

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА ПРИ
ВИВЧЕННІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ“ АНТРОПОГЕННА
ГІДРОЛОГІЯ” ТА ВИКОНАННІ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ**

Для студентів II курсу денної форми навчання, магістерського рівня
підготовки

Спеціальність: Гідрологія

Одеса 2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА ПРИ
ВИВЧЕННІ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ“ АНТРОПОГЕННА
ГІДРОЛОГІЯ” ТА ВИКОНАННІ ПРАКТИЧНИХ ЗАВДАНЬ**

Для студентів ІІ курсу денної форми навчання, магістерського рівня
підготовки

Узгоджено на
факультеті магістерської
та аспірантської підготовки
Декан _____ Боровська Г.А.

Затверджено на
Засіданні кафедри
Гідрології суші
Пр. № _____ від _____
Зав кафедрою проф. _____ Гопченко Є.Д.

Одеса 2016

Методичні вказівки з організації самостійної роботи студента при вивченні навчальної дисципліни «Антропогенна гідрологія» та виконанні практичних завдань для студентів II курсу денної форми навчання магістерського рівня підготовки. Спеціальність: гідрологія.
Укладач: Бояринцев Є.Л., к.геогр.н., доц.- Одеса, ОДЕКУ, 2016, - 55 с.

ЗМІСТ

Передмова	5
1. Основи методики врахування впливу господарської діяльності на стік малих річок	
2. Врахування впливу на стік агротехнічних заходів та полезахисного лісорозведення	6
2.1 Врахування впливу агротехнічних заходів та полезахисного лісорозведення на річний стік річок у районах зі стійким сніговим покривом	9
2.2 Врахування впливу агротехнічних заходів та полезахисного лісорозведення на річний стік річок у районах із нестійким сніговим покривом	15
2.3 Врахування впливу агротехнічних заходів на сезонний стік	18
2.4 Схема врахування можливих змін річного стоку зі схилів, тимчасових водотоків та річок з постійним стоком під впливом агролісомеліорацій	20
2.5 Врахування впливу агротехнічних заходів та полезахисного лісорозведення на мінімальний стік	22
3. Врахування впливу лісогосподарських заходів на стік	23
3.1 Врахування впливу лісогосподарських заходів на річний стік річок у районах зі стійким сніговим покривом	23
3.2 Врахування впливу лісу та лісогосподарських заходів на сезонний стік річок	25
3.3 Врахування впливу лісогосподарських заходів на максимальний стік весняної повені	26
3.4 Врахування впливу лісу та лісогосподарських заходів на максимальний стік дощових паводків	29
3.5 Врахування впливу лісу та лісогосподарських заходів на мінімальний стік	31
Приклади розрахунків	32
Додатки	43
Література	54

1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1. ПЕРЕДМОВА

Дисципліна «Антропогенна гідрологія» присвячена найбільш актуальній проблемі сучасної гідрології – вивченню впливу господарської діяльності на різні характеристики річкового стоку. Ця проблема має не тільки особливу важливість і актуальність з науково – технічних позицій, але і набуває в останні роки надзвичайно великого суспільного і соціального звучання з погляду охорони навколишнього середовища.

Кількісні характеристики водних ресурсів, особливо щорічно поновлюючихся ресурсів прісних вод, які визначаються річним стоком річок, насамперед необхідні для рішення проблем сучасного і перспективного водопостачання населення, промислового і сільського господарства, розробки заходів щодо охорони навколишнього середовища. При цьому в умовах сучасного проектування вимагаються не тільки середні багаторічні дані про водяні ресурси, включаючи їхню природну мінливість, але і надійні оцінки їхніх змін що відбулися та очікуваних у перспективі під впливом господарської діяльності.

В результаті вивчення розділу “ Урахування впливу господарської діяльності на стік малих річок” дисципліни “Антропогенна гідрологія” майбутні фахівці **повинні знати** сучасні погляди на вплив різних видів господарської діяльності на стік та водний баланс та володіти різними способами кількісної оцінки цього впливу.

Метою курсу “Антропогенна гідрологія” є засвоєння студентами - гідрологами закономірностей впливу антропогенних факторів на стік річок в різні періоди гідрологічного режиму , вміння провести кількісну та якісну оцінку цього явища.

Вивчення цієї дисципліни базується на знаннях студентів, отриманих при проходженні дисциплін «Вища математика», «Фізика», “Гідрологія”, “Гідрологічні розрахунки”. Отриманні після вивчення знання та вміння у подальшому будуть використовуватися при виконанні магістерських робіт.

2. ОСНОВИ МЕТОДИКИ ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА СТІК МАЛИХ РІЧОК

Накопичений досвід дослідження впливу господарської діяльності на стік та водний баланс річкових і озерних басейнів дозволяє рекомендувати два основних засоби:

- метод оцінки перебудови стоку на основі аналізу багаторічних коливань складових водного балансу по даних спостережень на мережі гідрометеорологічних станцій за період з різним рівнем господарської діяльності в басейні чи на базі аналізу результатів зіставлення елементів водного балансу на річках (озерах) з різним ступенем господарського використання ресурсів;
- метод оцінки на базі аналізу змін складових водного балансу під впливом господарської діяльності з застосуванням ландшафтно – гідрологічного принципу в дослідженнях.

Найбільші труднощі при використанні першого методу виникають у зв'язку з необхідністю виключення природних (кліматичних) коливань стоку. Необхідною умовою для його використання є наявність тривалого гідрологічного ряду спостережень, чого бракує на малих річках. Метод дозволяє одержати результати тільки на середніх та великих річках та при оцінці впливу всього комплексу господарської діяльності.

Інший шлях вирішення задачі, заснований на використанні ландшафтно – гідрологічного принципу вивчення складових водного та теплового балансів та їх змін під впливом окремих видів господарської діяльності, має перевагу перед першим.

Ландшафтно – гідрологічний принцип дозволяє визначити можливість переходу від часткового до загального, від точки на водозборі до усієї його площі на підставі отриманих закономірностей взаємозв'язку змін складових

водного балансу та гідрологічного режиму під впливом окремих антропогенних чинників з факторами, обумовлюючими їх формування на типових для природної зони ландшафтах. На цій основі можна моделювати процес перетворення складових водного балансу, що дозволяє здійснити розрахунок та прогноз перетворення в стоці та вибрати оптимальний варіант можливих змін з урахуванням раціонального використання та охорони водних ресурсів малих річок.

На типових для кожної природної зони ландшафтах (сільськогосподарське поле на богарі, сільськогосподарське поле на зрошувальних чи осушувальних землях, ліс, лісові смуги, урбанізована територія) досліджуються взаємозв'язки змін складових водного балансу, викликаних впливом перелічених видів господарської діяльності з факторами, обумовлюючими їх формування (кліматичними, ґрунтовими, геоморфологічними, геоботанічними та гідрологічними).

Нижче розглядаються принципові підґрунтя другого методу, побудованого на використанні ландшафтно – гідрологічного підходу.

Модель урахування перетворення стоку під впливом означених видів господарської діяльності може бути записана у наступному вигляді:

$$\Delta Y = \sum_{i=1}^n (\varphi K_y f_I + \phi K_w f_H), \quad (2.1)$$

де $\sum_{i=1}^n$ - сумарна зміна стоку на “ n ” ділянках з перетвореним стоком на водозборі з урахуванням різниці у ґрунтах, ухилах схилів I , та глибинах до рівня ґрунтових вод H ;

φ та ϕ - функції, що виражають взаємозв'язок змін відповідно середнього багаторічного схилового та ґрунтового стоку с кліматичними, ґрунтовими, геоморфологічними та гідрологічними факторами для визначених та заздалегідь прийнятими умовами на водозборах. Так, наприклад, при урахуванні впливу на стік агротехнічних заходів зазначені функції виражають взаємозв'язок середніх багаторічних значень змін

укладаючи стоку на водозборі, умовно складених суглинними ґрунтами, повністю розораних глибиною не менш, ніж 25 см та розташованих у районах слабо зволжених в межах природних зон; K_y та K_w - система коефіцієнтів переходу від змін складових стоку для прийнятих початкових умов до змін стоку в роки різної водності та з урахуванням реальних співвідношень факторів стокоутворення на водозборах. До їх числа, наприклад, при урахуванні впливу агролісомеліорації на річний стік, відносяться: ґрунти з іншим механічним складом (супісі чи легкі суглинки), розораність глибиною більш ніж 25 см з різноманітними протиерозійними заходами та різною агротехнічною обробкою, розташування розрахункових водозборів у межах природних зон в залежності від ступеня зволоженості територій;

f_I та f_H - частка площі водозбору з перетвореним стоком у межах ґрунтів із різноманітним механічним складом та різними ухилами схилів (I) та частка площі з перетвореним стоком у межах тих же ґрунтів з глибинами до ґрунтових вод (H).

Практична реалізація моделі (2.1) при оцінці впливу окремих видів господарської діяльності на стік здійснюється на основі математичного опису залежностей стоку та його змін під впливом господарської діяльності від факторів, обумовлюючих його формування чи на основі емпіричних формул, які дозволяють розрахувати зміни стоку з достатнім ступенем надійності.

При гідрологічних розрахунках вплив різних видів господарської діяльності на стік, крім вище викладеної методики, необхідно мати картографічні матеріали, масштаби яких відповідали б вирішенню практичних задач.

2.1. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ НА СТІК АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ТА ПОЛЕЗАХИСНОГО ЛІСОРозВЕДЕННЯ

На експериментальному матеріалі, накопиченому на стаціонарах Держкомгідромету та інших відомств (водно-балансові, агрометеорологічні, лісомеліоративні та гідрогеологічні станції, а також в різноманітних експедиціях розроблені методичні прийоми оцінки впливу агрозаходів, лісу та полезахисного лісорозведення на стік (схилувий та ґрунтовий) та сумарне випаровування з водозборів. В основу методів покладені генетичні зв'язки елементів водного балансу з факторами, їх обумовлюючими (кліматичними, геоморфологічними, ґрунтово-біологічними та гідрогеологічними).

Зв'язки характеризуються коефіцієнтом множинної кореляції у межах 0,75 – 0,95 та відносною середньою квадратичною похибкою, яка не перевищує 20 % для силового стоку та 12% - для ґрунтового стоку. Відносно високі коефіцієнти множинної кореляції зв'язків та значення середніх квадратичних похибок, не перевищуючих змін стоку, характеризують цілком задовільний зв'язок елементів стоку з факторами, їх обумовлюючими. Це дозволяє надійно використовувати їх для оцінки впливу агролісомеліорацій на схилувий та ґрунтовий стік.

2.1 ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ТА ПОЛЕЗАХІСНОГО ЛІСОРозВЕДЕННЯ НА РІЧНИЙ СТІК РІЧОК У РАЙОНАХ ЗІ СТІЙКИМ СНІГОВИМ ПОКРИВОМ

Для районів зі стійким сніговим покривом результати виконаних досліджень по оцінці впливу агрозаходів та полезахисного лісорозведення на схиловий та ґрунтовий стік приведені у додатках 2.1 – 2.5.

Врахування впливу агролісомеліорацій на річний стік малих річок в гідрологічних розрахунках при водогосподарському проектуванні може бути виконане за формулою загального вигляду:

$$\Delta Y_{\Pi(P)} = \sum_{i=1}^n [\bar{X}\bar{\alpha}'_3 \Delta \bar{W}_{\Pi} K_{w(P)} K'_w K''_w f_H]_{\Pi} K_{xw} + \sum_{i=1}^n [\bar{X}\bar{\alpha}'_3 \Delta \bar{W}_{лсн} K_{w(P)} K_I K''_w K_t f'_H]_{лсн} - \sum_{i=1}^n [(\bar{S} + \bar{x}) \bar{\alpha}_3 \Delta \bar{Y}_{\Pi} K_{Y(P)} K'_Y K''_Y f_I]_{\Pi} K_{XY} - \sum_{i=1}^n [(\bar{S}' + \bar{x}') (1,0...1,4) \bar{\alpha}'_3 K_{Y(P)} K'_Y f'_I]_{лсн} \quad (2.1)$$

де $\sum_{i=1}^n$ - сумарна зміна стоку на "n" ділянках зі зміненням стоком на водозборі та з урахуванням різниці в ґрунтах, ухилах схилів та глибини до рівня ґрунтових вод; $\Delta Y_{\Pi(P)}$ - зміна річного стоку під впливом агрозаходів та полезахисного лісорозведення на їх водозборах, мм; \bar{X} - середня багаторічна сума опадів за рік, мм; \bar{S} та \bar{S}' - середні багаторічні значення максимальних запасів води в снізі, відповідно на сільськогосподарських полях та на залежі, мм; \bar{X} - атмосферні опади за період схилового стікання, мм; $\bar{\alpha}_3$ та $\bar{\alpha}'_3$ - коефіцієнти середнього багаторічного схилового стоку та живлення ґрунтових вод атмосферними опадами на залежних ділянках водозбору до їх агролісомеліоративного освоєння (додаток 2.4, 2.5); $\Delta Y_{\Pi,лсн}$, $\Delta \bar{W}_{\Pi,лсн}$ - відповідно, зміна середнього багаторічного схилового та ґрунтового стоку під впливом агрозаходів (Π) та полезахисного лісорозведення ($лсн$) у межах суглинних та супіщаних ґрунтів, в частках одиниці (додаток 2.1, 2.3); $[f_I]_{\Pi}$, $[f_I]_{лсн}$ - частка площі водозбору під оранкою та лісовими смугами в межах суглинних та супіщаних ґрунтів с ухилами польових схилів I ‰; $[f_H]_{\Pi}$, $[f_H]_{лсн}$ - частка площі водозбору у межах під тими ж самими угіддями, у межах суглинних та супіщаних ґрунтів з глибинами до ґрунтових вод H , см; $K_{Y(P)}$, $K_{w(P)}$ - коефіцієнти для обчислення змін стоку (схилового та ґрунтового) кожної заданої забезпеченості P (додаток 2.6-2.8) K'_Y , K'_w - коефіцієнти для

обчислення змін стоку (схилового та ґрунтового) на супіщаних та легкосуглинних ґрунтах (на суглинних ґрунтах коефіцієнти дорівнюють одиниці); K_y'' , K_w'' - коефіцієнти, які враховують глибину оранки (більш, ніж 25см) та інші агротехнічні заходи; K_{xy} , K_{xw} - коефіцієнти, які враховують водність району у межах природних зон; K_l - коефіцієнт, який враховує вік лісонасаджень та лісних смуг (додаток 3.1) коефіцієнти (1,0 ..., 1,4) приймаються рівними: при перехрестовому розташуванні лісових смуг - 1,0, при поперечному розташуванні відносно схилів - 1,4; K_l - коефіцієнт, який враховує вплив ухилу схилів сільськогосподарського поля (I) на ґрунтовий стік під лісовими смугами, при цьому $K_l=1,0$ при $I < 20\%$, $K_l=1,5$ - при $20\% < I < 50\%$ та $K_l=2,0$ - при $I > 50\%$.

Значення f_l , f_H , f_l' , f_H' визначаються за таблицями (інтегральних кривих) розподілу площ з різними ухилами схилів та глибинами ґрунтових вод на суглинних та супіщаних ґрунтах в межах сільськогосподарських полів та лісових смуг, в частках від площі водозбору. Криві розподілу площ будуються по даних топографічних, ґрунтових та гідрогеологічних карт.

При цьому на ґрунтову карту річкового водозбору спочатку накладається топографічна карта, по якій в межах визначених меж поширення суглинних та піщаних ґрунтів визначаються (за допомогою палетки) площі оранки чи лісу з різноманітними ухилами в межах заздалегідь прийнятих градацій.

Аналогічним способом визначаються площі з різними глибинами до рівня ґрунтових вод. При цьому на ґрунтову карту в межах річкового водозбору накладаються вкопійовання гідрогеологічної карти (гідроізогіпси чи райони з різною глибиною ґрунтових вод від поверхні).

Формула (2.1) рекомендується для урахування впливу агрозаходів та полезахисного лісорозведення на річний стік річок за наявності чи недостатності даних спостережень за опадами, максимальними запасами води в сніговому покриві на сільськогосподарських полях та на залежі,

схиловим стоком та живленням ґрунтових вод атмосферними опадами в їх басейнах. При цьому використовуються інтерполяційні дані (додаток 2.1 – 2.9), отримані в результаті досліджень та узагальнення матеріалів спостережень водно - балансових станцій.

При розрахунку змін стоку за формулою (2.1) та даних додатків 2.1 – 2.5 значення коефіцієнтів K'_Y та K'_w слід вважати рівними одиниці.

Для більш широкого використання в практиці гідрологічних розрахунків методів обліку змін стоку під впливом агролісомеліорацій використовуються емпіричні формули

Лісова зона

$$\Delta Y_{\Pi(P)} = \sum_{i=1}^n [0,002 \bar{X} H^{0,52} (\frac{2,5}{(H+1)^{0,45}} - 0,06) K_{w(P)} K'_w K''_w f_H]_{\Pi} K_{xw} - \sum_{i=1}^n [\frac{(\bar{S} + \bar{x})(0,05 I^{0,54} + 0,02}{(I+1)^{0,56}} K_{Y(P)} K'_Y K''_Y f_I]_{\Pi} K_{XY}; \quad (2.2)$$

Лісостепова зона

$$\Delta Y_{\Pi(P)} = \sum_{i=1}^n [0,007 \bar{X} H^{0,40} (\frac{1,42}{(H+1)^{0,45}} - 0,02) K_{w(P)} K'_w K''_w f_H]_{\Pi} K_{xw} + \sum_{i=1}^n [0,11 \bar{X} H^{0,27} (\frac{1,42}{(H+1)^{0,45}} - 0,02) K_{w(P)} K_I K'_w K_t f'_H]_{лсн} - \sum_{i=1}^n [\frac{0,78(\bar{S} + \bar{x})(0,04 I^{0,61} + 0,02)}{(I+1)^{0,35}} K_{Y(P)} K'_Y K''_Y f_I]_{\Pi} K_{XY} - \sum_{i=1}^m [(0,04 I^{0,61} + 0,02)(\bar{S}' + \bar{x})(1,0\dots,1,4) K_{Y(P)} K'_Y f'_I]_{лсн} \quad (2.3)$$

Степова зона

$$\Delta Y_{\Pi(P)} = \sum_{i=1}^n [0,003 \bar{X} H^{0,68} (\frac{1,42}{(H+1)^{0,45}} - 0,02) K_{w(P)} K'_w K''_w f_H]_{\Pi} K_{xw} + \sum_{i=1}^n [0,11 \bar{X} H^{0,27} (\frac{1,42}{(H+1)^{0,45}} - 0,02) K_{w(P)} K_I K'_w K_t f'_H]_{лсн} - \sum_{i=1}^n [\frac{0,05(\bar{S} + \bar{x})(0,04 I^{0,44}}{(I+1)^{0,26}} K_{Y(P)} K'_Y K''_Y f_I]_{\Pi} K_{XY} - \sum_{i=1}^m [0,06 I^{0,44} (\bar{S}' + \bar{x})(1,0\dots,1,4) K_{Y(P)} K'_Y f'_I]_{лсн} \quad (2.4)$$

Емпіричні формули отримані на основі дослідження зв'язків вигляду:

$$Y, \Delta Y = f(X, S + x, M, I); \quad (2.5)$$

$$W, \Delta W = f(X, H, M, L, I), \quad (2.6)$$

де М та Л – відповідно, механічний склад ґрунтів та літологічна будова ґрунтів зони аерації, інші позначення - попередні.

Обчислення середніх багаторічних значень змін стоку у районах зі зволоженістю (стоком) нижче середнього значення в межах природної зони, для ділянок водозбору зі зміненим стоком, складених головним чином суглинними ґрунтами, при оранці глибиною менш, ніж 25 см, виконується за формулою (2.2). При цьому коефіцієнти $K_{Y(P)}, K_{W(P)}, K'_Y, K'_W, K''_Y, K''_W, K_{XY}, K_{xw}, K_t$ приймаються рівними одиниці.

Врахування впливу агро меліорацій на стік з ділянок водозбору, складених більш легкими ґрунтами (легкі супісі, суглинки) або при глибині оранки, рівної чи більш 25 см, з різними прийомами агротехнічної обробки ґрунтів і віком деревних насаджень лісосмуг, а також з неоднаковою водністю і зволоженістю району атмосферними опадами, виконуються за формулами (2.2 – 2.6) із застосуванням різних коефіцієнтів. Числові значення коефіцієнтів отримані в результаті зіставлення значень зміни стоку для перерахованих можливих варіантів з аналогічними, обчисленими для середніх умов.

Коефіцієнти переходу від змін стоку на суглинних (сг), де K'_Y, K'_W дорівнюють одиниці, до змін стоку на супісях (сп) обчислюється в залежності від ухилів схилів і глибин залягання рівня ґрунтових вод (додатки 2.1 – 2.3.) .

У практичних розрахунках коефіцієнти обчислюються згідно наступних рівнянь:

Лісова зона:

$$K'_{Y(n)} = 0,8, \quad K'_{Y(l)} = 0,95 - 0,003I ; \quad (2.7)$$

$$K'_{W(n)} = 0,65H^{0,22}, \quad K'_{W(l)} = 0,8 \quad (2.8)$$

Лісостепова та степова зони:

$$K'_{Y(n)} = 0,85 - 0,003I, \quad K'_{Y(l,лcn)} = 0,95 - 0,003I; \quad (2.9)$$

$$K'_{W(n)} = 0,5H^{0,22} \quad K'_{W(l,лcn)} = 0,8 \quad (2.10)$$

Коефіцієнти переходу (K''_Y та K''_W) від змін стоку (схилового та ґрунтового) при звичайної оранці під зяб глибиною менш ніж 25 см ($K''_Y = 1$, $K''_W = 1$) до змін стоку при оранці глибиною більш, ніж 25 см з різними агротехнічними способами в землеробстві надані у додатку (2.9). Коефіцієнти отримані шляхом зіставлення схилового стоку та живлення ґрунтових вод атмосферними опадами на полях з різною агротехнічною обробкою. Вихідними даними для цього були результати експериментальних досліджень.

Коефіцієнти переходу ($K_{Y(P)}$ та $K_{W(P)}$) від середнього багаторічного значення змін стоку ($K_Y = 1$ та $K_W = 1$) до значень змін стоку у роки різної водності (забезпеченості) приведені у додатках 2.6 – 2.8.

Для розробки перехідних коефіцієнтів були використані дані по змінах стоку (ΔY та ΔW) під впливом агрозаходів та лісових смуг в роки з різною водністю, що дало змогу побудувати криві забезпеченості та екстраполювати їх до значень P , рівних 5 та 95%.

Коефіцієнти переходу від результатів розрахунків змін стоку у районах з мінімальною зволоженістю (водністю) у межах природних зон до результатів розрахунку у районах середньої та найбільшої водності визначаються згідно додатку 2.10. Коефіцієнти K_{XY} та K_{XW} отримані по даних додатків 2.1 – 2.3.

Коефіцієнт, враховуючий водозахисну ефективність лісових смуг в залежності від віку лісонасаджень, визначається за додатком 3.1.

Вплив агро меліорацій на стік за емпіричними формулами (2.3), (2.4) може бути враховано на малих річках з постійним (цілорічним) стоком та на річках з періодичним стоком (тимчасові водотоки) як при наявності, так і в

випадку відсутності спостережень за річними сумами атмосферних опадів, максимальними запасами води у снізі на оранці та на залежі, цілині, луках, а також атмосферними опадами в період схилового стікання.

У випадку відсутності даних фактичних спостережень за переліченими складниками водного балансу їх значення визначаються шляхом інтерполяції між вимірними величинами на сусідніх водозборах, по аналогії з вивченими річками у межах однієї і тієї ж природної зони - по картах ізоліній.

Атмосферні опади (\bar{x}) рекомендується обчислювати по інтерполяції, використовуючи карту ізоліній значень \bar{x} у відсотках від \bar{S} у межах європейської частини колишнього СРСР (додаток 2.11).

Похибка розрахунків складає у середньому $\pm 15\%$ змін стоку. Врахування впливу агроеліорацій на річний стік ілюструється на прикладах 2.1 та 2.2.

2.2 ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ТА ПОЛЕЗАХИСНОГО ЛІСОРАЗВЕДЕННЯ НА РІЧНИЙ СТІК РІЧОК У РАЙОНАХ ІЗ НЕСТІЙКИМ СНІГОВИМ ПОКРИВОМ

Крім основного методу оцінки та врахування впливу агролісомеліорацій на річний стік, викладеного у розділі 2.1, додатково розроблений непрямий метод, заснований на результатах аналізу випаровування з ґрунту та змін цієї величини на лісоаграрних комплексах. Відповідно до рівняння водного балансу, кожна зміна сумарного випаровування під впливом сільськогосподарського засвоєння території повинна відповідно відбитися на річному стоці. Результати цих досліджень набувають істотного значення як для оцінки достовірності результатів, отриманих основним методом (формули 2.1 – 2.4), так і для оцінки впливу зазначених заходів в районах з нестійким сніговим покривом.

Врахування змін сумарного випаровування з ґрунту в зв'язку з сільськогосподарським засвоєнням території на конкретних водозборах досягається за формулою, враховуючій вагове співвідношення угідь під різними сільськогосподарськими культурами:

$$\Delta E_{n(P)} = 0,01 E_u [(\Delta \bar{E}_y f_y + \Delta \bar{E}_{oz} f_{oz}) K_{лсп} K_p + \Delta \bar{E}_{нар} f_{нар} K'_{лсп} K_p] K_y'', \quad (2.11)$$

де: $\Delta E_{n(P)}$ - зміна сумарного випаровування на водозборі, мм; E_n - середнє багаторічне сумарне випаровування з цілини (залежі, луків), мм; $\Delta \bar{E}_n$, $\Delta \bar{E}_{oz}$, $\Delta \bar{E}_{нар}$ - зміна середнього багаторічного сумарного випаровування з угідь (у відсотках) відповідно з площі, зайнятої яровими (f_y), озимими (f_{oz}) культурами та паром ($f_{нар}$); площі угідь $f_y, f_{oz}, f_{нар}$ виражених у частках від площі водозбору; $K_{лсп}$ - коефіцієнт, враховуючий вплив лісових смуг на випаровування з сільськогосподарських полів (при площі міжсмугових полів $f \leq 100$ га - $K_{лсп} = 0,97$, при $f \geq 100$ га чи відсутності лісових смуг - $K_{лсп} = 1,0$); $K'_{лсп}$ - коефіцієнт, враховуючий вплив лісових смуг на випаровування з парового поля і рівний 0,90. K_y'' - коефіцієнт, враховуючий глибину оранки (при глибині не менш ніж 25 см - $K_y'' = 1,0$, при глибині більш ніж 25 см - $K_y'' = 1,2$); K_p та K'_p - коефіцієнти переходу від середніх багаторічних значень $\Delta \bar{E}_{n,oz}$ и $\Delta \bar{E}_{нар}$ до значень тих самих величин у роки різної водності (багатоводні та маловодні). Для багатоводних років ($P < 25\%$) $K_p = 1,6$ та $K'_p = 0,90$, для маловодних - ($P > 75\%$) $K_p = 0,50$, $K'_p = 1,40$.

Зміна випаровування (у відсотках) з угідь відносно цілини (залежі, лук) в багаторічному розрізі ($\Delta \bar{E}_n$, $\Delta \bar{E}_{oz}$, $\Delta \bar{E}_{нар}$) оцінюються згідно з додатком 2.12, зміна випаровування під кормовими та технічними культурами (буряк, кукурудза, конюшина) необхідно приймати рівновеликими $\Delta \bar{E}_{oz}$, під картоплею - $\Delta \bar{E}_{нар}$. Площі, які зайняті сільськогосподарськими культурами, встановлюються по даних статистичних чи земельних управлінь адміністративних районів, областей, розташованих у межах водозборів. Величина \bar{E}_n оцінюються за фактичними даними вимірів випаровування в

межах басейну, а в випадку їх відсутності - обчислюються за залежністю, представленої у вигляді графіку (додаток 2.13), побудованому по даних випарників ГПІ – 500 у різних природних зонах. При обчислюванні випаровування за графіком 2.13 необхідно обчислене \bar{E}_n збільшити: у лісовій зоні на 5 – 7%, у лісостеповій зоні - на 10%, у степовій зоні - на 15-20%. Випаровуваність E_0 обчислюється за умовним дефіцитом вологості повітря, згідно «Рекомендацій по расчёту испарения с поверхности суши» [54].

Оцінка впливу лісомеліоративних заходів (полезакисного лісорозведення) на випаровування з водозбору, а відповідно, і стік, здійснена шляхом зіставлення випаровування з лісових смуг та с цілини (залежі, луків), обчисленого за залежністю

$$\frac{\bar{E}_u \bar{E}_{лсп}}{\bar{E}_0} = f \frac{\sum R}{L \sum X} \quad , \quad (2.12)$$

де \bar{E}_u - сумарне випаровування с цілини (залежі, луків), мм; $\bar{E}_{лсп}$ - теж саме з лісових смуг (лісу), мм; E_0 - випаровуваність, мм; $\frac{\sum R}{L \sum X}$ - радіаційний індекс сухості; R - радіаційний баланс, Дж/м²; X - атмосферні опади за теплий період року, мм; L - питома теплота випаровування, яка дорівнює 2,51 Дж/кг.

Результати оцінки ступеню надійності вказаних залежностей свідчать про можливість їх застосування у дослідженнях даного напрямку. Середнє відхилення точок від осереднених кривих дорівнює 4–7 %. Коефіцієнти кореляції зв'язків дорівнюють відповідно 0,75 та 0,95, відносна середня квадратична похибка становить 5 – 9%.

Врахування впливу лісомеліоративних заходів на випаровування з ґрунту у межах водозборів виконується за формулою:

$$\Delta E_{лсп(P)} = 0,01 \bar{E}_u [(\Delta \bar{E}_{л.х} f_{л.х} + \Delta \bar{E}_{л.с} f_{л.с})_{H < 10} + (\Delta \bar{E}_{л.х} f_{л.х} + \Delta \bar{E}_{л.с} f_{л.с})_{H > 10} K_t K_P] \quad , \quad (2.13)$$

де $\Delta E_{лсп(P)}$ - зміна випаровування з ґрунту під впливом лісових смуг, мм; $\Delta \bar{E}_{л.х}$ - середня багаторічна зміна випаровування відповідно під впливом

хвойного та змішаного лісів, %; $f_{л.х}, f_{л.с}$ - площі, зайняті відповідно, хвойним та змішаним лісом, у частках від площі водозбору у межах ділянок з глибиною залягання ґрунтових вод від поверхні $H < 10$ м та $H > 10$ м; \bar{E}_y - випаровування з цілини (залежі, луків), мм; K_l - коефіцієнт, враховуючий вплив на величину $\Delta\bar{E}_{л.сн}$ віку дерев; K_p - коефіцієнт переходу від середнього багаторічного значення $\Delta\bar{E}_{л.сн}$ до значень тієї ж величини у роки різної водності (багатоводні та маловодні). Для багатоводних років ($P \leq 25\%$) $K_p = 0,3$; для маловодних ($P \geq 75\%$) - $K_p = 1,7$.

Вплив агротехнічних заходів на випаровування (стік) ілюструється на прикладі 2.3.

Середня багаторічна зміна випаровування з лісу ($\Delta\bar{E}_{л.с}$) визначається за додатком 2.14; для хвойного лісу величина $\Delta\bar{E}_{л.х}$ розраховується як добуток $0,8 * (\Delta\bar{E}_{л.с})$; величина \bar{E}_y визначається у відповідності з рекомендаціями, наданими вище.

Загальний вплив агротехнічних заходів та полезахисного лісорозведення на зміну випаровування з водозборів $\Delta E_{\sigma(P)}$ обчислюється за формулою:

$$\Delta E_{\sigma(P)} = \Delta E_{n(P)} + \Delta E_{л.сн(P)} \quad (2.14)$$

Величина $\Delta E_{\sigma(P)}$, згідно рівняння водного балансу, може виражати зміну стоку на водозборі під впливом агро меліоративних заходів.

Похибка розрахунків за формулами (2.12) – (2.14) складає у середньому $\pm 15 - 20\%$ зміни випаровування. Для тимчасових водотоків похибка розрахунку зростає.

Враховання впливу агролісомеліорацій на річний стік річок ілюструється на прикладі 2.3.

2.3. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ НА СЕЗОННИЙ СТІК

Методичні розробки за цим напрямком здійснені на основі досліджень по оцінці агротехнічних заходів на стік та його складові (схилову та ґрунтову) за сезонами року.

Розподіл частки впливу агротехнічних заходів на стік у середині року (по сезонах) на річках з постійним цілорічним стоком визначають за формулами:

$$\Delta \bar{Y}_g = \Delta \bar{Y}_g f_n ; \quad (2.15)$$

$$\Delta \bar{Y}_{л.-о} = \Delta Y_z - (\pm \Delta \bar{Y}_g), \quad (2.16)$$

де $\Delta \bar{Y}_g$, $\Delta \bar{Y}_{л.-о}$ - середня багаторічна зміна стоку відповідно в весняний (в) та літньо – осінній (л -о) періоди, % річного; $\Delta \bar{Y}_z$ - середня багаторічна зміна річного соку, %; $\Delta \bar{Y}_g$ - середні багаторічні зміни весняного (у відсотках річного) стоку на річках за повної оранки водозборів глибиною більш, ніж 25 см, з урахуванням протиерозійних заходів та внесення добрив відповідно з існуючими нормами, визначається згідно з додатком 2.15. Похибки розрахунків за формулами (2.15) та (2.16) у середньому складають $\pm 15 - 20\%$ змін сезонного стоку.

В доповнення до викладеного вище способу пропонується ще один, спрощений метод, заснований на обчислюванні коефіцієнтів переходу K_g від величини $\Delta \bar{Y}_z$ до $\Delta \bar{Y}_g$ за формулами:

$$K_{g(I \leq 50\text{‰})} = 1,6 - 0,0004H ; \quad (2.17)$$

$$K_{g(I \geq 50\text{‰})} = 1,35 - 0,0003H , \quad (2.18)$$

де I - середній ухил польових схилів, ‰; H - середня глибина залягання рівня ґрунтових вод на сільськогосподарських угіддях, см.

Розрахунки виконуються у тій же послідовності, як вказано вище.

У багатоводні та маловодні роки наближений розрахунок сезонного розподілу змін у стоці може бути виконаний за тими ж формулами,

включаючи і розрахунок $\Delta Y_{z(P)}$ та $\Delta Y_{s(P)}$ різної забезпеченості, тобто обчислені через коефіцієнти $K_{Y(P)}$ та $K_{W(P)}$ (додатки 2.6 – 2.8).

Перехід від змін стоку у відсотках до тієї ж величини в абсолютних значеннях виконується за формулою:

$$\Delta \bar{Y}_{(s,l-o)} = 0,01 \bar{Y}_z \Delta Y_{(s,l-o)}. \quad (2.19)$$

Для тимчасових водотоків зміни весняного стоку тотожно зміні річного.

Зміни стоку малих річок під впливом агрозаходів у зимовий період не ураховується, тому що все додаткове надходження опадів до ґрунтових вод за рахунок оранки встигає дренируватися руслом річки ще до настання зими.

В зоні недостатнього зволоження , де вплив агрозаходів на стік найбільш виражений, у зимовий період стік з малих річок або незначно малий, або відсутній.

Урахування впливу агрозаходів на сезонний стік показано на прикладі розрахунку 2.4.

2.4.СХЕМА ВРАХУВАННЯ МОЖЛИВИХ ЗМІН РІЧНОГО СТОКУ ЗІ СХИЛІВ, ТИМЧАСОВИХ ВОДОТОКІВ ТА РІЧОК З ПОСТІЙНИМ СТОКОМ ПІД ВПЛИВОМ АГРОЛІСОМЕЛІОРАЦІЙ

Рекомендації дозволяють виконати розрахунки впливу агрозаходів на річний та сезонний стік з будь-якої ділянки суші, чи то є схил, який включає до себе одно або декілька угідь, або водозбір балки, річки з тимчасовим і постійним стоком води.

Для схилу з постійним та відомим ухилом у межах одного угіддя (поле, лісова смуга) весь розрахунок впливу агролісомеліоративних заходів обмежується визначенням $\Delta\bar{Y}_{n,лсп}$ за таблицями (додатки 2.1, 2.2); з урахуванням даних таблиць (додатки 2.6 – 2.8) - для оцінки впливу зазначених заходів у роки рідкої повторюваності.

Для тимчасових водотоків (балки, річки зі стоком тільки у період танення снігу) розрахунки впливу агролісомеліорацій виконуються за формулами (2.1) – (2.5) відносно схилової складової. При цьому зміна ґрунтової складової приймається нульовою.

Для річок з постійним стоком урахування впливу агролісомеліоративних заходів на сумарний стік виконується за формулами (2.1)-(2.5).

За наявності спостережень за стоком в замикальному створі даних про динаміку оранки під зяб на водозборі по роках, (чи за окремі періоди) необхідно оцінку впливу агротехнічних заходів за минулі роки робити з урахуванням наступних рекомендацій:

1. Якщо за період спостережень оранка по роках майже не змінювалася, розрахунок здійснюється за формулами, рекомендованими вище.

2. Якщо площа оранки відома за другу половину чи за частину періоду спостережень за стоком, а в першій половині періоду оранки не було чи вона була незначною, кінцевий розрахунок (у відсотках) здійснюється за формулою:

$$\Delta Y = \frac{\Delta Y(n_1 + n_2)}{\Delta Y_1 n_1 + (Y_2 + \Delta Y)n_2} * 100, \quad (2.20)$$

де Y_1 - середній стік за першу частину періоду тривалістю n_1 ; середній стік за другу частину періоду тривалістю n_2 .

3. Якщо за період спостережень за стоком площа під оранкою змінювалась, кінцевий розрахунок (у міліметрах) здійснюється за формулою

$$\Delta Y = (\Delta Y_1 n_1 + \Delta Y_2 n_2) / (n_1 + n_2), \quad (2.21)$$

де ΔY_1 - зміна стоку, яка розрахована для площі під оранкою f_1 , ΔY_2 - те ж саме для площі під оранкою f_2 .

4. Якщо за період спостережень за стоком площа оранки змінювалась неодноразово (f_1, \dots, f_k), розрахунок виконується за формулами (1) – (4), при цьому f_n визначається як середнє зважене.

2.5 ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ АГРОТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ТА ПОЛЕЗАХИСНОГО ЛІСОРАЗВЕДЕННЯ НА МІНІМАЛЬНИЙ СТІК

На малих та частково середніх річках мінімальний стік, як правило, визначається ґрунтовим стоком. У зв'язку з цим зміни ґрунтової складової стоку мають відповідати змінам мінімального стоку.

За даними додатків 2.3 та 2.5 обчислені поправочні коефіцієнти за формулою

$$K_{n,лсп} = (\alpha'_3 + \Delta\alpha'_{n,лсп(H)}) / \alpha'_3, \quad (2.22)$$

де $K_{n,лсп}$ - поправний коефіцієнт, враховуючий вплив агрозаходів (n) та лісомеліорацій (полезахисне лісорозведення, $лсп$) на мінімальні витрати води в річці; α'_3 - коефіцієнт живлення ґрунтових вод атмосферними опадами на неораних та на таких, де лісу немає річкових басейнах з прийнятою середньою глибиною дренирування за природними зонами; $\Delta\alpha'_{n,лсп(H)}$ - зміна ґрунтового стоку під впливом агроеліорацій за різної глибини (H) залягання ґрунтових вод на водозборі.

Вплив агротехнічних заходів та полезахисного лісорозведення виконується за формулою:

$$\delta_{n,лсп} = K'_{n,лсп} - K_{n,лсп} + 1,0, \quad (2.23)$$

де $\delta_{n,лсп}$ - поправочний коефіцієнт до розрахункових формул посібника [4]; $K_{n,лсп}$ - поправочний коефіцієнт, враховуючий вплив агрозаходів (n) та полезахисного лісонасадження ($лсп$) при середніх умовах (оранці, лісі, глибині до рівня ґрунтових вод та основними ґрунтами) у межах районів; $K'_{n,лсп}$ те ж саме при фактичній лісистості та оранці водозбору.

Врахування впливу агрозаходів на мінімальний стік показано на прикладі розрахунку 2.5.

3. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА СТІК

3.1. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА РІЧНИЙ СТІК РІЧОК У РАЙОНАХ ЗІ СТІЙКИМ СНІГОВИМ ПОКРИВОМ

Оцінка впливу лісу на схиловий та ґрунтовий стік проводилася шляхом зіставлення стоку на залісених та на незалісених деревною рослинністю схилах. Для районів зі стійким сніговим покривом результати виконаних досліджень по оцінці впливу лісу на схиловий та ґрунтовий стік приведені в додатках 2.2 та 2.3.

На основі досліджень залежностей (2.6) та (2.7) та даних додатків 2.2 та 2.3 отримана формула загального вигляду для практичного використання в розрахунках у межах лісової та лісостепової зон:

$$\Delta Y_{л(P)} = \sum_{i=1}^n [\bar{X} \bar{\alpha}'_3 \Delta \bar{W}_л K_{w(P)} K_t f'_H] - [(\bar{S} + \bar{x}) \bar{\alpha}_3 \Delta \bar{y}_л K_{y(P)} f'_I], \quad (3.1)$$

де $\Delta Y_{л(P)}$ - зміна річного стоку річок під впливом лісу, мм; $\sum_{i=1}^n$ - сумарна зміна стоку (схилового та ґрунтового) на n часткових площах під

лісом з ухилами I та глибинами до ґрунтових вод H ; \bar{X} - середня багаторічна сума опадів за рік, мм; \bar{S}' - середні багаторічні максимальні запаси води у снізі на залежі (луки, цілина), мм, x - атмосферні опади за термін схилового добігання, мм (додаток 2.11); $\bar{\alpha}_s$ та $\bar{\alpha}'_s$ - коефіцієнти середнього багаторічного схилового стоку та живлення ґрунтових вод атмосферними опадами на лукових (залежі та цілина) частках водозборів до їх сільськогосподарського засвоєння (додатки 2.4, 2.5); $\Delta\bar{y}_s$, $\Delta\bar{W}_s$ - відповідно, зміна середнього багаторічного схилового та ґрунтового стоку під впливом лісу у межах суглинних та супіщаних ґрунтів у частках від одиниці (додатки 2.2 та 2.3); $K_{y(P)}$ та $K_{w(P)}$ - коефіцієнти для обчислення змін стоку (схилового та ґрунтового) будь-якої заданої забезпеченості P (додатки 2.6 та 2.7); K_t - коефіцієнт, враховуючий вік лісонасадження (додаток 3.1); f'_H та f'_t - частка площі водозбору під лісом у межах суглинних та піщаних ґрунтів з ухилами схилів $I\%$ та глибинами до ґрунтових вод H , см.

Формула (3.1) дозволяє обчислювати зміни стоку під впливом лісу переважно для хвойного (лісова зона) та листяного (лісостепова зона) лісів. Тому, щоб урахувати вплив листяного (змішаного) лісу у лісовій зоні, необхідно отриманий за формулою (3.1) результат помножити на коефіцієнт 0,8; вплив же хвойного лісу у лісостеповій зоні ураховується шляхом ділення отриманого за формулою (3.1) результату на той же коефіцієнт.

У випадку відсутності даних фактичних спостережень за переліченими складовими водного балансу їх значення обчислюються шляхом інтерполяції між вимірами на сусідніх басейнах, по аналогії з вивченими річками у межах однієї і тієї ж природної зони, по картах ізоліній. При цьому значення максимальних запасів води у снізі \bar{S}' , зняте з мапи, необхідно збільшити на 10%.

Для більш широкого використання в практиці гідрологічних розрахунків рекомендуються емпіричні формули врахування змін стоку під впливом лісу. Формули використовуються для невивчених в гідрологічному

відношенні річок та без використання інтерполяційних даних, приведених у додатках.

Для лісової зони:

$$\Delta Y_{л(P)} = \sum_{i=1}^n [0,027 \bar{X} H^{0,55} (\frac{2,5}{(H+1)^{0,45}} - 0,06)] K_{w(P)} K'_{w(l)} f'_H K_t - \sum_{i=1}^n \frac{2,58(\bar{S}' + \bar{x})(0,05 I^{0,54} + 0,02)}{(I+5)^{0,43}} K_{y(P)} K'_{y(l)} f'_I \quad (3.2)$$

Для лісостепової зони:

$$\Delta Y_{л(P)} = \sum_{i=1}^n [0,11 \bar{X} H^{0,27} (\frac{1,42}{(H+1)^{0,45}} - 0,02)] K_{w(P)} K'_{w(l)} f'_H K_t - \sum_{i=1}^n \frac{2,8(\bar{S}' + \bar{x})(0,04 I^{0,61} + 0,02)}{(I+5)^{0,32}} K_{y(P)} K'_{y(l)} f'_I \quad (3.3)$$

В цих формулах $K'_{y(l)}$ та $K'_{w(l)}$ - коефіцієнти переходу від змін стоку на суглинних ґрунтах до змін стоку на супісі; останні обчислюються за формулами (2.7) – (2.10).

Похибка при врахуванні змін стоку за формулами (3.1) – (3.3) в середньому складає $\pm 15 - 20\%$ змін стоку.

3.2. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЛІСУ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА СЕЗОННИЙ СТІК РІЧОК

Врахування рекомендується здійснювати приблизним способом, заснованим на результатах аналізу впливу лісу на максимальний стік весняної повені у такій послідовності:

1. У відповідності з табл. 3.1 обраховується поправочний коефіцієнт до шарів весняної повені, знятих з мапи $K_{л}$ для річок, незалежно від ступеню її гідрологічної вивченості.
2. Обраховується шар весняного стоку з урахуванням поправочного коефіцієнту за формулою $\bar{Y}_g = Y_{g,K} K_{л}$, де $Y_{g,K}$ - шар

весняного стоку для розрахункового водозбору, визначений за мапою.

3. Розраховується зміна весняного стоку (у міліметрах) за формулою:

$$\Delta \bar{Y}_e = \pm[(\bar{Y}_e - Y_{e,k}) / (f_{л,p} - f_{л})] f_{л}, \quad (3.4)$$

де $f_{л,p}$, $f_{л}$ - відповідно, районна та фактична (конкретно на водозборі) лісистість, %. Знак при ΔY_e визначається в залежності від приналежності річки до тієї чи іншої групи річок (табл. 3.4, п.3.4.2). Далі за формулою (2,20) розраховується зміна стоку за літньо – осінній період.

В багатоводні та маловодні роки приблизний розрахунок сезонного розподілу змін стоку здійснюється по тих самих формулах, включаючи до розрахунку $\Delta Y_{c(P)}$ та $\Delta Y_{e(P)}$ з різною вірогідністю щорічного перевищення, які обчислені за допомогою перехідних коефіцієнтів $K_{y(P)}$ та $K_{w(P)}$ (додатки 2.6 – 2.8).

Врахування впливу лісгосподарських заходів на сезонний стік ілюструється на прикладі розрахунку 2.7.

Таблиця 3.1

Значення поправочного коефіцієнту $K_{л}$ для річок групи I (чисельник) та групи II (знаменник)*.

$f_k / f_{л,p}$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
$K_{л}$	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6

* Для річок групи I характерне зменшення стоку під впливом лісу, для річок групи II – його збільшення.

3.3. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК ВЕСНЯНОЇ ПОВЕНІ

Дослідження впливу лісогосподарських заходів (лісистість та її зміни) на стік невивчених малих річок з постійною течєю виконано стосовно шару (об'єму) стоку та максимальної витрати води за водопілля.

Порівняння вимірних шарів весняного стоку на водозборах з азональною лісистістю з шарами, визначеними за мапою ізоліній, побудованої для середньої (зональної) лісистості, показує неоднозначний вплив лісу на шар стоку водопілля.

За характером впливу лісистості на шар весняної повені річки з постійним стоком розмежуються на дві групи:

Річки групи I (зменшення об'єму водопілля під впливом лісу) характеризуються:

- наявністю на водозборі переважно хвойних порід у лісовому співтоваристві;
- чередуванням відкритих богарних ділянок водозбору, складених суглинними ґрунтами, із ділянками лісу на супіщаних та піщаних ґрунтах;
- відносно глибоким ($>5\text{м}$) заляганням ґрунтових вод під лісом;
- чередуванням лісових ділянок з болотами при відносно неглибокому заляганні ґрунтових вод на водозборі (до 5м).

Річки групи II (збільшення об'єму водопілля під впливом лісу) характеризуються:

- наявністю на водозборі переважно мішаного лісу;
- перевагою легко суглини, супіщаних та піщаних ґрунтів під лісом та полем;
- неглибоким ($<5\text{м}$) заляганням ґрунтових вод під лісом, сприятливим швидкому дронуванню талих вод за термін водопілля.

Для водозборів, з лісистістю, іншої від середньої зональної, у табл. 3.1. приводяться значення поправочного коефіцієнту K_L , який визначається за співвідношеннями $f_L/f_{L,p}$, де f_L - фактична лісистість розрахункового водозбору, %; $f_{L,p}$ - районна лісистість, %.

З метою підвищення точності розрахунків за середню районну лісистість водозборів приймають середнє арифметичне із значень лісистості (у відсотках) по найближчих водозборах, дані по стоку з яких були прийняті для побудови мапи ізоліній весняного стоку (водозбори з $F > 200$ км² для лісової та лісостепової зон, та з $F > 2000$ км² - для зони степів та напівпустель).

Врахування лісистості на об'єм весняної повені невивчених у гідрологічному відношенні малих річок виконується множенням значення шару стоку, знятого з мапи для конкретної річки, на поправочний коефіцієнт, визначений за табл. 3.1. Урахування впливу на об'єм повені вирубки лісу, але його поновлення виконується за різницею результатів розрахунку до та після здійснення згаданих заходів.

Аналіз впливу лісистості на максимальні витрати води весняної повені здійснюється шляхом побудови графіків зв'язку вигляду $K_0 = f(f_L)$, де K_0 - параметр, який характеризує дружність весняної повені; f_L - відносна лісистість водозбору, %.

Результати досліджень виявили зменшення максимальних витрат води весняної повені зі збільшенням лісистості водозборів.

Коефіцієнт зменшення максимальних витрат води залежить від географічного положення водозборів, ґрунтів під лісом та розташування лісу на водозборі.

Формула поправочного коефіцієнту для урахування впливу лісу на максимальну втрату води має вигляд:

$$\delta_L = a / (f_L + 1)^{n'} \quad (3.5)$$

де $\delta_{л}$ - поправний коефіцієнт до формули для обчислювання максимальних витрат води; $f_{л}$ - лісистість басейну, %; , n' - показник степені редукції відношення q_p/h_p до площі водозбору; a - параметр, враховуючий розташування лісу на водозборі.

Значення параметрів формули приведені в додатку 3.2.

Оцінка впливу на максимальній стік вирубки лісу на водозборі під сільськогосподарські угіддя чи його поновлення провадиться за різницею результатів розрахунків за початкової та кінцевої лісистості.

Для річок Українського Полісся рекомендації по урахуванню впливу лісогосподарських заходів на максимальний стік розроблені на основі моделювання процесів високих повеней на цих річках. В результаті для врахування впливу змін відносної лісистості на водозборі на максимальні витрати води отримана формула вигляду:

$$K_{н.л} = 1 \pm (K_{к.л} - K_{н.л}), \quad (3.6)$$

де $K_{н.л}$, $K_{к.л}$ - коефіцієнти врахування лісистості відповідно, за початкової ($f_{н.л}$) та кінцевої ($f_{к.л}$) площ басейну, зайнятих лісом. Коефіцієнти визначаються за формулою:

$$K_{л} = 1/(1 + 0,025f_{л}) \quad (3.7)$$

Урахування впливу лісогосподарських заходів (вирубка лісу) на максимальні витрати води у випадку відсутності спостережень за стоком виконуються в наступній послідовності:

1. За табл. 3.4 обчислюються коефіцієнти $K_{л}$ та $K'_{л}$, які враховують вплив лісистості на шар стоку весняної повені.
2. За формулою, приведеною у нормативних документах, з урахуванням цих коефіцієнтів, коефіцієнтів δ_1 та δ'_1 розраховуються максимальні витрати води за різної лісистості.

За різницею результатів розрахунку оцінюється зміна максимальної витрати води за рахунок зведення лісу. Врахування впливу лісогосподарських заходів ілюструється на прикладі розрахунків 2.8.

3.4. ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЛІСУ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ

Оцінка впливу лісу на максимальний стік дощових паводків здійснюється на основі досліджень залежності шарів стоку та максимальних витрат води від площі басейну, зайнятої лісом водозборів малих річок з площею басейнів менш, ніж 200 км².

Формули для визначення поправочних коефіцієнтів, враховуючих вплив лісистості водозборів на максимальний стік дощових паводків, приведені у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Формули для визначення поправочних коефіцієнтів, враховуючих вплив лісистості водозборів на максимальний стік дощових паводків.

Природна зона	Переважає ґрунти	Переважний ухил схилів на водозборах, ‰	Формула
Лісова	Супіщані, легкосуглинні	Для усіх ухилів	$\delta_q = 1,0(f_{л} + 1)^{0.14}$
Лісостепова	Середньо-суглинні, чорноземи	< 80	$\delta_h = 1,0(f_{л} + 1)^{0.46}$
		> 80	$\delta_h = 1,0(f_{л} + 1)^{0.35}$
		< 80	$\delta_q = 1,0(f_{л} + 1)^{0.80}$
		> 80	$\delta_q = 1,0(f_{л} + 1)^{0.52}$

Поправочними коефіцієнтами враховується вплив лісу на максимальний стік при розрахунках його відповідно до рекомендацій [4] при сучаснім рівні лісистості.

3.5 ВРАХУВАННЯ ВПЛИВУ ЛІСУ ТА ЛІСОГОСПОДАРСЬКИХ ЗАХОДІВ НА МІНІМАЛЬНИЙ СТІК

Оцінка та врахування впливу лісистості на мінімальний стік виконується у відповідності з рекомендаціями, викладеними у розділі 2.5, при цьому використовуються дані додатків 2.22 – 2.24. Обчислювання поправочного коефіцієнту $\delta_{л}$ до розрахункових методик [] виконується за формулою:

$$\delta_{л} = K'_{л} - K_{л} + 1 \quad (3.8)$$

де $K'_{л}$ та $K_{л}$ - поправочні коефіцієнти для конкретного водозбору в залежності від його лісистості, глибини залягання ґрунтових вод та водності року, другий – для середніх умов для зазначених ознак.

Врахування впливу на стік вирубки лісів чи його поновлення провадиться за різницею результатів розрахунків до та після впровадження згаданих заходів.

Похибка в розрахунках впливу лісогосподарських заходів на мінімальний стік складає у середньому $\pm 15 - 20$ % змін мінімального стоку.

П И	$I \%0$	10	20	30	40	50	80	100	150
	$f_n \%$	9	21	8	6	8	6	7	5
	$\sum f_n \%$	9	30	38	44	22	58	65	70

КЛАДИ РОЗРАХУНКІВ

Приклад 2.1.

Виконати оцінку впливу агротехнічних заходів на річний стік р. Девиці у м. Нижнедевіцька у середні (P=50%), багатоводні (P=5%) та маловодні (P=95%) роки.

Вихідні дані

1. Водозбір площею 76 км² розташований у лісостеповій зоні з переважно суглинними ґрунтами.
2. Площа водозбору, зайнята оранкою складає 70% , луками -15% та лісом -15%
3. Середній ухил водозбору 52‰
4. Розподіл ділянок під сільськогосподарськими угіддями у басейні р. Девиці (у відсотках загальної площі водозбору:
 - а. з ухилом схилів (I) у межах зазначених градацій ($n=8$ ділянок):

- б. з глибиною залягання ґрунтових вод (H) у межах зазначених градацій ($n = 3$ ділянки):

H см	1500	2000	3000
$F_n \%$	10	11	49
$\sum f \%$	10	21	70

Спостереження за стоком початі у жовтні 1947р

Розрахунок за формулою (2.1)

1. Вхідні параметри:

- середня багаторічна сума опадів за рік $\bar{X} = 500$ мм;
- середнє багаторічне значення максимальних запасів води в снізі на сільськогосподарських полях, за даними спостережень $\bar{S} = 70$ мм;
- атмосферні опади за період схилового стоку, за даними спостережень $\bar{x} = 27$ мм (додаток 2.11);
- середній річний стік $\bar{Y} = 133$ мм; $C_v=0,24$; $C_s=0,42$;
- зміна схилового стоку під впливом агрозаходів (в частках одиниці) $\Delta\bar{y}_n$ визначається за даними додатку 2.1 з урахуванням зволоженості у межах лісостепової зони:

I‰ ₀	10	20	30	40	50	80	100	150
Δy_n	0.26	0.22	.019	0.18	0.17	.016	0.15	0.11

- зміна ґрунтового стоку під впливом агрозаходів (в частках одиниці) $\Delta\bar{W}$ визначається за даними додатку 2.3:

H см	1500	2000	3000
$\Delta\bar{W}$	0,12	0,16	0,30

- коефіцієнт середнього багаторічного схилового стоку на залежних ділянках (цілині) водозбору до сільськогосподарського засвоєння $\bar{\alpha}_3$ визначається за даними додатку 2.4:

I ‰ ₀	10	20	30	40	50	80	100	150
$\bar{\alpha}_3$	0.13	0.24	0.33	0.41	0.46	0.61	0.67	0.78

- коефіцієнт середнього багаторічного живлення ґрунтових вод атмосферними опадами на залежі (цілині) $\bar{\alpha}'_3$ визначається за даними додатку 2.5:

H см	1500	2000	3000
$\bar{\alpha}'_3$	0,06	0,04	0,02

- i. коефіцієнти для обчислювання змін стоку (схилового та ґрунтового) заданої забезпеченості $K_{Y(P)}$ та $K_{W(P)}$ визначаються за даними додатків 2.6 та 2.7.

Коефіцієнт	Забезпеченість, %		
	5	50	95
$K_{Y(P)}$	0,2	1,0	0,6
$K_{W(P)}$	0,8	1,0	0,6

- j. коефіцієнти, які враховують глибину оранки та супутні агротехнічні заходи K_y'' та K_w'' , визначаються за додатком 2.9. Для даного водозбору характерна глибина зяблевої оранки більш 25 см з внесенням органічних добрив (гнію) 20 т/га, $K_y''=2,0$, $K_w''=1,3$.
- k. коефіцієнти, які враховують водність району K_{xy} та K_{xw} приймаються рівними одиниці, оскільки водність (зволоженість) району у межах природної зони ірахована при використанні додатків 2.1 та 2.3.
- l. коефіцієнти для обчислювання змін стоку (схилового та ґрунтового) на супіску та легкому суглинку K'_y, K'_w прийняті рівними одиниці з тієї ж причини.

Результати розрахунку:

1. У середній за водністю рік:

$$\Delta Y_n = [500 * 0.06 * 0.12 * 1.0 * 1.0 * 1.3 * 0.1 * 1.0]_1 + \dots + [\dots]_3 - \\ - [(70 + 27) * 0.13 * 0.26 * 1.0 * 1.0 * 2.0 * 0.009 * 1.0]_1 - \dots - [\dots]_8 = -6.2 \text{ мм}$$

або у відсотках річного стоку:

$$(\Delta Y_n / \bar{Y}_2) * 100 = (-6,2 / 133) * 100 = -4,7\%$$

Знак “мінус” означає зменшення річного стоку;

2. Підставляючи у формулу (2.1) значення коефіцієнтів $K_{Y(P)}$ та $K_{W(P)}$, обчислюють зміну річного стоку у багатоводний (P= 5%) та маловодний (P = 95%) роки, тоді $\Delta Y_{n5\%} = 0,4$ мм, або у відсотках річного стоку - 0,2%, та $\Delta Y_{n95\%} = -3,7$ мм або у відсотках річного стоку - 4,4%.

Розрахунок за емпіричною формулою (2.3)

1. Вхідні параметри:

- $\bar{X} = 500$ мм;
- $\bar{S} = 70$ мм;
- $\bar{x} = 27$ мм (додаток 2.11);
- $\bar{Y} = 133$ мм, $C_v = 0,24$, $C_s = 0,42$
- за додатками 2.6 та 2.7

Коефіцієнт	Забезпеченість, %		
	5	50	95
$K_{Y(P)}$	0,2	1,0	0,6
$K_{w(P)}$	0,8	1,0	0,6

f. $K_Y'' = 1,0$, $K_w'' = 1,3$ (додаток 2.9)

g. $K_Y' = 1,0$; $K_w' = 1$ (для суглинних ґрунтів)

h. $K_{xy} = 0,7$; $K_{xw} = 1,0$ (додаток 2.10)

2. Результати розрахунків:

a. У середній за водністю рік

$$\Delta Y_n = [0.007 * 500 * 1500^{0.4} \left(\frac{1,42}{(1500+1)^{0.45}} - 0.02 \right) * 1.0 * 1.0 * 1.3 * 0.10 * 1.0]_1 +$$

$$+ \dots + [\dots]_3 - \left[\frac{0.78 * 97 * (0.04 * 10^{0.61} + 0.02)}{(10+1)^{0.36}} * 1.0 * 1.0 * 2.0 * 0.09 * 0.7 \right]_1 - \dots - [\dots]_8 = -6 \text{ мм}$$

або у відсотках річного стоку $(\Delta Y_n / \bar{Y}) * 100 = (-6/133) * 100 = -4,5\%$

b. Підставляючи до формули (2.3) значення коефіцієнтів $K_{Y(P)}$ та $K_{w(P)}$, обчислюються зміни річного стоку у багатоводний (P=5%) та маловодний (P=95%) роки та отримують $\Delta Y_{n0,5} = -0,2$ мм, або у відсотках річного стоку - 0,1% та $\Delta Y_{n95\%} = -3,6$ мм або близько 4% річного стоку.

Приклад 2.2

Виконати оцінку впливу агротехнічних заходів на річний стік р. Акканбурлак у с. Григорівка у середній (P=50%), багатоводній (P=5%) та маловодній (P=95%) роки.

Вихідні дані

1. Водозбір площею 6520 км² розташований у степовій зоні Казахстану з переважно суглинними ґрунтами.
2. Площа водозбору, зайнята оранкою, складає 60%, лісом – 8,2%, озерами – 1,67%, болотами – 0,4%.
3. Уклон польових схилів – 10‰.
4. Глибина до рівня ґрунтових вод – 1700 см.
5. Спостереження за стоком розпочаті у 1938р.

Розрахунок за формулою (2.5).

1. Вихідні параметри:

a. Середня багаторічна сума опадів $\bar{X} = 300$ мм;

- b. Середнє багаторічне значення максимальних запасів води в снізі на сільськогосподарських полях $\bar{S} = 100$ мм.;
- c. Атмосферні опади за період схилового стікання $\bar{x} = 14$ мм. (додаток 2.11);
- d. Середній багаторічний стік $\bar{Y}_r = 18,8$ мм, $C_v = 0,81$, $C_s = 1,65$;
- e. За додатками 2.6 та 2.7

Коефіцієнт	Забезпеченість, %		
	5	50	95
$K_{Y(P)}$	0,2	1,0	0,3
$K_{w(P)}$	1,0	1,0	0,0

- f. $K'_w = 1,0$; $K'_y = 1,0$ (для суглинних ґрунтів);
- g. $K''_w = 1,3$; $K''_y = 2,0$ (згідно додатку 2.9);
- h. $K_{xw} = 1,0$, $K_{xy} = 0,9$ (за додатком 2.10);

2. Результати розрахунку:

- a. У середній по водності рік:

$$\Delta \bar{Y}_n = [0.003 * 300 * 1700^{0.71} \left(\frac{1.42}{(1700 + 1)^{0.45}} - 0.02 \right) * 1.0 * 1.0 * 1.3 * 0.60] *$$

$$* 1.0 - \left[\frac{0.06 * 114 * 10^{0.44}}{(10 + 1)^{0.25}} * 1.0 * 1.0 * 2.0 * 0.60 \right] * 0.9 = -7.6 \text{ мм,}$$

або у відсотках від річного стоку - $(\Delta Y_n / \bar{Y}_r) * 100 = (-7,6 / 18,9) * 100 = 40\%$,

знак “-” означає зменшення річного стоку.

- b. Підставляючи до формули (2.5) значення коефіцієнтів $K_{Y(P)}$ та $K_{w(P)}$, обчислюються зміни річного стоку у багатоводний (P=5%) та маловодний (P=95%) роки та отримують $\Delta Y_{n5\%} = 1,8$ мм, або у відсотках річного (природного) стоку близько -59% (зменшення стоку).

Приклад 2.3

Оцінити вплив агротехнічних заходів на річний стік р.Чугур біля с. Барладяни у районі з нестійким сніговим покривом.

Вихідні дані

Площа водозбору $F = 168$ км², площі під яровими культурами $f_{я} = 42\%$, озимими $f_{оз} = 12\%$, паром $f_{пар} = 6\%$, лісовими смугами $f_{лсн} = 0,56\%$, площі міжсмугових полів $f > 100$ га, глибина оранки менш 25 см; середній річний шар стоку - 34 мм.

РОЗРАХУНОК

1. Згідно додатку (2.12) для зони недостатнього зволоження визначається середнє багаторічне значення зміни випаровування 3

сільськогосподарських угідь відносно цілинних та залежних земель за теплий період:

$$\Delta E_{я} = 3\%, \Delta E_{оз} = 8\%; \Delta E_{нар} = -28\%.$$

2. За формулою (2.14) розраховується середнє багаторічне значення зміни сумарного випаровування з водозбору під впливом агрозаходів $\Delta \bar{E}_n$.

Для цього:

а. Приймається $K_{лcn} = 1,0$, $K'_{лcn} = 1,0$, $K''_y = 1,2$, $K_F = 1,0$, (п. 2.2.1).

б. З додатку 2.13 визначається середнє багаторічне сумарне випаровування з цілини \bar{E}_y , причому:

- Підраховується сума атмосферних опадів $\sum X$ та радіаційний баланс R за теплий період року.

$$\sum X_{iy-ix} = 0,419 \text{ м}, \sum R_{iy-ix} = 1906 \text{ Дж/м}^2$$

- Визначається радіаційний індекс сухості за формулою $(\sum R / L \sum X) = 1906 * 10^6 / (2,51 * 10^6) = 1,81 * 10^3$;

- Згідно з додатком 2.13 визначається співвідношення $\bar{E}_y / E_0 = 0,65$;

- Випаровуваність E_0 для місяців теплоного періоду оцінюється в залежності від геоботанічної зони та дефіциту вологості повітря згідно з “Рекомендаціями по расчёту испарения с суши” [54], $E_0 = 824 \text{ мм}$.

- Обчислюються випаровування з цілини (залежі, луків) $\bar{E}_y = 0,65 E_0 = 0,65 * 824 = 536 \text{ мм}$.

У лісостеповій зоні обчислюване \bar{E}_0 збільшується на 10%, згідно рекомендаціями п. 2.2.2. тобто $\bar{E}_y = 590 \text{ мм}$.

Середнє багаторічне значення сумарного випаровування або безповоротні втрати з сільськогосподарських угідь

$$\Delta \bar{Y}_n = \Delta \bar{E}_n = \frac{590}{100} [(3 * 0,42 + 8 * 0,12) * 1,0 * 1,0 - 28 * 0,06 * 0,9 * 1,0] * 1,2 = 5,0 \text{ мм},$$

що складає 15% річного стоку річки.

Приклад 2.4

Оцінити вплив агрозаходів на сезонний стік (весняний, літньо – осінній) р. Девиці у м. Нижньодевіцька.

Вихідні дані

1. Водозбір площею 76 км² розташований у лісостеповій зоні з переважно суглинними ґрунтами.
2. Площа водозбору зайнята оранкою $f_n = 70\%$, з них 52% - з ухилами схилів більш 50‰; середньозважена глибина до рівня ґрунтових вод у межах оранки $H = 2500 \text{ см}$ (див. приклад розрахунку 9.1).

3. Середній річний (побутовий) стік $\bar{Y}_c = 133$ мм, зміна річного стоку під впливом агротехнічних заходів $\Delta\bar{Y}_c = -6$ мм (див. приклад розрахунку 2.1).

Розрахунок

- Зміна (зменшення) стоку за весняної період визначається за формулою (2.18) та за додатком 2.15: $\Delta\bar{Y}_g = (-13) * 0,52 + (-10) * 0,18 = 8,5\%$
річного (побутового) середнього стоку за період спостережень або 11 мм в абсолютних одиницях.
- Зміна (збільшення) стоку за літньо – осінній період обраховується за алгебраїчною різницею річного та весняного стоку, тобто:
 $\Delta\bar{Y}_{л.-о} = \Delta\bar{Y}_c - \Delta\bar{Y}_g = -6 - (-11) = 5$ мм.

Приклад 2.5.

Виконати оцінку впливу агротехнічних заходів на мінімальні витрати води р. Керші біля с. Пахотний Кут

Вихідні дані

- Водозбір площею 596 км² розташований у лісостеповий зоні з переважно суглинними ґрунтами.
- Площа водозбору під оранкою $f_n = 60\%$.
- Середня глибина залягання ґрунтових вод $H = 700$ см.
- Мінімальна витрата води у літньо – осінній період $Q_{80\%} = 0,636$ м³/с.

Розрахунок

- Визначаються середні зональні умови (f_n, H_n) за мапою додатку до Посібника [4]. Водозбір р. Керші розташований у 46-му районі з оранкою f_n , рівною у середньому 35%, та з середньою глибиною до ґрунтових вод $H_n = 700$ см.
- Для середніх зональних умов та для фактичних умов оранки, глибини залягання ґрунтових вод та механічного складу ґрунтів зони аерації у басейні визначаються значення K_n (1,1) та K'_n (1,2).
- Поправочний коефіцієнт δ_n для розрахунку мінімальних витрат води з урахуванням впливу агротехнічних заходів, розраховується за формулою:

$$\delta_n = 1.2 - 1,1 + 1,0 = 1,1,$$

але з урахуванням глибокої оранки, (більш 25 см) з протиерозійними заходами, по формулі:

$$\delta'_n = (1,1 - 1,0) * 1,1 + 1,0 = 1,11$$

4. Мінімальна 30 – ти добова витрата води літньо – осіннього періоду забезпеченістю $P = 80\%$ з урахуванням впливу агротехнічних заходів $Q_{80\%} = 0,636 * 1,11 = 0,706 \text{ м}^3/\text{с}$.

Приклад 2.6.

Виконати оцінку впливу сільськогосподарських заходів на річний стік р. Льва у м. Осницьк в середні, багаторічні ($P = 5\%$) та маловодні ($P = 95\%$) роки.

Вихідні дані

1. Водозбір площею 276 км^2 розташований у межах лісної зони, (у басейні р. Прип'яті); ґрунти під лісом супіщані.
2. Лісистість водозбору $f_n = 47\%$, після вирубки лісів під сільськогосподарські угіддя - $f'_n = 27\%$.
3. Середньозважений ухил схилів під лісом $I = 5\%$.
4. Середньозважена глибина до рівня ґрунтових вод у межах лісу дорівнює 150 см.

Розрахунки за формулою (3.2).

1. Середня багаторічна сума опадів за рік $\bar{X} = 700 \text{ мм}$;
2. Середні багаторічні максимальні запаси води у снізі на сільськогосподарських полях $\bar{S} = 40 \text{ мм}$.
3. Середні багаторічні запаси води у снізі на залежі $\bar{S}' = 40 + 40 * 0,1 = 44 \text{ мм}$;
4. Атмосферні опади за період схилового стоку визначаються за додатком 2.11, тобто $\bar{X}' = 40 * 0,8 = 32 \text{ мм}$.
5. Середній річний стік $\bar{Y}_c = 149 \text{ мм}$, $Y_{c,5\%} = 282 \text{ мм}$, $Y_{c,95\%} = 62 \text{ мм}$;
6. Коефіцієнти переходу від середніх значень змін стоку (схилового $K_{Y(P)}$ та ґрунтового $K_{W(P)}$) до змін в роки з різноманітною водністю визначаються по даних додатків 2.6 та 2.7 (для $H < 500 \text{ см}$):

Коефіцієнт	Забезпеченість, %		
	5	50	95
$K_{Y(P)}$	1,0	1,0	0,4
$K_{W(P)}$	0,7	1,0	0,3

7. Коефіцієнт, враховуючий вік лісонасаджень, визначається згідно додатку 3.1; для лісу 70 – 80 –річного віку на пісках з перевагою сосни $K_i = 1,0$.

Результати розрахунків

1. У середній за водністю рік

- а. При лісистості $f_n = 47\%$:

$$\Delta \bar{Y}_n = 0,027 * 700 * 150^{0,57} \left[\frac{2,5}{(150+1)^{0,45}} - 0,06 \right] * 1,0 * 0,8 * 0,47 * 1,0 - \frac{2,58 * 76 * (0,05 * 5^{0,54} + 0,02)}{(5+5)^{0,43}} * 1,0 * 0,94 * 0,47 = 59,9 * 0,38 - 10,1 * 0,44 = 23 - 4 = 19 \text{ мм.}$$

або 13 % річного стоку;

- б. При лісистості $f_n = 27\%$ (після вирубки)

$$\Delta \bar{Y}' = 0,027 * 700 * 150^{0,55} \left[\frac{2,5}{(150+1)^{0,45}} - 0,06 \right] * 1,0 * 0,8 * 0,27 * 1,0 - \frac{2,58 * 76 * (0,05 * 5^{0,54} + 0,02)}{(5+5)^{0,43}} * 1,0 * 0,94 * 0,27 = 59,9 * 0,22 - 10,1 * 0,25 = 13 - 2 = 11 \text{ мм.}$$

або 7% річного стоку.

Вплив на стік при зведенні лісу під сільськогосподарські угіддя оцінюються за різницею результатів розрахунків до та після вирубки : $\Delta \bar{Y}_n'' = 19 - 11 = 8 \text{ мм}$, що складає зменшення середнього річного стоку на 6 %.

2. В багатоводний рік ($P=5\%$)

при лісистості $f_n = 47\%$

$$\Delta Y_{л.5\%} = 59,9 * 0,7 * 0,8 * 0,47 * 1,0 - 4 = 16 - 4 = 12 \text{ мм.}$$

Або 4% річного стоку.

при лісистості $f'_n = 27\%$ (після вирубки)

$$\Delta Y'_{л.5\%} = 9 - 2 = 7 \text{ мм, чи 2\% річного стоку;}$$

зміна стоку за рахунок вирубки лісу

$$\Delta Y''_{л.5\%} = 12 - 7 = 5 \text{ мм, що складає зменшення річного стоку на 2\%;}$$

2. В маловодний рік ($P=95\%$)

при лісистості $f_n = 47\%$

$$\Delta Y_{л.95\%} = 7 - 2 = 5 \text{ мм, або 8\% річного стоку}$$

при лісистості $f'_n = 27\%$ (після вирубки)

$$\Delta Y'_{л.95\%} = 4 - 1 = 3 \text{ мм, або 5\% річного стоку;}$$

зміна стоку за рахунок вирубки лісу

$$\Delta Y''_{л.95\%} = 5 - 3 = 2 \text{ мм, тобто стік зменшився на 3\%.}$$

Приклад 2.7.

Виконати оцінку впливу вирубки лісу на 20% площі водозбору на річний стік забезпеченістю 75 та 95% р. Базаїхи. Дані спостережень за стоком відсутні.

Вихідні дані

1. Річка Базаїха – права притока р. Енісея (Східний Сибір), площа водозбору 976 км^2 .
2. Площа водозбору, зайнята лісом, $f_l = 96\%$.
3. Глибина до рівня ґрунтових вод $H = 524 \text{ см}$.

Розрахунок

1. Визначаються параметри кривої забезпеченості річного стоку (\bar{Y} та C_v) для умов природного режиму за допомогою локальних залежностей річного стоку та коефіцієнтів вріації від середньої висоти басейну $M_0 = f(H_{cp})$ та $C_v = f(H_{cp})$, приведених у «Ресурсах поверхностных вод СССР», т.16, вып.1 : $M_0 = 6 \text{ л/с*км}^2$, $C_v = 0,17$. Коефіцієнт асиметрії прийнято рівним $2C_v$.
2. Для умов природного режиму обчислюється річний стік забезпеченістю 75 та 95%:
 $Y_{75} = 167 \text{ мм}$, $Y_{95} = 141 \text{ мм}$.
3. За табл. 3.1 знаходиться коефіцієнт змін стоку, який відповідає зміні лісистості $\Delta f_l = 20 \%$: $K_y = 0,07$.
4. Абсолютна зміна середнього багаторічного стоку
 $\Delta \bar{Y} = \bar{Y} K_y = 190 * 0,07 = 13 \text{ мм}$.
5. За табл. 3.2 та 3.3 за обчисленим значенням $\Delta \bar{Y}$ знаходяться поправки $\Delta \bar{y}$ та ΔC_v до відповідних значень параметрів кривої забезпеченості природного ряду:
 $\Delta \bar{y} = 5 \text{ мм}$, $\Delta C_v = 0,005$.
6. Розрахункові параметри кривої забезпеченості річного стоку неоднорідного ряду
 $\bar{Y}_n = 190 + 5 = 195 \text{ мм}$, $C_v = 0,17 + 0,005 = 0,18$.
7. Розрахункові шари річного стоку неоднорідного ряду забезпеченістю 75 та 95% становлять:
 $Y_{H75\%} = 0,873 * 195 = 170 \text{ мм}$, а $Y_{H95\%} = 0,725 * 195 = 141 \text{ мм}$.
8. Оцінка впливу вирубки лісу на річний стік заданої забезпеченості виконується за різницею результатів розрахунків стоку р. Базаїхи за періоди природного та порушеного режиму стоку:

$\Delta y_{75\%} = 170 - 167 = 3\text{мм}$, або 2 % природного стоку (збільшення його);
 $\Delta y_{95\%} = 141 - 141 = 0$ (без змін).

Приклад 2.8

Виконати оцінку впливу лісгосподарських заходів на сезонний стік (весняний, літньо – осінній) р. Соти у с. Верхний Жар.

Вихідні дані

1. Водозбір площею 683 км^2 розташований у лісовій зоні в басейні Верхньої Волги.
2. Лісистість водозбору $f_l = 66\%$, після вирубки лісу під сільськогосподарські угіддя $f'_l = 46\%$, районна лісистість - $f_{l,p} = 60\%$.
3. Середній багаторічний шар стоку весняної повені $Y_g = 156 \text{ мм}$; зональне значення середнього багаторічного шару весняної повені, знятого з мапи, $\bar{Y}_{g,k} = 150 \text{ мм}$; середній річний стік $\bar{Y}_p = 200\text{мм}$: $Y_{p5\%} = 396 \text{ мм}$; $Y_{p95\%} = 142 \text{ мм}$.
4. Річка відноситься до крупних , для яких характерно збільшення стоку під впливом лісу.

Розрахунок для року із середньою водністю (P=50%).

1. Визначається зміна шару стоку весняної повені на 1% лісистості:

$$\Delta \bar{Y}_g = \frac{Y_g - \bar{Y}_{g,k}}{f_l - f_{l,p}} = (158-150)/(66-60) = 1,3 \text{ мм}.$$
2. Зміна (зростання) шару стоку весняної повені при $f_l = 66\%$ $\Delta Y_g = 1,3 * 66 = 86\text{мм}$, або 33% річного стоку.
3. Зміна (зростання) шару весняного стоку після вирубки лісу при $f'_l = 46\%$ $\Delta Y'_g = 1,3 * 46 = 60 \text{ мм}$, або 23% річного стоку.
4. Вплив зведення лісу на весняний стік оцінюється за різницею результатів розрахунку до та після вирубки лісу, тобто $\Delta Y''_g = 86 - 60 = 26 \text{ мм}$ або зменшення весняного стоку на 10% річного.
5. Зміна (зменшення) стоку за меженний період оцінюється за різницею значення змін річного та весняного стоку:
до вирубки $\Delta \bar{Y}_{l-o} = \Delta \bar{Y}_g - \Delta Y'_g = 15-86 = -71 \text{ мм}$., чи -27% річного стоку;
після вирубки $\Delta \bar{Y}_{l-o} = 9-60 = -51\text{мм}$, чи -20% річного стоку.
6. Оцінюється вплив зведення лісу на меженний стік, як

$\Delta Y_{л-о} = (-71) - (-51) = -20$ мм, або -8% (збільшення меженного стоку).

ДОДАТКИ

Додаток 2.1.

Можливе зменшення середнього (з урахуванням водності років) весняного схилового стоку під впливом агротехнічних заходів ($\Delta \bar{y}_n$) у різних природних зонах

Примітки: 1. В графі 1 у чисельнику приведені опади з поправками на зволоження, випаровування та вітрове неврахування, в знаменнику - з поправкою тільки на зволоження. 2. У графі 3 Сп означає супіщані ґрунти, Сг – суглинні. 3. У графах 4 – 14 в чисельнику зміна стоку води у міліметрах, в знаменнику – у відсотках.

Одиниці величин			Ухил, ‰										
			10	20	30	40	50	60	80	100	150	200	
Лісова зона (суглинні ґрунти)													
Річні опади, мм.	Середній річний дощовий мацощ, мм	Ду _л	10,0	17,4	22,4	25,9	28,9	31,1	33,9	35,0	33,2		200
			11,0	11,0	24,6	28,5	32,5	34,2	37,2	38,4	36,5		
		Грунти	93	86	80	74	70	65	60	50	40	150	
Лісостепова зона (суглинні ґрунти)													
1	2	3	14,6	15,2	20,8	40,4	43,5	47,5	54,0	59,2	60,4	53,5	14
		Ду _л	12,7	15,5	31,6	43,6	46,8	51,3	57,9	62,7	63,4	57,5	
<700	<10	Сб	-98	2,6	2,3	9,2	8,6	8,7	8,2	7,9	4,7	3,6	
<650			-	33	17	14	12	11	11	10	8	6	
		Сг	-	3,7	3,7	4,0	4,0	4,3	4,5	5,2	5,2	4,9	3,9
			-	20	11	10	8	8	7	7	6	6	4
<700	>10	Сп	-	2,3	2,3	2,4	2,9	2,9	3,7	3,8	2,9	2,2	
>650			-	30	16	14	11	10	9	9	6	4	
		Сг	-	2,8	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7	3,8	3,1	1,4
			-	17	9	8	6	6	6	5	4	4	2
Лісостепова зона													
<550	<3	Сг	-	2,6	3,7	5,8	7,9	8,8	9,8	11,2	11,0	9,0	8,4
<500			-	32	26	28	21	19	19	18	16	12	10
>550	>3	Сг	-	1,8	2,5	4,2	5,9	6,5	7,2	8,2	8,8	7,4	6,6
>500			-	26	22	19	18	17	17	16	15	11	9
Степова зона													
<450	<1	Сг	-	9,0	11,4	11,1	12,7	12,5	12,0	11,7	11,2	10,0	9,5
<400			-	4,8	39	38	36	33	31	28	26	22	19
>450	>1	Сг	-	5,8	7,5	8,4	10,3	10,7	11,0	11,5	11,0	9,0	
>400			-	40	33	30	28	26	25	23	20	20	

Додаток 2.2

Можливе зменшення середнього річного стоку під впливом лісу Ду_л в залежності від ухилу схилів для лісної та лісостепової зон

Примітка: 1. У чисельнику приведено зменшення зимово – весняного стоку, у знаменнику – річного (з урахуванням літніх паводків). 2. Дані приведені для схилів з повною лісистістю. У степовій зоні вплив лісу та лісових смуг на суглинних ґрунтах розраховується за даними, приведеними для лісостепової зони. 4. В лісостеповій та степовій зонах вплив лісу та лісових смуг на супіщаних ґрунтах розраховується по даних лісової зони.

Додаток 2.3

Можливе збільшення середнього (з урахуванням водності років) живлення ґрунтових вод атмосферними опадами під впливом оранки та лісистості за різноманітної глибини залягання їх рівня

Характеристика	Глибина до рівня ґрунтових вод, см										
	100	200	300	500	800	1000	1500	2000	2500	3000	4000
Лісова зона											
Переважають супіщані ґрунти											

W _П	1,2 3	6,9 4	7,8 4	7,3 6	6,5 7	6,5 7	6,4 9	4,2 10	4,2 14	4,2 19	
W _Л	32,7 13	31,4 17	28,9 17	28,8 21	25,3 23	21,9 23	21,1 30	15,8 29	15,8 40	25,5 55	
Переважають суглинні ґрунти											
W _П	5,9 3	4,7 3	3,5 4	3,1 4	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	
W _Л	43,6 26	40,2 32	34,2 32	31,6 44	30,5 75	29,6 97	25,4 100	19,2 -	6,2 -	0 -	
Лісостепова зона											
Переважають суглинні ґрунти											
W _П	6 9	4 7	4 8	4 8	4 13	4 15	3 12	3 16	3 21	3 30	1 38
W _{ЛСП}	18 24	14 24	12 25	12 26	12 30	10 33	7 36	7 38	5 38	4 38	4 39
W _{ЛСП}	32	33	37	41	51	57	69	79	85	108	114
W _{ЛСП}	40	43	50	56	73	81	100	120	133	178	260
Степова зона											
Переважають супіщані ґрунти											
W _П		17,3 18	13,6 21	11,6 23	11,6 30	11,6 33	11,6 49	9,1 53			
Переважають суглинні ґрунти											
W _П		8,2 16	7,6 22	7,6 22	7,2 46	5,1 47	5,1 50	2,0 50			

Примітка: 1. $\Delta \bar{W}_{лсп}$ - збільшення живлення ґрунтових вод під лісовими смугами на схилах з ухилом $I \leq 20\%$; $\Delta \bar{W}'_{лсп}$ - те ж саме під лісовими смугами, розташованими поперек схилу з похилом $20 < I < 50\%$; $\Delta \bar{W}''_{лсп}$ - те ж саме на схилах з ухилом $I > 50\%$; $\Delta \bar{W}_л$ - те ж саме під лісом; 2. Дані приведені для випадку повної оранки схилів на водозборі з заглибленням до 22 см. 3. У чисельнику величини приведені в міліметрах, в знаменнику – у відсотках; величини $\Delta \bar{W}'_{лсп}$, а $\Delta \bar{W}''_{лсп}$ приведені тільки у відсотках.

Додаток 2.4

Коефіцієнти середнього багаторічного річного та весняного стоку ($\bar{\alpha}_3$) з перелогів (цілина, луки) на схилах з різними ухилами

Характеристика стоку	Ухил, ‰										
	5	10	20	30	40	50	60	80	100	150	200
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лісова зона											
Супіщані ґрунти											
Весняний		0,07	0,13	0,18	0,22	0,26	0,30	0,37	0,43	0,55	
Річний		0,08	0,14	0,20	0,25	0,30	0,34	0,42	0,49	0,64	
Суглинні ґрунти											
Весняний		0,11	0,20	0,28	0,34	0,40	0,44	0,51	0,56	0,65	0,70
Річний		0,12	0,23	0,30	0,36	0,44	0,47	0,54	0,59	0,68	0,74
Лісостепова зона											
Суглинні ґрунти											
Весняний		0,13	0,24	0,33	0,41	0,46	0,52	0,61	0,67	0,78	0,80
Річний		0,14	0,26	0,35	0,44	0,50	0,56	0,65	0,71	0,82	0,90
Степова зона											
Супіщані та легкосуглинні ґрунти											
Весняний	0,07	0,13	0,21	.25	.30	0,32	0,34				
Суглинні та легкосуглинні ґрунти											
Весняний	0,10	0,16	0,23	0,27	0,30	0,32	0,34				

Примітка: Для оцінки впливу зяблевої оранки у розрахунок приймаються дані по весняному стоку; для оцінки впливу лісу – дані по річному стоку. 2. Коефіцієнт річного стоку обчислено умовно як відношення суми схилового стоку за рахунок сніготанення та літньо – осінніх дощів до максимальних запасів води у снізі.

Додаток 2.5.

Середні багаторічні коефіцієнти живлення ґрунтових вод атмосферними опадами ($\bar{\alpha}'$) на залежи (цілина, луки) при різній глибині залягання ґрунтових вод від поверхні.

* Сп – супіщані ґрунти, Сг - суглинні

Характерні ґрунти*	Глибина до рівня ґрунтових вод, см											
	50	100	200	300	500	800	1000	1500	2000	2500	300	4000
Лісова зона												
Сп	0,45	0,37	0,31	0,28	0,22	0,18	0,14	0,11	0,08	0,07	0,05	
Сг	0,33	0,27	0,20	0,16	0,12	0,06	0,05	0,01	0,0	0,0	0,0	
Лісостепова зона												
Сг	0,18	0,16	0,13	0,11	0,09	0,07	0,07	0,06	0,04	0,03	0,02	0,01
Степова зона												
Сп	0,26	0,22	0,18	0,15	0,13	0,09	0,08	0,06	0,05	0,03	0,02	0,00
Сг	0,19	0,16	0,11	0,10	0,07	0,05	0,04	0,01	0,00			

Додаток 2.6

Коефіцієнти переходу від змінення схилового стоку у середньому по водності році до тієї ж самої величини у роки різної водності ($K_{y(P)}$)

Характерні ґрунти	Угіддя	Забезпеченість, %				
		5	10-25	50	75-90	95
Лісова зона						
Сп	Поле	0,5	0,5	1,0	1,2	1,4
	Ліс	1,0	1,0	1,0	0,5	0,4
Сг	Поле	0,5	0,6	1,0	1,5	1,8
	Ліс	1,0	1,0	1,0	0,4	0,4
Лісостепова зона						
Сг	Поле	0,4	0,5	1,0	0,8	0,6
		0,2	0,3			
	Ліс	1,0	1,0	1,0	0,4	
Степова зона						
Сг	Поле	0,5	0,6	1,0	0,3	0,2
		0,3	0,4			
Степова зона Північного Казахстану						
Сп та Лсг	Поле	0,6	0,7	1,0	1,2	1,3
Сг	Поле	0,6	0,8	1,0	0,5	0,3
		0,2	0,7			

Примітка: В чисельнику – для тимчасових водотоків, у знаменнику - для річок з постійним стоком. 2. Для лісу та лісових смуг у степовій зоні коефіцієнти приймаються рівними коефіцієнтам для лісостепової зони. 3. Для лісу та лісових смуг на супіщаних ґрунтах у лісостеповій та степовій зонах коефіцієнти приймаються рівними коефіцієнтам для лісової зони. 4. Сп означає супіщані ґрунти, Сг – суглинні, Лсг – легкосуглинні.

Додаток 2.7

Коефіцієнти переходу від змінення стоку ґрунтових вод в середній по водності рік до тієї ж величини у роки різної водності ($K_{w(P)}$)

Характерні ґрунти	Угіддя	Забезпеченість, %
-------------------	--------	-------------------

		5	10-25	50	75-90	95
Лісова зона						
Сп неоднорідного складу	Поле	1,3 1,4	1,2 1,3	1,0 1,0	0,7 0,8	0,6 0,7
	Ліс	0,7 0,8	0,8 0,9	1,0 1,0	0,5 0,6	0,3 0,4
Сг неоднорідного складу	Поле	(1,3) (1,3)	(1,2) (1,3)	1,0 1,0	(0,7) (0,7)	(0,6) (0,6)
	Ліс	1,0 1,0	1,0 1,0	1,0 1,0	0,4 0,5	0,4 0,5
Лісостепова зона						
Сг	Поле	0,7 0,8	0,7 0,8	1,0 1,0	0,6 0,7	0,5 0,6
	Ліс	1,7 1,3	1,7 1,3	1,0 1,0	0,3 0,4	
Степова зона України						
Сп	Поле	1,5 1,4	1,2 1,3	1,0 1,0	0,3 0,4	0,3 0,4
Сг	Поле	1,3 1,3	1,3 1,3	1,0 1,0	0,7 0,3	0,6 0,2
Степова зона Казахстану						
Сп	Поле	1,4 1,4	1,2 1,3	1,0 1,0	0,5 0,5	0,3 0,4
Сг	Поле	1,4 1,0	1,2 0,9	1,0 1,0	0,5 0,0	0,4 0,0

Примітка: 1. Див. примітку до додатку 2.6 (п. 2 – 4). 2. В чисельнику – при глибині до рівня ґрунтових вод менш, ніж 500см, в знаменнику більш 500см.

Додаток 2.8

Коефіцієнти переходу від змінення стоку ґрунтових вод у середній по водності рік до тієї ж самий величини у роки з різною водністю ($K_{W(P)}$) для лісових смуг

Ухил схилів, ‰	Забезпеченність, %	
	5 - 25	75 – 95
<20	1,7	0,5
	1,3	0,4
20 < I < 50	1,8	0,4
	1,5	0,4
>50	1,8	0,4
	1,5	0,0

Примітка: В чисельнику – при глибині до рівня ґрунтових вод менш ніж 500см, у знаменнику – більш, ніж 500см.

Додаток 2.9.

Значення коефіцієнтів переходу від змін схилового (K_y'') та ґрунтового (K_w'') стоку при оранці глибиною 25 см до тих самих величин при глибокій оранці з різною агротехнічною обробкою ґрунту.

Агротехнічний фонд	K_y''	K_w''
Зяблева відвальна оранка глибиною 35 – 37 см	2,5/1,5	1,7/1,4
Зяблева відвальна (гребениста) оранка глибиною 22 – 30 см	2,0/1,5	1,2/1,1
Зяблева оранка з кротуванням та лункуванням через 3 - 4 см	1,5/1,2	1,0/1,0
Зяблева оранка з щілюванням через 0,8 м.	1,5/1,2	1,0/1,0
Зяблева оранка з мікрорельєфом	1,7/1,5	1,3/1,1
Зяблева оранка з внесенням органічних добрив (гною):		
145 т/га	3,0/2,5	1,7/1,4
45 т/га	2,5/2,0	1,5/1,2
20 т/га	2,0/1,5	1,3/1,1
Зяблева безвідвальна оранка з рихленням на глибину		
28 – 30 см	1,5/1,2	1,0/1,0
32 – 35 см	1,5/1,2	1,0/1,0
Зяблева безвідвальна оранка на глибину 22 – 25 см	0,5/0,8	0,4/0,6
Озим з глибокою оранкою (до 35 – 37 см)	1,3/1,2	1,0/1,0
Озим зі щілюванням	0,5/0,8	0,2/0,4
Ущільнена оранка	0,5/0,8	0,2/0,4

Примітка: У чисельнику – для суглинних ґрунтів, у знаменнику – для супіщаних та легкосуглинних

Додаток 2.10

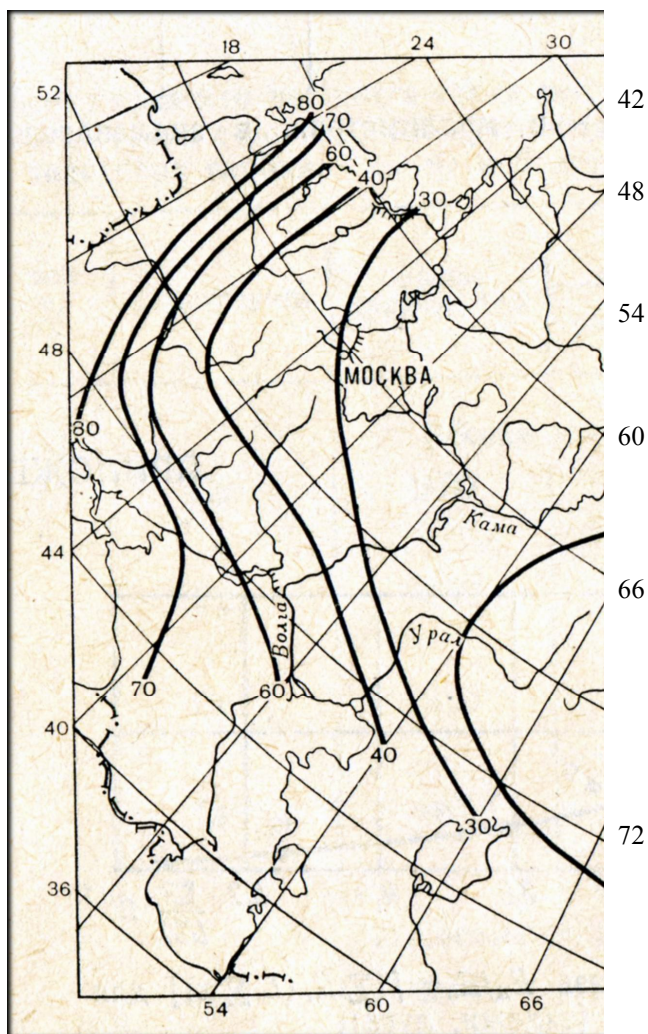
Коефіцієнти переходу від змін стоку в районах з низьким стоком до тієї ж величини з іншою водністю (K_{xy} та K_{xw}) у межах природної зони

Річний стік, л/с*км ²	Ґрунти	K_{xy}	K_{xw}
-------------------------------------	--------	----------	----------

Лісна зона			
>10	Сп и Ср	0,8	1,0
10	Сп и Ср	0,9	1,0
<10	Сп и Ср	1,0	1,0
Лісостепова зона			
>3	Сп и Ср	0,7	1,0
3	Сп и Ср	0,8	1,0
<3	Сп и Ср	1,0	1,0
Степова зона			
>1	Сп/Ср	0,7/0,9	1,0
1	Сп/ср	0,8/1,0	1,0
<1	Сп/Ср	1,0/1,0	1,0
Степова зона Казахстану та Західного Сибіру			
>0,5	Сп/Ср	0,7/0,9	1,0
0,5	Сп/Ср	0,8/1,0	1,0
<0,5	Сп/Ср	1,0/1,0	1,0

Додаток 2.11

Мапа розподілу опадів за період схилового стоку, у відсотках від максимальних запасів води у снізі.



Додаток 2.12

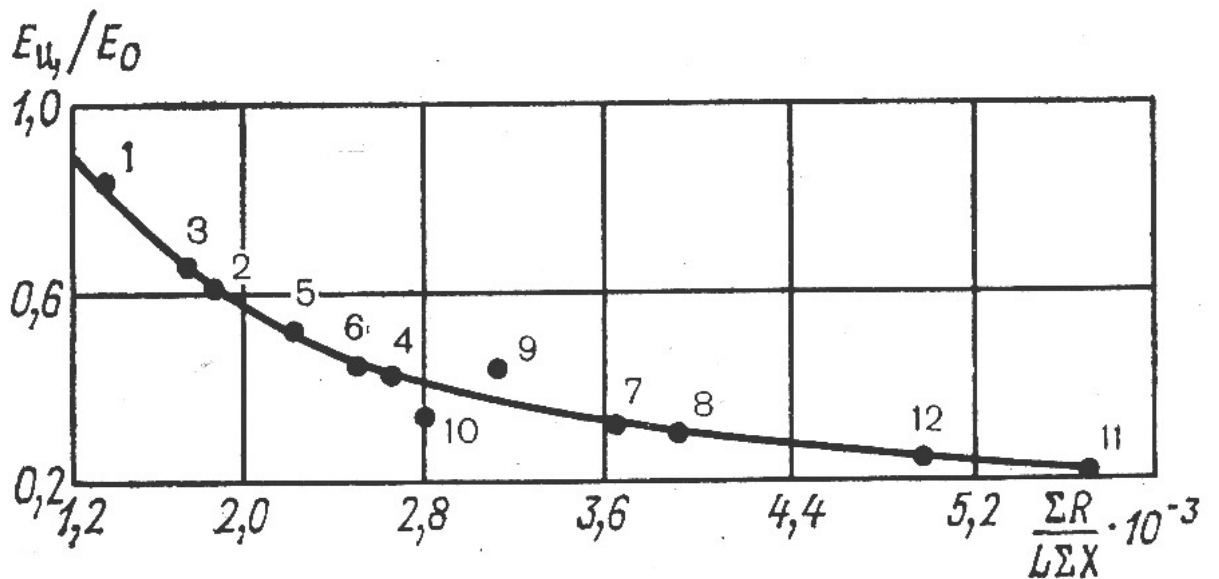
Середнє змінення випаровування з сільськогосподарських угідь відносно цілинних та залежних земель за теплий період року.

Зона	Характеристика теплового періоду	$\Delta \bar{E}_{oz}$	$\Delta \bar{E}_я$	$\Delta \bar{E}_{пар}$
Збиткового та достатнього зволоження (лісова зона та північна частина лісостепової зони)	Багатоводний	40/9	20/5	-90/-21
	Середній по водності	20/6	10/3	-70/-20
	Маловодний	10/3	0/0	-90/-31
Недостатнього зволоження (південна частина лісостепової та степова зони)	Багатоводний	40/10	20/5	-100/-25
	Середній по водності	25/8	10/3	-70/-23
	Маловодний	15/6	0/0	-100/-40

Примітка: В чисельнику – в міліметрах; у знаменнику – у відсотках.

Додаток 2.13

Зв'язок $\frac{E_u}{E_0} = f[\frac{\sum R}{(L \sum X)}]$ для цілини (залежі, луків)



Додаток 2.14

Збільшення випаровування над лісом ($\bar{E}_{л,лсп}$) за рівнянням з випаровуванням з угідь, де лісу немає (цілина, залеж, луг) ($\bar{E}_ц$) у лісостеповій зоні за теплий період

Характеристика теплового періоду	$\Delta \bar{E}_{л,лсп} = \bar{E}_{л,лсп} - \bar{E}_ц$	
	мм	%
Багатоводний	10	3
	50	13
Середній по водності	30	9
	80	23
Маловодний	50	18
	100	37

Примітка: В чисельнику – випаровування при $4 < H < 10$, в знаменнику – при $H > 10$ м.

Додаток 2.15

Зменшення середнього весняного стоку під впливом агротехнічних заходів (річки з постійним цілорічним стоком, повна оранка водозбору глибиною 25 см та більш), у відсотках річного

Середній	Ґрунти	Ухил схилів,	Глибина до рівня ґрунтових вод, см
----------	--------	--------------	------------------------------------

багаторічний стік за мапою СН, л/с*км ²		‰	200 га менш	500	1000 га більш
Лісова зона					
$\frac{\geq 10}{< 10}$	Сп	>50	$\frac{4}{5}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{6}$
$\frac{\geq 10}{< 10}$	Сп	<50	$\frac{4}{5}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{7}$
$\frac{\geq 10}{< 10}$	Сг	>50	$\frac{2}{3}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{8}{10}$
$\frac{\geq 10}{< 10}$	Сг	<50	$\frac{3}{3}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{10}{12}$
Лісостепова зона					
$\frac{\geq 3}{< 3}$	Сг	>50	$\frac{6}{7}$	$\frac{10}{11}$	$\frac{10}{12}$
$\frac{\geq 3}{< 3}$	Сг	<50	$\frac{9}{11}$	$\frac{12}{15}$	$\frac{13}{16}$
Степова зона					
$\frac{>}{<}$	Сг	>50	$\frac{15}{17}$	$\frac{21}{23}$	$\left[\frac{31}{35} \right]$
$\frac{>}{<}$	Сг	<50	$\frac{16}{18}$	$\frac{23}{26}$	$\left[\frac{31}{35} \right]$

Примітка: Квадратні дужки свідчать про зникаюче малому живленні річок ґрунтовими водами. 2. В чисельнику приведені дані для водозборів зі стоком, близьким до середнього в межах природної зони, в знаменнику – для водозборів зі стоком нижче середнього.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бефани А.Н. Вопросы региональной гидрологии. Паводочный сток: Учеб. пособие/ -Киев: УМК ВО, 1989, - 132 с.
2. Методические рекомендации по учёту влияния хозяйственной деятельности на сток малых рек при гидрологических расчётах для водохозяйственного проектирования Л.: Гидрометеиздат, 1986.-167 с.
3. Методические указания по оценке влияния хозяйственной деятельности на сток средних и больших рек и восстановлению его характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 78с
4. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
5. Рекомендации по расчёту испарения с поверхности суши. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 95 с.
6. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 332 с.

