невивчені басейни. Таким чином спостереження дещо мають проводити за допомогою дистанційного зондування тобто космічної зйомки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамов А.Г. Новые формулы и nomogramмы для расчетов ливневой сети промпредприятий и населенных пунктов. М., Трансжелдориздат, 1969, 205с.
2. Алексеев Г.А. Динамика инфильтрации воды в почву. - "Труды ГГУ", 1968, вып.6(60), с.43-72.
3. Болышаков В.О., Белятинський А.О. Застосування космічної зйомки для аналізу стану мережі автомобільних доріг та мостових переходів. Наук.-виробн. журнал "Автомаяховик України" №2, 2000р. -с.33-34.
4. Калинин Г.П. От аэрокосмических снимков к прогнозам и расчетам стока. Л., Гидрометеоиздат, 1974, 40с.

*Національний транспортний університет,
кафедра "Мости та тунелі"*