ОДЕСЬКИЙ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИЙ ІНСТИТУТ

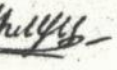
БУРЛУЦЬКА МАРІЯ ЕДУАРДІВНА

УДК 556.116

МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК ВЕСНЯНОЇ ПОВЕНІ РІЧОК ДОНСЬКОГО РАЙОНУ

11.00.07- гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук



Одеса - 1997

ЛННБ України ім.В.Стефаника
00743584 (V)

Дисертацією є рукопис
Робота виконана в Одес
інституті Міністерства

Науковий керівник: доктор географічних наук, професор
Гопченко Євген Дмитрович,
Одеський гідрометеорологічний інститут,
проректор з наукової роботи

Офіційні опоненти:

доктор географічних наук, професор,
зав. відділом гідрології
Тімченко Володимир Михайлович,
інститут гідробіології НАН України;
кандидат географічних наук, доцент
Чернов Микола Іванович, Одеський
гідрометеорологічний інститут, доцент
кафедри водних досліджень та геодезії

Провідна установа:

Національний університет Тараса
Шевченка, кафедра гідрології
та гідрохімії, Міністерство
освіти України, м.Київ

Захист відбудеться "29" січня 1998 р. о 10 годині
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01 в
Одеському гідрометеорологічному інституті за адресою:
270016, м.Одеса-16, вул. Львівська, 15, ОГМІ.
З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці Одеського
гідрометеорологічного інституту, 270016, м.Одеса-16,
вул. Львівська, 15, ОГМІ.

Автореферат розісланий "27" грудня 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Лобода Н.С.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність та ступінь дослідження тематики. Розвиток продуктивних сил в басейні р.Дон передбачає подальше, все більш широке, використання водних ресурсів. Однак, діюча нормативна база, а також існуючі регіональні розробки по розрахунках максимального стоку на території, що розглядається, не відповідають досягненням сучасної гідрологічної науки та потребам практики.

До основних недоліків цих регіональних схем слід насамперед віднести їх не оптимальність, з точки зору умов формування весняної повені та відсутності достатнього фізичного розуміння деяких параметрів, що описують їх структуру. Ці обставини, звичайно, позначаються на точності розрахункових характеристик максимального стоку. У зв'язку з цим, удосконалення методичних підходів та розвиток теорії повинні бути націленими на побудову принципово нових розрахункових схем, які дали б можливість суттєво підвищити надійність гідрологічного обгрунтування водогосподарських проектів, в тому числі й за умови безперервних змін рівнів господарської діяльності на водозборах.

Робота виконувалась у межах держбюджетної теми за планами Міносвіти України (1992-94 рр.), № ГР 0193027779, одним із виконавців якої був автор дисертації, а також у відповідності до Постанови Кабміну України №37 від 26.01.94р. "Про комплексну програму проведення противопаводкових заходів на 1994-2000 роки".

Мета роботи та основні завдання наукового дослідження полягають у побудуванні регіональної методики розрахунку характеристик максимального стоку весняної повені незабарених річок Донського району, яка відрізнялась би від діючих на цей час можливостями більш повного врахування природних та обумовлених господарською діяльністю факторів.

Методологія, методи дослідження предмету і об'єкту. Для вирішення сформульованого вище завдання використані, головним чином, матеріали стаціонарної мережі гідрологічних станцій і постів з періодами спостережень більше 15 років, які містяться у довідниках "Ресурсы поверхностных вод СССР", "Основные гидрологические характеристики", "Гидрологические ежегодники". При обгрунтуванні параметрів графіків приплив

АН України

талих вод до руслової мережі використовувались також матеріали Дубівської та Нижньодевіцької воднобалансових станцій.

Статистичний аналіз часових рядів максимальних витрат виконано у відповідності до рекомендацій нормативного документу СНиП 2.01.14-83. Деякий відхід від цього документу відноситься до визначення розрахункових шарів стоку за період повені. Замість рівнозабезпечених значень витрат та шарів стоку, передбачених нормативом, у роботі використані шари стоку, спряжені з витратами опорної (1%-вої) імовірності щорічного перевищення. В значній мірі у роботі використовуються методи географічного узагальнення основних стокоформувальних факторів, частина з яких підпорядковується широтній закономірності, а інша - має, взагалі, дискретний характер розподілу по території.

Низка невідомих параметрів (коефіцієнти русло-заплавного регулювання, тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі) одержані чисельним шляхом.

Теоретична і практична цінність дослідження та його наукова новизна полягають у розробці методики розрахунку максимальних модулів стоку весняної повені винятковоі імовірності перевищення невивчених річок басейну р.Дон, на відміну від тих, що використовуються на цей час, в тому числі й від діючого нормативного документу СНиП 2.01.14-83. Вона також характеризується більш досконалою теоретичною базою, що дає можливість враховувати як природні, так і пов'язані з господарською діяльністю фактори.

Новим науковим напрямком дослідження є використання вперше для території Донського району генетичної моделі формування максимального стоку, розробленої А.М.Бефані, та обґрунтування на регіональному рівні необхідних розрахункових параметрів. Деякі з них отримані на підставі безпосередніх матеріалів спостережень, інші - встановлені при допомозі чисельних процедур. Зокрема, автором вирішені такі наукові питання розроблюваної теми:

1)обґрунтовано карту спряжених з витратами опорної 1%-вої імовірності перевищення шарів стоку у басейні р.Дон за період весняної повені;

2)визначені розрахункові параметри формули швидкостей руслового добігання повеневих хвиль на річках регіону;

3)установлені й узагальнені по території коефіцієнти нерівномірності та тривалість припливу талих вод зі схилів до руслової мережі;

4)всебічно розглянута природа та визначені числові значення коефіцієнтів русло-заплавного регулювання максимальних модулів стоку весняної повені, одного із майже невивчених явищ сучасної фізичної гідрології.

Впровадження наукових розробок. Деякі результати дослідження дисертанта знайшли практичне використання. У складі авторського колективу підготовлено і передано замовнику (Одеському обласному управлінню водного господарства, 1995) посібник до визначення розрахункових характеристик максимальних витрат води дощових паводків та весняної повені на півдні України. У 1996 році закінчено розробку методики розрахунку характеристик стоку весняної повені на південній території України в залежності від снігозапасу. Дисертант входив до складу виконавців завершеної у 1994 році держбюджетної теми "Небезпечні гідрологічні явища та розрахунок їх характеристик для забезпечення водогосподарського будівництва на річках України" (замовник - Міносвіта України).

Апробація та публікація результатів. Окремі положення дисертації доповідались у м.Хусті Закарпатської області (13-15 грудня 1994 р.) на науково-практичній конференції з питань здійснення протипаводкових заходів, засіданнях кафедри гідрології суші, а в повному обсязі - на розширеному науковому семінарі гідрологічного факультету ОГМІ.

По темі дисертації автором (спільно з науковим керівником) опубліковано у визнаних наукових виданнях 3 статті, в яких висвітлюється основний зміст дослідження.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається з вступу, шести розділів, висновків, списку літератури, до якого входить 96 найменувань, 16 додатків. Загальний обсяг роботи 300 сторінок машинописного тексту, в тому числі: 46 рисунків та додаток - на 75 стор.

Декларація конкретного особистого внеску дисертанта у розробку результатів, що виносяться на захист. Усі результати, що відносяться до побудування розрахункової методики весняної повені на річках Донського району, належать особисто автору. До них входять статистичний аналіз часових рядів

максимальних витрат і шарів стоку, визначення невимірюваних характеристик графіків припливу води зі схилів до руслової мережі (коефіцієнтів нерівномірності, тривалості схилового стоку), коефіцієнтів русло-заплавного регулювання, обґрунтування параметрів регіональної формули швидкостей руслового добігання.

Особистий вклад автора і наукового керівника у сумісних публікаціях є паритетним.

ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ. До вступної частини входить викладення актуальності роботи, характеристика вихідних даних та об'єктів дослідження, визначені наукові положення, які становлять предмет захисту, наводяться відомості щодо використання наслідків роботи, про публікації автора та інш.

У першому розділі на підставі літературних джерел наводиться коротка характеристика фізико-географічних особливостей території, у межах якої проводиться дослідження - її рельєфу, геологічних умов, грунтів, рослинного покриву, клімату, а також гідрологічної вивченості.

Систематичні спостереження за максимальним стоком (з періодами більше 20 років) у межах Донського району проводяться на 119 гідрологічних постах. Вони охоплюють діапазон водозбірних площ від 0.06 км^2 (лог Малютка, Нижньодевіцька воднобалансова станція) до 378000 км^2 (р.Дон-ст-ца Роздорська). По території пости розміщені більш-менш рівномірно, за винятком нижньої течії Дону (у першу чергу, це басейни річок Сала та Єгорлика). Добре висвітлені вимірами стоку середні за розмірами водозбірні площі річок (у діапазоні 500 - 10000 км^2), частка яких займає близько 42% від загальної кількості гідрологічних постів. Слід також зауважити, що понад 21.2% постів, які використані при аналізі, мають періоди спостережень 50 і більше років. При побудуванні розрахункової методики максимального стоку весняної повені та обґрунтуванні її параметрів використані дані 67 постів, 52 пости, що залишились, було включено до аналізу лише на заключному етапі, тобто при перевірці запропонованої методики на незалежних матеріалах (у тому числі: по 10 малих водотоках Нижньодеві-

цької та 8 - Дубівської водобалансових станцій).

У другому розділі наводяться ретроспективний аналіз та сучасний стан області розрахунку максимального стоку весняної повені невивчених річок. До останнього часу практично єдиною базовою структурою при побудуванні розрахункових формул максимального стоку (включаючи й нормативні документи: спочатку СН 435-72, а потім - діючий до цього часу СНиП 22.01.14-83) була редукційна схема:

$$q_m = \frac{k_0 y_m}{(F+1)^{n_1}} \delta \delta_1 \delta_2, \qquad (1)$$

де k_0 - коефіцієнт "дружності" повені;

y_m - шар стоку за повінь;

F - площа водозбору;

δ, δ_1, δ_2 - коефіцієнти, які враховують зниження максимального модуля q_m під впливом озер, ставків, водосховищ (δ), залісеності (δ_1) та заболоченості (δ_2);

n - показник степені редукції модуля з ростом F.

У роботі показано, що рівнянню (1) властива низка недоліків: 1)відображення редукційної закономірності за допомогою такої інтегральної характеристики як площа водозбору, може приводити до значних похибок, обумовлених відсутністю однозначних залежностей між основними морфометричними характеристиками річкових водозборів; 2)використання коефіцієнтів залісеності δ_1 та заболоченості δ_2, само по собі, суперечить тим припущенням, які апріорі покладено в основу (1).

Дійсно, при одномодальній формі руслових гідрографів базовим для розрахунку максимального модуля стоку q_m є рівняння (Є.Д.Гопченко, 1989):

$$q_m = \frac{k_0 y_m}{1 + t_p/T_0} k_m k_n k_y, \qquad (2)$$

де k_0 визначається як коефіцієнт схилової трансформації

$$k_0 = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0}; \qquad (3)$$

T_0 - тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі;

t_p - час руслового добігання;

k_y - коефіцієнт нерівномірності розподілу по території

шару припливу (для весняної повені k_y=1.0);

k_m та k_n - коефіцієнти, які пов'язані з ефектами русло-заплавного регулювання, причому:

$$k_m = (\frac{m+1}{m})/(\frac{n+1}{n}), \qquad (4)$$

а

$$k_n = (T_o+t_p)/T_n, \qquad (5)$$

T_n - тривалість повені.

Фактори зарегулювання максимального стоку (залісеність, заболоченість), що входять у (2), в першу чергу враховуються через T_o. З іншого боку, як видно із (2), усі редукційні коефіцієнти можна інтегрально виразити через площу водозборів лише за умов, якщо T_o не тільки від цих, але й від інших факторів схилового зарегулювання стоку, не залежить. Інакше:

$$k_m k_n k_y /(1+t_p/T_o) \neq 1/(F+1)^{n_1} \qquad (6)$$

І хоча ще у 1946 році Г.О.Алексєєвим була взагалі створена теоретична база для розрахунку максимального стоку весняної повені на підставі ізохрон руслового добігання, але лише в останні роки вона отримала практичне застосування. Головною перешкодою при використанні теорії ізохрон були проблеми аналітичного опису графіків схилового припливу під час сніготанення, бо останні мають дуже складний, багатомодальний характер. Крім того, дослідження деяких авторів (Н.Ф.Бефані, 1979; А.М.Бефані, 1981) показали, що методологія ізохрон не достатньо враховує ефекти русло-заплавного обміну та регулювання. Диференційне рівняння, запропоноване цими авторами, суттєво відрізняється від того, яким описується класична схема руслових ізохрон. В сучасній редакції воно має вигляд:

$$\theta_д \frac{\partial \omega}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial t}(\omega + \omega_n + \delta\omega_a) = \alpha B \delta_t q'_t, \qquad (7)$$

де ω - площа живого перерізу стікаючих потоків;

ω_a - переріз усіх алювіальних вод, які гідравлічно пов'язані з руслом;

δ - коефіцієнт гравітаційної вологоємності;

ω_n - площа водного перерізу у межах ємкостей заплавного регулювання. До площі ω входить не тільки живий переріз руслових потоків, але й води проточної частини заплави.

Інтегрування рівняння (7) веде до структури, яка близька за своїм змістом до формули (2), а саме:

$$q_m = \frac{y_m k_y}{t_p} \varphi k_r \varepsilon'_n \delta, \qquad (8)$$

де φ - коефіцієнт "дійчого" шару стоку

$$\varphi = \left(\int_0^{t_p} Q'_t dt \right) / \left(\int_0^{T_o} Q'_t dt \right), \qquad (9)$$

k_r - гідрографічний коефіцієнт, що дорівнює:

а) коли $t_p < T_o$,

$$k_r = \left(\int_0^{t_p} Q'_t B_{V_{tx}} dt \right) / \left(B_{cp} \int_0^{t_p} Q'_t dt \right); \qquad (10)$$

б) якщо $t_p \geq T_o$,

$$k_r = \left(\int_0^{T_o} Q'_t B_{V_{tx}} dt \right) / \left(B_{cp} \int_0^{T_o} Q'_t dt \right), \qquad (11)$$

ε'_n - коефіцієнт руслово-заплавного регулювання, аналогічний до $k_m k_n$.

Виходячи з того, що (6), хоч і схематично, описує процеси трансформації схилового припливу руслової мережею, а (2) спирається тільки на геометрію схилового і руслового гідрографів у дисертаційній роботі базою при побудуванні розрахункової методики максимальних витрат весняної повені незвичених річок у басейні Дону стало саме рівняння (8). Чергові глави, власне, й присвячені розробці, аналізу та узагальненню параметрів, які входять до нього.

У третьому розділі наводяться результати статистичного аналізу часових рядів максимальних витрат і шарів стоку весняної повені. Усі вихідні дані спостережень гідрологічної мережі станцій і постів Держкомгідрометру умовно поділені на дві частини. До першої (залежні матеріали) ввійшли 67 водозборів, які більш-менш рівномірно розподілені по території. По них, у відповідності до нормативного документу СНиП 2.01.14-83, було виконано статистичний аналіз часових рядів з використанням методів моментів та найбільшої правдоподібності, визначені розрахункові характеристики максимальних витрат та шарів стоку різної імовірності перевищення. Відносно до максимальних витрат зроблена оцінка точності обчислення квантилів 1%-вої імовірності перевищення за рекомендаціями С.М.Крицького та М.Ф.Менкеля (1981).

Встановлено, що правдоподібні й моментні оцінки, в усякому разі, у межах коефіцієнтів варіації Cv<I.O, практично співпадають. Ці обставини дають можливість використовувати в рівній мірі обидва прийоми для визначення Cv, що дуже важливо, оскільки номограми, які розроблено для визначення коефіцієнтів варіації у методі найбільшої правдоподібності (за допомогою статистик λ_2 та λ_3), обмежені.

Автокореляція у часових рядах максимальних витрат та шарів стоку весняної повені незначна.

Співвідношення між C_s і C_v у методі найбільшої правдоподібності дещо більше, ніж у методі моментів, але для максимальних витрат його можна прийняти на рівні двох, тобто $C_s=2C_v$.

Середньоквадратична похибка обчислення витрат I%-вої імовірності перевищення по рядах залежної вибірки складає ±I6.2%, що відповідає точності вимірювання максимальних витрат при проходженні високих повеней на мережі Держкомгідромету.

До другої частини, так званих незалежних вихідних даних, ввійшли 52 об'єкти, по яких виконано статистичний аналіз тільки максимальних витрат. Середньоквадратична похибка визначення $Q_{1\%}$ по сукупності незалежних водозборів складає ±I9.7%, для невеликих водотоків водобалансових станцій - ±2I.2%. На відміну від описаної вище методичної бази, прийнятої для аналізу часових вибірок максимальних витрат води, при обґрунтуванні розрахункових шарів стоку використані їх значення $У_0$, спряжені з $Q_{1\%}$. Визначались вони на підставі індивідуальних залежностей $Q_m=f(У_m)$, які задовільно (коефіцієнти кореляції між Q_m та $У_m$ знаходяться на рівні 0.65 - 0.87) описуються лінійними рівняннями:

$$Q_m = a_2+b_2У_m \qquad (I2)$$

Порівняння $У_0$ та $У_{1\%}$ показали, що хоча вони й знаходяться біля лінії рівних величин, але різниця між ними у деяких випадках досягає досить великих значень. Відзначимо, що неспряженість між Q_m та $У_m$ у моделях розрахункових гідрографів може мати негативні наслідки і, насамперед, у тих випадках, коли інші, невідомі параметри, знаходяться чисельними шляхами.

Підсумковим результатом аналізу просторового розподілу

та факторної обумовленості $У_0$ є карта ізоліній спряженого шару стоку (мм). Схема ізоліній має досить складний вигляд, обумовлений особливостями рельєфу місцевості. Між тим, відмічається й закономірність, яка полягає в зменшенні спряженого шару стоку у напрямку з північного заходу та північного сходу на південь - від 250 до 40 мм.

Найбільші шари стоку (200-250 мм) приурочені до північно-західних і північних схилів Середньо-Руської, Калачської та Приволжської височин. Між ними знаходиться Оксько-Донська рівнина, у межах якої $У_0$ зменшується до 100 мм. Замкнений простір підвищенного стоку з ізолінією 150 мм знаходиться в районі північних схилів Донської гряди, а також південних схилів Калачської височини. Далі на південь шар стоку підкоряється широтній закономірності, обумовленій розподілом тепла й вологи по території.

У четвертому розділі містяться результати дослідження швидкостей течії води та морфометричних характеристик русел річок басейну Дону з метою обґрунтування регіональних значень параметрів формули швидкостей руслового добігання. Перед вибором базової структури формули швидкостей було проведено досить широкий огляд сучасного стану в цій галузі. Як на думку автора, найбільше відповідає цілям розрахунку максимального стоку невивчених річок структура формули швидкостей у вигляді (Г.О.Алексеєв, 1956):

$$v = a_0 I^{\beta} Q^{\alpha_0}, \qquad (13)$$

де a_0 - швидкісний коефіцієнт;

α та β - параметри, залежні від форми поперечного профілю русел.

За А.М.Бефані (1968), форма русла може бути відображена рівнянням:

$$h = A \omega^{z_0} \qquad (14)$$

Показники степені β та α_0 визначаються таким чином:

$$\alpha_0 = r/(r+1); \quad \beta = 1/2(r+1) \qquad (15)$$

де $r = r_0 a_1$, а a_1 в свою чергу обумовлюється характеристиками русла та заплави. Для чистих чи заростих травою русел a_1 знаходиться на рівні 2/3-3/4.

За сукупністю даних 64 гідрологічних постів, по яких

були необхідні матеріали вимірюваних рівнів, площ водного перерізу та витрат води, r_o змінюється у діапазоні від 0.36 до I.0 (при середньому значенні r_o=0.62). Тоді використовуючи (I5), а також приймаючи α_1=3/4, маємо і α_o=0.32 і β=0.34. Швидкісний коефіцієнт a_o описується рівнянням:

$$a_o = 0.50 / F^{0.10} \qquad (I6)$$

Спираючись на установлену у роботі закономірність динаміки швидкості течії води, яка полягає в тому, що при виході води із корінних берегів швидкість потоку практично стабілізується у значному діапазоні наповнення русел (I.0 ≤ P ≤ I0%)

$$\vartheta_д = I.5I\ I_{взв}^{0.34}\ F^{0.13}, \qquad (I7)$$

де $\vartheta_д$ - швидкість руслового добігання повеневої хвилі (км/год).

У п'ятому розділі наводяться, обгрунтовані автором, розрахункові характеристики графіків припливу води зі схилів до руслової мережі річок Донського району. Визначення характеристик графіків схилового припливу, насамперед, їх форми та тривалості надходження води до руслової мережі є мабуть, однією з найбільш складних проблем сучасної гідрології. Головна причина полягає у недосконалій програмі спостережень за стоком в системі Держкомгідромету, причому не тільки нашої, але й інших країн світу. Якщо не враховувати дуже рідкої мережі водобалансових станцій, то інших джерел безпосереднього виміру величин схилового стоку, до сьогодні не існує. Зауважимо, що в меншій мірі це відноситься до басейну Дона, у межах якого знаходяться Дубівська та Нижньодевіцька водобалансові станції. Аналіз їх матеріалів показує, що для повеней рідкої імовірності перевищення досить сприятливою є формалізація припливу талих вод зі схилів до руслової мережі за допомогою рівняння (Є.Д.Гопченко, I975)

$$Q'_t = Q'_m\ [1-(t/T_o)^n] \qquad (I8)$$

Для визначення n можна рекомендувати два способи - графічний (за допомогою запропонованої номограми $Q'_t/Q'_m = f(t/T_o;n)$ та аналітичний, згідно з яким

$$n = W/(Q'_m T_o - W), \qquad (I9)$$

де W - об'єм стоку за повінь.

Внаслідок складної, багатомодальної форми графіків припливу талих вод, обумовлених добовим ходом сніготанення, з нашої точки зору, перший засіб дещо переважніший. В ньому зосеред-

жені більш прості процедури - та можливості типізації гідрографів схилового стоку, з наступним визначенням n. Саме на його підставі за матеріалами водобалансових станцій отримано n на рівні 0.10. Це значення потім знайшло підтвердження і на матеріалах спостережень за стоком на гідрологічній мережі Держкомгідромету. Але на жаль, навіть матеріали водобалансових станцій не дають можливості у повному обсязі вирішити проблему нормування n та T_o. Це особливо стосується тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі, бо форма графіків припливу більш-менш стала як від року до року, так і в цілому по території. З іншого боку, в розрахункових конструкціях взагалі неможливо дані (головним чином, T_o) якої-небудь однієї чи навіть декількох водобалансових станцій розповсюдити на весь водозбір, а тим більше, для визначення максимальних витрат води вінятковоі імовірності перевищення. У нашій спільній з науковим керівником роботі (1996) досить повно викладена методика встановлення цього параметра чисельним шляхом (в структурі формули А.М.Бефані).

З цією метою використані операторні рівняння:

а) коли $t_p < T_o$,

$$T_o = \{(y_m \varepsilon'_n)/(0.10 q_m)\}(1.10 T_o^{0.10} - 0.95 t_p^{0.10})^{0.91} \quad (20)$$

б) якщо $t_p \geq T_o$,

$$T_o = 3.95 t_p - 1.91 q_m t_p^2 / (y_m \varepsilon'_n) \quad (21)$$

Навіть не зважаючи на те, що для весняної повені $k_y = 1.0$, рівняння (20) та (21) містять в собі надлишкову кількість невідомих параметрів (ε'_n та T_o). Визначення ε'_n та T_o можливо й реалізовано у роботі методом простої однокрокової ітерації, з деякими фізичними обмеженнями, які накладались на ε'_n. В повній мірі сказане відноситься тільки до (20), бо рівняння (21), за інших одинакових умов, вирішується по відношенню до T_o, а потім і ε'_n - алгебраїчним шляхом..

Незважаючи на великі розміри басейну річки Дону, наслідком чого є неодночасність сніготанення у різних його частинах, тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі може бути прийнята одинаковою - 100 годин. Відсутність широтної обумовленості T_o, бо останнє слід вважати за типове для водозборів, протяжних у напрямку з півночі на південь, внаслідок існуючої закономірності в розподілі снігозапасу, мож-

на пояснити лише різним характером сніготанення. Мова йде про послідовну зміну у напрямку з півночі на південь типу весни - від переважно адвективного до чисто солярного.

У шостому розділі викладені методичні підходи та рекомендації до розрахунку коефіцієнтів дійчого шару стоку, а також врахування форми річкових водозборів та ефектів русло-заплавного водообміну і регулювання.

Формування максимальних витрат, за термінологією А.М.Бефані (I958), може відбуватись по типу розвиненого, коли $t_p<T_o$, чи сповільненого, якщо $t_p \geq T_o$, стоку. У першому випадку у формуванні Q_m приймає участь вся площа водозбору, але не весь шар припливу $У_m$, а тільки його частина $У_{t_p}$ - найбільше значення за попередній час добігання. За допомогою рівняння (IO)

$$У_{t_p} = \frac{n+1}{n}\frac{t_p}{T_o}\left[1 - \frac{1}{n+1}\left(\frac{t_p}{T_o}\right)^n\right]У_m \qquad (22)$$

Співвідношення $У_{t_p}/У_m$, виходячи з (22), є безрозмірним коефіцієнтом

$$\varphi = \frac{n+1}{n}\frac{t_p}{T_o}\left[1 - \frac{1}{n+1}\left(\frac{t_p}{T_o}\right)^n\right], \qquad (23)$$

чи за n=0.IO і T=IOO год.

$$\varphi = 0.IIt_p - 0.063t_p^{1.1} \qquad (24)$$

Область використання рівняння (24): від $t_p=0$, коли й $\varphi=0$, до $t_p=IOO$ год., чому відповідає $\varphi=I.0$ - верхня границя для цього коефіцієнта. В інших випадках, тобто коли $t_p<T_o$, максимальна витрата формується всім шаром припливу $У_m$, який одночасно досягає до визначеного створу, але тільки з так званої "дійчої площі" водозбору $F_д<F$. Причому, якщо функцію ізохрон виразити рівнянням (А.М.Бефані, I958)

$$B_{\phi_{tx}} = B_m[1-t/t_p)^{m_1}], \qquad (25)$$

то

$$F_д = \frac{m_1+1}{m_1}T_o\phi_д B'_{ср}\left[1 - \frac{1}{m_1+1}(T_o/t_p)^{m_1}\right], \qquad (26)$$

де B_m і $B_{ср}$ - максимальна та середня ширина водозбору по ізохронах (чи еквідістантах) руслового добігання. Оскільки використання у розрахунках $F_д$ в значній мірі порушує уніфікацію базової структури (8), на підставі якої будується ме-

годика визначення Q_m невивчених річок, далі для врахування типу руслового стоку, використовуються гідрографічні коефіцієнти k_r. У загальному вигляді вони представлені рівняннями (I0) та (II), а для конкретного регіону - у розрахунковій формі:

а) коли $t_p<100$ год.,

$$k_r = (1-0.55t_p^{0.10}) / (1-0.58t_p^{0.10}); \quad (27)$$

б) коли $100<t_p\leq200$ год.,

$$k_r = 2.0 - 0.56/t_p; \quad (28)$$

в) якщо $t_p>200$ год.,

$$k_r = 4.0 - 2.33(100/t_p)^{0.33} \quad (29)$$

Змінюються гідрографічні коефіцієнти в дуже широкому діапазоні. Нижня границя для k_r є одиниця, коли $t_p/T_o=0$, а верхня - дорівнює $(m_1+1)/m_1$, якщо $t_p>>T_o$. Так, при $m_1=2.0$ (малі річки) верхнє значення k_r дорівнює I.5, при $m_1=I.0$ (середні за розміром річки) - 2.0, а коли $m_1=0.33$ (великі річки) - 4.0.

Всебічно у роботі розглянуті питання, що пов'язані з проблемою трансформації максимальних витрат озерами, водосховищами проточного типу, але особливо - заплавами. До цього часу найменш вивченим із перелічених постає питання про визначення впливу на стік паводків та повеней трансформуючої дії русло-заплавного регулювання. Справа в тім, що заплавні ємкості не постають як статичні об'єкти регулювання. В періоди формування виняткових паводків та повеней вони створюють дуже складну поздовжню та поперечну систему водообміну з руслом.

Згідно до (7), коефіцієнт русло-заплавного регулювання ε'_n є

$$\varepsilon'_n = 1/(1+a_p), \quad (30)$$

де $a_p=a_1+\delta a_2$, а a_1 та a_2 - кутові коефіцієнти відповідних залежностей $\omega_n=a_1\omega$ і $\omega_a=a_2\omega$.

Безпосередньо реалізувати досить просту залежність (30) для визначення ε'_n практично неможливо внаслідок того, що ω_n та ω_a, взагалі, невідомі. Тому в дисертаційній роботі відповідно до ε'_n використано метод обернених обчислень на одному із етапів визначення T_o. Узагальнення коефіцієнтів русло-заплавного регулювання у басейні р.Дон зроблено в залежності від площі водозбору, яка використовується за посередню ха-

рактеристику розмірів заплави уздовж річки. З деяким наближенням розміри русло-заплавного регулювання можна оцінити й співвідношенням

$$\Delta t/T_n = 1 - (T_o+t_p)/T_n, \qquad (3I)$$

де Δt - тривалість спорожнення русло-заплавної ємкості регулювання після проходження піку повені.

Перевірні розрахунки у межах розробленої методики виконані у 3-х варіантах: I)по залежних даних (67 об'єктів Держкомгідрометеу); 2)по незалежних матеріалах мережі Держкомгідрометеу (34 об'єкти); 3)по незалежних даних невеликих річок й тимчасових водотоків Дубівської та Нижньодевіцької ВБС (I8 об'єктів). У першому випадку середнє відхилення розрахункових величин $Q_{1\%}$ від вихідних значень складає ±I6.7%, у другому - ±I7.8%, у третьому - ±I3.2%, що в цілому відповідає рівню точності вимірів максимальних витрат у системі Держкомгідрометеу.

Висновки:

I.Діюча до цього часу у державах колишнього союзу, в тому числі й в Україні, нормативна база до визначення розрахункових характеристик весняної повені не відповідає не тільки сучасним досягненням гідрологічної науки, але й потребам практики. Структури, на підставі яких розроблено нормативний документ СНиП 2.0I.I4-83, а також регіональні розрахункові схеми у галузі максимального стоку не мають навіть достатнього теоретичного обґрунтування. Тому автором вперше у межах Донського району використано генетичну модель А.М.Бефані, яка вважається найбільш гнучкою до урахування не лише комплексу природних факторів, але й тих, що пов'язані з господарською діяльністю на водозборах.

2.У регіональних та нормативних розробках, беручи до уваги й діючий ще СНиП 2.0I.I4-83, використовуються рівнозабезпечені величини максимальних витрат та шарів стоку, які обчислюються шляхом самостійної статистичної обробки часових рядів. Але така методологія суперечить самій природі формування максимального стоку, бо, як відомо, не завжди найбільші за період спостережень витрати і шари стоку належать до одного гідрографу. З цього приводу в роботі за базову характеристику прийняті шари стоку, які спряжені з витратами опорної I%-вої імовірності щорічного перевищення. За добре обу-

мовленими у межах Донського району залежностями між Q_m та y_m визначення y_o великих труднощів не викликає.

3.Узагальнення спряжених шарів стоку по території дало можливість обгрунтувати карту y_o. В цілому визначається закономірність зменшення y_o у напрямку з північного заходу та північного сходу на південь (від 250 до 40 мм), що загалом узгоджується з розподілом у Донському районі снігозапасів.

4.Використання методів моментів та найбільшої правдоподібності С.М.Крицького-М.Ф.Менкеля відповідно до часових рядів максимальних витрат і шарів стоку весняної повені у басейні р.Дон свідчать про те, що в цілому вони дають практично збіжні результати. Тому вибір того чи іншого з них не є актуальним питанням. Ці обставини дуже важливі, бо за сучасною методичною базою не завжди вдається визначити правдоподібні оцінки параметрів мінливості та асиметрії рядів.

5.Оригінально, завдяки синтезу даних спостережень гідрологічної мережі та використання морфометричних характеристик окремих русел, вирішене питання обгрунтування регіональних параметрів формули швидкостей руслового добігання повеневих хвиль. При цьому виявлено, що швидкісний коефіцієнт має тенденцію до зменшення при збільшенні водозборів, а сама швидкість - мало змінюється по довжині річок.

6.Аналіз матеріалів спостережень Дубівської, Нижньодевіцької, а також даних мережі гідрологічних станцій Держкомгідрометру показав, що у межах Донського регіону коефіцієнт схилового стоку $(n+1)/n$ при формуванні виняткових повеней у середньому дорівнює 11.0 (або n=0.10).

7.Інтенсивне надходження талих вод зі схилів до руслової мережі у басейні Дону при формуванні повеней рідкої імовірності перевищення відбувається дуже часто на протязі всього 4-4.5 діб, хоча процес сніготанення може продовжуватись до 10 діб і більше. Сказане підтверджується як безпосередніми матеріалами спостережень, так і числовими величинами розрахункової тривалості припливу T_o, яку визначено за допомогою структурного виразу формули, запропонованої А.М.Бефані. Для всієї території виявилось за можливе прийняти єдине значення T_o=100 год.

8.При нормативних параметрах n=0.10 та T_o=100 год. у

роботі обґрунтовані розрахункові рівняння для визначення коефіцієнтів діючого шару стоку та гідрографічних коефіцієнтів.

9.Всебічний розгляд факторів регулювання максимального стоку свідчить про те, що одним із важливіших серед них є русло-заплавний водообмін. Визначені при вирішенні оберненої задачі коефіцієнти ε_n' змінюються у діапазоні від I.0 (коли F=0) до 0.25 (якщо F=50000км^2). Узагальнено параметр русло-заплавної трансформації в залежності від площі водозборів, які посередньо характеризують розміри заплав уздовж річок.

I0.Перевірні розрахунки на залежних (67 об'єктів Держкомгідрометру) та незалежних (52 об'єкти) матеріалах спостережень за стоком річок Донського району засвідчують, що має місце досить задовільна збіжність вихідних даних з розрахунковими. Це дає змогу розроблену методику рекомендувати до практичного використання.

За своєю структурою та врахуванням стокоформувальних факторів вона суттєво покращує нормативну базу СНиП 2.0I.I4-83 по визначенню розрахункових характеристик максимального стоку весняної повені невивчених річок у басейні Дону.

Список опублікованих наукових праць, що відображають основні положення дисертації:

I.Бурлуцкая М.Э., Гопченко Е.Д. О закономерностях движения паводочных волн по длине р.Дон//Метеорология, климатология и гидрология.-I995.-№32.-С.I64-I72.

2.Бурлуцкая М.Э., Гопченко Е.Д. Расчетная продолжительность притока талых вод со склонов в русловую сеть в бассейне реки Дон//Метеорология, климатология и гидрология.-I996.-№33.-С.95-I0I.

3.Бурлуцкая М.Э., Гопченко Е.Д. Расчетный слой стока весеннего половодья в бассейне реки Дон//Метеорология, климатология и гидрология.-I996.-№33.-С.I0I-I06.

АНОТАЦІЯ

Бурлуцька М.Е. Максимальний стік весняної повені річок Донського району. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю II.00.07 - гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. - Одеський гідрометеорологічний інститут, Одеса, 1997.

Дисертація присвячена розробці методики розрахунку характеристик максимального стоку весняної повені невивчених річок у басейні р.Дон. Використані матеріали багаторічних досліджень Держкомгідромету за гідрологічним режимом річок. Побудування розрахункової схеми ведеться на базі теоретичної моделі формування максимального стоку, розробленої А.М.Бефані (1958). На регіональному рівні вперше одержані, обгрунтовані та узагальнені такі важливі параметри стокоутворення як швидкість добігання повеневих хвиль, шари стоку, спряжені з максимальними витратами опорної 1%-вої імовірності перевищення, характеристики графіків припливу талих вод зі схилів до руслової мережі, коефіцієнти русло-заплавного регулювання.

Методика рекомендується для практичного використання, замість діючого нормативу СНиП 2.01.14-83 та інших регіональних схем, які загалом мало чим відрізняються від цього документу.

Ключові слова: повінь, максимальний стік, шар стоку, русло-заплавне регулювання, статистичний аналіз.

Бурлуцкая М.Е. Максимальный сток весеннего половодья рек Донского района. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности II.00.07 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. - Одесский гидрометеорологический институт. Одесса, 1997.

Диссертация посвящена разработке методики расчета характеристик максимального стока весеннего половодья неизученных рек в бассейне р.Дон. Использованы материалы многолетних исследований Госкомгидромета по гидрологическому режиму рек. Построение расчетной схемы ведется на базе теоретической модели формирования максимального стока, разработанной А.Н.Бефани (1958). На региональном уровне впервые получены, обоснованы и обобщены такие важные параметры стокообразования как скорость добегания волны половодья, слои стока, соп-

ряженные с максимальными расходами опорной I%-ной вероятности превышения, характеристики графиков притока талых вод со склонов в русловую сеть, коэффициенты русло-пойменного регулирования.

Методика рекомендуется для практического использования, вместо действующего норматива СНиП 2.0I.I4-83 и других региональных схем, которые в общем мало чем отличаются от этого документа.

Ключевые слова: половодье, максимальный сток, слой стока, русло-пойменное регулирование, статистический анализ.

Burlutskaya M.E. Maximal spring freshet runoff of the Don-side rivers.- Manuscript.

A dissertation for the Degree of Candidate of Geographik Sciences. Specialization 11.00.07 - Hydrology of Land, Water Resources, Hydrochemistry. The Odessa Hydrometeorological Institute, Odessa, 1997.

The thesis is consacrated to working out of the calculating techniques for the maximal spring freshet runoff characteristics of the rivers in the Don river basin. Materials of the State Comission for Hydrometeorology on hydrological river for many years has investigated. The creation of calculation scheme is based on the theoretical model of maximum runoff formation which has been worked out by A.N.Befani (1958). On regional level we have for the first time received, grounded and generalized such important parameters of runoff formation as: the speed of freshet wave run, runoff strata, connected with maximal consumption of the bearing 1% chance of excess, specific curves of thawwater freshet running off the slopes into the river-bed network, coefficients of the bed-floodplain regulation.

The techniques are recommtnded for practical use to substitute the existing Requlating Norm СНиП 2.0I.I4-83 and other regional regulating schemes which follow the indicated Regulating Norm.

Key words: flood, maximum runoff, runoff lauer, bed - floodplain regulation, statistical analysis.

Підписано до друку 25.I2.97. Формат 60x84/16.
Папір газетний. Друк офсетний. 0,93 ум.друк.арк.I,00 обл.-вид.арк. Тираж I00 прим. Замовлення № 279

Одеський державний політехнічний університет.
270044, Одеса, пр.Шевченка, I.

431752

Ав 39.227