

ОДЕСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

на правах рукопису

Даус Марія Євгенівна

УДК 556.16.047:556.16.164

ЗАСТОСУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ
ДОЩОВОГО СТОКУ ЗА ТЕПЛИЙ ПЕРІОД НА МАЛИХ ВОДОЗВОРАХ
ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

ІІ.00.07 - Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія



АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата географічних наук

О Д Е С А - 1 9 9 5

556

2 АВ 33.263

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському інституті

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00761323 (M)

Науковий керівник - доктор географічних наук, професор Іваненко Олександр Григорович

Офіційні опоненти - доктор географічних наук, професор Вєфані Неоніла Феофанівна

кандидат географічних наук, доцент Ігошин Микола Іванович

Провідна організація: Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, Держкомгідромету, м. Київ

Захист відбудеться 9 листопада 1995 ро. у о 10.00 год. на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.02.01 при Одеському гідрометеорологічному інституті в залі засідань за адресою:

270016 м. Одеса-16, вул. Львівська, 15, ОГМІ

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеського гідрометеорологічного інституту.

Автореферат розісланий 6 жовтня 1995 р.

Личний секретар спеціалізованої вченої ради АН України

(Handwritten signature)

Н.С.Лобода

Загальна характеристика роботи.

Актуальність роботи. Розрахунки дощового стоку для району Західного Причорномор'я мають велике народно-господарське значення. Про це свідчить весь багаторічний досвід використання водних ресурсів та функціонування об'єктів народного господарства в умовах гострого дефіциту водних ресурсів і, в одночас, руйнівної дії водних потоків в періоди максимальних злив та других катастрофічних явищ на малих річках регіону.

Актуальною також стає задача використання такого методу розрахунків стоку, який відповідає фізичній суті гідрологічних процесів, і відображає властиву їм просторову неоднорідність. Задовільне вирішення цієї задачі потребує нових видів інформації, таких, наприклад, як радіолокаційні вимірювання полів зливових опадів, які в недалекому майбутньому можуть стати основним видом інформації про опади на річких водозборах.

Мета та основні завдання роботи. Основною метою роботи є застосування просторової математичної моделі формування дощового стоку та розробка її параметрів для обчислення гідрографів паводків для річок району за теплий період року, на протязі якого враховується динаміка основних елементів балансу стоку за короткі інтервали часу (до однієї доби).

Для досягнення цієї мети вирішувались такі задачі:

- доповнення просторової моделі блоками випаровування і іфільтрації для розрахунку полів зворотної зв'язності, які побудовані на використанні метеорологічної та агрометеорологічної інформації;

- визначення оптимальних параметрів моделі, що керує розрахунками відповідних процесів формування стоку, опираючись на стандартні та спеціалізовані спостереження і дані експериментів, які проводились на досліджуваній території, та перевірка дії цих параметрів на незалежному матеріалі про сток рік регіону;

- обґрунтування можливості і ефективності використання радіолокаційних вимірювань опадів для збільшення

точності розрахунків стоку на ріках району.

Наукова новизна роботи. В процесі вирішення вищеозначених завдань на основі використання детальної просторової гідрометеорологічної інформації по річкам та логам території, радіолокаційних і експериментальних даних одержані наступні наукові висновки, які можуть бути предметом захисту:

- досліджена структура дощових опадів в даному регіоні та проведено їх співставлення з даними радіолокаційних вимірювань, показана ефективність використання опадів, вимірюваних Котовським радіолокаційним комплексом (Р.К), для розрахунку гідрографів дощового стоку на невивчених річках району;

- вперше для Західного Причорномор'я для розрахунку гідрографів річкового стоку для теплого періоду року застосований комплексний метод обліку волоутворення спільно з процесами випаровування, транспірації, перехоплення вологи рослинністю та руху вологи в ґрунті;

- одержані параметри рівняння вологопровідності на основі експериментального матеріалу в даному районі;

- розроблені оптимальні параметри моделі формування річкового стоку та проведена їх перевірка на незалежному матеріалі про стік рік району.

Теоретична і практична цінність. Запропонована методика розрахунків може бути використана в оперативній практиці гідро-логічного забезпечення народного господарства для оцінки випаровування та транспірації, полів зволоження, скилового та руслового стоку. Крім того, ця модель може бути застосована для проведення чисельних експериментів з метою дослідження впливу різних факторів на процес формування полів зволоження та стоку.

Методологія та методи досліджень. Наукові результати одержані на основі використання сучасних методів гідрологічної науки. Методологічною основою роботи є комплексний метод, який гідрограф річкового стоку за течею року розглядає як підсумок складного процесу трансформації водозбором опадів в річний стік з врахуванням перерозподілу вологи в ґрунті, її випаровуванням та транспірацією. На основі комплексного підходу була складена

модель процесу формування стоку, до якої застосовувався метод математичного моделювання, що описує закономірності стоку системами диференціальних рівнянь. Для рішення цих рівнянь широко застосовувались кількісні методи та варіаційне обчислення. Для аналізу полів опадів застосовувались статистичні методи.

Апробація роботи. Основні результати роботи докладалися на 2 міжнародній конференції молодих вчених-випускників ОГМІ в 1987р., а також на наукових конференціях по підсумкам науково-дослідної роботи ОГМІ у 1988, 1989, 1990 та 1991 р.р. Дисертаційну роботу обговорено та рекомендовано до захисту на поширеному семінарі кафедри водних досліджень, гідравліки та геодезії (червень 1995р.).

Публікації. Основні результати досліджень подано у п'яти статтях.

Обсяг та структура роботи. Дисертація складається з передмови, п'яти розділів, списку літератури (190 найменувань, з них 19 закордонних) та 203 сторінок додатку. Обсяг роботи складає 186 сторінок, з яких 136 сторінок тексту, 29 таблиць, 42 малюнки.

Конкретний особистий внесок дисертанта у розробку наукових результатів, що виносяться на захист. На основі розробленої науковим керівником базової моделі формування стоку дисертантом було виконано:

- доповнення просторової моделі блоками випаровування і інфільтрації для розрахунку долів зволоження;
- визначені оптимальні параметри моделі, що керують розрахунками відювідних процесів формування стоку, та проведена перевірка дії цих параметрів на незалежному матеріалі про стік рік регіону;
- обґрунтовані можливість і ефективність використання радіолокаційних вимірювань опадів для збільшення точності розрахунків стоку на ріках району.

Зміст роботи.

У передмові визначено актуальність теми, викладено мету та задачі роботи, сформульовані основні положення, що складають наукову новизну та предмет захисту.

В першій главі роботи дається загальна характеристика фізико-географічних умов Західного Причорномор'я, яка включає в себе опис географічного положення та рельєфу, кліматичних особливостей району (радіаційного та температурного режиму, вітру, вологості повітря, опадів), їх вплив на ґрунтовий та рослинний покрив, дається характеристика гідрографічної сітки.

По географічному положенню та кліматичним умовам район Західного Причорномор'я відноситься до зони з недостатнім зволоженням, але з достатньо розвинутою зливовою діяльністю.

Друга глава присвячена аналізу сучасних моделей процесу формування поверхневого стоку, також у цьому розділі подані умови і закономірності формування стоку на території. В регіоні спостерігаються несприятливі умови формування дощового стоку, що пов'язано з посушливістю району, великими втратами стоку за рахунок вбирання води пересохлими ґрунтами. Особливістю формування дощового стоку є ще й те, що він формується на чевеликих водозборах, які одночасно зрошуються опадами злив.

В третій главі розглядаються питання режиму зволоження території, статистичної структури полів дощових опадів, а також обґрунтовано вибір оптимального методу інтерполяції для обчислення інтерполяційних полів опадів.

Режим зволоження визначається головним чином кількістю випадаючих опадів. Зливові опади в регіоні зумовлені переважно циклонічною діяльністю, а також процесами внутрішньомасової конвекції. Конвективні дощі, як правило, мають яскраво виражену осередкову структуру і частіше всього випадають на площах в декілька десятків кілометрів. Дощі зв'язані з проходженням фронтів та циклонів, більш тривалі за часом та охоплюють території до декількох сотень квадратних кілометрів.

Вхідними матеріалами для дослідження полів опадів в роботі послужили дані спостережень півніографів Молдавської воднобалансової станції (МВВС) по 60 окремим дощам за період з 1962 по 1984 роки, а також оперативна інформація Котовського радіолокаційного комплексу (РЛК) по 20 дощам за 1984 рік. Радіолокатор кожний дощ пред-

ставляє цифрокартами, що осереднюють шар опадів за 15-хвилинний інтервал часу по коміркам площею 2x2 кв.км. .

Дослідження статистичної структури полів дощових опадів проводилось на основі кореляційних функцій. Оцінка територіальної однорідності просторових кореляційних функцій була проведена по рекомендаціям Г.А.Алексеева.

Більшість полів опадів виявились неоднорідними, незважаючи на досить високу тісноту зв'язку коефіцієнтів парної кореляції інтенсивностей дощу за інтервал часу від відстані між постами. Тому було використане просторове згладжування полів опадів для того, щоб мати можливість застосувати оптимальну інтерполяцію.

Якщо позначити через x_j кількість опадів на j станції, то згладжена кількість опадів розраховується по формулі з врахуванням N найближчих станцій:

$$\bar{x}_k = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \zeta_{k,i}} \sum_{i=1}^N \zeta_{k,i} x_i, \quad (1)$$

де $\zeta_{k,j}$ - ваговий множник, який обчислюється по формулі:

$$\zeta_{k,j} = e^{-\alpha l_{k,j}^2}, \quad (2)$$

де $l_{k,j}$ - відстань між станціями з номерами k та j ; α - коефіцієнт виположення. Були встановлені оптимальні показники згладжування, при яких поля опадів є однорідними: для $\Delta t = 15$ хв. - $\alpha = 500$, для $\Delta t = 30$ хв. - $\alpha = 1000$, для $\Delta t = 1$ год. - $\alpha = 5000$.

Виположені інтенсивності дощів, записані пловіографами і квантовані по різним інтервалам часу порівнювались з радіолокаційними значеннями опадів. Радіолокатор, осереднюючи опади, фактично виконує функцію виположення. Це свідчить на користь того, що радіолокаційні дані з розрізненням по площі 4 км² правомірно використовувати для розрахунків гідрографів дощових паводків на басейнах в досліджуваному районі.

Інтерполяція опадів у вузли регулярної сітки проводилась методом вагових функцій, в якому значення опадів в кожній точці водозбору можна обчислити як середнє зважене від опадів в пунктах вимірювання. Двомірна просторова інтерполяція у випадку мінімальної кількості найближчих трьох станцій проводилась за допомогою формули:

$$z(x, y) = \sum_{i=1}^3 \frac{z(x_i, y_i)}{\left(1 + \frac{l_i}{l_0}\right)^m \sum_{j=1}^3 \frac{1}{\left(1 + \frac{l_j}{l_0}\right)^m}}, \quad (3)$$

де $z(x, y)$ - обчислені значення опадів на водозборі в точці з координатами x і y , $z(x_i, y_i)$ - опади на i -й станції з координатами x_i та y_i , l_i - відстань від точки інтерполяції до i -ї станції, l_0 - радіус кореляції, m - параметр рівняння інтерполяції.

Була визначена величина показника m інтерполяційної формули (3) та перевірена збіжність радіолокаційних даних з даними густої сітки півнографів. Дослідження залежності коефіцієнту кореляції від величини m дозволило рекомендувати $m = 3$ для розрахунків вагів формули (3), що дає найбільшу збіжність між радіолокаційними та наземними даними. Коефіцієнт кореляції зв'язку коливався від 0.30-0.65 (дощі конвективного походження) до 0.70-0.82 у дощів фронтального походження. Таким чином, метод вагових функцій використовувався для побудови інтерполяційних полів опадів, використовуючи матеріали стандартної півнометричної сітки.

В четвертій главі описано моделювання процесів формування стоку за теплий період року, такі як витрати дощового стоку на сумарне випаровування та інфільтрацію вологи в ґрунт, затримки вологи рослинністю, процеси водотворення та схилового стоку, процес руслового стоку.

Вологоперенос в системі "атмосфера-рослина-ґрунт" розділений на дві основні складові частини: випаровування з ґрунту і транспірація рослин та перерозподіл вологи в шарі ґрунту. Основу моделі складає система рівнянь:

$$\chi_L E_L = R_L - H_L, \quad (4)$$

$$\chi_S E_S = R_S - H_S - G, \quad (5)$$

де χ_L , χ_S - прихована теплота пароутворення при температурі листя і ґрунту відповідно; E_L , E_S - інтенсивність транспірації і випаровування; R_L , R_S - радіаційний баланс рослинного покриву (РП) і поверхні ґрунту (ПГ) відповідно, H_L , H_S - турбулентні потоки тепла від РП і ПГ в атмосферу, G - потік тепла з ґрунту.

Рівняння (4) і (5) є стаціонарними рівняннями теплового балансу РП та ПГ відповідно.

В дальнішому перетворюючи цю систему відносно невідомих змінних (температури рослинного покриву, поверхності ґрунту і водного потенціалу листя) одержуємо систему нелінійних рівнянь, вирішуючи яку можна розрахувати величину транспірації, випаровування, температури листя і поверхні ґрунту.

Для розрахунку водного балансу ґрунту була побудована підмодель водного режиму, яка ґрунтується на відомому рівнянні вологопровідності:

$$\frac{\partial \Theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D(\Theta) \frac{\partial \Theta}{\partial z} - K(\Theta) \right] - S_k(\Theta, z), \quad (7)$$

де Θ - вологість ґрунту, $D(\Theta)$; $K(\Theta)$ - залежність дифузивності і коефіцієнту фільтрації від вологості, $S_k(\Theta, z)$ - інтенсивність зміни вологості ґрунту за рахунок поггинання кореневою системою.

Залежності дифузивності та коефіцієнту фільтрації ґрунту від вологості задавались емпіричними співвідношеннями:

$$D(\Theta) = D_0(\Theta - \Theta_{mg})^\alpha, \quad (8)$$

$$K(\Theta) = K_0(\Theta - \Theta_{mg})^\beta, \quad (9)$$

де Θ_{mg} - максимальна гігроскопічність ґрунту; D_0 , K_0 , α , β - емпіричні параметри.

Втрати опадів на змочування рослин визначались по формулі:

$$R_{LAI} = R_{ai}(1 - 0.5^{LAI}), \quad (10)$$

де K_{dl} - величина опадів на рівні метеорологічної будки, LAI - індекс листової поверхні.

Обчислення величин схилового притоку проведено на основі моделі кінематичної хвилі. Формула для розрахунку гідрографу схилового стоку має вигляд:

$$q_{ck,j} = 16.67 \frac{V_{ck,j}}{V_{lck,j}} \bar{h}_{ck,j}, \quad (11)$$

де $V_{lck,j}$ - значення швидкості, осередненої за час добігання $t_{ck,j}$; $\bar{h}_{ck,j}$ - інтенсивність водоутворення, осереднена за передуючий j -му моменту часу добігання; $V_{ck,j}$ - швидкість схилового стоку.

Методика розрахунку гідрографу дощового паводку запропонована в працях О.Г.Іваненко та заснована на приблизному рішенні системи рівнянь водного балансу для окремих ділянок русел за інтервал часу Δt з врахуванням сумарного бокового притоку. Алгоритм для обчислення ординат паводку має вигляд:

$$Q_{j,i} = \sum_{l=1}^j [V_{j,l} B(x_g) R_{j,l} \Delta \bar{q}_l(x_g)] \quad (13)$$

де $Q_{j,i}$ - витрати води через нижній створ i -го участку в кінці j -го інтервалу часу Δt , $R_{j,l}$ - загальний коефіцієнт трансформації, $V_{j,l}$ - швидкість добігання. Осереднення схилового притоку проводиться на основі його значень в ряді площадок, що знаходяться на еквідистанті:

$$\bar{q}_l(x_g) = \frac{1}{n_g} \sum_{k=1}^{n_g} q_l(x_g, y_k) \quad (14)$$

Тут n_g - кількість ділянок, для яких на заданій еквідистанті визначалась інтенсивність схилового притоку в l -ту одиницю часу - q_l , y_k - відстань по еквідистанті $B(x_g)$ від лінії одного з водорозділів до k -ї ділянки визначення інтенсивності схилового стоку.

Як видно із структури рівнянь в моделі формування руслового стоку використовується змінний по площі водозбору головний фактор - скиловий приток, що відповідає реальним умовам формування дошового стоку.

Останній параграф четвертого розділу присвячений розрахункам стоку малих рік за міжшові періоди. Водоносність рік Західного Причорномор'я в літньо-осінній період визначається двома факторами: режимом підземного живлення і поверхневим стоком дошових вод. Швидкий спад зливого стоку переходить в низький та дуже довгий шлейф. Криві спаду описані рівнянням Буссінеска у вигляді, який запропонував С.Г.Попов:

$$Q_{t+\Delta t} = (Q_t - q_{\min})e^{-\alpha t} + q_{\min} \quad (17)$$

де q_{\min} - мінімальні витрати, обумовлені притоком глибинних підземних вод, α - стала, що характеризує інтенсивність виснаження сезонного запасу води в басейні. Значення q_{\min} і параметру α залежать від площі водозбору.

В п'ятій главі описані результати застосування математичної просторової моделі для розрахунку стоку річок Західного Причорномор'я за теплий період року. Для вирішення цієї задачі була розроблена інформаційно-обчислювальна система (ІОС), що ґрунтується на використанні метеорологічної інформації, а також гідрологічних і морфометричних даних водозборів. ІОС складена на основі комплексного підходу, коли водоутворення розглянуто спільно з процесами випаровування, транспірації, перехоплення вологи рослинністю та руху вологи в ґрунті.

В ході розробки моделі були визначені стійкі параметри для надійного функціонування блоку руху вологи в ґрунті. Для цього використовувались експериментальні дані по штучному дощуванню за 1953-1954 роки. Значення параметрів визначались за допомогою оптимізації, виходячи з кращої збіжності виміряної та обчисленої кривої інфільтрації. Розраховані криві інфільтрації в цілому мають задовільну збіжність з фактичними. Похибки обчислень склали 6...20%.

По матеріалам МВБС за 1980-1986 роки були визначені параметри для блоку випаровування та блоку скилового і руслового стоку. Параметри блоку випаровування визначались для кожної однорідної ділянки водозбору в залежності від переважаючої рослинності і типу ґрунту методом оп-

тимізації виходячи з умови збіжності між обчисленими та спостереженими профілями вологості в різних точках водозбору.

Підбір параметрів схилового та руслового стоку був проведений по даним 123 паводків, спостережених на басейнах струмків Сагайдачного та Вишневого МВЕС. Якість підбору параметрів показує критерій S/σ , який в 81% випадків не перевищив значення 0.8. Це по відомим стандартам відносить методика розрахунків до задовільних. Стійкість параметрів підтверджується багатьма перевірками на незалежному матеріалі.

ІОС розроблена в двох варіантах, перший з яких дозволяє обчислювати гідрограф стоку на основі наземної півометричної інформації, другий ґрунтується на використанні радіолокаційних матеріалів про опади. Спочатку була проведена перевірка адекватності описання радіолокаційних полів опадів, яка складалася з порівняння статистичних характеристик поля опадів, одержаних для контрольної території за допомогою радіолокаційних та наземних вимірювань. За контрольну територію приймалась МВЕС, де густота сітки півіографів складає в середньому 1.3 півіографа на 10 кв.км. Криві забезпеченості опадів, виміряні наземним способом і з допомогою радіолокатора добре узгоджуються один з одним. Відношення середнього на площі шару опадів, виміряного за допомогою радіолокатора, до відповідного значення, одержаного по даним наземної сітки для рідних опадів з середньою по площі інтенсивністю 1мм/год і більше знаходиться у межах від 0.91 до 1.10, а коефіцієнт кореляції середніх шарів опадів по ділянкам 4км², одержаних за допомогою радіолокаційного і наземного способів вимірювань, складає 0.71...0.90.

Вищесказане дозволяє зробити висновок про задовільну точність вимірювання опадів радіолокатором і можливість їх використання для розрахунків гідрографів стоку. По водозбору стр.Сагайдачного МВЕС були проведені розрахунки гідрографів дощових паводків по обох варіантах на матеріалах за 1984рік. В табл.1 співставлені обчислені та фактичні витрати на стр.Сагайдачному з використанням наземних і радіолокаційних даних. В табл.1 $\Delta W / W_0$ - відношення масимальних витрат розрахованих і фактичних виражене в процентах: W / W_0 - відношення розрахованого та

Таблиця 1.

Співставлення обчислених та фактичних витрат на стр. Сагайдачному з використанням наземних і радіолокаційних даних про опади.

№	Дата гавсдку	По пльовіографу			По радіолокатору		
		$\Delta Q/Q_0, \%$	W_r/W_0	S/σ	$\Delta Q/Q_0, \%$	W_r/W_0	S/σ
1	18.04.84	-9.67	0.84	0.68	24.67	0.96	0.60
2	27.04.84	6.14	0.79	0.76	16.04	1.28	0.67
3	28.04.84	-11.03	1.02	1.23	15.08	1.21	1.11
4	14.05.84	24.57	1.07	0.63	29.91	1.34	0.68
5	22.05.84	3.21	0.96	0.59	12.00	1.37	0.53
6	8.06.84	8.63	1.12	0.69	1.66	1.48	0.70
7	25.06.84	14.06	1.19	0.61	7.01	1.83	0.79

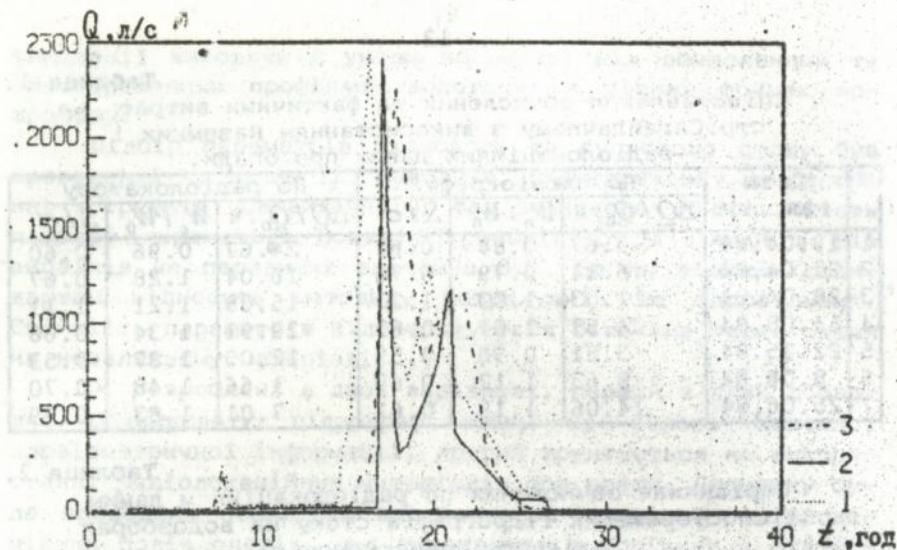
Таблиця 2.

Порівняння обчислених по радіолокаційним даним і спостережених гідрографів стоку на водозборах Західного Причорномор'я.

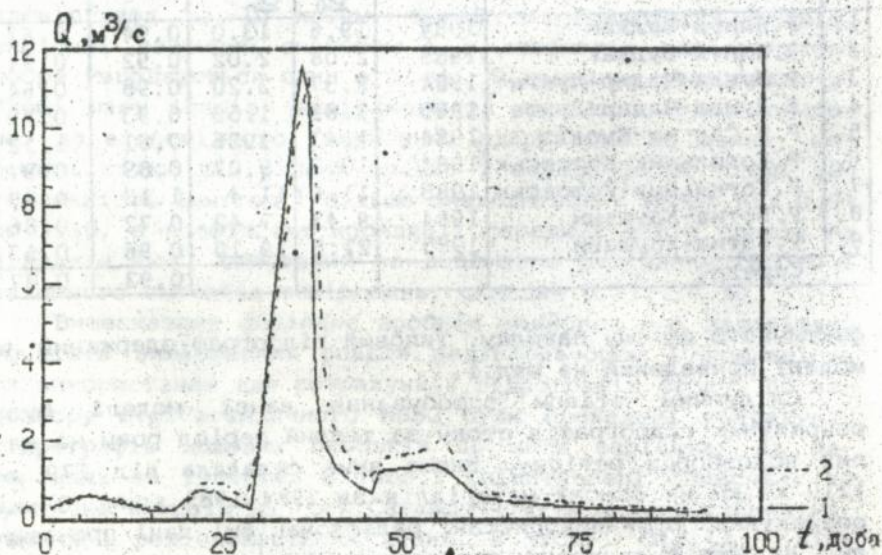
№	Ріка - пункт	Рік	Макс. витрати, м ³ /с		W_r/W_0	S/σ
			Q_0	Q_r		
1.	Р. Ялпуг-Буджак	1984	19.6	13.0	0.94	0.62
2.	Р. Ялпуг-Буджак	1985	2.08	2.02	0.92	0.74
3.	Р. Лунга-Чадир-Лунга	1984	2.37	2.20	0.98	0.64
4.	Р. Лунга-Чадир-Лунга	1985	1.81	1.59	0.93	0.79
5.	Р. В. Салча-Мусаїт	1984	1.43	1.26	0.81	1.12
6.	Р. Когильник-Котовськ	1984	10.3	9.07	0.89	0.91
7.	Р. Когильник-Котовськ	1985	11.6	11.4	1.12	0.79
8.	Р. Ботна-Каушани	1984	9.43	7.42	0.72	0.86
9.	Р. Ботна-Каушани	1985	21.5	19.10	0.96	0.53
	Середнє				0.92	0.77

фактичного об'єму паводку. Типовий гідрограф одержаний по моделі приведений на мал. 1.

Слідуючим етапом опробування даної моделі були розрахунки гідрографів стоку за теплий період року на малих водозборах регіону, площа яких складала від 179 до 1210 кв. км на основі матеріалів за 1984-1985 роки. В цих розрахунках були використані радіолокаційні дані про опади. На мал. 2 показані спостережений гідрограф стоку та одержаний на основі опадів, виміряних РЛК, а в табл. 2



Мал.1. Вимірний гідрограф паводку (2) та обчислені по даним плевіографів(3) і радіолокатору (1) на водозборі отр.Сагайдачного Молдавської воднобалансової станції 8.06.1964р.



Мал.2. Вимірний гідрограф стоку (1) за теплий період 1965 року та гідрограф, обчислений на основі радіолокаційної інформації про опаді (2), р.Когильник - п.Котовськ.

приведені результати співставлення фактичних та розрахованих гідрографів стоку по іншим водозборам.

Аналіз показує, що обчислені гідрографи стоку за вегетаційний період в цілому відповідають ходу фактичних. Параметр S/σ для шести розрахованих гідрографів склав 0,53...0,79, а для трьох - перевищив 0,8 (табл.2).

Дані розрахунки виконані на основі дуже обмеженої кількості інформації і можуть вважатися попередніми. Але і вони дозволяють зробити висновок, що застосування просторової моделі з використанням радіолокаційної інформації в основному прийнятне для обчислень гідрографів на маловивчених водозборах Західного Причорномор'я.

Висновки

1. По географічному положенню та кліматичним умовам район Західного Причорномор'я відноситься до зони з недостатнім зволоженням, але з достатньо розвинутою зливовою діяльністю. В регіоні спостерігається глибоке залягання ґрунтових вод, і як наслідок, переважає поверхневий підвищений стік (згідно класифікації А.М.Бєфана). Головні закономірності цього стоку були покладені в основу прийнятої моделі схилового стоку.

2. Основні природні фактори, які впливають на формування поверхневого стоку (кількість опадів, крутість та мікрорельєф поверхні схилів, тип ґрунтів, його вологість, рослинний покрив та ін.) нерівномірно розподіляються по площі водозборів. Це зумовило використання просторової моделі формування стоку для врахування динаміки факторів стоку, що в моделі визначаються по частковим ділянкам, на які розділена вся площа водозбору.

3. На основі дослідження характеру зволоження та інших процесів, які відбуваються на річних басейнах Західного Причорномор'я вирішена комплексна задача обчислення гідрографу річкового стоку за теплу пору року. В роботі вперше розглянута модель, в якій гідрограф стоку поданий як підсумок складного процесу трансформації водозбором опадів в річний стік з врахуванням перерозподілу вологи в ґрунті, її випаровуванням та транспірацією на протязі всього вегетаційного періоду року.

4. Детально досліджена статистична структура полів опадів на основі обробки матеріалів густої сітки плювіографів Молдавської воднобалансової станції, а також

даних Котовського радіолокаційного комплексу. Встановлено задовільну лінійну залежність між кількістю опадів, зафіксованих РЛК та опадомірами, які розмішені в межах окремих ділянок радіолокаційної сітки. Коефіцієнт кореляції для цієї залежності склав 0.73.

5. Виявлено, що поля опадів за короткі інтервали часу, нагніть по даним густої мережі пловіографів МВЕС, мають неоднорідний характер. Тому при розрахунках стоку по моделі "опаді-стік" дані наземних вимірювань опадів потребують просторового згладжування, або використання дистанційних радіолокаційних матеріалів.

6. Встановлені оптимальні параметри формули просторової інтерполяції опадів, на основі відповідності радіолокаційних та інтерпольованих наземних даних.

7. В якості моделі втрат на інфільтрацію прийнято рівняння вологопровідності. В результаті узагальнення широкого експериментального матеріалу по штучному дощуванню з застосуванням оптимізаційних процедур одержані стійкі значення параметрів моделі дифузивності та коефіцієнту фільтрації, які визначаються по типу та характеру обробки ґрунту.

8. Блок випаровування та транспірації ґрунтується на спільному рішенні рівнянь теплового балансу підстилаючої поверхні та водного балансу рослин. Застосування цього блоку дозволяє розрахувати зміну профілю вологості ґрунту в часовому розрізі за весь вегетаційний період сільськогосподарських культур. Процес транспірації регулюється параметром проникності для вологи системи "ґрунт-корінь", як й підібраний для різноманітних культур, а випаровування залежить від опору верхнього шару ґрунту переносу водяної пари, що залежить від типу ґрунту.

9. Розрахунок гідрографів стоку за теплий період року складався з обчислення гідрографу паводку в період випадання опадів, а також по даним виснаження запасів ґрунтових вод в міжпаводковий період. Витрати стоку в міжпаводковий період обчислювались по емпіричним залежностям.

10. Модель схилового та руслового стоку базується на рівняннях кінематичної хвилі. Параметри моделі встановлювались по даним 123 паводків, зафіксованих на всюдозборах МВЕС. Їх використання в прямому розрахунку по моделі показало достатню збіжність розрахованих гідрографів з

виміряними: в 81% випадків критерій якості розрахунків S/σ відносить результати розрахунків до задовільних.

11. Модель розрахунку гідрографів за теплий період року була перевірена на незалежному матеріалі стоку з 5 водозборів Західного Причорномор'я з використанням радіолокаційних полів опадів. На цих водозборах були уточнені значення параметру руслової швидкості та одержали залежність його від площі водозбору. Критерій якості 6-ти з 9-ти розрахованих гідрографів показав задовільність обчислень по моделі.

12. Наведені розрахунки показали прийнятність простої моделі для обчислення гідрографів річкового стоку на малих водозборах Західного Причорномор'я по даним опадів за теплий період року.

По темі дисертації опубліковано такі наукові роботи.

1. Расчет параметров уравнения влагопроводности по данным опытного дождевания для территории Западного Причерноморья. - деп. В.ИИМИ-МЦД, № 903-гм89.

2. Исследование структуры полей осадков за короткие интервалы времени на территории МССР (на примере Молдавской водно-балансовой станции). - 1989, деп. ВНИИГМИ-МЦД, № 904-гм89.

3. Применение упрощенной модели энергомассообмена в системе "атмосфера-растение-почва" для расчета испарения и влажности ючвы в районе Западного Причерноморья. - 1989, деп. ВНИИГМИ-МЦД, № 945-гм89. (В співавторстві).

4. Расчет полей осадков по данным Котовского радиолокационного комплекса (МССР). - 1989, деп. ВНИИГМИ-МЦД, №947-гм89. (В співавторстві).

5. Передчислення стоку малих рік Західного Причорномор'я за міжпаводкові періоди. - 1994, деп. ДТНЕ України № 746-Ук94. (В співавторстві).

ЛНБ ім. В. Стефаника
АН України

АНОТАЦІЯ

ДАУС МАРИЯ ЄВГЕНІЄВНА

Применение математической модели для расчета дождевого стока за теплый период на малых водосборах Западного Причерноморья.

Диссертация в виде рукописи на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.07 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. Одесский гидрометеорологический институт. Одесса, 1995.

В данной работе изложены результаты применения математической модели для расчета дождевых паводков на территории Западного Причерноморья. Моделируются процессы распространения осадков по территории, транспирации и испарения, изменения влажности почвы, склоновый и русловый сток. Предложен метод расчета гидрографа за теплый период года стока на неизученных водосборах с использованием радиолокационных данных об осадках.

DAUS MARIA EVGENIVNA

Mathematical Model Application for Rainfall Flow Evaluation in the Warm Period On Small Basins of the Western Black Sea Coast.

The manuscript is given for the application to academic degree of a candidate of geographical sciences on a speciality 11.00.07 - hydrology, water resources, hydrochemistry. The Odessa Hydrometeorological Institute. Odessa, 1995.

Results of mathematical modelling for evaluation of the rainfall floods on the territory of Western Black Sea coast are described in this study. The precipitation distribution, transpiration and evaporation, soil humidity changes, overland runoff and channel flow processes have been modelled. A method of the evaluation of runoff hydrograph on non-studied basins with usage of the precipitation data from the radio-locating observations is proposed in this manuscript.

Ключові слова: моделювання, дощовий паводок, транспірація, випаровування, вологість ґрунту, інфільтрація, схилувий стік, русловий стік, радіолокація.

Подп. к печати 29.09.95г. Формат 60x84 1/16.
С5"ем 0, Уч. изд. л. I, Оп. л. Заказ № 743/3. Тираж 100 экз.
Гортипография Одесского управления по печати чех.З.
Ришельевская 49.

48507

AB 33.263