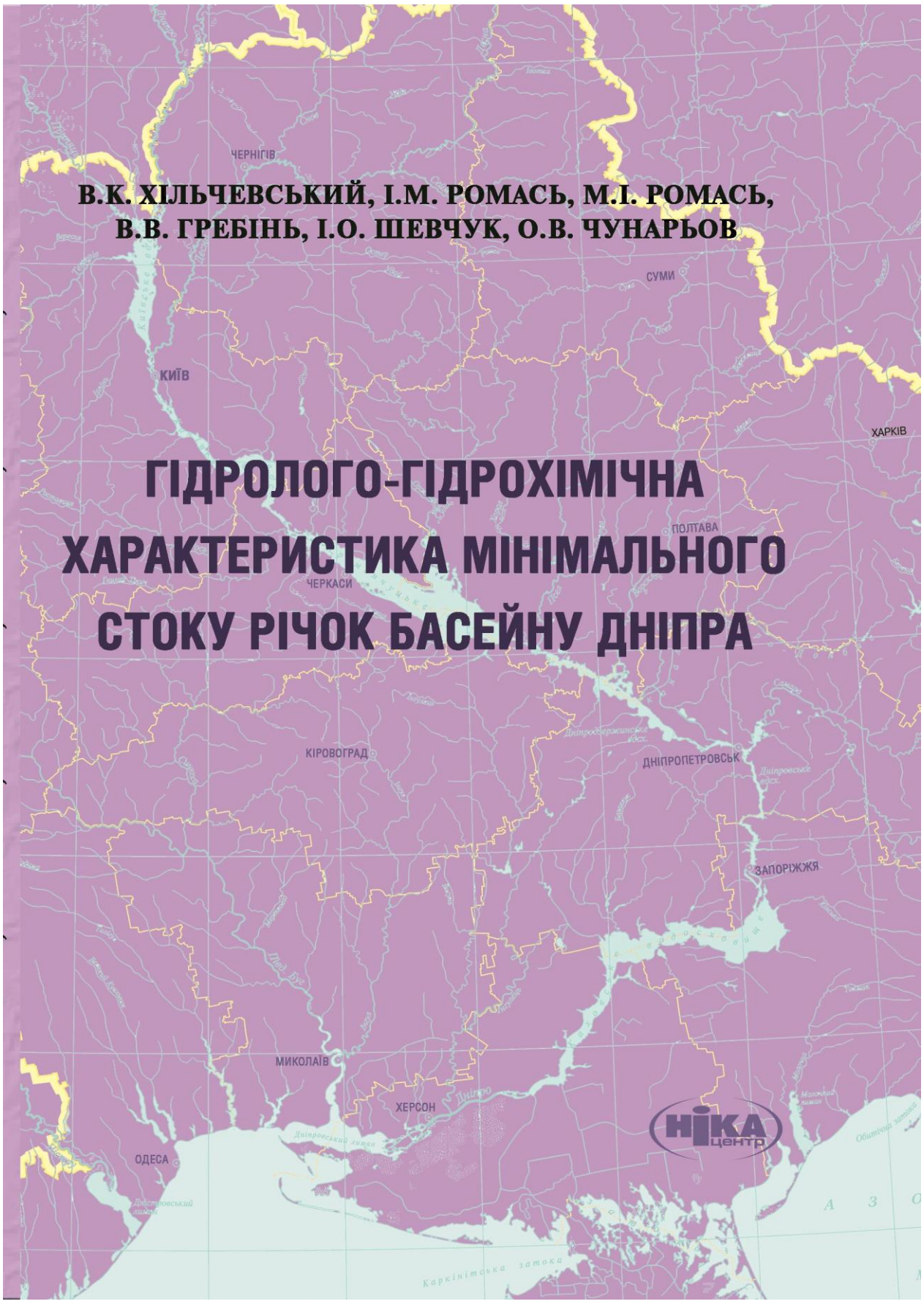


**В.К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, І.М. РОМАСЬ, М.І. РОМАСЬ,
В.В. ГРЕБІНЬ, І.О. ШЕВЧУК, О.В. ЧУНАРЬОВ**

ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА

НІКА центр

**В.К. ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ, І.М. РОМАСЬ, М.І. РОМАСЬ,
В.В. ГРЕБІНЬ, І.О. ШЕВЧУК, О.В. ЧУНАРЬОВ**

ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА

За редакцією В.К. Хільчевського

**Київ
Ніка–Центр
2007**

ББК526.222
УДК 556.530.2
Г46

Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась, В.В. Гребінь, І.О. Шевчук, О.В. Чунарьов /За ред. В.К. Хільчевського.− К.: Ніка–Центр, 2007. − 184 с.

ISBN 978-966-521-445-8

У монографії розглядаються закономірності просторового і часового розподілу гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України). Виявлені загальні тенденції у формуванні мінімальних середньомісячних та мінімальних середньодобових витрат різної забезпеченості і хімічного складу річкових вод та певні відмінності, характерні для окремих річок, які обумовлені взаємодією комплексу фізико-географічних, гідрогеологічних та антропогенних чинників. Визначена антропогенна складова іонного стоку, досліджено трансформацію хімічного типу річкових вод за останні десятиріччя. Досліджені сучасні зміни мінімального стоку річок басейну під впливом кліматичних змін. За гідролого-гідрохімічними показниками мінімального стоку проведено районування території басейну Дніпра у межах України.

Рецензенти:

Б.В. Кіндюк, доктор географічних наук, професор (Одеський національний політехнічний університет);

М.Р. Забокрицька, кандидат географічних наук, доцент (Волинський державний університет імені Лесі Українки)

Затверджено Вченою радою географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, протокол № 3 від 1 березня 2007 р.

ISBN 978-966-521-445-8

© В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І.Ромась,
В.В. Гребінь, І.О. Шевчук, О.В. Чунарьов, 2007

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА 4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ 6
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ФОРМУВАННЯ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА 15
2.1. Фізико-географічні умови 15
2.2. Геологічна будова, рельєф та гідрогеологічні умови 22
2.3. Гідрографічна характеристика басейну 27
2.4. Господарська діяльність 30
РОЗДІЛ 3. ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНА ІНФОРМАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ОБРОБКИ..... 33
3.1. Характеристика бази даних 33
3.2. Методика обробки даних 38
РОЗДІЛ 4. РОЗПОДІЛ МІНІМАЛЬНИХ ВИТРАТ ТА МОДУЛІВ СТОКУ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ 48
4.1. Мінімальні середньомісячні та середньодобові витрати води 48
4.1.1. Розподіл мінімальних середньомісячних витрат 49
4.1.2. Розподіл мінімальних середньодобових витрат 57
4.2. Мінімальні модулі стоку 63
4.2.1. Розподіл мінімальних середньомісячних і середньодобових модулів стоку 64
4.2.2. Розподіл підземного стоку за територією басейну Дніпра 75
РОЗДІЛ 5. СУЧАСНІ ЗМІНИ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА ТА ЇХ ПРИЧИНИ 77
5.1. Методичні аспекти досліджень 77
5.2. Кліматична обумовленість сучасних змін стоку річок басейну..... 88
5.3. Реакція характеристик мінімального стоку річок басейну на зміни кліматичних параметрів..... 97
РОЗДІЛ 6. ХІМІЧНИЙ СКЛАД І МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОДИ РІЧОК У ЛІТНЬО-ОСІННЮ ТА ЗИМОВУ МЕЖЕНЬ ПРИ ВИТРАТАХ РІЗНОЇ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ..... 104
6.1. Головні іони 105
6.2. Мінералізація води річок у меженний період..... 126
6.3. Антропогенна складова іонного стоку річок..... 130
РОЗДІЛ 7. РАЙОНУВАННЯ БАСЕЙНУ ДНІПРА ЗА ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ..... 138
ВИСНОВКИ 152
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... 156
ДОДАТКИ..... 164

ПЕРЕДМОВА

Антропогенне навантаження на водні ресурси України, особливо у басейні Дніпра, водою якого забезпечується більше двох третин загальногосподарських потреб України, досягло високого рівня. Найбільш напружена ситуація виникає в меженний період (літньо-осіння та зимова межень), коли річки переходять переважно на живлення грунтовими водами і їх стік стає мінімальним. Найменші витрати води в річках, які можуть знижуватися до нульових значень, є однією з основних гідрологічних характеристик, яку потрібно враховувати при проектуванні водозабірних споруд на річках для різних користувачів. При формуванні мінімального стоку на гірше змінюється й якість води − скиди господарсько-побутових та промислових стічних вод залишаються на одному рівні, а можливість їх розбавлення та здатність до самоочищення води річок зменшується.

Дослідження мінімального стоку також пов’язано з вирішенням важливої гідрологічної проблеми – формування водного балансу регіонів, оскільки підземна його складова найменш вивчена.

Проблемі формування мінімального стоку річок в Україні присвячено декілька робіт виданих у 1959-1987 рр. В останні десятиріччя нею практично не займалися, незважаючи на гостру необхідність таких досліджень як у науковому, так і практичному аспектах. Так, внаслідок тривалої сухої погоди на річках, де встановлено поверхневі водозабори, різке зниження рівня призводить до неможливості постачання користувачам води в потрібній кількості та відповідної якості. Подібні випадки не поодинокі і класифікуються в Міністерстві України з питань надзвичайних ситуацій як "гідрологічні прісноводні надзвичайні ситуації" (за Державним класифікатором надзвичайних ситуацій) і викликані помилками при проектних розрахунках мінімальних витрат води річок.

Процеси глобального потепління клімату призводять до зміни гідрологічного режиму річок та характеристик мінімального стоку зокрема. Відбувається зростання водності у літньо-осінні та зимові місяці. Аналіз регіональних особливостей реакції гідрологічного режиму річок на сучасні кліматичні зміни можливий із застосуванням ландшафтно-гідрологічного підходу.

В основу монографії покладені результати багаторічних досліджень, які виконувалися у 2001-2007 рр. згідно з програмою „Охорона навколишнього середовища” Київського національного університету імені Тараса Шевченка у науково-дослідній лабораторії гідроекології та гідрохімії кафедри гідрології та гідроекології географічного факультету.

Автори: В.К. Хільчевський, завідувач кафедри гідрології та гідроекології, доктор географічних наук, професор, керівник авторського колективу (загальне редагування, передмова, розд. 2.3, 2.4, 6.1, 6.2.); І.М. Ромась, кандидат географічних наук, науковий співробітник Інституту геохімії навколишнього середовища НАНУ і МНС України (розділи 1, 2.1, 3.1, 3.2, 4.1, 4.2, 7); М.І. Ромась, доктор географічних наук, завідувач науково-

дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії (розділ 2.2, 4.2, 6.3); В.В. Гребінь, канд. геогр. наук, доцент (розділ 5); І.О. Шевчук, провідний інженер науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії (участь у написанні розділів 4.1, 6.3); О.В. Чунарьов, аспірант кафедри гідрології та гідроекології (участь у написанні розділів 3.2, 4.2).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ З ПРОБЛЕМИ ФОРМУВАННЯ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ

Дослідження несприятливих умов формування стоку річок у меженний період є однією з найбільш актуальних проблем, як у кількісному, так і в якісному відношенні, особливо для басейну р. Дніпро – основного джерела водопостачання більшої частини України.

Під поняттям межені розуміються періоди внутрішньорічного циклу, протягом яких спостерігається низька водність, зумовлена різким зменшенням притоку з водозбірної площі. У ці періоди річковий стік формується практично за рахунок підземних вод, що дренуються гідрографічною мережею. Вирізняють літньо-осінню та зимову межень. Для басейну Дніпра, у цілому, меженний період триває від червня до лютого, тобто охоплює дев'ять місяців. Головними показниками межені є її приналежність до того чи іншого сезону року, тривалість, стабільність та водність річки [101].

Найважливішим показником межені, який приймається у проектних розрахунках, є мінімальний стік, що, звичайно, характеризується мінімальними середньомісячними (або 30-денними періодами з найменшим стоком за тривалості межені менше двох місяців) та середньодобовими мінімальними витратами води річок у літньо-осінній та зимовий періоди [81, 115]. Вивчення мінімального стоку нерозривно пов'язано також із вирішенням кардинальної гідрологічної проблеми − формування природних вод суші, оскільки підземний стік найменш вивчений серед інших елементів загального водного балансу.

Питання мінімального стоку, як найважливішого критерію для різних видів водокористування, постало ще на початку XX ст., коли виникла потреба у прогнозуванні водності річок у періоди посух, і привернуло значну увагу гідрологів. На території України основоположником наукових гідрологічних досліджень вважають М.І. Максимовича, який у 1901 р. опублікував монографію "Дніпро та його басейн", в якій прослідковується генетичний підхід до вивчення стоку річок [78]. У 1904-1915 рр. в Україні створюються гідрометричні станції, що починають систематично стежити за режимом основних річок, відкриваються перші водомірні пости. Важливими подіями у дослідженні загального річкового стоку було створення Інституту водного господарства України (1926 р.) та Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Уперше дослідження підземного живлення річок УРСР виконано у 1937-1939 рр. К.І. Маковим [87, 88], воно мало загальний, описовий характер – згідно тій стадії гідролого-гідрогеологічної вивченості України, що була на той час.

Досить грунтовні гідрологічні розрахунки для річок УРСР проведено І.О. Чіппінг, а щодо мінімального стоку – К.А. Лисенко, які узагальнено у монографії [147] та статті [86]. За К.А. Лисенко, абсолютна відмітка базису

ерозії долини річки є показником ступеня її забезпеченості підземним живленням. За спільністю переважно гідрогеологічних умов формування мінімального стоку в межах України виділено 13 районів. Дані з мінімального стоку було взято, в основному, з матеріалів Гідрометслужби – "Материалы по режиму рек", "Гидрологический ежегодник". Періоди спостережень на переважній більшості річок становлять 5-15 років, значно менше річок мають тривалість спостережень 20-30 років, і зовсім мало пунктів із рядами понад 30 років.

При аналізі умов формування мінімального стоку річок в окремих районах України встановлено, що мінливість мінімального стоку залежить, головним чином, від кліматичних і гідрогеологічних умов, а головним фактором, що зумовлює величину мінімального стоку в межах одного району, є вертикальна гідродинамічна зональність підземних вод і ступінь перейняття їх ерозійним врізом річки. Вплив інших чинників, що впливають на мінімальний стік, а саме рельєфу, заболоченості, залісеності та антропогенних факторів викликає, у певній мірі, відхилення від середніх значень. Підземне живлення річок збільшується із зменшенням відмітки врізу русла в районах, де визначено горизонтальне розташування водоносних горизонтів. Для районів, в межах яких головні водоносні горизонти мають істотний похил і заглиблюються на значну глибину, де вони не можуть бути дреновані річками, а втрати на випаровування великі, із збільшенням ерозійного врізу русла можливе зменшення підземного живлення річок. Внаслідок проведених досліджень були розроблені рекомендації для визначення мінімальних витрат розрахункової забезпеченості на початкових стадіях проектування, якими можна користуватись при відсутності матеріалів спостережень. Спосіб розрахунку, рекомендований для визначення мінімальних витрат малих річок, враховує, по можливості, особливості їх підземного живлення. Це, на думку авторів, наближує результати розрахунків до дійсності порівняно з визначенням мінімальних витрат за картою ізоліній або за схемами, побудованими за залежністю мінімального стоку від норми річного стоку або площі водозбору [147].

Картосхеми розподілу мінімальних середньомісячних і середньодобових модулів стоку малих річок України наведені К.А. Лисенко в "Атласе природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР" [6]. При цьому, не вказано за якими даними ці картосхеми побудовані, але зазначається, що визначення мінімального стоку є значно складнішим за інші характеристики водного режиму у зв’язку з його прямою залежністю від місцевих, особливо гідрогеологічних умов. Характерною особливістю водного режиму малих річок України також є відсутність стоку через їх пересихання та перемерзання. До того ж, пересихання, передусім, обумовлюється гідрогеологічними умовами басейну річки.

Районування території України за умовами формування мінімального стоку наведено у роботі [135]. Виділено 27 районів, у тому числі 9 районів у басейні Дніпра, частина з яких поділяється на підрайони. Межі районів і підрайонів проведено за вододілами середніх і малих річок з подібними

гідрогеологічними умовами живлення водотоків підземними водами. Абсолютні відмітки врізу русла річки при суміщенні з відмітками залягання водоносних горизонтів опосередковано вказують на забезпеченість річки підземним живленням. Ця схема районування, за своєю сутністю, має вигляд удосконаленого варіанту схеми районування, що запропонована К.А. Лисенко [6, 86, 147]. Ряди спостережень тут охоплюють період з 1946 по 1975 рр. За цими даними наведені багаторічні характеристики мінімального середньомісячного (літньо-осінньої та зимової межені) стоку річок. У басейні Дніпра наведено характеристики за 33 пунктами спостережень на 29 річках – середні витрати та витрати 80 % забезпеченості мінімального середньомісячного стоку в літньо-осінню та зимову межень. Ці ж характеристики, проте по 10 річках басейну Дніпра, наведено у роботі [159], в якій також проведено районування річок України за умовами формування мінімального стоку. Виділено 26 районів з підрайонами, з яких 9 районів охоплюють територію басейну Дніпра. Ця схема районування побудована за такими ж принципами, які були використані у вищезазначених роботах [6, 86, 135, 147].

Вважається, що головним загальним фактором формування мінімального стоку є співвідношення кількості атмосферних опадів і сумарного випаровування, що в значній мірі визначає живлення підземних вод і, відповідно, величину мінімального стоку [101]. Крім того, важливою є динаміка зміни цього співвідношення за місяцями протягом року. Зональна зміна мінімального стоку, загальне його зменшення з північного заходу на південний схід може порушуватися азональними гідрогеологічними умовами, особливо в районах поширення карсту. На формування мінімального стоку великий вплив має характер і механічний склад порід зони аерації, лісистість, озерність, заболоченість та розораність водозбору. Для північних районів Московської області Російської Федерації заболоченість корелятивно пов’язана прямою залежністю з величинами мінімального стоку, а з розораністю водозбору модуль мінімального стоку має обернений зв’язок [101].

Білоруськими вченими вивчалася зона активного стоку підземних вод, тобто верхня частина підземної гідросфери, що знаходиться під дренуючою дією гідромережі, де формується підземний стік у річки [10]. Підземний стік у цій роботі розрахований за гідролого-гідрогеологічним методом генетичного аналізу річних гідрографів. Ресурси підземних вод верхньої частини зони активного стоку становлять 2,4 $дм^3/с \cdot км^2$. За рахунок підземних вод формується близько 47 % загального стоку річок території Білорусі. В середньому, атмосферні опади становлять 719 мм, з яких 487 мм випаровується, а 232 мм витрачається на річковий стік. При цьому, не враховані конденсаційні води (туман, роса тощо), тобто опади, що не реєструються опадомірами, але які можуть досягати 20-40 % загального зволоження території [10].

Проблема взаємозв’язку поверхневого стоку та підземних вод почала вивчатися гідрологами у першій половині минулого сторіччя. Тоді з’явилися

перші спроби визначення основної складової стоку в меженні періоди − підземного живлення. Серед них і метод зрізки загального гідрографа річки по прямій лінії через його низькі точки. Такий спосіб виділення підземного стоку в межень надто простий, але для практичного аналізу зручний, особливо за значної кількості гідрометричного матеріалу з річкового стоку. Надалі для підвищення точності гідрологічних розрахунків загальний річний стік розчленовується на складові за генетичними ознаками. Уперше це запропоновано В.Г. Глушковим [114] у 1928 р., із виділенням за чотирма категоріями живлення − глибокими підземними водами, алювіальними водами та верховодкою, паводковими або великими поверхневими водами, а також малими (зливовими) водами. В основу виділення цих категорій В.Г. Глушков поклав аналіз самого гідрографа, причому найменші витрати на багаторічному графіку приймалися за показник живлення річки глибокими підземними водами. Перевага цього методу в тому, що при виділенні підземної складової враховується динаміка підземного стоку річки. За регіональних узагальнень широко застосовується прийом схематизації виділення підземного стоку в річці при аналізі гідрографів. Різноманітність схем при аналізі гідрографів стосується розташуванням лінії, що розчленовує гідрограф річки на підземну та поверхневу складові у період повені.

Взаємозв’язок підземних вод і поверхневого стоку досліджувався у 40-і роки XX ст. у лабораторії гідрогеологічних проблем АН СРСР під керівництвом академіка Ф.П. Саваренського [131]. З використанням накопиченого фактичного матеріалу за рівнями води в річках і в прилеглих свердловинах та колодязях вивчався грунтовий стік на території Європейської частини СРСР. Важливою теоретичною основою для вирішення проблеми формування підземного стоку стало виділення Б.Л. Лічковим [80] зон підземних вод за принципами вертикальної гідродинамічної зональності, викликаної наявністю на суші великої кількості базисів ерозії, які дренують підземні водоносні горизонти. Виділяються три зони - верхня, або інтенсивного водообміну, середня, або уповільненого водообміну та нижня, або надто уповільненого водообміну. Між першою та третьою зоною різниця у швидкості водообміну може бути в сотні й тисячі разів.

Схему класифікації підземного живлення річок на генетичній основі розробив Б.І. Куделін [76, 112]. У цій схемі об’єктивно відображено можливу різноманітність джерел підземного живлення, а також динаміки підземного стоку в русло річки залежно від характеру гідравлічного зв’язку річкових і підземних вод. Основи комплексного гідролого-гідрогеологічного методу вивчення підземного живлення річок і вирішення питання про принципи регіональної оцінки природних ресурсів підземних вод розробляли також інші дослідники [61]. Значна робота з вивчення мінімального стоку проведена при складанні карти підземного стоку колишнього Радянського Союзу [62].

На території України дослідження підземного живлення річок проводив К.І. Маков [87]. Значна робота з вивчення взаємозв’язку підземних вод зони інтенсивного водообміну (зони дренування) з поверхневими водами в межах Українського Полісся виконана Г.О. Білявським [11]. Територія Українського

Полісся районована згідно до умов формування підземного стоку, складено карти середньобагаторічних модулів підземного стоку, карта глибин ерозійних врізів річок, типові схеми дренування підземних вод, визначено природні ресурси прісних підземних вод. Використано матеріали спостережень на 68 водпостах, які функціонували на річках Українського Полісся, з яких на 25 постах спостереження проводилися до 10 років, зазвичай 3-8 років, а на 28 постах – у межах 10-20 років. Ряди спостережень, що охоплюють 30-40 років, було використано для 5 водпостів. У результаті досліджень підземного стоку комплексним методом генетичного розчленування річного гідрографа (проведено аналіз близько 800 річних гідрографів) виявлено особливості взаємозв'язку підземних вод зони дренування з річковими водами різних районів і роль окремих водоносних горизонтів у загальному підземному живленні річок. Надалі питання взаємозв'язку підземних вод з річковими водами вивчалося при дослідженні природних ресурсів підземних вод зони інтенсивного водообміну на території України [7].

Питання взаємозв'язку поверхневих і підземних вод розглядалося також у контексті дослідження геохімічних, гідрологічних і гідрогеологічних умов міграції забруднюючих речовин на прикладі Правобережжя Середнього Придніпров'я [140]. Встановлено, що поверхневі та підземні води зазвичай утворюють єдину гідравлічну систему, особливо в долинах річок. За ступенем взаємозв'язку підземних і поверхневих вод виділяються три гідродинамічні зони: зона активного взаємозв'язку з поверхневими водами та інтенсивного стоку у бік річкової мережі; зона утрудненого водообміну, коли напрям стоку визначається положенням регіонального дренуючого базису; зона дуже слабкого водообміну з поверхневими водами, коли водоносні горизонти залягають на глибині більше 1000 м, а напрям руху підземних вод визначається глибокозалягаючим базисом стоку (море, океан), або великими тектонічними розломами. У межах розвитку кристалічних порід інтенсивна циркуляція підземних вод може відбуватися в зонах підвищеної тріщинуватості, що залягають, зазвичай, на глибині 100-150 м від денної поверхні [140].

Порядок визначення розрахункових гідрологічних характеристик при проектуванні річкових гідротехнічних споруд, залізничних та автомобільних доріг, меліоративних систем, а також систем водопостачання, при плануванні та забудові населених пунктів, складанні генеральних планів промислових сільськогосподарських виробництв, при розробці заходів з боротьби із повенями, викладений у відповідних настановах [24, 115, 136]. При цьому, значна увага приділяється визначенню розрахункових мінімальних витрат води, які розраховуються для зимового та літньо-осіннього меженних періодів і включають, в основному, такі характеристики як мінімальна середньодобова витрата та мінімальна середньомісячна витрата за календарний місяць, або за 30 днів, з найменшим стоком. При цьому, не вказується, на жаль, в які саме місяці меженного періоду формується мінімальний стік.

Дослідження хімічного складу поверхневих вод території України в цілому проводилися у таких напрямках як характеристика гідрохімічного режиму та його прогноз для річок, характеристика іонного складу, біогенних та органічних речовин у воді озер, водосховищ і ставків, стік розчинених речовин, гідрохімія місцевого стоку, гідрохімічне картографування та районування тощо.

Уперше узагальнення даних з хімічного складу малих річок України зроблено в монографії А.Д. Коненко [68], де на картах показано хімічний склад води тільки за період літньої межені 1947 р. Гідрохімічне районування поверхневих вод України також проведено за періоди межені та повені у 1968 р. [69]. У залежності від мінералізації та класу води на період межені виділено вісім районів, а на період повені – шість. У подальшому було виконано роботи, присвячені гідрохімічному картографуванню ставків України, певним показникам хімічного складу річкових вод окремих басейнів тощо.

Значні роботи з гідрохімічного картографування природних вод рівнинної частини України виконано з початку 70-х рр. минулого сторіччя на кафедрі гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії Київського національного університету імені Тараса Шевченка [33, 36-39, 53, 106, 111, 144].

Науковцями університету розроблено методику побудови гідрохімічних карт за даними, обробленими з використанням статистичних методів та ЕОМ. Картографувалися три типи природних вод, що виділені за умовами їх поширення: атмосферні опади, річкові води, підземні води четвертинних відкладів та підземні води других від земної поверхні водоносних горизонтів дочетвертинних відкладів. Хімічний склад річкових вод, зокрема, вивчався у період літньої межені, яка виділена стосовно календарних дат, за даними Гідрометслужби України за 1961-1973 рр. Для рівнинної території України характерним є нерівномірність пунктів спостережень, неоднакові, а, в цілому, короткі ряди за кожним пунктом. На першому етапі виділено площі, до яких могли входити як один, так і декілька річкових басейнів, де на формування хімічного складу річкових вод впливає ряд відносно однорідних чинників – кліматичних, гідрологічних, гідроекологічних, рельєфно-морфологічних тощо. Потім статистичні ряди за кожним хімічним компонентом, у межах виділених полів аналізувалися за статистичними критеріями на однорідність. Детально методичні питання гідрохімічного картографування із застосуванням статистичних методів розглянуто в роботах [104, 105].

Надалі досліджувалися хімічний склад та якість річкових вод України на періоди повені, літньо-осінньої та зимової межені з узагальненням даних за 1971-1980 рр.; розроблено картосхеми якості річкових вод басейну Верхнього Дніпра [36, 39, 144]. Карти хімічного складу річкових вод території України, єдині карти окремої республіки, вміщені до «Гідрохімічного атласу СРСР», який уперше у практиці гідрохімічного картографування виданий у 1990 р. [32]. Від України в авторський колектив Атласу увійшли Л.М. Горєв, Д.В. Закревський, В.І. Пелешенко, М.І. Ромась та В.К. Хільчевський.

Хімічна характеристика поверхневих і підземних вод території України виконана на основі досліджень науковців кафедри гідрології та гідроекології та науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії, наведена у довідниках [89, 135]. В останні роки значну увагу приділено дослідженню гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок [15, 26, 50, 84, 121-128, 148]. Питання з історії гідрохімічних досліджень річок України та гідролого-гідрохімічного районування розглядається детальніше у роботах [40, 59, 73, 74, 108, 143].

Висвітлення теоретичних питань щодо умов формування гідрохімічного режиму річок і вирішення прикладних завдань з розробки заходів з охорони вод від забруднення посідає в класичній гідрохімії важливе місце у зв'язку з дослідженням залежностей між концентраціями хімічних компонентів і величинами мінералізації та витратами води. Одним з перших на зменшення мінералізації із збільшенням витрат води, що пояснюється розбавленням менш мінералізованими водами весняного поверхневого стоку більш мінералізованих річкових вод зимової межені, звернув увагу О.О. Алекін [1]. Залежність не лише мінералізації води річок від їх водного режиму, але й кожного з семи головних іонів вивчали у Гідрохімічному інституті (м. Ростов-на-Дону) [137]. Результати досліджень мали особливе прикладне значення у зв'язку з плануванням перерозподілу поверхневого стоку на території колишнього Радянського Союзу з північних районів у південні, через що вивчалися річки басейнів Баренцового, Білого, Балтійського, Чорного, Азовського, Каспійського та Аральського морів [24]. У багатьох випадках виявилася чітка залежність зменшення мінералізації води та концентрації головних іонів зі збільшенням витрат води, що відзначено й для річок басейну Дніпра.

На кафедрі гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка залежність мінералізації води та концентрацій головних іонів від витрат води врахована при визначенні антропогенної складової іонного стоку річок України [54, 55, 58, 103, 109]. З урахуванням таких залежностей показано, що в концентраціях головних іонів, особливо сульфатних, хлоридних, натрію та, частково, магнію чітко виділяється та частина, що формується під впливом господарської діяльності. У подальшому було встановлено таку особливість формування гідрохімічного режиму річок як зростання концентрацій сульфатів, хлоридів і лужних металів при збільшенні витрат води [55]. При цьому концентрації гідрокарбонатних іонів і кальцію зменшувалися. Тобто, при загальній тенденції до зменшення мінералізації води при збільшенні витрат за рахунок іонів, що зумовлюють хімічний склад (гідрокарбонати кальцію), збільшуються концентрації сульфатів і хлоридів натрію. Це пояснюється тим, що природні процеси формування хімічного складу річкових вод почали порушуватися під впливом антропогенних чинників. Тому зі збільшенням поверхневого стоку з поверхні водозбору змивається більше хімічних компонентів (особливо хлоридів натрію), що накопичуються в результаті активізації господарської діяльності, зокрема, при сільськогосподарських

меліораціях [51, 54].

Зменшення концентрацій HCO_3^- і Ca^{2+} та збільшення концентрацій сульфатів у воді річок із збільшенням витрат води пов'язується також із фізико-хімічними процесами. Так, HCO_3^- і SO_4^{2-} є компонентами-антагоністами [116], тому з надходженням до води річок сульфат-іонів відбувається витіснення в осад гідрокарбонатних іонів, що разом з кальцієм формують нерозчинний $CaCO_3$, що випадає в осад [100].

Слід зазначити, що одним з найважливіших чинників формування хімічного складу річкових вод, особливо у меженний період, є підземний стік хімічних речовин. Дослідження цієї проблеми вважається однією з основних задач сучасної гідрогеохімії [25]. Необхідна кількісна оцінка стоку хімічних речовин з підземними водами для різних структурно-гідрогеологічних районів, особливо в межень, коли підземні води є найважливішою складовою стоку. Підземний стік хімічних речовин, як природне явище, є одним із значних процесів масопереносу в земній корі. Оцінка модулю підземного стоку хімічних речовин зазвичай визначається за хімічним складом води малих річок у межень. Проте, у зв'язку з їхньою зарегульованістю та забрудненням у сучасний період така оцінка буде не коректною, тому потрібні дані з хімічного складу підземних вод [25].

Проблема формування мінімального стоку річок також тісно пов'язана з питаннями визначення мінімальних, екологічно необхідних, лімітованих витрат води [21, 29, 63, 99].

За аналітичним оглядом досліджень проблеми формування мінімального стоку річок України можна зробити висновок, що вивчення гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок України, у тому числі річок басейну Дніпра, були досить розрізненими й не охоплювали проблеми в цілому. У межень виділялися переважно періоди з мінімальним 30-денним стоком, без вивчення динаміки формування меженного стоку річок за всі місяці меженного періоду, а тим більше – різної забезпеченості. Хімічний склад річок вивчався у літню (або літньо-осінню) межень за календарними датами без урахування реальних витрат, що спостерігалися при відборі проб води на хімічний аналіз, і, звичайно, без визначення забезпеченості таких витрат. Останніми десятиріччями проблемі формування мінімального стоку увага взагалі практично не приділялася.

Об'єктивною причиною такого підходу була порівняно невелика довжина рядів з мінімальними витратами і, особливо, гідрохімічних рядів по кожному пункту спостережень. На сучасному етапі, коли кількість гідролого-гідрохімічної інформації збільшилася, стало можливим визначення мінімальних (середньомісячних і середньодобових) витрат води річок різної забезпеченості за кожний місяць меженного періоду. Відповідно, з'явилася можливість формування гідрохімічних рядів з урахуванням витрат, що спостерігалися при відборі проб води. Звичайно, ці дослідження можна провести на сучасному рівні з використанням відповідного програмного забезпечення для картографування за допомогою ГІС-технологій.

Наявність значної гідрологічної інформації дозволяє досліджувати не

тільки мінімальний стік, як це було дотепер, а в цілому меженний стік (середньомісячний та середньодобовий) за всі окремі місяці літньо-осінньої та зимової межені, виявити при цьому конкретні місяці, коли виникають найбільш несприятливі умови формування мінімального стоку.

Дослідження антропогенної складової іонного стоку річок басейну Дніпра проводилися і раніше, але при цьому використовувалися порівняно невеликі ряди спостережень, або визначалася антропогенна складова опосередковано, через співвідношення певних хімічних елементів, які для води річок з природним вмістом іонів мають постійне значення (Si/P, Si/N). При цьому, до антропогенної складової стоку потрапляють навіть компоненти карбонатно-кальцієвої системи. Іншою методикою розрахунку антропогенної частки іонного стоку є дослідження різниці між концентраціями хімічних компонентів у воді верхньої течії річки, які приймали за природний фон, та у нижній частині [1, 5]. Проте, така методика практично не враховувала збільшення концентрацій іонів у воді вниз за течією за рахунок розвантаження у річкову мережу підземних вод (як правило підвищеної мінералізації), особливо у меженний період.

До чинників антропогенного навантаження, за рахунок яких збільшується іонний стік, відносять скиди промислових, господарсько-побутових стічних вод, зливові води з урбанізованих територій, поверхнево-схиловий стік з сільгоспугідь, дренажний стік із зрошуваних та осушуваних земель та частка іонного стоку за рахунок збільшення мінералізації опадів через промислові викиди в атмосферу, що зумовлює антропогенний вплив на поверхневі води навіть незаселених територій.

Оскільки у межах досліджуваного басейну практично відсутні водотоки, які б не знаходилися під впливом господарської діяльності, то мова може йти лише про визначення відносного антропогенного навантаження на річковий басейн. Нажаль, не можна обрати річки, хімічний склад води яких слугував би еталоном природного гідрохімічного фону. В останні роки з’явилися публікації [54-59] про зменшення антропогенного навантаження на річкові басейни і, навіть, за деякими показниками повернення до „відносних фонових” значень. Відповідно дослідження мінімального стоку за останні 10-12 років та порівняння його характеристик з попередніми періодами досліджень становить значну практичну та наукову цінність.

РОЗДІЛ 2

ХАРАКТЕРИСТИКА УМОВ ФОРМУВАННЯ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА

Формування мінімального стоку річок залежить від поєднання складного комплексу чинників, що взаємодіють між собою. Ці чинники важко піддаються кількісному обліку, але головними з них є фізико-географічні, геологічні та гідрогеологічні. У сучасних умовах суттєвий вплив на меженний стік має господарська діяльність, особливо забір поверхневих та підземних вод, зарегульованість річок, скиди стічних вод, ураженість басейну екзогенними геологічними процесами, особливо під впливом залізорудних, вугільних і нафтових розробок тощо.

2.1. Фізико-географічні умови

Режим річок формується під впливом різноманітних фізико-географічних чинників, які поділяються на дві групи – метеорологічні та поверхнево-схилові чинники підстилаючої поверхні водозборів [12]. Головні метеорологічні чинники – це атмосферні опади, випаровування, температура повітря та грунту. До поверхневих чинників водозборів річок належать рельєф, грунтовий та рослинний покрив, морфометричні характеристики річки та її басейну. Вплив фізико-географічних чинників на гідрологічні характеристики річок може значно різнитися за різних періодів осереднення. Якщо багаторічний стік більше залежить від кліматичних умов, то роль чинників підстилаючої поверхні збільшується у міру зменшення періоду осереднення. Тому на мінімальний, особливо, добовий, стік їхній вплив є безпосереднім і переважаючим. У деяких випадках вплив чинників підстилаючої поверхні настільки зростає, що вони нівелюють кліматичні умови водозборів. Так, наявність карсту на значній частині водозбору може різко зменшити весняне водопілля й набагато збільшити мінімальний стік у меженний період.

Територія басейну Дніпра займає близько половини території України, простягається з півночі на південь і охоплює повністю північну частину країни, поступово звужуючись у південному напрямку. Для просторової оцінки географічного положення та з’ясування змін умов природного середовища з півночі на південь необхідно користуватись фізико-географічним районуванням території України [91, 139]. Воно є найбільш повним, оскільки в його основу покладений ландшафтно-генетичний принцип, що включає всебічне вивчення взаємозв’язку та взаємодії ландшафтоутворюючих факторів. Фізико-географічне районування України враховує елементи геоморфологічного, кліматичного, грунтового та інших районувань і являє собою наступну схему: на півночі розташовується зона мішаних лісів, далі − лісостепова, і на півдні − степова зона, що в свою чергу поділяється на дві підзони: північна степова та південна степова. На заході

територія Українських Карпат підпадає під Карпатську гірську країну, а Кримські гори, що знаходяться на Кримському півострові, − Кримську гірську країну. У межах фізико-географічних зон виділяють азональні одиниці районування − провінції та області [139].

Згідно вищенаведеному районуванню, територія басейну Дніпра в межах України розташована в трьох фізико-географічних зонах (з півночі на південь): зоні мішаних лісів, лісостеповій та степовій зоні Східноєвропейської рівнини. Слід зазначити, що у зоні мішаних лісів протікають дві головні притоки Дніпра − правобережна Прип'ять (майже 70 % площі зони) і лівобережна Десна. А у лісостеповій та степовій зонах найбільше значення відіграють лівобережні притоки, на які, відповідно, припадає більша площа фізико-географічних зон.

З точки зору ***геоморфології***, територія, що розглядається, являє собою полігенну рівнину, що складається з окремих височин і рівнин нижчого порядку різного генезису та сформованих на основі порід різного віку. Переважаючими типами рельєфу є: акумулятивний, акумулятивно-денудаційний і денудаційний, скульптурно-денудаційний, структурно-денудаційний.

Крім того, у басейні Дніпра можна виділити такі генетичні типи та форми рельєфу, як флювіогляціальні (наприклад, ози − на рівнинній частині Полісся горби, що залишилися з часу зледеніння); суфозійні (блюдця у степовій зоні), карстові, що являють собою печери, воронки тощо та розташовані на Волинському та Чернігівському Поліссі; ерозійні, що поширені в тій чи іншій мірі скрізь (яружно-балкові системи, ерозійні останці, лесові острови Полісся); еолові (наприклад, зандрові рівнини на Поліссі) [139].

За ***кліматичними*** умовами територія басейну Дніпра розташована в помірному поясі [66]. На всій території панує помірно-континентальний клімат. Кліматичні умови формуються під впливом переважаючого північно-західного переносу повітряних мас, що утворюються в районі Північно-Атлантичного (Азорського) антициклону. Проте важливу роль відіграють також баричний максимум арктичних широт та зимовий Сибірський антициклон. Особливість клімату − збільшення континентальності із заходу на схід, оскільки східні території менше піддаються впливу Атлантики. Опади та вологість повітря розподіляються у широтному напрямку. Річні суми тривалості сонячного сяяння на території басейну рідко перевищують 2000 год, причому в зимові місяці вони становлять 15-30 %, а влітку перевищують 60 % можливих. Сумарна радіація за рік становить 90-95 ккал/см^2 у північних і північно-східних районах і близько 125-127 ккал/см^2 у південних регіонах у районі впадіння Дніпра у Чорне море. Більшу частину сонячної радіації підстилаюча поверхня дістає протягом теплого періоду року, особливо за травень-вересень [66, 117]. У формуванні радіаційного режиму велике значення має розсіяна радіація. Значна частина сонячної радіації відбивається від підстилаючої поверхні та повертається в атмосферу. У басейні Дніпра найвищі значення альбедо (70-80 %) спостерігаються

взимку за наявності снігового покриву. Влітку контрасти в розподілі альбедо зменшуються, тому середнє його значення за рік змінюється від 24 % на півночі до 17 % на півдні. Взимку часто радіаційний баланс буває від'ємний, особливо в північній частині території, що розглядається.

Процеси циркуляції повітряних мас над територією басейну, що проходять завдяки рівнинній території, пов'язані з проходженням циклонів та антициклонів, що рухаються з Атлантики, Арктики та Азії. Як вже зазначалося, басейн Дніпра піддається, в основному, впливу Азорського баричного максимуму, що сприяє надходженню із заходу відносно вологого повітря, та сезонного Сибірського антициклону, гребінь якого зі сходу може приносити по осі підвищеного тиску сухе (взимку холодне, а влітку − перегріте) повітря пустель Закаспію. У зв'язку з цим на території збільшується континентальність клімату із заходу на схід. У південному напрямку зменшується кількість атмосферних опадів, підвищуються температура повітря, випаровування.

Температура залежить в основному від кількості сонячної радіації та залежно від атмосферної циркуляції змінюється в широких межах. Середня багаторічна температура повітря змінюється від 5,8-7,3 °С у північних і північно-східних частинах басейну до 9,1-9,6 °С у південних. Найвища середня місячна температура повітря спостерігається в липні та коливається від 18,1-18,4 до 22,5-22,8 °С, найнижча − у січні, і змінюється від -5,1...-8,0 до -3,7...-4,9 °С. Максимальні температури повітря досягають 37-40 °С, мінімальні -31,0...-38,0 °С. Найбільша глибина промерзання грунтів досягає 120-160 см [117].

У зоні мішаних лісів та Лісостепу січневі ізотерми простягаються з північного заходу на південний схід, а у степовій зоні − із заходу на схід. Липневі ізотерми проходять з південного заходу на північний схід і практично перпендикулярні січневим. На одній і тій самій широті на заході спостерігається тепліша зима, а на сході − літо. Тривалість безморозного періоду в західних районах більша, ніж у східних. Річні амплітуди температури збільшуються із заходу на схід. Температурний режим, як кліматичний фактор, у зимовий період може здійснювати безпосередній вплив на мінімальний стік. І хоча на території басейну, що розглядається, в наявних кліматичних умовах цього зазвичай не спостерігається, проте глибоке промерзання земної поверхні може призвести до припинення живлення річок з верхніх водоносних горизонтів. Слід зазначити, що це стосується стоку лише малих річок, що живляться підземними водами, розташування близько від земної поверхні.

Атмосферні опади впливають на мінімальний стік опосередковано. Вони інфільтруються під землю, живлять підземні води і через них річки у періоди низького стоку. Причому в цьому випадку у живленні можуть брати участь опади як даного періоду, так і попередніх місяців, сезону, року або більшого періоду, що, насамперед, залежить від геологічної та гідрогеологічної будови території, а також від кліматичних умов району. У зимовий період опади практично не беруть участі у формуванні річкового стоку, виключаючи

райони з відлигами. Але після сніготанення вони можуть живити річку тривалий час через підземні водоносні горизонти, особливо у багатоводні роки. При цьому взимку річки живляться підземними водами, що сформувалися у попередні сезони (осінь, літо, зима) і роки. Так, у зимові місяці частка підземної складової зростає в середньому на 10-20 % [27].

Ступінь впливу опадів на мінімальний стік є різним у зонах достатнього та недостатнього зволоження, оскільки різним є випаровування. Але в цілому спостерігається відповідність між розподілом за територією кількості опадів, що випали за рік, і мінімальним стоком. У районах з великою кількістю опадів спостерігається й більш високий мінімальний стік. Річні суми опадів у межах окремих водозборів зменшуються в широтному напрямку від 600-650 мм у північно-західних частинах басейну Дніпра до 460-480 мм у південних. Найбільша річна кількість атмосферних опадів, що становить 650-670 мм, випадає у верхній частині басейну р. Стир, що протікає Волинською та Подільською височинами. На 10-15 % збільшується кількість опадів у верхів'ях рр. Горинь, Случ, Тетерів, Рось, Самара. Найменша сума опадів (460 мм) спостерігається в межах водозбору р. Мокра Сура. Відносна частка опадів теплого періоду поступово збільшується з півночі на південь від 60 до 70 % їх річної суми, а в абсолютних величинах, навпаки, зменшується від 330-410 до 310-350 мм. На зимовий і весняний сезони припадає відповідно по 16-28 та 18-23 %, на літній − 35-52 % річної кількості опадів [28].

Щодо твердих опадів, то вони випадають у вигляді снігу взимку. Середні багаторічні дати утворення снігового покриву відстають на 2-5 діб від дат переходу температури повітря через 0 °С. У середньому на півночі та сході сніговий покрив встановлюється в другій декаді листопада. На рівнині його висота становить 10-40 см.

Наведені у табл. 1 величини середніх багаторічних місячних опадів та сумарного випаровування на метеостанціях, розташованих у басейні Дніпра [159], дають змогу, за співвідношенням цих величин, визначити найбільш сприятливі та несприятливі місяці у формуванні запасів грунтових вод та, відповідно, меженного стоку.

Так, найбільш сприятливі умови для формування запасів грунтових вод за цією ознакою починаються у зоні мішаних лісів та лісостепу вже у жовтні та закінчуються у лютому місяці, коли кількість опадів значно перевищує сумарне випаровування. На півдні, у зоні степу (Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська області), таке перевищення спостерігається лише у листопаді. Несприятливі умови для формування запасів грунтових вод, коли сумарне випаровування перевищує кількість опадів, спостерігається на півночі (Житомирська, Чернігівська, Київська, Сумська області) протягом, зазвичай, п'яти місяців − з квітня до серпня. На південь, починаючи з Полтавської та Кіровоградської областей, подібні несприятливі умови спостерігаються упродовж більшого періоду, тобто семи місяців, з березня до вересня. Таким чином, за максимальних величинах опадів у літні місяці, але ще більшому зростанні при цьому величин сумарного випаровування, живлення грунтових вод опадами у теплий період року практично відсутнє, а

Таблиця 2.1. **Величини середніх багаторічних місячних опадів (над рискою) та величини сумарного випаровування (під рискою) на метеостанціях, розташованих у басейні Дніпра, мм [159]**

Область, ***метеостанція***	**Місяці**												**Рік**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	
Житомирська *м. Житомир, м. Корстень, м. Новоград-Волинський*	35 4	31 13	35 35	42 57	57 83	69 92	83 98	78 75	54 42	45 25	48 7	38 2	615 533
Чернігівська, Сумська *м. Чернігів, с. Хутір Михайлівський*	33 3	35 7	36 31	43 57	51 83	63 96	71 98	64 80	47 40	43 21	54 5	41 1	581 522
Київська *м. Київ*	42 4	41 12	46 34	49 55	59 77	76 86	78 88	69 76	49 46	48 28	53 7	46 2	656 515
Сумська *м. Суми, с. Глухів, м. Ромни*	33 2	28 8	33 30	40 57	51 80	67 93	80 94	67 74	44 42	48 23	48 4	41 1	580 508
Полтавська, Харківська *м. Полтава, м. Красноград*	30 2	28 9	30 34	37 58	48 82	69 94	68 88	57 76	35 47	45 28	40 4	38 1	525 523
Кіровоградська *м. Кіровоград*	31 4	30 13	30 36	37 55	48 75	68 84	68 80	51 70	37 43	39 27	37 8	37 2	512 497
Дніпропетровська *м. Дніпропетровськ*	39 4	33 13	36 36	39 66	49 76	68 82	56 74	42 61	32 47	40 31	41 9	44 2	519 501
Запорізька *м. Запоріжжя*	34 5	30 13	30 36	38 56	41 76	59 80	52 70	47 60	32 46	32 33	40 9	41 2	475 485
Херсонська *м. Херсон*	28 10	24 15	23 28	27 35	39 65	48 63	37 63	34 54	27 36	32 23	31 16	32 7	382 415

стік річок у меженний період формується за рахунок спрацювання їх запасів, що накопичувалися з жовтня-листопада по лютий місяці.

Слід зазначити, що в останній час значну увагу привернула проблема глобальної зміни клімату та вплив цих змін на гідрологічний режим річок, у тому числі й на території України [72, 79, 158]. Зазначається, що кількісні параметри сучасного потепління регіонального клімату України за знаком та швидкістю збільшення середньорічних приземних температур адекватні глобальному потеплінню. Тренд потепління посилюється з півдня на північ та перевищує 1,0^{o}C у північних районах України. Найбільше підвищення температури повітря, до 2,0^{o}C, спостерігається у зимовий період у центральних районах. Влітку тренд потепління значно менший за зимовий. Прогнозується, що до середини XXI ст. тенденція потепління регіонального клімату України буде зберігатися, і середньорічні приземні температури повітря збільшаться на 1,5-2,0^{o}C, переважно за рахунок зимового та весняного потепління [79].

Вплив кліматичних змін на водні ресурси та водний режим визначався за даними зі стоку більше 300 річок Російської Федерації, що не зазнали впливу господарської діяльності та мають достатні ряди спостережень [158]. Зазначено, що основною особливістю сучасних змін водного режиму річок під впливом кліматичних факторів є збільшення за останні 20-25 років меженного стоку. Практично на всій досліджуваній території стік зимової межені за цей період перевищив норму, для деяких регіонів, на 60-90 %. На більшості річок водні ресурси також збільшилися, у басейні р. Волга середньорічний стік за 1978-2000 рр. перевищив норму на 20-30 %. За прогнозом, для більшості річок Російської Федерації у першій половині XXI

ст. водні ресурси збільшаться, проте для деяких басейнів, у тому числі р. Дон і р. Дніпро, відмічено значну невизначеність в оцінках можливих у перспективі змін стоку. Очікується суттєве потепління взимку у високих широтах, що викличе збільшення зимового стоку на значній території у результаті збільшення частоти та інтенсивності відлиг. Але при цьому погіршаться умови живлення підземних вод, що може призвести до зменшення стоку у літню межень [158].

Для території України зміни основних метеорологічних характеристик, що найбільше впливають на гідрологічний режим річок (температура повітря, опади, сніговий покрив, абсолютна вологість повітря, швидкість вітру) також досить помітні [72]. Зазначається, що за цей період зростання середньорічної температури повітря на більшій частині території України становило 0,7-0,9 ^{o}C, при цьому, найбільше – до 2,0^{o}C – у січні-березні. Темпи потепління найбільше зросли за останні 20-25 років. Опади, особливо на півдні та сході, збільшилися на 10-15 %, проте висота снігового покриву зменшилася за останні 10 років на 2 см. Для п’яти місяців, з травня по вересень, збільшилась абсолютна вологість повітря, а середні швидкості вітру зменшилися, також зменшилося випаровування з поверхні води. Зміна метеорологічних характеристик спричинила зміни гідрологічного режиму річок – збільшилися середньорічні витрати (через зменшення випаровування), протягом 1946-2000 рр. зменшилася товщина льодового покриву майже у два рази, значно скоротився період льодоставу [72].

На істотне зменшення випаровування з водної поверхні за 1976-1998 рр. на більшості території України, особливо на півдні та південному сході, вказують і результати інших досліджень [154]. Безумовно, помітні зміни метеорологічних умов на території України за останні десятиріччя мали також сприяти змінам у формуванні меженного, особливо зимового, стоку.

Основною рисою ***грунтового*** покриву басейну Дніпра є чітко виражена зональність у розподілі грунтів різних типів, обумовлена впливом на процеси грунтотворення кліматичних факторів. З півночі на південь спостерігається зменшення відсотку підзолистих та опідзолених грунтів, їхнього оглеєння та кислотності, навпаки − підвищення питомої ваги чорноземів і засолення.

Отже, у зоні мішаних лісів за умов надмірного зволоження під деревною рослинністю на літогенній основі легкого механічного складу при близькому заляганні підземних вод сформувалися дерново-підзолисті грунти. Залежно від літогенної основи (піски, супіски, морени) простежуються відміни дерново-підзолистих грунтів − дерново-приховано-підзолисті, дерново-слабкопідзолисті та дерново-середньопідзолисті. Крім того, в межах Полісся розташовані лесові острови, на яких сформувалися сірі грунти та опідзолені чорноземи, які в межах Полісся є найбільш родючими.

У зоні з достатнім зволоженням під лучними степами на лесах і лесоподібних суглинках утворилися типові чорноземи. За таких самих умов і на аналогічній літогенній основі під широколистяними лісами (дубово-грабовими) сформувалися сірі грунти. У степу виділяють ясно-сірі та сірі грунти. Також є темно-сірі на Вінниччині. За умов достатнього зволоження

під типчаково-ковиловою рослинністю на лесах і лесоподібних суглинках утворилися звичайні чорноземи.

За умов недостатнього зволоження під різнотравно-ковилово-типчаковою рослинністю під лесами та лесоподібними суглинками сформувалися південні чорноземи. Крім того, під ковилово-полиново-типчаковою рослинністю з глибоким заляганням підземних вод є каштанові грунти в комплексі із солонцями та солончаками.

Слід також зауважити, що певна зональність у зміні літологічного складу верхньої частини відкладів четвертинного віку, що простежується з півночі на південь, добре відбивається у зональному розподілі механічного складу грунтів. У північних районах басейну переважають піщані та супіщані грунти, у той самий час у центральних його частинах, і особливо на півдні − суглинкові. Причому серед останніх, із переміщенням з півночі на південь, питома вага середньосуглинкових і важкосуглинкових грунтів зростає, а глинисті грунти найбільш широко розвинені у степовій зоні.

Необхідно відзначити такий стан грунтів як розораність. У басейні Дніпра вона дуже висока. При середній розораності по Україні 57,5 %, лісостеп розораний на 70 %, а землі у басейнах малих річок і водойм − на 20-30 %, причому часто розорюються до урізу води [89].

На території басейну Дніпра поширені такі основні ландшафтні типи ***рослинності***: ліси, степи, луки та болота. Загальна картина диференціації рослинного покриву зумовлюється, головним чином, двома групами природних факторів − кліматично-біологічними та геолого-геоморфологічними. Клімату, як одному з факторів формування рослинності, належить провідна роль.

У зоні з надмірним і достатнім зволоженням сформувалися мішані хвойно-широколистяні ліси (Полісся) і широколистяні ліси. Рослинність зони нестійкого зволоження представлена складним перемежуванням лучних степів і широколистяних лісів з розвиненим трав'яним покривом. У зоні з недостатнім зволоженням поширені різнотравно-злакові та злакові степи. У посушливій зоні можна спостерігати розріджену типчаково-ковилову та типчаково-ковилово-полинову рослинність.

Найбільш поширеними у басейні є борові ліси (бори) − хвойні, що поширені на Поліссі по борових терасах річок. Потім − мішані ліси (субори), що представлені дубом, сосною, березою. У лісостепу та північному степу поширені дубові масиви (діброви), а у лісостепу та Поліссі ростуть березові діброви (березняки). Крім того, на заболочених і перезволожених територіях (заплави річок) Полісся поширені вільхові ліси (ольси). Слід додати, що лісистість Полісся становить 29-33 %, Лісостепу − 14,5 %, степової зони − 3-5 % [91].

Виділити вплив лісу на формування мінімального стоку доволі важко. Але відомо, що ліс сприяє переведенню поверхневих вод у підземні, підвищуючи таким чином річковий стік у період, коли річки живляться переважно підземними водами. Проте у зоні недостатнього зволоження деревна рослинність може зменшувати мінімальний стік через витрачання

вологи на транспірацію. Над лісом, незалежно від складу насаджень (хвойні, соснові, листяні) вплив лісу на кількість опадів у різних фізико-географічних зонах приблизно однаковий – над лісом їх випадає на 10-12 % більше. За середньорічними багаторічними даними різниця між лісовими та польовими територіями становить 40-50 мм [97].

2.2. Геологічна будова, рельєф та гідрогеологічні умови

Українська частина басейну Дніпра розташована у межах практично всіх наявних геологічних структур рівнинної частини країни. Весь басейн розташований на південному заході Руської платформи. У межах центральної частини басейну розташована позитивна структура − Український кристалічний щит. На захід від Українського щита в межах басейну Прип'яті знаходяться північні частини Волино-Подільської плити та Галицько-Волинської западини, що заповнена потужними товщами палеозой-кайнозойських осадових утворень, серед яких особливо виділяється мезозойська біла крейда.

На північний схід від Українського щита в межах майже всіх лівобережних приток Дніпра, включно із Самарою, розташована Дніпровсько-Донецька западина, що заповнена палеозой-кайнозойськими осадовими відкладами. Крім того, для Дніпровсько-Донецької западини характерні такі утворення як діапіри, що являють собою соляні куполи. На крайній північно-східній частині басейну Дніпра Дніпровсько-Донецька западина межує з відрогами Воронезького кристалічного масиву. На південь від Українського щита, майже по кордону з Миколаївською областю, розташовані Південно-західний схил Українського кристалічного щита та Причорноморська западина. Кристалічний фундамент спостерігається в ній на глибині від 600 до 1 500 м, а заповнена вона вапняками, пісковиками, глинами з потужністю до 200 м [30, 129].

Верхня частина утворень, що поєднує усі структури, розташовані на території басейну Дніпра, виражена породами четвертинного віку, серед яких широко представлені флювіогляціальні відклади, поширені в північній та, особливо, в північно-західній частинах території, та еолово-делювіальні, поширені в інших регіонах. До інших генетичних типів порід, що складають четвертинний покрив, відносяться відклади: льодовикові, поширені в північній частині, алювіальні, алювіально-озерні та озерні, приурочені до долин річок. Відклади четвертинного віку − грунтотвірні породи.

Найбільшою позитивною структурою рельєфу на території басейну Дніпра є Придніпровська височина, що у геологічній будові відповідає Українському кристалічному щиту. Висоти її збільшуються з півночі до південного сходу з 270 до 321 м. На південному сході вона переходить у Приазовську височину з найбільшою висотою 324 м. На захід від Придніпровської височини розташовується Поліська низовина з висотами, що змінюються в інтервалі 110-150 м. В її межах знаходяться такі позитивні орографічні одиниці як Волинське пасмо, Волинська височина та

Словечансько-Овруцький кряж. На півдні Поліська рівнина межує з Подільською височиною, що є вододілом басейну.

На північний схід від Придніпровської височини у межах Дніпровсько-Донецької западини розташовані Придніпровська низовина, висоти якої збільшуються з 90 м на півночі до 170 м у південній частині, та Полтавська рівнина з відповідними висотами 176 та 202 м. Воронезькому кристалічному масиву на крайньому північному сході відповідає припіднята Середньоруська височина з висотами 200-230 м. На півдні Придніпровська низовина межує з Донецькою височиною, що є вододілом [139]. На півдні Придніпровська височина межує із Причорноморською низовиною з висотами 50-120 м, що відповідає у геологічній будові Причорноморській западині.

Гідрогеологічні умови басейну Дніпра безпосередньо пов'язані з його геологічною будовою, що зумовлює поширення водомістких і водотривких порід. Умови залягання підземних вод залежать від літологічного складу та будови гірських порід, що затримують воду в періоди підвищеної водності, а потім віддають її у період маловоддя. Найбільше значення характер порід має для малих річок, що живляться з верхніх водоносних горизонтів. Меженні мінімальні витрати води річок, басейни яких складено піщаними та супіщаними відкладами, значно більші, ніж у річках, басейни яких складені суглинистими чи глинистими грунтами.

У цілому, гідрогеологічні умови характеризують здатність підземного басейну річок до акумуляції та подальшого спрацювання запасів води. Підземні води є постійним джерелом живлення річок, визначаючи у маловодні періоди їхній режим стоку. Підземний стік у річці залежить від кількості водоносних горизонтів, що беруть участь у живленні річки, їхньої водомісткості та водовіддачі. Кількість водоносних горизонтів, що прорізаються річкою, визначається глибиною їх залягання та здатністю річки до дренування, або просто глибиною врізу її русла. Слід відзначити, що глибини залягання підземних вод у басейні Дніпра дуже сильно коливаються й у зоні мішаних лісів становлять 0,5-2 м, а у Степу збільшуються до 30-40 м.

Підземні води можуть бути практично безнапірними та напірними (артезіанськими). Останні виклинюються зазвичай лише на окремих ділянках у вигляді джерел із значним дебітом, проте для середніх річок напірне живлення становить незначну частину в меженному стоці.

Слід також згадати про підземні води у карстових районах, оскільки вони мають своєрідний режим, що визначається ступенем зв'язку цих вод із поверхнею, водопоглинаючою здатністю та водовіддачею порід, а також масштабами розвитку підземних порожнин і тріщин, що визначають акумулюючу здатність порід. Для басейну Дніпра це досить важливо через розвиток карсту в районі Волинського та Чернігівського Полісся. За такої обставини чітко виявляється збільшення підземного стоку річок, що знаходяться в цих районах, порівняно зі суміжними.

Прогнозний об'єм ресурсів української частини басейну Дніпра становить 12,8 км^3/рік або 35 млн м^3/добу, з них 4,9 км^3 гідравлічно не пов'язані з поверхневим стоком (розвідані та експлуатаційні запаси підземних

вод становлять близько 22 % об'єму прогнозних ресурсів). Розподілені запаси підземних вод нерівномірно. Майже 77 % їх зосереджено на території Волино-Подільського, західної частини Дніпровсько-Донецького та Причорноморського артезіанських басейнів. Максимальна кількість запасів підземних вод у Чернігівській області (8402 тис. $м^3$/добу). Значні запаси їх у Київській, Полтавській, Херсонській, Харківській, Рівненській, Львівській і Сумській областях (від 3046 до 4186 тис. $м^3$/добу). По 1000-3000 тис. $м^3$/добу мають Волинська, Черкаська, Донецька, Запорізька та Дніпропетровська області. Найменше забезпечені підземними водами (менш як 1000 тис. $м^3$/добу) Вінницька, Житомирська, Кіровоградська та Миколаївська області [135].

Слід додати, що планується створення систем штучного поповнення підземних вод, які являють собою відкриті інфільтраційні споруди, що переводять поверхневий стік у підземний. Відповідно, це може призвести до зміни природного усталеного режиму підземного живлення річок.

Згідно з гідрогеологічним районуванням України, територія басейну Дніпра знаходиться в межах трьох артезіанських басейнів − Волино-Подільського на заході, Дніпровського на північному сході та Причорноморського на півдні. У центральній частині, повторюючи контури Українського масиву, розташована гідрогеологічна область тріщинних вод Українського кристалічного щита [30, 107, 129].

За літологічним складом водовмісних порід у межах басейну Дніпра виділяється дві дуже відмінні зони поширення водоносних горизонтів у четвертинних відкладах [18]. Перша зона характеризується четвертинними відкладами, що представлені різнозернистими кварцевими пісками з прошарками суглинків і глин загальною потужністю від 0,5-4 до 15-20 м на території Волинського, Житомирського та Київського Полісся, а у Дніпровському артезіанському басейні збільшуються у середньому до 20-30 м. Вона охоплює, переважно, зону мішаних лісів і річкові долини за її межами.

Друга зона переважного розвитку грунтових вод у лесах і лесоподібних суглинках займає південну частину басейну Дніпра та характеризується незначною водозбагаченістю. Водоносні горизонти малопотужні та безнапірні, приурочені, в основному, до нижньої частини лесової товщі й залягають на водотривких важких суглинках або на червоно-бурих глинах на глибинах від 5-7 до 15-20 м. Вони мають низьку водозбагаченість і значну, до 2-3 $г/дм^3$ і вище, мінералізацію [18].

Зважаючи на пряму залежність меженних витрат води в річках від режиму підземного стоку, доцільно більш детально розглянути гідрогеологічні умови території басейну Дніпра та області поширення тих водоносних горизонтів, які беруть участь у живленні річок, тобто ті, які можуть бути дреновані річками. У басейні Дніпра можна виділити наступні області, які досить детально розглянуті у роботах [7, 147].

1. Область поширення водоносних горизонтів у піщаних алювіальних і флювіогляціальних відкладах у межах правих притоків басейну Прип'яті –

річки Вижівка, Турія, Стохід, Стир, Горинь, Уборть. На півдні та заході ця область межує з північними відрогами Волино-Подільського плато та Українським кристалічним масивом. Водоносні горизонти в алювіальних і флювіогляціальних відкладах залягають на глибині 2-10 м. Вони мають безпосереднє живлення атмосферними опадами та за відносно короткий час дренуються річками.

2. Область поширення досить потужних водоносних горизонтів у кавернозних і закарстованих вапняках крейдових відкладів. Охоплює верхні частини басейнів річок Стир, Горинь, Вілія, Іква, Устя. Ці водоносні горизонти залягають на глибині 20-70 м і мають переважно місцеве живлення, але можливе їх поповнення також за рахунок загальних областей живлення Волино-Подільського артезіанського басейну в районі Поділля. У східній частині цієї області річки живляться також з водоносних горизонтів, пов'язаних з неогеновими вапняками та пісковиками, що залягають на глибині 5-40 м. У долині р. Стир також поширений водоносний горизонт давнього алювію, що регулює підземне живлення річки.

3. Область поширення водоносних горизонтів, приурочених до тріщинуватої зони кристалічних порід Українського щита і продуктів їхнього руйнування. Охоплює басейни річок Уборть, Уж, Тетерів, верхню частину басейну р. Ірпінь, Рось, Інгулець, Тясмин, Базавлук, Мокра Сура, Вовча та інші. Крім тріщинних вод, водоносні горизонти приурочені також до пісків палеогену та неогену, алювіальних відкладів долин річок і лесових порід на вододілах. Живлення річок північно-західної частини (Уж, Ірша, Тетерів та інші) відбувається переважно за рахунок слабонапірних вод тріщинуватої зони Українського кристалічного масиву, що залягають на глибині 15-60 м і дренуються тільки річками, глибини врізу долин яких перевищують 15 м. Річки, глибини долин яких менші за 15 м, дренують водоносні горизонти в четвертинних відкладах, живлення яких безпосередньо залежить від кліматичних умов. Річки, басейни яких розташовані південніше (верхня течія р. Ірпінь, річки Рось, Вільшанка, Інгулець, Базавлук, Мокра Сура), живляться тріщинними водами, що залягають глибше (10-90 м), особливо на східному схилі Українського кристалічного щита, де кристалічні породи заглиблюються й перекриваються більш пізніми відкладами. Тут живлення річок також відбувається за рахунок водоносних горизонтів у палеогенових і неогенових відкладах. На південно-східній частині Українського кристалічного масиву, у межах басейнів річок Вовча, Мала Терса кристалічні породи перекриті слабководопроникливою піщано-глинистою та крейдовою товщею порід, що зумовлює досить слабке живлення підземних вод тріщинної зони, а, отже, і слабке живлення ними річок, глибини врізу долин яких не перевищують 20-30 м. У цілому, з північного заходу на південний схід цієї області зміна кліматичних умов (зменшення кількості опадів і збільшення величини випаровування) як і зміна літологічного складу четвертинних відкладів зумовлює погіршення умов живлення водоносних горизонтів, за рахунок запасів яких формується меженний стік.

4. Область поширення водоносних горизонтів крейдових, палеогенових і

четвертинних відкладів у межах Дніпровського артезіанського басейну приурочена до нижньої течії річок Уж, Тетерів, Ірпінь (на правобережжі Дніпра), а також до басейнів річок Сейм, Снов, Сула, Псел, Ворскла, Орель і Самара (на лівобережжі Дніпра). Водоносний горизонт у крейдових відкладах, що залягають на глибинах більше 40 м, дренується у межах верхніх долин річок Сейм (до м. Путивль), Псел (до м. Суми), Ворскла (до м. Гайворон). У цих районах належить до типу місцево-напірних вод, де вододільні площі є областями живлення, а долини річок – зонами дренування. Водоносний горизонт бучацько-канівських пісків, що розташований вище крейдових відкладів, живить річки Сейм, Десна (у нижній течії), Ворскла та Псел (у верхній течії). Водоносний горизонт, пов'язаний з харківськими пісками, не дренується, або частково дренується тільки у верхній частині у басейнах річок Десна (до м. Чернігів), Остер (до м. Ніжин), Сула (до м. Ромни), Орель (до с. Сахновщина). Залягає на глибині 30 м і більше, області живлення, циркуляції та стоку спільні. У верхів'ях басейнів річок Сейм, Псел, Ворскла, Орель, Ірпінь (у нижній течії), Тетерів, Уж цей водоносний горизонт дренується, але не повною мірою. Повністю дренується водоносний горизонт харківських відкладів долинами річок, що розташовані вздовж Дніпра від м. Київ до с. Трипілля**,** м. Ржищів і далі за течією (за винятком Канівських дислокацій). При цьому алювіальні піски в долинах цих річок знаходяться нижче підошви харківських відкладів. Водоносний горизонт полтавських відкладів живить річки, басейни яких розташовані вище лінії, що проходить через міста Чернігів, Ніжин, Прилуки, Пирятин, південніше м. Лубни та до устя р. Ворскла. У межах області живлення річок відбувається також з водоносного горизонту четвертинних алювіальних і флювіогляціальних відкладів.

5. Область водоносних горизонтів у неогенових відкладах, алювії річок поширена в межах Причорноморського артезіанського басейну й охоплює долини річок нижньої течії Дніпра, басейн р. Інгулець. Це рівнинна територія, розчленована яружно-балковою сіткою, на якій випадає порівняно мала кількість опадів з нерівномірним їх розподілом за сезонами та значними величинами випаровування. У живленні річок беруть участь водоносні горизонти сарматського ярусу неогенових відкладів і водоносні горизонти, приурочені до пісків і вапняків меотичних відкладів, які в більшості маловодні. Водоносні горизонти четвертинних відкладів зустрічаються спорадично у вигляді верховодки (після танення снігу, значних дощів). Помітну роль у живленні річок у меженний період відіграє водоносний горизонт алювіальних відкладів долин річок, особливо значної потужності.

Таким чином, для басейну Дніпра властиві значні зміни гідрогеологічних умов, зумовлені досить складною геологічною будовою, літологічним складом порід, зональністю четвертинних відкладів тощо, які визначають особливості живлення річок у меженний період.

2.3. Гідрографічна характеристика басейну

На територію України припадає 47 % площі басейну Дніпра, що становить 291,4 тис. км^2. Водні ресурси басейну становлять 80 % водних ресурсів України [135]. У басейні Дніпра нараховується 15 380 приток різного порядку, загальна довжина яких становить 67 156 км. При цьому лише на 66 річках встановлено 105 пунктів спостережень за стоком (дані про основні гідрографічні характеристики річок басейну Дніпра наведено у табл. 2.2) [22]. Малі річки становлять понад 90 % його річкової мережі.

Таблиця 2.2. **Основні гідрографічні характеристики річок басейну Дніпра**

N зп	Річка-пост	Відстань від витоку, км	Середній похил, ‰	Площа водозбору, км^2 (до поста)	Середня висота водозбору, м	Середній похил водозбору, ‰	Площа водозбору річки, км^2	Довжина річки, км	Заболоченість, %	Лісистість, %	Розораність, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Прип'ять- Річиця	82	0.2	2210	170	—	69140*	290*	15	32	20
2	Прип'ять- Люб'язь	152	0.2	6100	170	—			16	26	—
3	Вижівка-Руда	10	1.5	141	190	4.9			10	16	40
4	Вижівка-Стара Вижівка	44	0.7	722	190	5.4			9	21	20
5	Турія-Ягідне	57	1.7	502	210	9.4	2800	184	7	18	40
6	Турія-Ковель	102	1.1	1480	200	—			6	17	30
7	Стохід- Малинівка	45	0.9	692	200	7.1	3150	188	9	8	40
8	Стохід- Любешів	173	0.4	2970	180	—			8	35	20
9	Стир-Щурівці	63	2.1	2020	240	—	12370*	424*	9	26	40
10	Стир-Луцьк	194	0.7	7200	230	—			6	16	—
11	Стир-Млинок	400	0.4	10900	210	—			5	24	—
12	Радоставка- Трійця	24	0.7	316	220	7.0			12	16	40
13	Іква-Вел. Млинівці	59	2.2	632	320	47	2250	155	<1	14	60
14	Іква-Млиновська ГЕС	—	1.3	1960	270	—			7	20	60
15	Горинь- Ямпіль	71	1.6	1400	320	—	27070*	577*	1	4	60
16	Горинь-Оженин	228	0.7	5860	280	—			2	17	—
17	Горинь- Деражне	395	0.5	9160	260	—			2	12	—
18	Вирка-Сварині	21	0.7	231	160	4.9			13	31	<10
19	Случ-Громада	139	0.7	2480	300	—	13800	451	5	4	80
20	Случ-Нов. Волинськ	252	0.5	7460	260	—			9	11	—
21	Случ-Сарни	409	0.4	13300	230	—			5	17	—
22	Тня-Броники	68	0.8	982	230	8.9			1	16	40
23	Смілка-Сусли	69	0.8	632	230	5.5			2	30	40
24	Льва-Осницьк	35	0.9	276	180	3.3			3	47	10
25	Уборть-Рудня-Іванівська	41	0.5	510	210	4.8	3900*	172*	5	19	20
26	Уборть-Перга	119	0.5	2880	190	—			4	67	20
27	Уж-Коростень	84	0.7	1450	210	—	8080	256	2	28	40
28	Уж-Поліське	169	0.6	5690	180	—			6	21	—
29	Норин-Славенщина	75	2.4	804	170	14			2	13	60
30	Тетерів-Троща	26	2.2	227	280	17	15100	365	1	8	60
31	Тетерів-Житомир	116	1.1	5270	250	—			2	16	—
32	Гнилоп'ять-Головенка	91	1.2	1200	260	—	1340	99	2	9	60
33	Гуйва-Городківка	36	2.2	312	250	18			<1	6	70
34	Ірша-Володар.-Волинський	24	1.4	208	220	4.8	3070	136	<1	5	60

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
35	Ірша-Українка	116	0.9	2600	200	—			2	20	40
36	Ірпінь-Мостище	129	1.0	2840	200	—	3340	162	1	27	50
37	Івотка-Івот	67	1.3	1260	190	—			6	30	60
38	Головесня-Покошичі	9,4	5.2	29.5	180	38	42	15	<1	13	80
39	Убідь-Кудрівка	75	0.7	970	160	9.9	1310	97	4	22	40
40	Сейм-Мутин	643	0.2	25600	210	—	7400	228	3	6	—
41	Клевень-Шарпівка	134	0.6	2440	180	—	2660	120	2	7	60
42	Снов-Носівка	156	0.4	7140	160	—	5380	200	4	16	—
43	Стугна-Здорівка	27	2.8	186	180	25			0	14	60
44	Трубіж-Баришівка	66	0.2	1990	120	—	4700	113	2	12	50
45	Трубіж-Переяслав-Хмельницький	107	0.2	3430	110	—			4	11	—
46	Недра-Березань	52	0.7	789	120	6.2	810	61	5	8	70
47	Рось-Круподеринці	38	2.6	618	260	43	12600	346	0	8	70
48	Рось-Фесюри	116	1.2	3900	240	—			<1	8	—
49	Рось-Стеблівська ГЕС	262	0.7	10000	210	—			<1	10	—
50	Рось-Корсунь-Шевченківський	281	0.7	10300	210	—			<1	10	—
51	Росава-Миронівка	52	1.7	846	160	13			0	4	60
52	Супій-Піщане	126	0.5	1900	130	—	2160	144	2	4	60
53	Вільшанка-Мліїв	74	1.9	749	180	45	53,2	13	0	9	60
54	Золотоношка-Золотоноша	58	0.5	431	120	9.2			2	3	60
55	Сула-Зеленківка	40	1.9	427	180	33	19600	363	<1	4	80
56	Сула-Ромни	110	0.9	4020	160	—			3	5	—
57	Сула-Лубни	278	0.2	14200	120	—			7	7	—
58	Ромен-Ромни	98	0.6	1650	150	—	1645	111	6	4	60
59	Удай-Прилуки	91	0.3	1520	140	—	7030	327	8	11	60
60	Перевід-Сасинівка	57	0.3	745	130	3.7			11	2	70
61	Сліпорід-Олександрівка	75	0.3	527	120	7.8			3	<1	60
62	Оржиця-Маяківка	100	0.4	1950	120	—			1	8	70
63	Тясмин-Велика Яблунівка	71	1.8	1780	170	—	4540	161	<1	14	60
64	Серебрянка-Балаклія	16	3.3	126	160	42			0	2	80
65	Псел-Суми	272	0.4	7770	190	—	16270*	520*	1	6	—
66	Псел-Гадяч	414	0.3	11300	180	—			1	9	—
67	Псел-Запсілля	702	0.2	21800	160	—			3	8	—
68	Хорол-Миргород	171	0.4	1740	130	—	3870	308	1	5	60
69	Говтва-Михнівка	89	1.0	1560	140	—			2	2	60
70	Ворскла-Чернеччина	209	0.5	5790	170	—	12590	317	1	9	—
71	Ворскла-Кобеляки	417	0.3	13500	140	—			3	10	—
72	Мерло-Богодухів	31	3.2	309	180	43	116	203	<1	10	60
73	Орель-Царичанка	306	0.4	9100	130	—	10900	384	2	<1	—
74	Берестова-Красноград	60	1.7	1050	160	—	112	17	1	4	70
75	Орчик-Чернещина	92	1.1	1310	150	—			1	2	80
76	Самара-Коханівка	104	1.1	1430	150	—	22600	320	<1	1	80
77	Самара-Кочеріжки	233	0.6	19800	130	—			<1	3	—
78	Велика Тернівка-Богданівка	82	1.5	924	130	31			<1	1	80
79	Вовча-Васильківка	263	0.6	11600	150	—	13300	323	<1	3	—
80	Мокрі Яли-Грушівський	148	1.2	2660	160	—	2660	147	<1	2	70
81	Солона-Новопавлівка	60	1.9	680	170	21	946	79	0	3	80
82	Гайчур-Андріївка	135	1.8	2100	150	—	2140	130	0	1	80
83	Мала Терса-Троїцьке	21	1.8	750	130	31			<1	3	80

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
84	Кільчень-Олександрівка Перша	56	1.8	376	120	18	937	104	0	<1	60
85	Мокра Сура-Кринички	34	2.2	389	140	33	2830	138	0	3	80
86	Кінська-Пологи	39	4.4	353	190	28	2580	146	0	1	80
87	Інгулець-Олександро-Степанівка	99	1.2	1400	160	—	13700	549	<1	13	80
88	Інгулець-Іскрівка	171	0.8	4410	150	—			<1	7	—
89	Інгулець-Кривий Ріг	224	0.7	8600	140	—			<1	5	—

***Примітка*:** 69140*, 290* - площа водозбору та довжина річки в межах України.

Відсоток залісеності водозборів коливається в межах 1-67 %, причому, він зменшується з півночі та північного заходу на південь і в басейнах приток Прип'яті становить у середньому 25-30 %, в басейні Десни та річках середньої течії Дніпра − 10-20 %, нижньої течії Дніпра − 1-10 %. Найбільш заболоченими є водозбори західного Полісся, відсоток заболоченості тут досягає 16 %, найменш − середньої та нижньої течій Дніпра (0-3 %). Озерність водозборів річок басейну Дніпра не перевищує 1 %. Розораність на окремих водозборах сягає 80 % і більше. Найбільш розораними (20-40 %) є басейни приток середньої та нижньої течій Дніпра, найменш − Прип'яті (табл. 2.2).

Найгустіша річкова мережа – у північній частині басейну Дніпра (вище м. Київ), що розташована в зоні мішаних лісів, де на 1 км^2 припадає 0,5 км річок. Значно менша вона в середній частині басейну (до 0,2 км/м^2) і зовсім незначна в пониззі Дніпра, в зоні посушливого степу (менше 0,1 км/м^2). Річки живляться переважно атмосферними опадами, 50-80 % яких − зимові опади у вигляді снігу. Тому стік річок різко змінюється залежно від сезону року, близько 60-70 % річного стоку припадає на весняний період.

Стосовно гідрологічного режиму річок можна зазначити, що середня тривалість літньо-осінньої межені становить 120-160 діб, на малих річках з незначним підземним живленням − 160-180 діб. Після закінчення цієї фази гідрологічного режиму річок розпочинається зимова межень, середні дати якої припадають на листопад – лютий. Середня її тривалість становить 60-80 діб, в басейні Десни збільшується до 80-120 діб. Під час літньо-осінньої межені такі річки як Многа, Сліпорід, Грунь, Говтва нерідко пересихають, а в степовій зоні пересихають річки з площами водозборів до 2300-11600 км^2 (рр. Бик, Велика Тернівка, Сухі Яли, Мокрі Яли, Гайчур, Кільчень, Мокра Сура, Базавлук, Саксагань, Висунь тощо) [22].

Найбільша тривалість пересихання на правобережних притоках Прип'яті досягає 130-270 діб (р. Вижівка, р. Стохід) при середньому значенні 60-160 діб, в лісостеповій зоні − від 2-3 діб (р. Вільшанка, р. Золотоношка) до 200-230 діб (р. Говтва) при середніх величинах від 35 до 110 діб. У степовій зоні найбільша тривалість пересихання триває 3-45 діб для річок з площами водозборів 2500-11600 км^2. А річки з меншими водозбірними площами пересихають на 200-300 діб.

Найбільша тривалість перемерзання для річок Полісся становить 30-100 діб (р. Тетерів - с. Троща, р. Вижівка), лісостепової зони − 70-100 діб (річки Мерло, Терн, Тагамлик), степової зони − 90-100 діб (річки Велика Тернівка, Середня Терса).

Розподіл водних ресурсів за територією дуже нерівномірний [135]. Найбільш забезпечена водними ресурсами верхня частина басейну, на якій в середній за водністю рік на 1 км^2 площі їх припадає 219 тис. м^3. В басейні Прип'яті та Десни питомі водні ресурси становлять 110-115 тис. м^3 на рік, а в нижній частині басейну водозабезпеченість зменшується до 36 тис. м^3 на рік.

Також нерівномірно розподілені на території басейну Дніпра водні ресурси місцевого формування, що є власністю України в повному об'ємі й основним показником водозабезпеченості території. Їхній об'єм у середній за водністю рік становить 19,7 км^3, а у маловодний (P = 95 %) − 12,0 км^3 [135].

Найкраще забезпечені місцевими водними ресурсами Чернігівська та Сумська області, де в дуже маловодний рік на 1 км^2 площі припадає води відповідно 68,9 і 51,0 тис. м^3 на рік. Для Рівненської, Волинської, Полтавської та Київської областей цей показник становить 28,0-24,1 тис. м^3, а для Дніпропетровської, Запорізької та Херсонської він набагато менший − відповідно 3,2; 2,2 і 0,0 [135].

Вплив озер на режим річкового стоку звичайно оцінюється як позитивний, тобто чим більше озер на водозборі й чим вони більші, тим більш рівномірно протягом року розподілений стік і тим вищий мінімальний стік озерних річок порівняно з неозерними у тому ж районі. Проте ситуація може бути й зворотною, якщо вони розташовані в зоні недостатнього зволоження в умовах плоского малорозчленованого рельєфу при відсутності зв'язку з річковою мережею. У такому випадку поверхневі води, що акумулюються в них, витрачаються на випаровування влітку та льодоутворення взимку, не беручи участі у живленні річок [34, 101].

2.4. Господарська діяльність

Вплив господарської діяльності на водні ресурси давно привертають увагу, але єдиної точки зору у дослідників щодо конкретного впливу окремих видів не існує [21, 41, 48-52, 60, 65, 77, 96-99, 118, 138, 151, 155, 161]. Методи оцінки впливу господарської діяльності на стік можна об'єднати у дві групи – методи аналізу багаторічних коливань річкового стоку з урахуванням розвитку господарських заходів у басейні річки та балансові методи, коли вивчаються окремі елементи водного балансу на водозборах і руслах річок [135, 159]. У першому випадку оцінюють сумарну зміну стокоформуючих процесів на водозборі під впливом усього комплексу антропогенних чинників, а у другому – оцінюють значення та роль кожного з цих чинників. Вважається, що оцінки зміни річкового стоку під впливом господарської діяльності, зокрема, у результаті меліорації, можна вважати достовірними, якщо вони перевищують 15 % значення відповідної характеристики стоку. Важливим при цьому є розмежування періодів природного та порушеного

стоку, який для України спостерігався з 1956 по 1960 рр. [135].

У сучасний період у басейнах середніх і малих річок одночасно функціонують декілька видів господарської діяльності, що можуть по різному впливати на формування стоку. Але, залежно від фізико-географічних умов і господарської діяльності, можна виділити басейни річок з переважаючим напрямком впливу на природні, у тому числі й водні, ресурси. Таким напрямком на території Полісся було осушення боліт, заболочених земель та агротехнічні заходи, а на території лісостепу – руслове регулювання стоку й агролісомеліоративні заходи [159].

Важливою особливістю річок басейну Дніпра, як річок України взагалі, що істотно впливає на гідрологічний режим, передусім на зміни внутрішньорічного розподілу стоку, є значна їх зарегульованість. У басейні Дніпра створено найбільше штучних водойм – 564 водосховища й 13,28 тис. ставків, загальна площа яких становить 8,96 тис. км^3, а об'єм – 48,0 км^3, причому, на водосховища припадає основна частина об'єму – 46,18 км^3 [102]. Площа водного дзеркала цих водойм на 1 км^2 змінюється від 0,49 га/км^2 у зоні мішаних лісів до 0,86 га/км^2 у степовій зоні, складаючи у середньому за територією басейну Дніпра 0,64 га/км^2. Але найбільшу кількість ставків і водосховищ створено у лісостеповій зоні.

Під впливом ставків і водосховищ річковий стік, у цілому за рік, зменшується через додаткове випаровування. У маловодний рік 95 % забезпеченості витрачається до 20 % сумарного корисного об'єму ставків і водосховищ або 7 % водних ресурсів [135]. Вплив на меженний стік може відбуватися у двох протилежних напрямках. Так, через додаткове випаровування, стік середніх і малих річок на Поліссі зменшується на 1-3 %, у лісостепу – до 10 %, а у степу – до 20 %. З іншого боку, меженний стік може збільшуватися за рахунок скиду води зі ставків і водосховищ, але визначити ступінь такого впливу неможливо через відсутність даних про наповнення та скиди води протягом року [135].

Під впливом інтенсифікації землеробства на неполивних землях і впровадження агролісомеліоративних заходів загальне зменшення місцевого стоку становить близько 2,0 км^3/рік [120].

Важливим чинником впливу на гідрологічні та гідрохімічні характеристики річок із господарською діяльністю є водокористування та водовідведення, облік яких здійснюється Державним комітетом України по водному господарству. Слід зазначити, що до кінця 80-х років минулого сторіччя використання води в басейні Дніпра, як і в цілому по Україні, невпинно зростало через екстенсивний розвиток промислового та сільськогосподарського виробництва, збільшення чисельності міського населення. З початку 90-х років через економічну кризу об'єми водокористання та водовідведення суттєво зменшились. Так, у 1990 р. з басейну Дніпра було забрано 21,52 км^3 води (включаючи підземні води), а у 2001 р. – 9,64 км^3, тобто 45 % від рівня 1990 р. Відповідно скоротилися об′єми водовідведення та безповоротного водоспоживання [22, 141]. Змінилася, крім обсягів, також і структура водоспоживання. Найбільше, у чотири рази,

зменшилося споживання води сільським господарством, у двічі – у промисловості, а у комунальному господарстві залишилося майже незмінним і за обсягом спожитої води випередило сільське господарство. Найбільш важливими користувачами у промисловості є енергетика (до 60 %), чорна металургія, підприємства хімічного комплексу, харчова промисловість [22].

Основну роль у водокористуванні у басейні Дніпра відіграють поверхневі води. Так, за даними Держводгоспу України, з 10,4 млрд м^3 води, забраної у 2000 р. у басейні Дніпра, частка підземних вод становила близько 22 %. У водні об'єкти в цей час скинуто близько 5,7 млрд м^3 стічних вод, з яких неочищених або недостатньо очищених – 23 %, а нормативно-чистих і нормативно-очищених – 77 %. Безповоротне водокористування становило близько 4,7 млрд м^3 [70]. У цілому вплив антропогенних чинників на водогосподарські та гідроекологічні проблеми Дніпра у сучасних умовах висвітлено досить широко у багатьох роботах [19, 22, 70, 134, 141, 145, 149, 159].

Основні регіональні зміни рівневого режиму підземних вод, що суттєво впливають на мінімальний стік, пов'язані з розвитком регіональних депресійних воронок при експлуатації групових водозаборів для централізованого водопостачання міст і промислових центрів, водовідливі у гірничовидобувних і нафтовидобувних районах. Найбільш відомі такі депресійні воронки у районі м. Києва, середньої частини басейну р. Горинь (водозабори м. Рівне), у Криворізькому гірничовидобувному районі, у Чернігівській, Сумській, Полтавській областях, де експлуатуються нафтогазові родовища, тощо. Техногенні зміни якості підземних вод найбільш виразно виявляються під впливом хімічної промисловості, гірничопромислового, металургійного й аграрного комплексів.

Таким чином, на формування мінімального стоку річок басейну Дніпра значною мірою впливає комплекс різноманітних природних і антропогенних чинників. Басейн Дніпра охоплює три фізико-географічні зони, які значною мірою різняться за природними, особливо кліматичними, чинниками, з яких найважливішим є зміна з північного заходу на південний схід абсолютних величин опадів, випаровування та їх співвідношення. Серед гідрогеологічних умов спостерігаються значні відміни в умовах живлення, циркуляції та розвантаження підземних вод на території басейну, що пов'язано з різноманітністю геологічної будови, літологічним складом порід зони аерації та водоносних горизонтів тощо. Досить важливим моментом є наявність потужних водоносних горизонтів у районах розвитку карсту Волино-Подільського та Дніпровського артезіанського басейнів. Значний вплив на формування меженного стоку має господарська діяльність, особливо зарегульованість річок басейну Дніпра, досить великі обсяги водоспоживання, водовідведення та безповоротних втрат, техногенні зміни рівневого режиму та якості підземних вод. Різноманітність природних і антропогенних чинників, що впливають на формування меженного стоку, вимагає особливої уваги при дослідженні просторово-часових характеристик на території басейну Дніпра.

РОЗДІЛ 3

ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНА ІНФОРМАЦІЯ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ОБРОБКИ

3.1. Характеристика бази даних

Для оцінки та аналізу гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра (у межах України), переважно за матеріалами Держгідрометслужби України, в лабораторії створена відповідна база даних. Оскільки при визначенні розрахункових мінімальних витрат води при проектуванні річкових гідротехнічних споруд і систем водопостачання, плануванні та забудові населених пунктів, складанні генеральних планів промислових та сільськогосподарських виробництв основними характеристиками є мінімальна середньомісячна витрата та мінімальна середньодобова витрата за один місяць для літньо-осіннього та зимового сезонів [31, 81, 115, 136], то формувалися відповідні ряди спостережень, з їх початку по 2001 р. Інформаційні ряди сформовані також за середньорічними та мінімальними річними витратами води. Значення мінімального річного стоку обиралося з 12 мінімальних (строкових) місячних значень за кожен рік, а величина середнього мінімального річного стоку за весь період спостережень розраховувалася як середнє арифметичне суми мінімальних річних витрат води, поділене на кількість років спостережень.

Величина середнього мінімального річного стоку взята у відсотках підземної складової стоку річки в середньому за рік у даному пункті спостережень. Цей відсоток отримано при порівнянні середнього багаторічного стоку води за рік і середнього мінімального річного стоку [26, 31].

У табл. 3.1 наведено тривалість спостережень за гідролого-гідрохімічним режимом річок басейну Дніпра за матеріалами відділу гідрології та Державного водного кадастру Центральної геофізичної обсерваторії Держгідрометслужби за 66 гідрометричними створами річок басейну Дніпра з початку спостережень і по 2001 р. Гідрографічна мережа річок басейну Дніпра в межах України з пунктами спостережень (номер пункту на картосхемі відповідає номеру, що знаходиться у першій графі табл. 3.1), представлена на рис. 3.1. Для характеристики мінімальних середньодобових витрат додатково використано матеріали спостережень ще за 28 стоковими пунктами.

Довжина рядів за стоковими характеристиками становить, у середньому, близько 40 років, змінюючись від 20 до 75.

Регулярні спостереження за хімічним складом поверхневих вод на території України у системі Гідрометслужби колишнього СРСР почалися з 1938 р. (у тому числі у басейні Дніпра). Лабораторією хімії поверхневих вод Київської Гідрометеорологічної обсерваторії складалися 'Технические обзоры гидрохимических характеристик рек, озер и водохранилищ с учетом загрязнений", а у

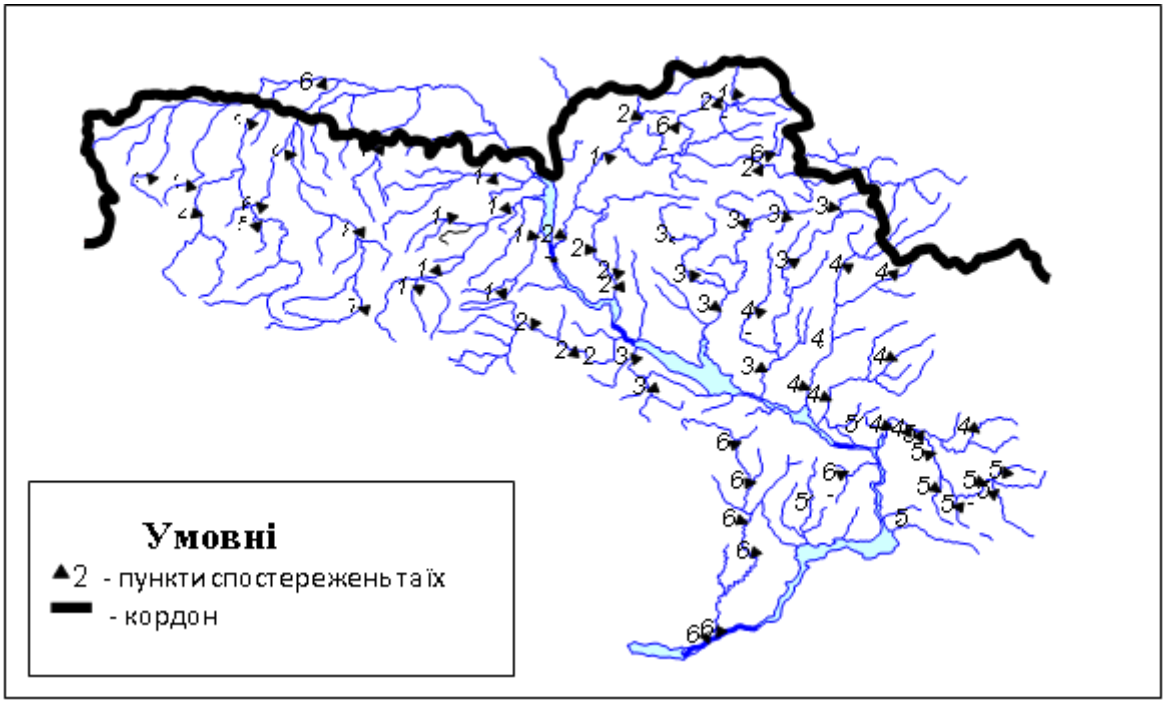


Рис. 3.1. **Гідрографічна мережа річок басейну Дніпра в межах України та пункти спостережень гідролого-гідрохімічними показниками**

Таблиця 3.1. **Тривалість спостережень за гідролого-гідрохімічним режимом річок басейну Дніпра**

№ на карто-схемі рис.3.1	Річка	Пункт спостереження	Роки спостережень		Вплив на гідролого-гідрохімічний режим (цитується за [22])
			стокові характе-ристики	гідрохімічні характе-ристики	
1	2	3	4	5	6
1	Турія	вище і нижче м. Ковель	1945-2001	1968-2001	Ковельське вдсх
2	Стохід	с. Малинівка	1954-2001	1969-1986	меліоративні заходи
3	Стир	с. Млинок	1923-2001	-	Зарегульованість
4		м. Луцьк	1947-2001	1950-2001	Хрінниківське та Млинівське вдсх, скиди стічних вод міста
5	Устя	вище і нижче м. Рівне	1987-2001	1973-2001	скиди стічних вод міста
6	Горинь	вище і нижче смт Оржів	1945-2001	1950-2001	Зарегульованість
7	Случ	с. Громада	1945-2001	1977-2001	істотна зарегульованість – кілька вдсх, 10 ставків
8		вище і нижче м. Новоград-Волинський	1974-2001	1969-2001	істотна зарегульованість – кілька вдсх, 160 ставків, скиди стічних вод міста
9		вище і нижче м. Сарни	1945-2001	1968-2001	істотна зарегульованість – 240 ставків
10	Уборть	с. Перга	1954-2001	1985-2001	зарегульованість – кілька вдсх, близько 30 ставків
11	Уж	смт Поліське	1944-2001	1953-1990	скиди стічних вод смт
12	Гнилоп'ять	м. Бердичів	1940-2001	1967-2001	істотна зарегульованість – 2 вдсх, близько 30 ставків, скиди стічних вод міста
13	Тетерів	вище і нижче м. Житомир	1954-2001 1960-1990	1967-2001 1960-1975	істотна зарегульованість – кілька вдсх, близько 230 ставків, скиди стічних вод міста
14		м. Радомишль	1960-1990	1968-2001 1960-1968	
15	Ірша	м. Малин	1960-1990 1985-2001	1968-2001 1971-1975	зарегульованість, скиди стічних вод міста
16	Ірпінь	с. Мостище	1953-2001	1984-2001 1957-1970	зарегульованість та меліоративні заходи
17	Унава	м. Фастів	-	1975-2001	скиди стічних вод міста
18	Десна	вище і нижче м. Новгород-Сіверський	1960-2001	1967-2001 1971-1975	незначна зарегульованість – кілька вдсх
19		вище і нижче м. Чернігів	1958-2001	1969-2001 1960-1975	скиди стічних вод міста
20		с. Літки	1945-2001 1973-1990	1976-2001	господарська діяльність
21	Головесня	с. Покошичі	1936-2001	1978-2001	
22	Сейм	с. Мутин	1925-2001 1957-1990	1971-2001 1960-1975	у 1992 р. збудовано дамби – можливість спричинення підпору за високих рівнів води
23	Снов	с. Носівка	1956-2001 1957-1990	1980-2001 1961-1975	зарегульованість – кілька вдсх, скиди стічних вод села

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
24	Трубіж	вище і нижче смт Баришівка	1946-2001	1976-2001	шлюзи-регулятори, скиди стічних вод міста
25		вище і нижче м. Переяслав-Хмельницький	1936-2001	1976-2001	зарегульованість уздовж усієї річки водорегулюючими спорудами, скиди стічних вод міста
26	Недра	м. Березань	1945-2001	1978-2001	шлюзи-регулятори, скиди стічних вод міста
27	Рось	вище і нижче м. Богуслав	1955-2001	1973-2001	скиди стічних вод міста
28		вище і нижче м. Біла Церква	-	1972-2001	зарегульованість, скиди стічних вод міста
29		вище і нижче м. Корсунь-Шевченківський	1928-2001	1972-2001 1939-1970	істотна зарегульованість, забір води для господарських потреб
30	Вільшанка	с. Мліїв	1958-2001	1985-2001	шлюзи-регулятори
31	Тясмин	с. Велика Яблунівка	1946-2001	1984-2001	Зарегульованість
32	**Сула**	с. Зеленківка	1938-2001	1951-1985	зарегульованість – кілька вдсх, близько 640 ставків
33		м. Лубни	1915-2001	1939-2001	
34	Ромен	м. Ромни	1956-2001	-	Зарегульованість
35	Удай	м. Прилуки	1938-2001	1939-2001	зарегульованість – 30 ставків, скиди стічних вод міста
36		с. Піски	1938-1987	1939-1961	
37	Псел	м. Суми	1936-2001	1951-2001	зарегульованість – кілька вдсх, 900 ставків
38		м. Гадяч	1914-2001	1936-2001	
39		с. Запсілля	1928-2001 1950-2001	1970-2001 1949-1970	
40	Хорол	м. Миргород	1920-2001	1954-2001	зарегульованість – кілька вдсх, 150 ставків, скиди стічних вод міста
41	Ворскла	с. Чернеччина	1954-2001	1978-2001	зарегульованість – кілька вдсх, 600 ставків, скиди стічних вод міста
42		вище і нижче м. Полтава	-	1968-2001	
43		м. Кобеляки	1965-2001	1968-2001	
44	Мерло	м. Богодухів	1951-2001	1986-2001	зарегульованість – 40 ставків
45	Оріль	смт Царичанка	1936-2001	1984-2001	зарегульованість – кілька вдсх, 400 ставків
46	Берестова	м. Красноград	1951-2001	1984-2001	зарегульованість – 100 ставків, скиди стічних вод міста
47	Самара	с. Коханівка	1958-2001	1968-1987 1979-1987	зарегульованість – 17 ставків, забір води для господарських потреб
48		с. Кочеріжки	1938-2001	1939-1984 1969-1985	зарегульованість – кілька вдсх, 700 ставків, скиди стічних вод міста
49		вище і нижче м. Ново-московськ	-	1967-2001	
50	Вовча	с. Андріївка	1936-1984	1968-1987 1939-1987	зарегульованість – кілька вдсх, 400 ставків, скиди стічних вод міста
51	Вовча	смт Васильківка	1936-2001	1939-2001	
52		вище і нижче м. Павлоград	-	1969-2001	

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6
53	Мокрі Яли	смт Грушівський	1936-2001	1939-2001	зарегульованість – кілька вдсх, 80 ставків, забір води для господарських потреб
54	Солона	с. Новопавлівка	1956-2001	1939-2001	зарегульованість – 10 ставків
55	Гайчур	с. Андріївка	1936-2001	1939-1986	зарегульованість – 150 ставків
56	Конка	с. Камишеваха	-	1984-2001	Зарегульованість
57	Мала Терса	с. Троїцьке	1958-2001	-	зарегульованість, забір води для зрошення
58	Кільчень	с. Олександрівка Перша	1957-2001	1961-1968	зарегульованість – 25 ставків, забір води для зрошення
59	Базавлук	с. Зелений Кут	1951-1984	1951-1988	Зарегульованість
60	Мокра Сура	смт Кринички	1955-2001	1938-1985	зарегульованість – 30 ставків, забір води для зрошення
61	Інгулець	с. Олександро-Степанівка	1945-2001	1939-1985	зарегульованість – 90 ставків
62		с. Іскрівка	1936-2001	-	зарегульованість – кілька вдсх, 150 ставків
63		м. Кривий Ріг	1936-2001	1967-2001 1940-1953	господарська діяльність, зарегульованість – вдсх, 300 ставків, скиди стічних вод

1968-1983 рр. видавалися щоквартальні „Гідрохімічні бюлетені" та щорічні огляди стану забруднення поверхневих вод. Починаючи з 1984 р., Центральною геофізичною обсерваторією готуються „Ежегодные данные о качестве поверхностных вод суши" у 3-х випусках. Наклад цього видання постійно скорочувався через фінансові труднощі й у 1998 р. випуск № 2, що охоплює басейн Дніпра, становив 22 примірники [74].

До гідрохімічної бази даних занесено дані за понад 60 пунктами спостережень за хімічним складом 42 річок басейну Дніпра. Спостереження починаються, у більшості випадків, з 50-60-х рр. минулого сторіччя й тривають до 2000-2002 рр. На деяких річках спостереження починалися з 1938–1939 р., наприклад, на річках Рось (с. Фесюри, м. Корсунь-Шевченківський), Сула (м. Лубни), Удай (м. Прилуки), Самара (с. Кочеріжки), Вовча (с. Васильківка), Інгулець (м. Кривий Ріг) тощо.

На гідролого-гідрохімічний режим практично всіх річок басейну Дніпра впливають антропогенні чинники, особливо зарегульованість та скиди господарсько-побутових і промислових стічних вод, про що зазначається у табл. 3.1.

Слід зауважити, що рівень забезпеченості гідрологічними даними неоднорідний як за окремими річками та пунктами спостережень, так і за роками. Найменше забезпечені необхідною інформацією стокові пункти на таких річках як Десна (с. Літки), Остер (с. Козелець), Тетерів (смт Іванків), Гнилоп'ять (м. Бердичів). Менше 30 років спостереження проводяться на більшості річок – Турія (м. Ковель), Стир (м. Луцьк), Горинь (с. Деражне), Случ (м. Сарни), Тетерів (м. Житомир), Ірпінь (с. Мостище), Десна (мм. Новгород-Сіверський та Чернігів). Найдовші ряди спостережень за гідрологічним режимом (понад 60 років) на річках Рось (м. Корсунь-Шевченківський) та Інгулець (м. Кривий Ріг).

До гідрохімічної бази даних входять головні іони та величини мінералізації. Вони також представлені не в повному обсязі. Так, майже за всіма річками, за винятком пунктів спостережень, розташованих на річках Стохід, Стир і Уж, повна інформація існує лише з 1984 р. (до того відсутні дані щодо HCO_3^-, Ca^{2+}, Na^+ і K^+). Крім того, окреме визначення Na^+ і K^+ виконане на одиничних створах: р. Тетерів – вище й нижче м. Житомир, р. Тетерів – смт Іванків, р. Ірпінь – с. Мостище, р. Десна – с. Літки, р. Рось – вище й нижче м. Корсунь-Шевченківський. Для всіх інших створів подекуди наведено розрахункові величини (Na^++K^+). В інших випадках вміст (Na^++K^+) розраховувався нами безпосередньо при формуванні банку даних.

У цілому, створена база гідрологічних і гідрохімічних даних являє собою систематизований за кожним місяцем, адаптований для подальшої математичної обробки матеріал. Таблиці є досить компактними й легко трансформуються для обробки різними статистичними програмами.

3.2. Методика обробки даних

Для кількісної оцінки гідрологічних характеристик основними в гідрології є методи математичної статистики. Головним завданням розрахунків цих характеристик в імовірнісній формі, без конкретного визначення часу та розкриття їх фізичної сутності, є надання визначальних даних для проектування гідротехнічних споруд, водозаборів на річках, водосховищах чи інших водних об’єктах. При оцінці змін нерегулярних коливань стоку, тобто їх відхилень від середніх значень, основою методів розрахунку стоку є криві забезпеченості за наявності відповідних рядів спостережень. Емпірична крива забезпеченості показує зростання відносних частот появи характеристики, що розглядається, тобто повторюваність витрат води вище або нижче середнього значення. Теоретичні криві розподілу, що розраховують за відомими в гідрології класичними методами (графоаналітичний, найбільшої правдоподібності, моментів), використовуються для екстраполяції гідрологічних характеристик за межі емпіричних спостережень, особливо за порівняно невеликих рядів спостережень.

Звичайно, для визначення мінімальних витрат води різної забезпеченості, як й інших характеристик стоку, можуть використовуватися відомі методи, основані на побудові кривих розподілу (забезпеченості), які бувають симетричними й асиметричними. Криві забезпеченості, а також багато їх модифікацій, можуть бути побудовані з достатньою для практики точністю за допомогою трьох статистичних параметрів, значення яких беруть безпосередньо з матеріалів спостережень. Ці параметри визначаються різними методами, з яких найширше застосовуються метод моментів, метод найбільшої правдоподібності та графоаналітичний метод. Основними параметрами статистичного ряду є: середнє арифметичне, коефіцієнт варіації та коефіцієнт асиметрії. Теоретичні криві забезпеченості будують за нормованими табличними значеннями ординат, що відбираються залежно від

коефіцієнта варіації та відношення коефіцієнта асиметрії (C_s) до коефіцієнта варіації (C_v).

Усі вищезгадані методи успішно використовуються на практиці, але вони є досить трудомісткими. Тому при обробці великої кількості інформації постало питання розробки методики, що надало б змоги швидко та якісно аналізувати розподіли без визначення та використання нормованих відхилень від середнього значення ординат і клітчаток імовірності. На сучасному етапі розвитку комп'ютерних технологій, безумовно, більш продуктивним є метод апроксимації емпіричних кривих розподілу витрат теоретичними кривими, коли будуються точкові графіки (емпіричні криві) та теоретичні криві забезпеченості. Цей метод був апробований раніше, але без визначення його репрезентативності [126, 127]. Щоб показати достовірність та об'єктивність результатів, одержаних методом апроксимації, зроблено їх порівняння з результатами, одержаними іншими методами – графоаналітичним, моментів і найбільшої правдоподібності [128, 148]. Для цього було обрано річки, найбільше забезпечені гідрологічною інформацією з довгими неперервними рядами спостереженнь (з 1914 по 2000 рр.), тобто з урахуванням багато- і маловодних періодів. Аналізувалися середньомісячні мінімальні витрати води в зимову (грудень-лютий) і літню (липень-вересень) межені. Розглядалися емпіричні ряди з 50-80-ти роками спостережень, у тому числі рр. Самара – с. Кочеріжки, Вовча – смт Васильківка, Рось – м. Корсунь-Шевченківський, Уборть – с. Перга, Псел – с. Запсілля.

Спочатку розраховувалися середнє арифметичне значення, коефіцієнт варіації, коефіцієнт асиметрії та співвідношення C_s/C_v, що наведені в табл. 3.2. Емпіричні ряди близькі до нормального закону розподілу за умови, коли $C_s = 2C_v$, і 28,5 % проаналізованих гідрологічних рядів розподіляються згідно з цим законом. Наприклад, йому відповідають результати, отримані на річках Самара –с. Кочеріжки, Уборть – с. Перга за серпень і вереснь. Випадки, коли відношення коефіцієнта асиметрії до коефіцієнта варіації менше двох, становлять 31 % (наприклад, Самара – с. Кочеріжки, Уборть – с. Перга в зимові місяці). Логнормальному закону емпіричні розподіли відповідають, коли співвідношення $C_s=2,5C_v$, що спостерігається у 28,5 % випадків.

Згладжування та екстраполяцію емпіричних кривих забезпеченості проведено графічним та розрахунковим способами із застосуванням типових рівнянь розподілу випадкових величин, які відповідають емпіричним кривим. Емпіричні криві звичайно апроксимуються теоретичними кривими з найвищими значеннями коефіцієнта детермінації, тобто чим він більший, тим краще теоретична крива (лінія тренду) наближена до емпіричного розподілу. Емпіричні криві, що розглядалися, апроксимуються у більшості випадків степеневими, логарифмічними, експоненціальними та поліноміальними рівняннями. Приклади типових кривих емпіричних розподілів, які апроксимуються різними теоретичними рівняннями, наведені на рис. 3.2 – 3.5. Так, на рис. 3.2 наведені графіки степеневої лінії тренду для р. Стир - с. Млинок у період зимової межені (січень) з коефіцієнтом детермінації 0,97.

Таблиця 3.2. Основні статистичні параметри емпіричних рядів розподілу річних і середньомісячних мінімальних витрат води досліджуваних річок

Статистичні параметри	Емпіричні ряди мінімальних витрат						
	Річні	Середньомісячні					
		XII	I	II	VII	VIII	IX
р. Самара-с. Кочеріжки							
Коефіцієнт варіації (Cv)	0,6	0,7	0,81	1,41	0,89	0,64	1,04
Коефіцієнт асиметрії (Cs)	0,9	1,2	1,1	2,8	2,1	1,4	2,1
Середнє значення - x^-	13,3	8,6	13,8	27,2	5,18	2,76	3,25
Cs/Cv	1,5	1,56	1,39	2,02	2,4	2,03	2,01
р. Вовча–смт Васильківка							
Коефіцієнт варіації (Cv)	0,7	0,7	0,8	1,3	1,0	1,2	1,2
Коефіцієнт асиметрії (Cs)	1,8	2,5	1,9	2,1	1,1	3,0	2,2
Середнє значення - x^-	9,4	7,1	10,2	21	4,6	1,8	2,23
Cs/Cv	2,5	3,4	2,4	1,6	1,1	2,6	1,8
р. Рось-м. Корсунь-Шевченківський							
Коефіцієнт варіації (Cv)	0,39	0,44	0,75	0,9	0,86	0,75	0,63
Коефіцієнт асиметрії (Cs)	0,81	0,84	2,93	3,29	1,39	1,9	0,81
Середнє значення - x^-	22,4	14,8	16,27	21,1	16,57	12,2	13,9
Cs/Cv	2,09	1,93	3,89	3,64	1,61	2,56	1,27
р. Уборть–с. Перга							
Коефіцієнт варіації (Cv)	0,44	12,03	1,27	1,05	1,28	1,9	1,09
Коефіцієнт асиметрії (Cs)	0,46	0,73	2,07	1,82	1,77	4,15	2,35
Середнє значення - x^-	13,1	0,95	9,36	10,01	10,03	6,86	4,87
Cs/Cv	1,06	0,76	1,63	1,73	1,38	2,18	2,1
р. Псел–с. Запсілля							
Коефіцієнт варіації (Cv)	0,6	0,85	0,93	1,02	0,8	0,86	0,83
Коефіцієнт асиметрії (Cs)	2,2	2,0	2,4	2,3	2,1	2,2	2,0
Середнє значення - x^-	62,1	45,5	43,8	51,1	33,2	29,1	28,2
Cs/Cv	3,6	2,5	2,6	2,3	2,6	2,6	2,4

Приклад апроксимації логарифмічним рівнянням наведено на рис. 3.3 для р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський з коефіцієнтом детермінації 0,97 за даними середньодобових мінімальних витрат у серпні. Експоненціальним – на рис. 3.4. Тут розглядаються середньодобові мінімальні витрати різної забезпеченості по р. Десна – м. Чернігів у вересні.

На рис. 3.5 наведено поліноміальну апроксимуючу криву за середньодобовими мінімальними витратами в серпні для р. Інгулець – с. Могилівка.

Результати розрахунків, де витрати води різної забезпеченості на досліджуваних річках у зимову (січень) та літньо-осінню (вересень) межень отримані різними методами (графоаналітичний, метод моментів, метод найбільшої правдоподібності та метод апроксимації), як приклад, наведено в табл. 3.3. Порівняння результатів, отриманих методом апроксимації з

графоаналітичним, який вважається найбільш універсальним та об'єктивним, вказує на їх незначну різницю. Тобто, метод апроксимації дає найбільш наближені до реальних результати, порівняно з іншими методами.

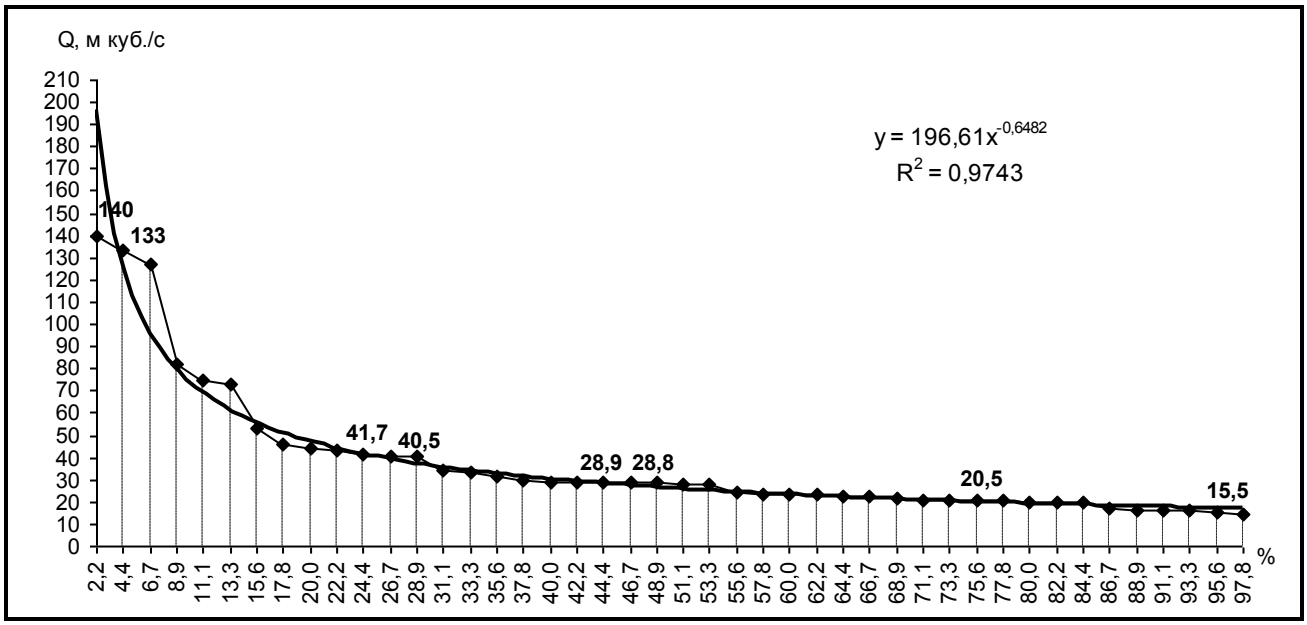


Рис. 3.2. **Емпірична та степенева теоретична криві середньодобових мінімальних витрат за січень різної забезпеченості для р. Стир – с. Млинок за період 1923-2000 рр.**

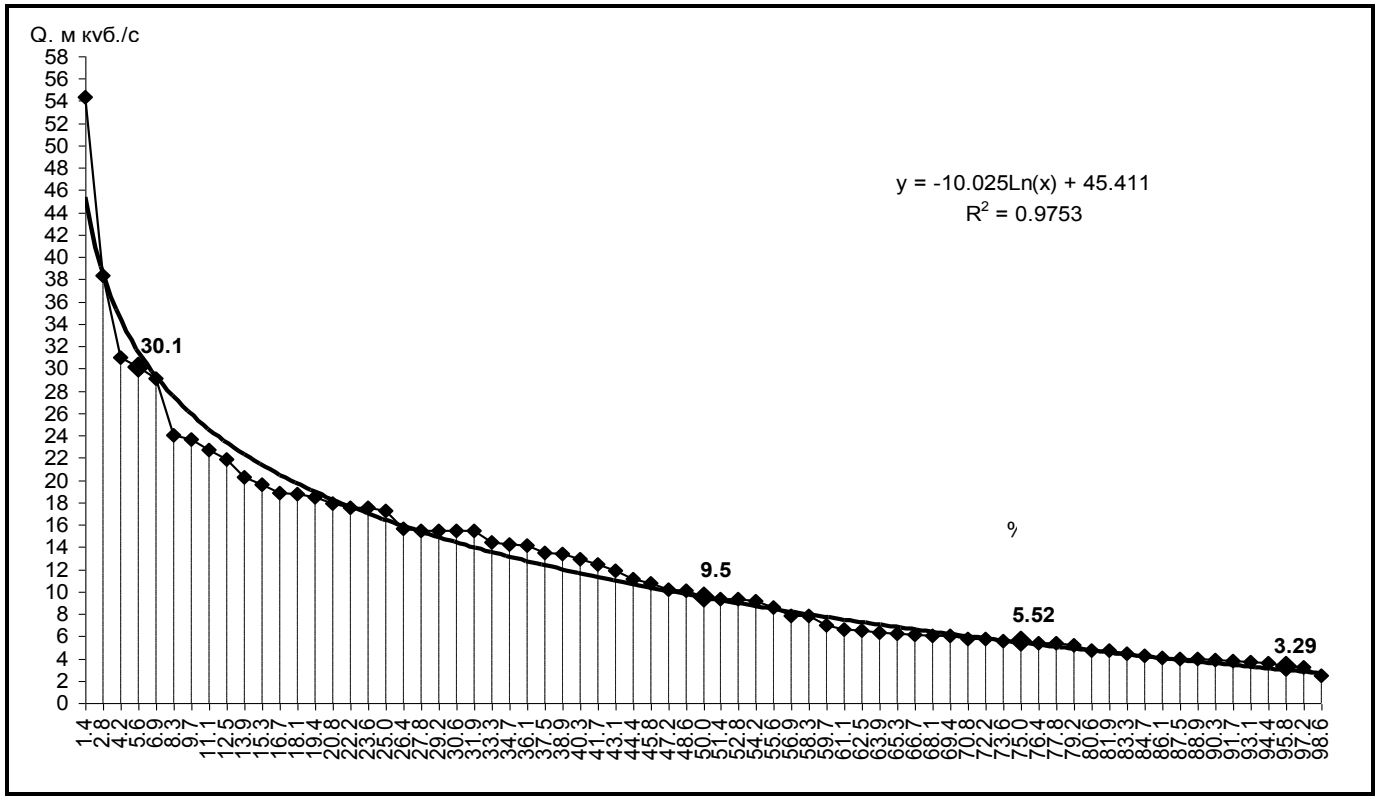


Рис. 3.3. **Емпірична та логарифмічна теоретична криві середньодобових мінімальних витрат за серпень різної забезпеченості для р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський за період 1923-1990 рр.**

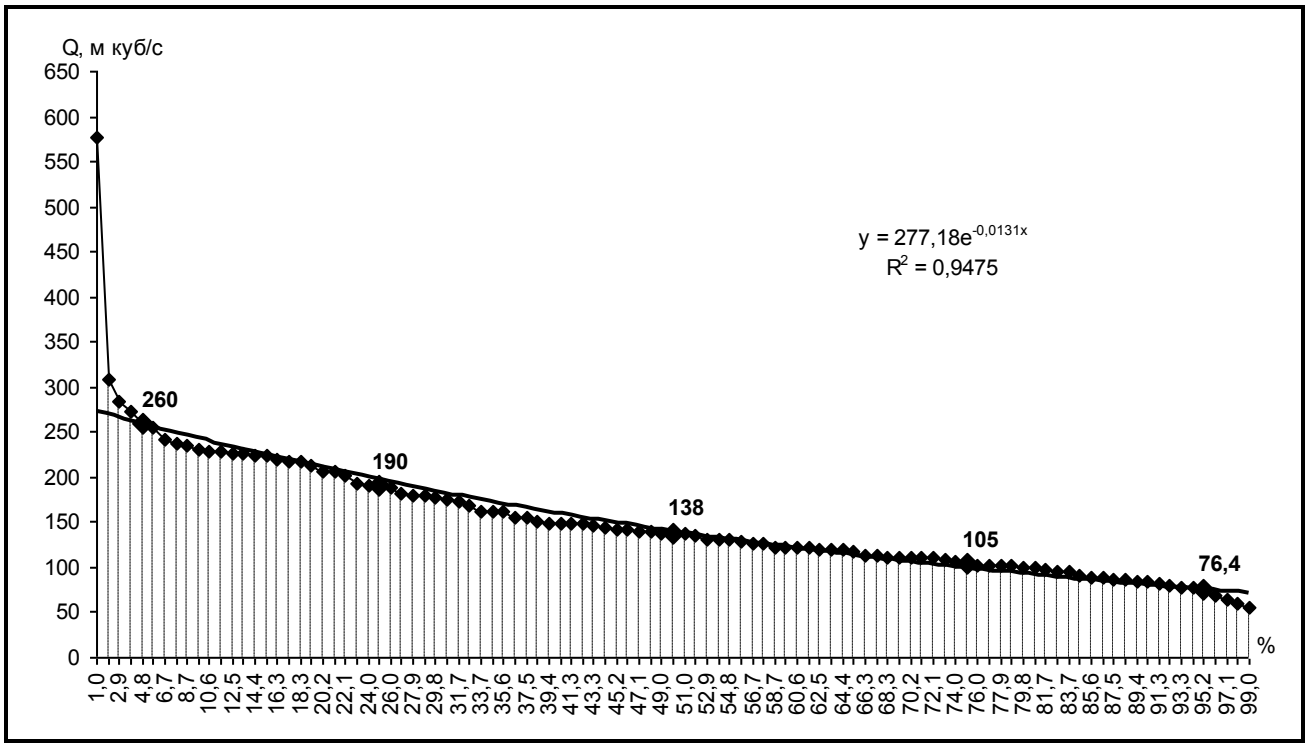


Рис. 3.4. **Емпірична та експоненціальна теоретична криві середньодобових мінімальних витрат за вересень різної забезпеченості для р. Десна – м. Чернігів за період 1895-1997 рр.**

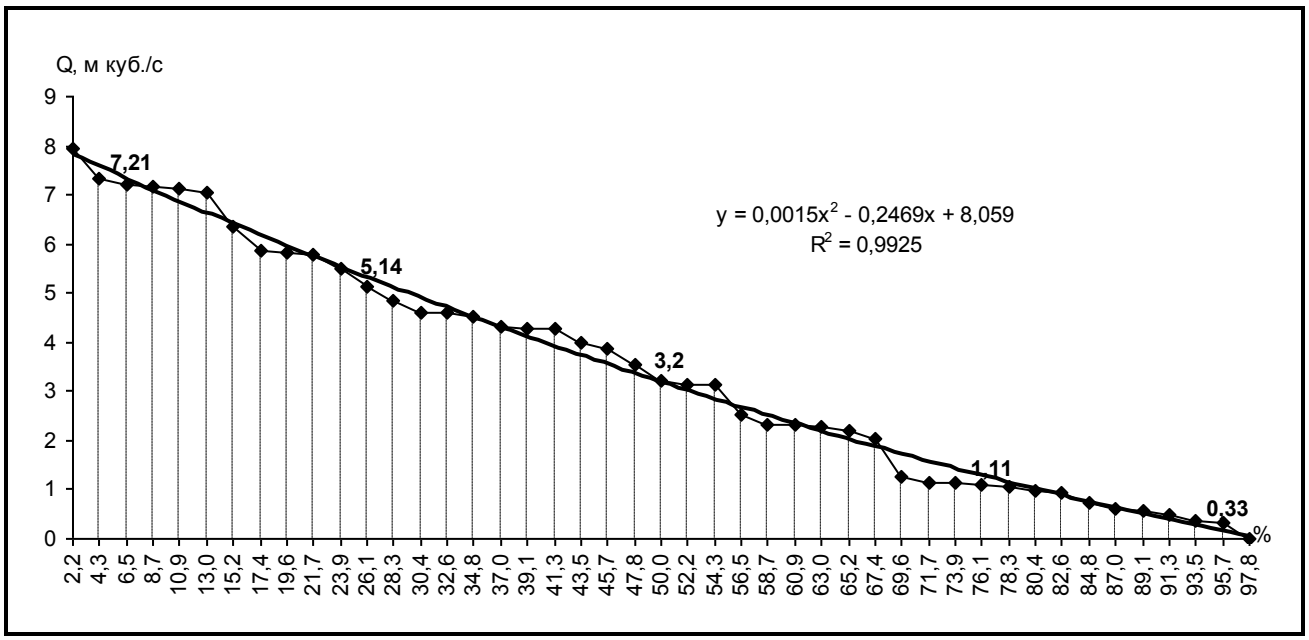


Рис. 3.5. **Емпірична та поліноміальна теоретична криві середньодобових мінімальних витрат за серпень різної забезпеченості для р. Інгулець–с. Могилівка за період 1936-2000 рр.**

Так, для середньомісячних мінімальних витрат води в січні та вересні при забезпеченості 5-95 % різниця між значеннями, одержаними за графоаналітичним методом і методом апроксимації, становить усього від

десятих відсотка до кількох відсотків. Для інших методів (моментів, правдоподібності) ця різниця майже у всіх випадках помітно більша. Аналогічні співвідношення спостерігаються для річок: Самара, Псел, Рось.

***Таблиця 3.3*. Середньомісячні мінімальні витрати води річок різної забезпеченості у січні та вересні, за різними розрахунковими методами, м^3/с**

Розрахунковий метод	Забезпеченість, %							
	1	**5**	**50**	**75**	**90**	**95**	**97**	**99**
р. Самара–с. Кочеріжки, січень								
Графоаналітичний	58,2	38,2	9,9	5,5	3,7	3,2	3,1	2,9
Моментів	48,6	35,1	11,8	5,6	1,5	-0,5	-1,6	-3,2
Найб. правдоподібності	49,3	32,0	11,2	7,3	5,0	3,6	3,3	2,5
Метод апроксимації	**60,0**	**39,7**	**10,7**	**5,6**	**3,3**	**2,6**	**2,4**	**2,1**
р. Самара–с. Кочеріжки, вересень								
Графоаналітичний	3,3	16,3	162,5	243,8	0,6	0,3	0,3	0,2
Моментів	15,6	10,0	2,2	0,9	0,3	0,1	0,1	0,1
Найб. правдоподібності	11,2	9,0	2,5	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0
Метод апроксимації	**16,9**	**10,9**	**2,3**	**1,1**	**0,6**	**0,3**	**0,2**	**0,1**
р. Вовча–смт Васильківка, січень								
Графоаналітичний	38,0	26,4	10,1	4,3	2,1	1,2	0,9	0,4
Моментів	39,3	26,5	7,9	4,3	2,7	2,2	2,0	1,7
Найб. правдоподібності	45,5	27,2	7,6	4,4	2,7	1,9	1,6	1,1
Метод апроксимації	**41,0**	**27,4**	**8,0**	**4,5**	**2,7**	**2,3**	**1,8**	**1,4**
р. Вовча–смт Васильківка, вересень								
Графоаналітичний	11,9	7,6	1,3	0,3	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4
Моментів	12,1	7,6	1,3	0,4	0,0	-0,2	-0,2	-0,2
Найб. правдоподібності	10,3	6,7	1,5	0,6	0,2	0,1	0,1	0,0
Метод апроксимації	**13,3**	**8,5**	**1,5**	**0,3**	**-0,3**	**-0,4**	**-0,5**	**-0,6**
р. Рось-м. Корсунь-Шевченківський, січень								
Графоаналітичний	52,7	37,0	13,0	8,8	6,5	5,6	5,2	4,9
Моментів	65	40,9	11,5	8,8	8,1	8,0	8,0	7,9
Найб. правдоподібності	55,6	38,2	13,5	8,1	5,0	3,6	2,9	2,0
Метод апроксимації	**92,2**	**39,4**	**13,1**	**9,2**	**6,6**	**5,0**	**4,4**	**3,8**
р. Рось-м. Корсунь-Шевченківський, вересень								
Графоаналітичний	44,5	32,2	11,9	7,1	4,2	3,0	2,5	1,6
Моментів	39,3	30,1	12,9	7,6	3,6	1,6	0,4	-1,7
Найб. правдоподібності	47,7	32,8	11,6	7,0	4,3	3,1	2,5	1,7
Метод апроксимації	**42,0**	**31,1**	**11,8**	**6,3**	**4,8**	**3,4**	**2,9**	**2,4**
р. Псел-с. Запсілля, січень								
Графоаналітичний	218	133,9	27,1	14,1	10,5	9,6	9,6	8,7
Моментів	198	125,7	29,5	16,9	11,6	10,4	10,4	9,6
Найб. правдоподібності	159	98,13	35,5	25,0	18,4	15,3	13,6	11,4
Метод апроксимації	**207**	**134,7**	**27,3**	**15,8**	**12,9**	**10,1**	**9,1**	**8,0**
р. Псел–с. Запсілля, вересень								
Графоаналітичний	134	83,2	18,1	10,2	8,0	7,4	7,4	6,9
Моментів	115	75,5	20,5	12,1	8,3	7,2	7,2	7,2
Найб. правдоподібності	103	63,4	22,9	16,1	11,9	9,9	8,8	7,4

Метод апроксимації	122	80,9	21,3	10,8	6,1	4,7	4,2	3,6

Так, середньомісячні мінімальні витрати води р. Псел – с. Запсілля у січні, при забезпеченості 50 %, становили, за графоаналітичним методом 27,1 $м^3/с$ і за методом апроксимації – 27,3 $м^3/с$, а за іншими методами – 29,5 і 35,5 $м^3/с$. Ще більша різниця між порівнюваними розрахунковими витратами за цими методами при забезпеченості 1-5 % та 97-99 %. Так, при забезпеченості 5 % витрата води (р. Псел–с. Запсілля, січень) за графоаналітичним методом становить 133,9 $м^3/с$ і за методом апроксимації – 134,7 $м^3/с$, тобто різниця практично відсутня. За методами моментів і найбільшої правдоподібності ця витрата становить 125,7 та 98,13 $м^3/с$. Для цього ж емпіричного ряду витрати води при забезпеченості 97 % становлять, відповідно до порівнюваних методів, 9,6 і 9,1 $м^3/с$ та 10,4 і 13,6 $м^3/с$. Подібні співвідношення спостерігаються і для всіх розглянутих нами емпіричних рядів розподілу. Тобто метод апроксимації дає результати, що в більшості випадків майже співпадають з результатами, одержаними графоаналітичним методом.

Слід зазначити, що при апроксимації емпіричних кривих розподілу найчастіше застосовується логарифмічна та поліноміальна другого степеня лінії тренду. Але при високих значеннях коефіцієнтів C_v, C_s однієї лінії тренду буває недостатньо (рис. 3.6). Навіть при високому коефіцієнті детермінації поліноміальна лінія тренду другого степеня не дуже чітко описує на кінцях емпіричний розподіл. У таких випадках доцільно розбивати графік на три частини: витрати з малою відсотковою забезпеченістю (до 5-10 %), з середньою та високою (до 90 %) і високою – понад 90 %. Так, на рис. 3.7-3.8 наведено приклад зазначеного прийому, де окремо побудовано графіки для мінімальних і максимальних значень і до них підібрано лінію тренду (у даному випадку логарифмічну) з формулою та коефіцієнтом достовірності.

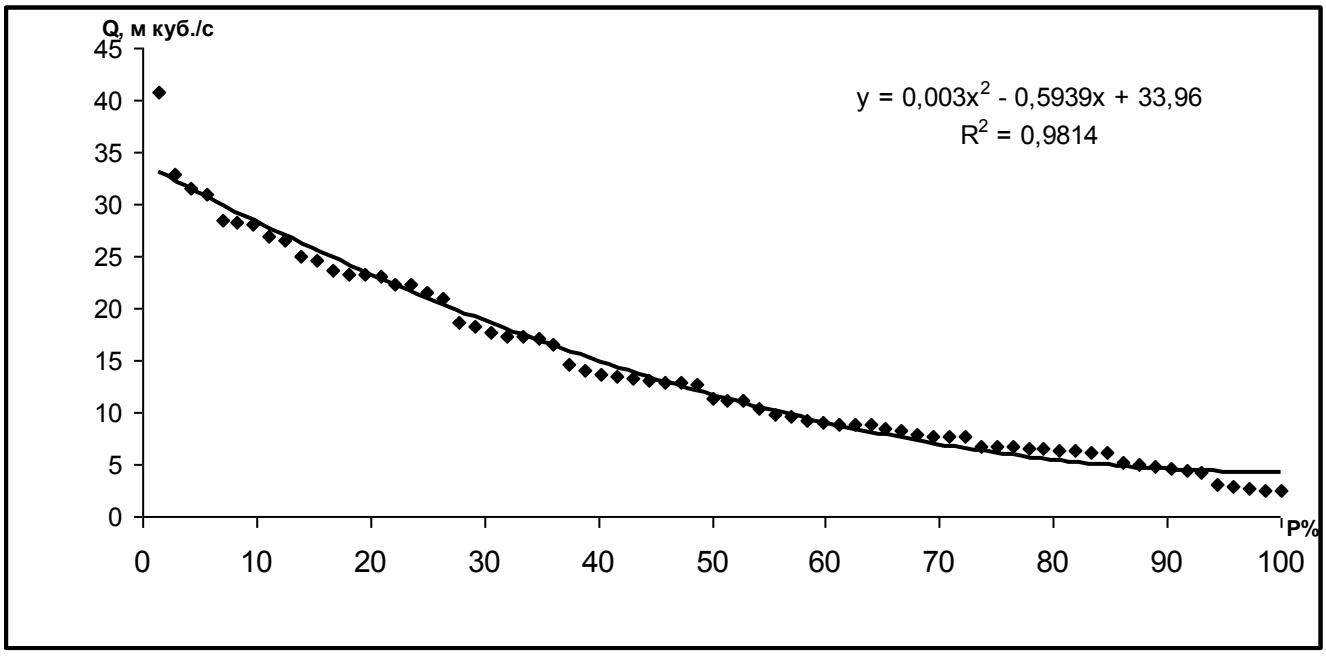


Рис. 3.6. **Емпірична та поліноміальна теоретична криві витрат різної забезпеченості для р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський у вересні за період 1929-2000 рр.**

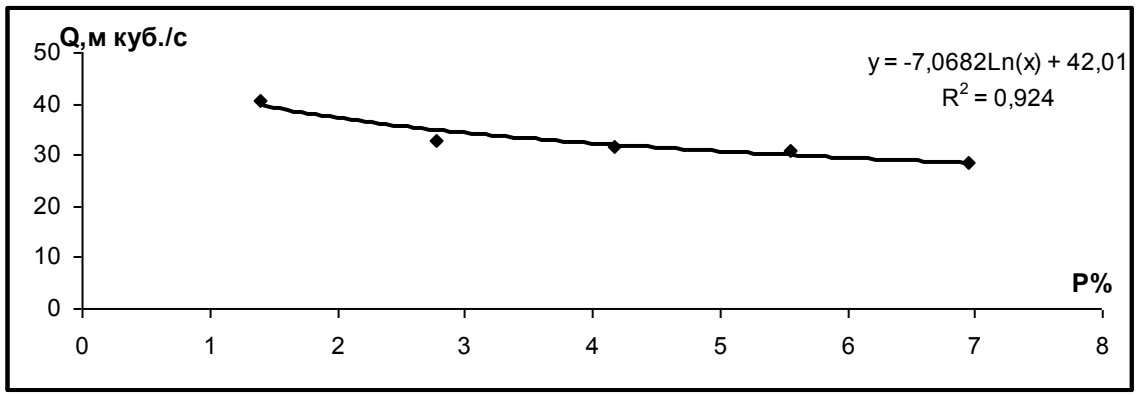


Рис. 3.7. **Емпірична та логарифмічна теоретична криві витрат при забезпеченості 1-10 % для р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський у вересні за період 1929-2000 рр.**

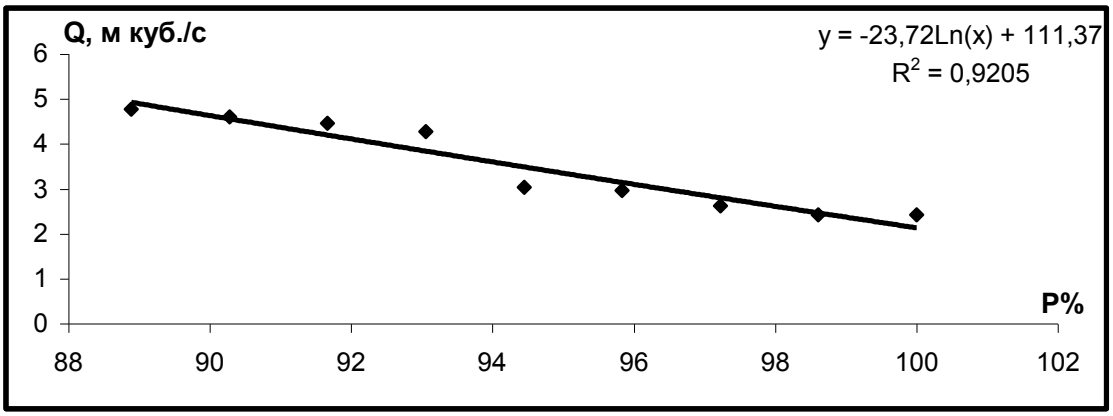


Рис. 3.8. **Емпірична та логарифмічна теоретична криві витрат при забезпеченості 90-99 % для р. Рось – м. Корсунь-Шевченківський у вересні за період 1929-2000 рр.**

Таким чином, при обробці значної кількості гідрологічної інформації найбільш продуктивним є метод апроксимації емпіричних кривих розподілу витрат теоретичними кривими із застосуванням комп'ютерних технологій, що дозволяє одержувати репрезентативні результати.

При картографуванні гідрологічних і гідрохімічних характеристик стоку річок, для оцінки їх просторового розподілу необхідно враховувати досить значну динаміку змін цих характеристик у режимному плані як протягом гідрологічного року, так і за багаторічний період. Це пов'язано з тим, що формування режиму річкових вод залежить від складної взаємодії комплексу фізико-географічних чинників, геологічної та гідрогеологічної будови річкових басейнів, господарської діяльності тощо. Значну роль відіграють водні об'єкти, що знаходяться у межах річкового басейну – озера, водосховища, ставки. Протягом року вони виконують міжсезонне

регулювання стоку, впливаючи таким чином на режим гідролого-гідрохімічних характеристик. Але за рахунок збільшення випаровування з їх водної поверхні відбувається загальне зменшення стоку.

Зазвичай, найбільший вплив на водний режим мають кліматичні умови – атмосферні опади та випаровування з поверхні водозбору. Але у деяких випадках, як вже зазначалося, значним може бути вплив гідрогеологічних умов. Наприклад, наявність карсту на значній частині басейну річки може помітно зменшувати роль весняної повені та дощових паводків у формуванні стоку річки, а у меженний період – набагато збільшувати стік. На режим річкового стоку, його гідролого-гідрохімічні характеристики значний вплив на території України мають антропогенні чинники – велика зарегульованість річок, забір води для господарсько-питного водопостачання, скид промислових і господарсько-побутових стічних вод тощо.

Таким чином, при картографуванні гідролого-гідрохімічних характеристик необхідно враховувати їх зміну у часі, тобто водний режим річки. При цьому виділяти не тільки річні цикли, що відображають внутрішньорічні зміни кліматичних елементів і нерівномірність надходження поверхневих і підземних вод у річку протягом року, а також зміни з року в рік, обумовлені багаторічними коливаннями стоку. У річному циклі водного режиму виділяють весняну повінь, що характеризується найбільшою водністю, зумовлену переважно сніготаненням, а також літню та зимову межені, які, звичайно, розділяються періодом дощових паводків. Зміни гідрологічних характеристик за багаторічний період визначаються на основі застосування аналітичних функцій розподілу щорічних імовірностей перевищення.

Вказані положення враховані нами при дослідженні гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра (у межах України). Ряди багаторічних спостережень за середньомісячними та мінімальними середньодобовими витратами води, які найбільш важливі з наукової та практичної точки зору, складені по кожному з дев’яти місяців меженного періоду – з червня по лютий. За гідрохімічними даними сформовано вибіркові сукупності, які за кожним пунктом характеризують вміст хімічних речовин у воді в літню та зимову межені при більших витратах, у межах 5-50 % забезпеченості, та при менших витратах – у межах 50-95 %. Вибіркові сукупності сформовані з огляду на наявні гідрохімічні дані й уперше характеризують хімічний склад води річок з урахуванням витрат, які спостерігалися при відборі проб.

Закономірності просторового розподілу річкового стоку в басейнах річок виявляються при картографуванні характеристик, не залежних від площі водозбору, серед яких найбільш відомою є модуль стоку, що показує витрати води за секунду з площі 1 км^2. Особливістю картографування модуля стоку є та обставина, що показані на карті його значення стосуються не окремої точки виміру, як, наприклад, при картографуванні рельєфу, а всієї площі водозбору, оскільки витрата води на гідрологічному посту характеризує стік з водозбору. Електронні карти, які дають уяву про просторовий розподіл

середньомісячного та середньодобового модулів стоку річок басейну Дніпра різної забезпеченості та про вміст хімічних речовин у воді річок у літню та зимову межені при витратах води вище та нижче 50 % забезпеченості, побудовані з використанням геоінформаційної системи MapInfo та програмного продукту Surfer.

Функціональні можливості цього програмного продукту для загальногеографічного картографування, у тому числі й гідрологічних характеристик, досить відомі [13, 122, 124]. Слід зазначити, що у даному випадку при створенні електронних карт побудована карта-основа шляхом векторизації сканованого зображення карти басейну Дніпра з нанесеними на ній постами гідрологічних та гідрохімічних спостережень. Далі будувалися картографічні зображення, оформлялися й друкувалися карти. Уперше побудовано карти модулів середньомісячного та середньодобового стоку різної забезпеченості за кожен з дев'яти місяців меженного періоду та гідрохімічні карти, що характеризують вміст хімічних речовин у воді в літню та зимову межені при витратах 25-50 % та 50-95 % забезпеченості.

Таким чином, проведені дослідження гідрологічних і гідрохімічних характеристик меженного стоку річок басейну Дніпра уперше базувались на великих об'ємах інформації та значній довжині стокових рядів, при обробці яких застосовано сучасні методичні підходи із застосуванням персональних комп'ютерів і відповідного програмного забезпечення.

РОЗДІЛ 4

РОЗПОДІЛ МІНІМАЛЬНИХ ВИТРАТ ТА МОДУЛІВ СТОКУ В МЕЖАХ БАСЕЙНУ

4.1. Мінімальні середньомісячні та середньодобові витрати води

Найменші витрати води, що можуть знижуватися до нульових величин, є однією з основних гідрологічних характеристик, що необхідно враховувати при проектуванні гідротехнічних і водозабірних споруд на річках. Вибір мінімальної витрати залежить від проектної розрахункової забезпеченості. Як характеристики мінімального стоку приймаються середньомісячні (30-добові періоди з найменшим стоком) та мінімальні середньодобові витрати в літньо-осінній та зимовий періоди. Мінімальні середньомісячні витрати 75-95 % забезпеченості є розрахунковими при проектуванні гідроелектростанцій, водосховищ, водопостачання атомних і теплових електростанцій, рибних ставків, а мінімальні середньодобові витрати 95 % забезпеченості – при проектуванні водозабірних споруд для водопостачання населених пунктів і промислових підприємств у літньо-осінню та зимову межень [130, 135, 136].

Основним джерелом живлення річок у меженний період є природні ресурси підземних вод, що перебувають у тій зоні інтенсивного водообміну, яка знаходиться під впливом постійно дренуючої дії річкової мережі. Вона охоплює верхній рівень порівняно неглибоких безнапірних грунтових вод і напірних підземних вод у районах переважно артезіанських басейнів, що знаходяться у сфері дренуючого впливу річкових систем і значних западин рельєфу. Запаси грунтових вод у річковому басейні змінюються як протягом року, так і з року в рік залежно від кліматичних і гідрогеологічних умов і господарської діяльності, особливо у районах осушувальних і зрошувальних меліорацій. Запаси грунтових вод поповнюються, переважно, навесні за рахунок талих і дощових вод, а в районах із значною кількістю опадів і неглибоким заляганням грунтових вод – також і в осінній період.

Запаси напірних підземних вод визначаються геологічною будовою та гідрогеологічними особливостями річкових басейнів, наявністю великих групових водозаборів. Живлення річок напірними підземними водами найбільш усталене, оскільки їх запаси у часі досить постійні й не мають різких коливань. Про величину живлення річок напірними підземними водами зазвичай роблять висновок за мінімальними річними витратами, що формуються у літню або зимову межень. Такий період починається, коли запаси грунтових вод вичерпуються, що пов’язано з особливостями режиму грунтових вод, який характеризується поступовим зменшенням сезонних запасів. Безпосередньо визначити сезонні запаси грунтових вод у зоні активного водообміну практично неможливо, а мати уяву про їх величину та процес виснаження можливо тільки за стоком річок і змінами витрат у меженний період [114]. У міру виснаження сезонних запасів грунтових вод витрати річок зменшуються, досягаючи у кінці межені мінімальних величин,

що обумовлені притоком переважно глибокозалягаючих напірних підземних вод.

Слід мати на увазі, що наприкінці весняної повені, коли притік талої води вже повністю відсутній, у річковому басейні залишається ще її деякий запас у руслах, озерах, болотах. Виснаження запасів цієї води проходить через деякий час, а визначити кількість власне талих і дощових вод та інтенсивність цього виснаження дуже важко, бо вони залежать від розмірів річкового басейну, заболоченості, озерності тощо. При дослідженні закономірностей змін у живленні підземними водами річок у меженний період важливо обирати такий початковий момент, коли запаси поверхневих талих і дощових вод у річковому басейні вже вичерпано [114].

Як вже зазначалося, басейн Дніпра охоплює значну територію України, що характеризується зміною фізико-географічних умов, особливо кліматичних. Вони зумовлюють і дещо різні строки настання власне меженного періоду в зоні мішаних лісів і Степу. Але можна вважати, що з червня місяця на всій території басейну Дніпра, у цілому, встановлюється меженний період. Тому для співставлення результатів та з огляду на вихідні дані (щомісячні), літньо-осіння та зимова межені прийняті за календарними датами – відповідно з червня по листопад і з грудня по лютий місяці.

Розраховані за допомогою методу апроксимації емпіричних кривих розподілу витрат теоретичними кривими, про що йшлося раніше, величини середньомісячних і середньодобових витрат різної забезпеченості за кожен з дев’яти місяців меженного періоду дозволили визначити, у які саме місяці формуються мінімальні витрати річок басейну Дніпра. Вказаний метод дозволяє аналізувати сотні емпіричних рядів та одержувати надійні результати. Методом апроксимації оброблено 954 ряди, з яких 513 – середньомісячних витрат за 52 пунктами спостережень на 40 річках, а 441 – середньодобових витрат за 49 пунктами спостережень на 39 річках. Безумовно, що традиційними методами, без відповідних комп’ютерних програм, таку обробку зробити дуже важко.

4.1.1. Розподіл мінімальних середньомісячних витрат

Імовірні коливання середньомісячних витрат за кожен із дев’яти місяців меженного періоду і їх значення при забезпеченості 50 і 95 % наведено у таблицях 4.1-4.2. На графіках (рис. 4.1-4.3), на яких показані мінімальні середньомісячні витрати річок 50 та 95 % забезпеченості, чітко спостерігається послідовність зміни їх величини за дев’ять місяців меженного періоду. Наведені річки є типовими для окремих фізико-географічних зон басейну Дніпра та характеризуються різними умовами живлення підземними водами, що визначаються, головним чином, співвідношенням опади-випаровування, гідрогеологічною будовою та взаємодією ерозійного врізу річок і водоносних горизонтів.

Таблиця 4.1. **Середньомісячні витрати води річок басейну Дніпра, з червня по лютий, 50 % забезпеченості**

№ з/п	Річка - пункт	Місяці								
		6	7	8	9	10	11	12	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Турія-Ковель	2,20	1,28	1,15	0,99	1,37	1,83	2,00	1,30	2,40
2	Стохід-Малинівка	0,95	0,65	0,40	0,43	0,40	0,43	0,60	0,58	0,85
3	Стир-Луцьк	24,3	19,6	20,0	18,6	21,0	24,9	25,0	20,9	26,3
4	Стир-Млинок	32,1	28,0	24,9	26,0	29,3	29,2	28,9	28,5	28,0
5	Горинь-Деражне	32,8	29,3	28,0	27,3	30,0	27,7	30,0	29,5	32,3
6	Устя-Рівне	1,25	1,15	1,31	1,40	1,22	1,00	1,17	0,98	1,18
7	Случ-Громада	6,30	6,50	6,10	8,00	6,60	6,20	6,20	5,20	6,47
8	Случ-Новоград-Волинський	21,0	20,0	14,5	15,0	15,3	14,4	15,4	15,4	15,8
9	Случ-Сарни	31,4	29,0	21,0	21,2	23,7	25,9	29,1	24,5	28,7
10	Уборть-Перга	6,50	3,90	3,80	2,90	4,20	4,70	6,50	5,00	6,00
11	Уж-Поліське	8,40	9,80	6,00	6,00	6,90	9,05	13,2	8,10	10,0
12	Тетерів-Житомир	7,10	6,70	4,50	4,50	5,27	7,30	9,20	5,80	6,00
13	Гнилоп'ять-Головенка	1,76	1,41	1,30	1,60	1,65	2,40	2,40	1,99	2,40
14	Ірша-Малин	2,57	2,34	2,10	1,80	1,87	2,48	3,37	2,70	3,90
15	Ірпінь-Мостище	4,30	4,22	3,90	4,10	4,80	5,60	4,72	4,47	4,00
16	Сейм-Мутин	50,0	42,0	41,0	40,0	45,0	50,0	55,9	59,0	53,0
17	Снов-Носівка	10,2	11,0	10,1	9,26	12,6	14,3	16,2	13,7	13,0
18	Трубіж-Баришівка	1,10	1,00	0,66	0,40	0,82	1,20	1,45	1,10	0,90
19	Трубіж-Переяслав-Хмельницький	2,80	2,50	1,80	1,60	2,30	3,15	4,00	3,10	3,70
20	Недра-Березань	0,55	0,48	0,40	0,36	0,48	0,70	0,81	0,65	0,90
21	Рось-Фесюри	3,75	3,91	3,50	4,00	5,50	6,50	6,30	6,24	5,50
22	Рось-Корсунь-Шевченківський	11,0	12,0	9,50	11,4	14,0	14,0	13,0	13,0	15,0
23	Вільшанка-Мліїв	0,40	0,50	0,40	0,47	0,50	0,70	0,93	0,80	1,10
24	Сула-Зеленківка	0,33	0,29	0,19	0,20	0,33	0,56	0,54	0,34	0,50
25	Сула-Лубни	16,0	11,3	8,41	8,52	10,0	15,0	16,0	15,2	16,1
26	Ромен-Ромни	1,30	1,10	0,76	0,64	1,00	1,39	1,60	1,10	1,33
27	Удай-Прилуки	1,10	0,57	0,40	0,45	0,72	1,20	1,40	0,99	0,90
28	Тясмин-Велика Яблунівка	1,00	1,00	0,90	1,18	1,58	1,85	1,70	1,69	2,50
29	Псел-Суми	10,9	10,0	10,1	10,5	12,0	14,5	14,5	12,3	10,9
30	Псел-Гадяч	14,5	13,0	11,0	12,6	16,0	18,7	18,5	19,0	16,3
31	Псел-Запсілля	33,1	22,9	19,0	19,0	22,5	29,2	30,6	23,9	22,5
32	Хорол-Миргород	1,40	0,70	0,33	0,18	0,39	0,79	1,00	0,75	0,70
33	Ворскла-Чернеччина	4,20	3,70	3,32	4,20	6,80	9,33	5,90	5,00	6,00
34	Ворскла-Кобеляки	14,0	11,5	9,30	9,10	12,0	17,8	18,0	18,0	18,3
35	Мерло-Богодухів	0,22	0,19	0,15	0,20	0,33	0,27	0,34	0,30	0,42
36	Орель-Царичанка	2,60	1,54	1,10	1,00	1,00	1,10	3,60	4,60	6,00
37	Берестова-Красноград	0,66	0,35	0,21	0,21	0,42	1,30	1,30	0,85	1,00

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38	Самара-Коханівка	0,30	0,27	0,12	0,46	0,65	0,60	0,70	0,78	1,00
39	Самара-Кочеріжки	4,30	3,20	1,80	1,93	1,93	4,00	5,54	9,80	13,4
40	Вовча-Васильківка	3,10	2,10	1,23	1,05	1,70	3,18	4,00	6,30	9,70
41	Мокрі Яли - Грушівський	0,33	0,25	0,085	0,17	0,33	0,50	0,70	0,72	0,62
42	Солона-Новопавлівка	0,45	0,20	0,10	0,40	0,65	1,00	1,07	1,04	1,13
43	Гайчур-Андріївка	0,35	0,23	0,12	0,10	0,20	0,35	0,55	0,82	1,20
44	Мала Терса-Троїцьке	0,20	0,090	0,095	0,095	0,072	0,12	0,23	0,28	0,70
45	Кільчень-Олександрівка Перша	0,20	0,11	0,048	0,040	0,074	0,17	0,31	0,33	0,65
46	Мокра Сура-Кринички	0,025	0,070	0,000	0,005	0,060	0,10	0,080	0,082	0,25
47	Інгулець-Олександрівка	0,18	0,20	0,14	0,15	0,20	0,24	0,30	0,24	0,29
48	Інгулець-Іскрівка	0,48	0,41	0,30	0,41	0,42	0,48	0,60	0,50	0,57
49	Інгулець-Кривий Ріг	2,00	1,90	1,69	1,64	1,60	2,16	2,50	2,75	5,40

Таблиця 4.2. **Середньомісячні витрати води річок басейну Дніпра, з червня по лютий, 95 % забезпеченості**

№ з/п	Річка - пункт	Місяці								
		6	7	8	9	10	11	12	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Турія-Ковель	0,20	0,050	0,054	0,060	0,18	0,30	0,30	0,18	0,15
2	Стохід-Малинівка	0,080	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3	Стир-Луцьк	11,3	12,5	9,60	9,00	13,0	16,5	13,4	13,4	16,0
4	Стир-Млинок	22,0	16,6	18,0	18,3	16,0	19,8	19,9	16,0	19,8
5	Горинь-Деражне	16,8	16,2	14,5	15,9	19,5	18,6	19,0	15,2	20,5
6	Устя-Рівне	0,12	0,11	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09
7	Случ-Громада	1,70	1,70	1,95	2,80	2,70	2,80	2,80	1,90	1,90
8	Случ-Новоград-Волинський	5,00	1,90	3,00	6,50	6,00	7,50	7,20	3,00	2,80
9	Случ-Сарни	15,0	7,50	5,00	10,5	8,46	15,0	10,3	6,80	9,40
10	Уборть-Перга	1,00	1,40	1,10	0,90	0,60	0,80	0,80	0,60	0,70
11	Уж-Поліське	2,80	2,40	2,40	2,10	2,30	4,00	2,20	2,30	2,20
12	Тетерів-Житомир	1,20	1,00	1,95	1,95	2,03	0,80	0,90	2,10	0,50
13	Гнилоп'ять-Головенка	0,30	0,41	0,30	0,70	0,35	0,40	0,40	0,80	0,30
14	Ірша-Малин	0,90	0,55	0,60	0,40	0,45	0,90	1,00	0,80	0,80
15	Ірпінь-Мостище	2,00	1,10	1,63	2,00	3,00	2,90	2,67	1,60	2,24
16	Сейм-Мутин	32,0	25,8	23,0	28,0	30,0	33,0	39,0	30,0	27,0
17	Снов-Носівка	6,10	3,80	4,10	6,00	7,50	9,90	9,50	7,20	7,00
18	Трубіж-Баришівка	0,050	0,010	0,026	0,028	0,040	0,30	0,010	0,010	0,060
19	Трубіж-Переяслав-Хмельницький	0,50	0,50	0,48	0,45	0,98	1,49	1,15	0,75	0,85

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	Недра-Березань	0,18	0,12	0,20	0,20	0,25	0,35	0,26	0,16	0,20
21	Рось-Фесюри	1,32	0,65	0,60	1,60	2,00	2,00	3,20	2,20	2,20
22	Рось-Корсунь-Шевченківський	4,65	2,05	3,00	4,00	5,00	6,20	8,00	4,90	9,00
23	Вільшанка-Мліїв	0,20	0,040	0,033	0,030	0,040	0,050	0,060	0,090	0,15
24	Сула-Зеленківка	0,080	0,040	0,034	0,032	0,048	0,10	0,13	0,041	0,038
25	Сула-Лубни	5,00	2,70	1,87	1,65	2,00	3,29	5,10	5,00	3,14
26	Ромен-Ромни	0,48	0,32	0,20	0,20	0,27	0,38	0,20	0,16	0,12
27	Удай-Прилуки	0,17	0,14	0,098	0,050	0,15	0,30	0,12	0,13	0,13
28	Тясмин-Велика Яблунівка	0,46	0,20	0,12	0,19	0,22	0,58	1,00	0,41	0,51
29	Псел-Суми	6,30	5,01	4,50	5,10	7,00	7,80	5,80	2,34	3,07
30	Псел-Гадяч	6,80	4,80	3,50	4,50	6,60	9,80	7,60	6,00	5,20
31	Псел-Запсілля	14,5	8,20	6,95	5,61	8,00	9,00	8,86	9,40	8,50
32	Хорол-Миргород	0,23	0,13	0,030	0,020	0,030	0,063	0,090	0,001	0,017
33	Ворскла-Чернеччина	1,90	0,80	0,50	0,85	2,20	1,80	3,80	0,96	0,60
34	Ворскла-Кобеляки	6,90	5,00	3,36	2,90	3,40	4,58	7,10	4,20	3,60
35	Мерло-Богодухів	0,020	0,020	0,010	0,030	0,10	0,070	0,090	0,013	0,000
36	Орель-Царичанка	1,06	0,45	0,31	0,25	0,20	0,26	0,19	0,20	0,25
37	Берестова-Красноград	0,080	0,010	0,001	0,001	0,010	0,16	0,48	0,030	0,020
38	Самара-Коханівка	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,25	0,15	0,022
39	Самара-Кочеріжки	0,90	1,00	0,70	0,30	0,010	1,70	0,90	1,30	1,11
40	Вовча-Васильківка	0,50	0,27	0,24	0,11	0,40	0,65	0,93	0,90	1,78
41	Мокрі Яли-Грушівський	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,18	0,27	0,28	0,40
42	Солона-Новопавлівка	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,41	0,60	0,38	0,30
43	Гайчур-Андріївка	0,001	0,000	0,000	0,000	0,025	0,083	0,15	0,11	0,18
44	Мала Терса-Троїцьке	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000
45	Кільчень-Олексан-дрівка Перша	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
46	Мокра Сура-Кринички	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
47	Інгулець-Олександрівка	0,016	0,015	0,017	0,020	0,020	0,030	0,001	0,000	0,043
48	Інгулець-Іскрівка	0,11	0,050	0,10	0,040	0,085	0,17	0,10	0,15	0,14
49	Інгулець-Кривий Ріг	0,61	0,54	0,49	0,41	0,43	0,42	0,20	0,80	0,80

Найменші середньомісячні витрати різної забезпеченості, протягом усього меженного періоду, спостерігаються зазвичай наприкінці літа та у вересні, на початку осені. Так, для р. Турія – м. Ковель, найменша витрата 50

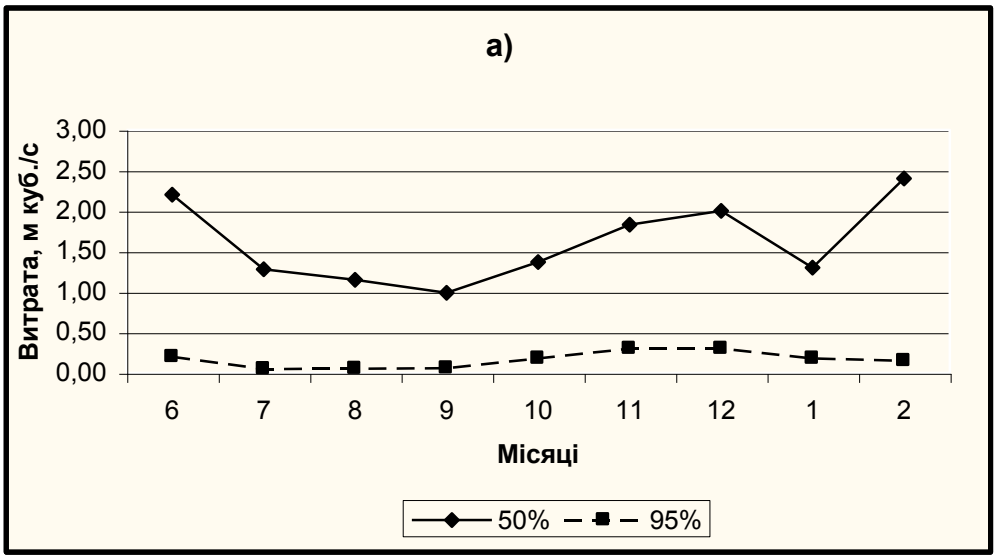
% забезпеченості спостерігається у вересні і становить 0,99 $м^3/с$, тобто є значно меншою, ніж у липні, серпні та жовтні (1,28-1,37 $м^3/с$); 75 % забезпеченості спостерігається також у вересні і становить 0,38 $м^3/с$ (у інші літні меженні місяці − 0,56-0,78 $м^3/с$). Витрати води 95 % забезпеченості протягом липня-вересня досить стабільні і змінюються у межах 0,05-0,06 $м^3/с$. Взимку найменші витрати води 50-95 % забезпеченості спостерігаються у січні-лютому і становлять 1,3-2,4; 0,71-0,75 та 0,15-0,18 $м^3/с$.

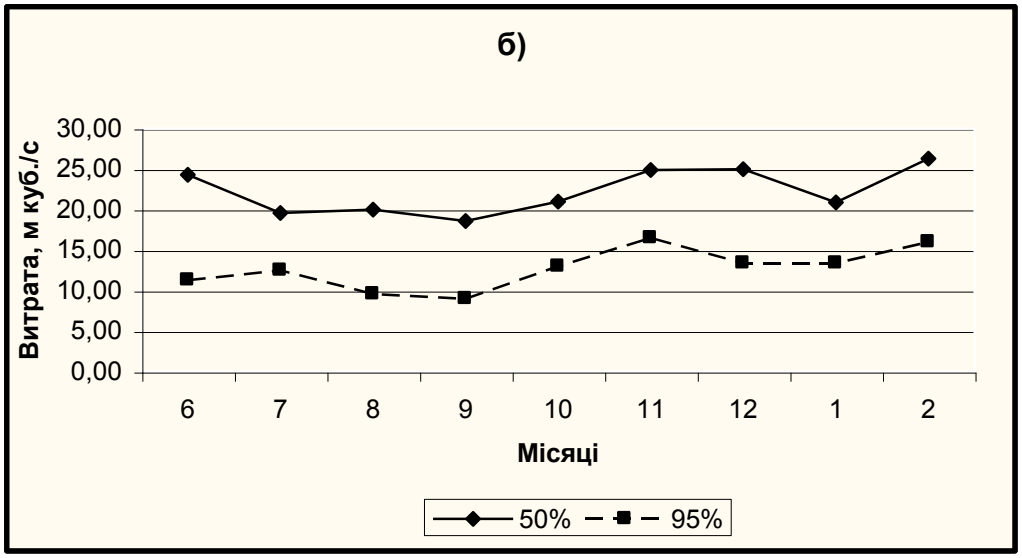
Для р. Стохід − с. Малинівка мінімальні витрати 50 % забезпеченості формуються у серпні-жовтні і залишаються майже на одному рівні – 0,40-0,43 $м^3/с$. Аналогічно розподіляються по місяцях мінімальні витрати 75 % забезпеченості і становлять 0,18-0,20 $м^3/с$. Взимку подібні меженні витрати, 0,58-0,20 $м^3/с$, формуються у січні, а у лютому і грудні збільшуються до 0,85-0,4 $м^3/с$. При забезпеченості 95 % протягом зими та у серпні-жовтні витрати води досягають нульових значень, тобто р. Стохід пересихає або перемерзає. Подібні моменти характерні також для деяких малих річок у степовій зоні басейну Дніпра (річки Терса, Кільчень, Базавлук). При цьому, найменші витрати, які спостерігаються влітку, формуються вже у серпні.

Для правобережних і лівобережних приток Дніпра (Житомирське та Київське Полісся, лісостепова зона) – річки Уборть, Уж, Тетерів, Ірша, Рось, Вільшанка, Тясмин, Трубіж, Сула, Удай та Псел – характерно формування найменших середньомісячних мінімальних витрат переважно у вересні, коли ресурси підземних вод спрацьовуються найбільше. Ці витрати, при забезпеченості 75 %, змінюються у значних межах, від 0,20-1,7 $м^3/с$ (річки Вільшанка, Тясмин, Трубіж, Удай, Ірша, Уборть) до 3,4-11,0 $м^3/с$ (річки Сула, Тетерів, Уж, Псел).

Винятком у загальній тенденції є гідрологічний режим р. Устя в районі м. Рівне, де найменші середньомісячні мінімальні витрати 50-75 % забезпеченості формуються у липні і коливаються у межах 1,15-0,65 $м^3/с$. Також на загальному тлі виділяється динаміка мінімальних середньомісячних витрат р. Случ в районі с. Громада. Тут найменші витрати різної забезпеченості формуються у липні-серпні, а у вересні можна спостерігати, хоч і незначний, підйом. Так, витрати 50 % забезпеченості зростають від 6,5-6,1 у липні-серпні до 8,0 $м^3/с$ у вересні (найбільша середньомісячна витрата за весь меженний період); для р. Устя – м. Рівне – від 1,15-1,3 у липні-серпні до 1,4 $м^3/с$ у вересні. Як зазначалось раніше, для переважної більшості річок Українського Полісся середньомісячні мінімальні витрати різної забезпеченості формуються під час літньо-осінньої межені, в той же час подібні найменші витрати для р. Устя – м. Рівне і р. Случ – с. Громада формуються під час зимової межені , а саме у січні і становлять 0,98-0,7 $м^3/с$ і 5,2-3,22 $м^3/с$, дещо менше літніх значень .

Для р. Ірпінь також характерно формування найменших витрат вже у липні, які при 75 і 95 % забезпеченості становлять 2,0 і 1,1 $м^3/с$. Детально питання динаміки коливань стоку та хімічного складу води р. Ірпінь розглянуто в роботі [83].





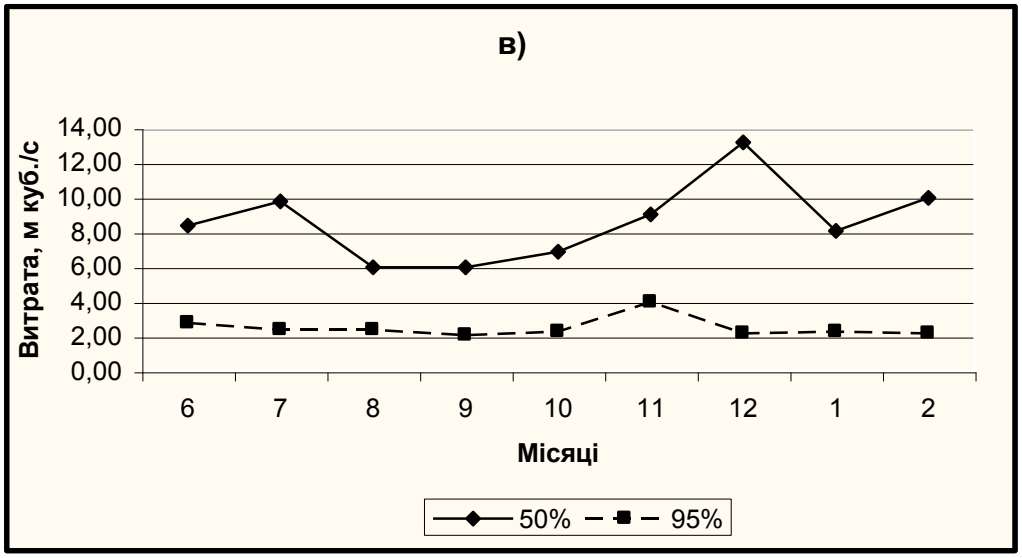


Рис. 4.1. **Розподіл середньомісячних витрат з червня по лютий 50 і 95 % забезпеченості: а) р. Турія - м. Ковель; б) р. Стир - м. Луцьк; в) р. Уж - смт Поліське**

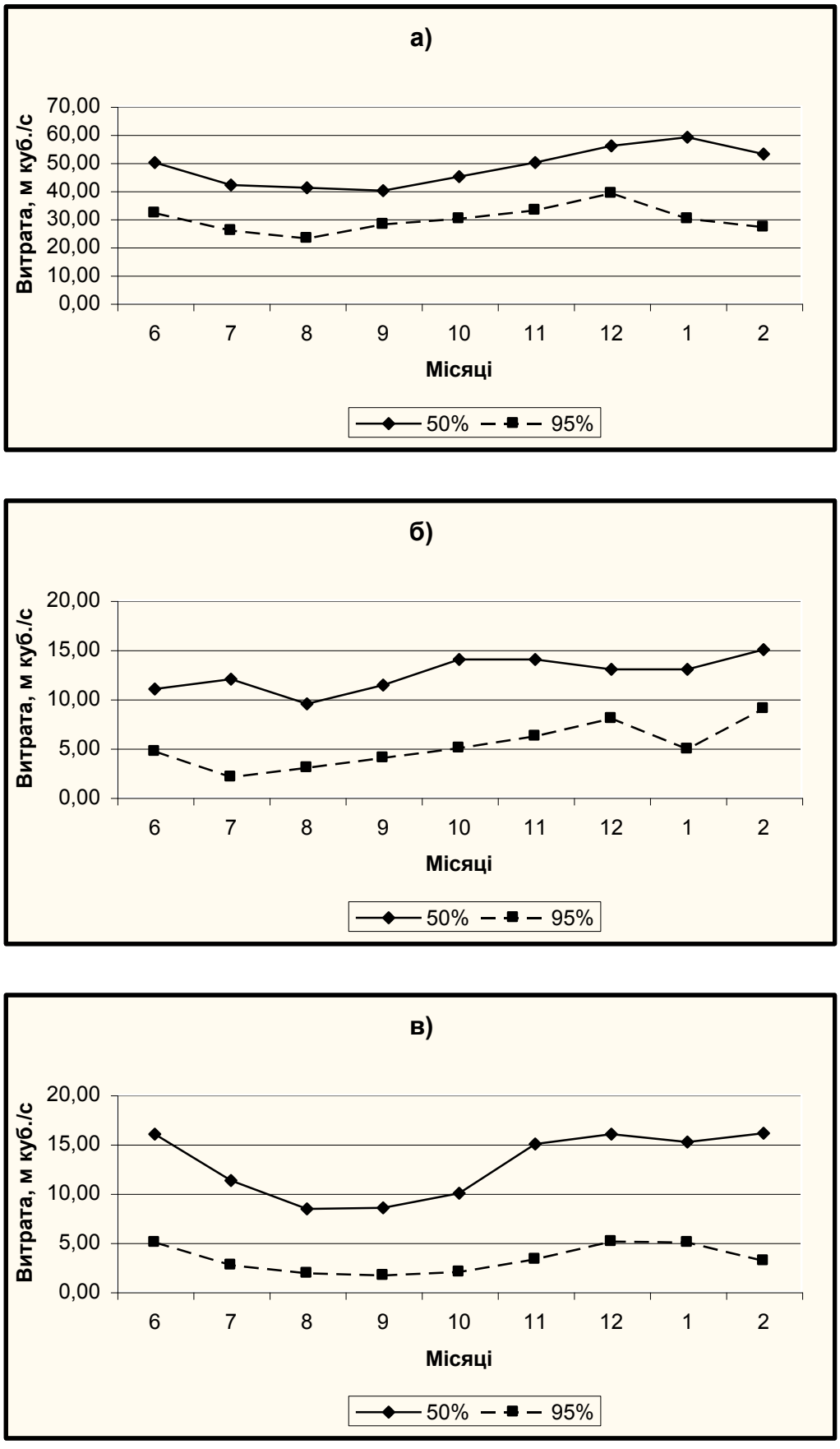
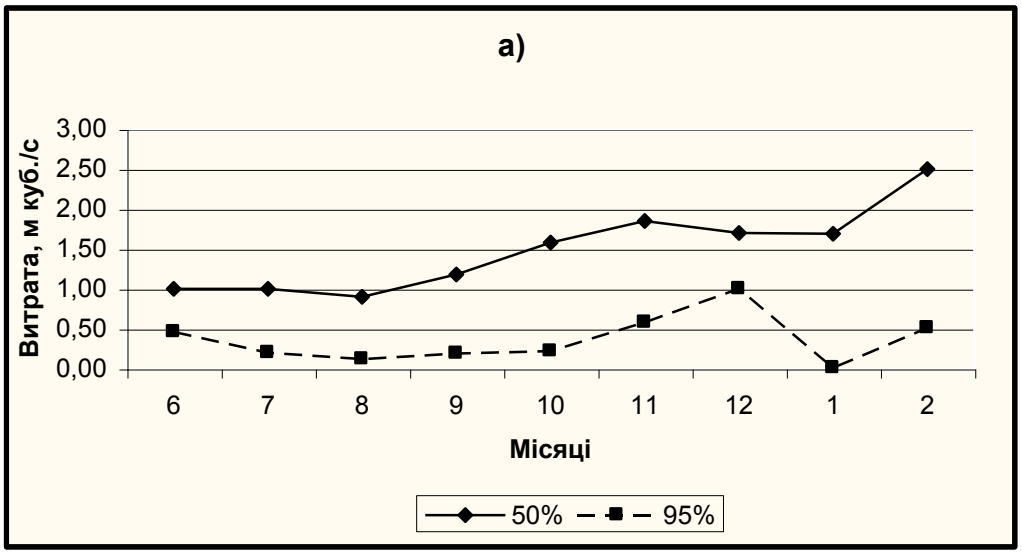
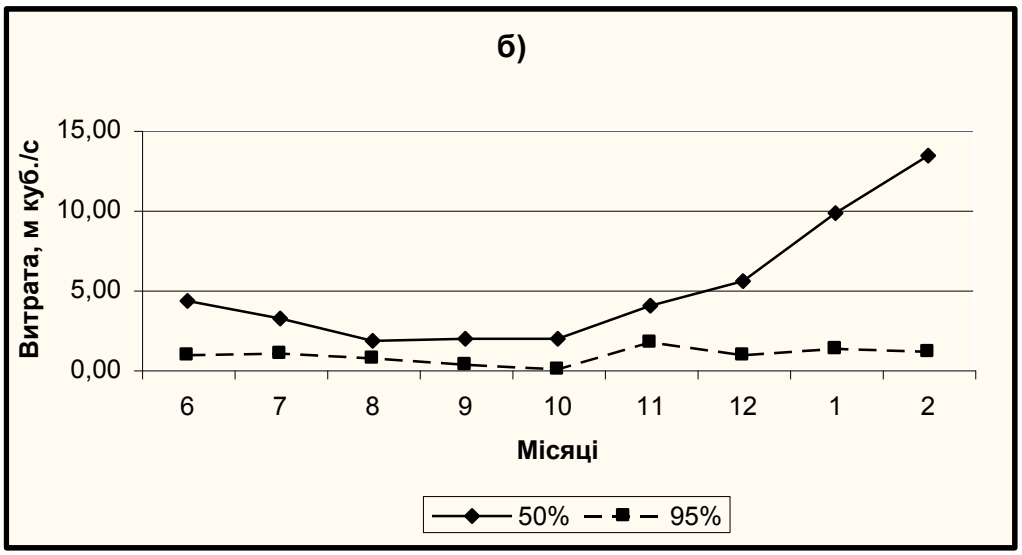


Рис. 4.2. **Розподіл середньомісячних витрат з червня по лютий 50 і 95 % забезпеченості: а) р. Сейм - с. Мутин; б) р. Рось - м. Корсунь-Шевченківський; в) р. Сула - м. Лубни**





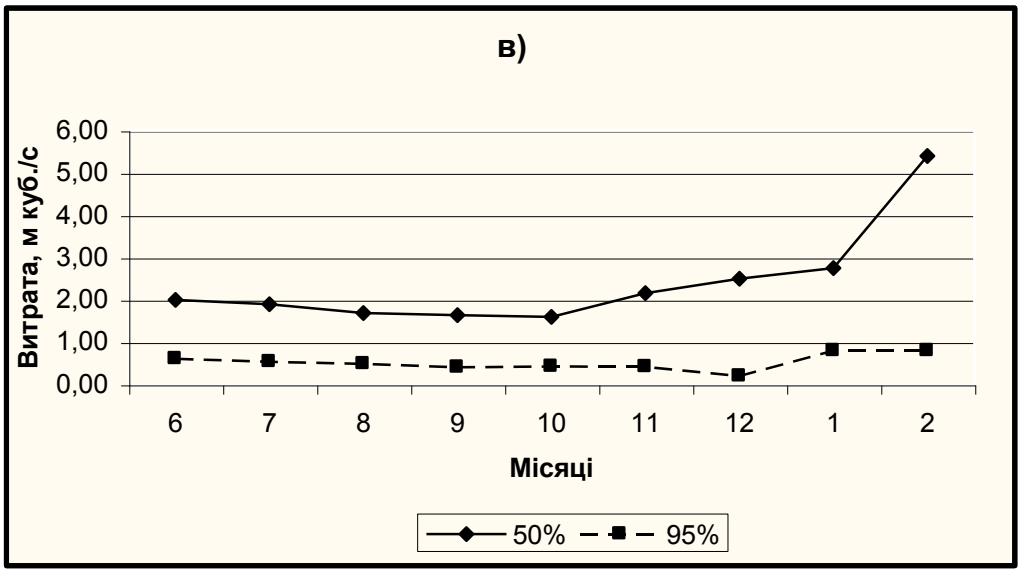


Рис. 4.3. **Розподіл середньомісячних витрат з червня по лютий 50 і 95 % забезпеченості: а) р. Тясмин - с. Велика Яблунівка; б) р. Самара - с. Кочеріжки; в) р. Інгулець - м. Кривий Ріг**

У зимовий період на вказаних притоках Дніпра найменші витрати в основному формуються у січні місяці і за абсолютними величинами більші у 1,2-1,7 рази, порівняно з витратами у вересні.

На притоках Дніпра, розташованих у степовій зоні, найменші витрати формуються протягом липня-вересня і при 75 % забезпеченості становлять 0,39-0,42 $м^3/с$ (р. Орель − с. Царичанка), 0,8-1,1 $м^3/с$ (р. Самара − с. Кочеріжки), 0,41-0,60 $м^3/с$ (р. Вовча-с. Васильківка). Взимку, на відміну від річок, розташованих у Поліссі та Лісостепу, найменші витрати на цих річках формуються вже у грудні і у 2,8-5,0 разів більші, порівняно з найменшими витратами у вересні (р. Орель – 1,1 $м^3/с$, р. Самара – 2,9 $м^3/с$, р. Вовча – 2,0 $м^3/с$).

Для річок Полісся та Лісостепу характерно підвищення середньомісячних мінімальних витрат різної забезпеченості у листопаді-грудні. Наприклад, у р. Сула – с. Зеленківка витрати 50 % забезпеченості за абсолютними величинами у листопаді у 2,8 рази перевищують витрати вересня. У степовій зоні, таке підвищення зміщується на січень та, в основному, на лютий. Так, якщо порівняти середньомісячні мінімальні витрати 75 % забезпеченості під час зимової межені р. Кільчень – с. Олександрівка Перша у грудні (0,01 $м^3/с$) та лютому (0,14 $м^3/с$), то можна побачити, що стік зріс у 14 разів. Більш детально окремі питання формування середньомісячних витрат розглянуті раніше [26, 126, 127].

4.1.2. Розподіл мінімальних середньодобових витрат

Величини мінімальних середньодобових витрат води річок басейну Дніпра за кожен з дев'яти місяців меженного періоду 50 та 95 % забезпеченості наведено у таблицях 4.3-4.4. У цілому для розподілів розрахункових середньодобових, як і середньомісячних витрат різної забезпеченості спостерігаються певні спільні закономірності, як у часовому (з червня до лютого місяці), так і в просторовому (від Полісся до Степу) аспектах.

Так, найменші витрати 95 % забезпеченості формуються в літньо-осінню межень у верхів'ях р. Прип'ять (с. Люб'язь), річок Турія (м. Ковель), Стохід (с. Малинівка) у серпні–вересні та становлять, відповідно, 0,15-0,14; 0,04-0,03 та 0,027-0,035 $м^3/с$. У зимову межень на цих річках найменші витрати води формуються в січні-лютому і становлять, відповідно, при 95 % забезпеченості, 0,23-0,18; 0,12-0,11 та 0,044-0,051 $м^3/с$. Вони помітно вищі, у 1,3-4,0 рази, за найменші витрати в літньо-осінню межень. На рр. Стир (м. Луцьк, с. Млинок), Горинь (с. Деражне) спостерігається подібне співвідношення – найменші витрати влітку (липень-серпень) становлять, відповідно, 7,51; 11,4 та 11,3 $м^3/с$, а взимку (грудень-січень) – 9,98; 12,1 та 11,7 $м^3/с$, тобто дещо вищі. Але для р. Случ (с. Громада, м. Сарни) це співвідношення інше – тут найменші витрати влітку (липень), що становлять 0,44 та 2,75 $м^3/с$, вищі, ніж узимку, у січні (0,22 та 1,67 $м^3/с$), у 2,0-1,6 рази.

Таблиця 4.3. **Мінімальні середньодобові витрати води річок басейну Дніпра, з червня по лютий, 50 % забезпеченості**

№ з/п	Річка - пункт	Місяці								
		6	7	8	9	10	11	12	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прип'ять-Люб'язь	2,79	1,56	1,05	0,91	1,35	1,73	2,09	1,98	1,94
2	Турія-Ковель	0,92	0,36	0,44	0,56	1,05	1,38	1,21	1,01	0,99
3	Стохід-Малинівка	0,45	0,29	0,21	0,21	0,27	0,38	0,47	0,37	0,53
4	Стир-Луцьк	16,4	14,5	14,1	14,4	15,5	17,6	16,1	16,2	17,7
5	Стир-Млинок	27,2	24,1	22,1	22,0	23,4	23,6	19,1	20,6	22,6
6	Горинь-Деражне	20,7	19,7	20,6	21,2	22,4	21,1	19,5	20,1	22,2
7	Случ-Громада	1,76	2,04	1,72	2,11	2,12	1,87	1,45	1,57	1,73
8	Случ-Новоград-Волининський	13,1	12,8	11,3	11,8	11,9	11,6	11,2	11,3	11,5
9	Случ-Сарни	15,6	14,6	12,5	12,9	13,1	14,0	16,0	15,6	14,9
10	Уборть-Перга	3,19	2,33	2,02	1,96	2,46	2,88	3,89	3,15	3,34
11	Уж-Поліське	3,67	3,36	2,86	3,12	3,76	4,95	5,68	4,88	4,78
12	Тетерів-Житомир	2,18	1,79	1,59	1,64	1,60	2,15	2,28	2,16	2,22
13	Гнилоп'ять-Головенка	0,76	0,67	0,60	0,67	0,62	0,91	0,96	0,98	0,95
14	Ірпінь-Мостище	2,25	2,13	1,94	2,54	2,90	3,11	3,00	3,04	3,30
15	Убідь-Кудрівка	1,24	1,33	1,34	1,52	1,86	2,32	2,24	2,01	1,90
16	Сейм-Мутин	36,6	33,2	31,2	32,2	35,2	40,0	39,9	36,5	36,1
17	Клешень-Шарпівка	2,32	2,06	1,86	2,39	3,19	3,24	3,08	2,94	3,07
18	Снов-Носівка	9,23	9,67	9,18	10,3	12,6	14,1	14,9	12,8	12,7
19	Трубіж-Баришівка	1,16	0,87	0,84	0,70	0,86	1,29	1,14	1,02	0,92
20	Трубіж-Переяслав-Хмельницький	1,80	1,11	0,94	1,47	1,62	2,00	2,72	2,82	2,81
21	Недра-Березань	0,41	0,33	0,29	0,32	0,36	0,59	0,54	0,46	0,55
22	Рось-Фесюри	2,22	2,26	2,09	2,87	3,14	3,50	3,62	2,92	3,12
23	Рось-Корсунь-Шевченківський	4,12	4,25	2,98	4,67	5,57	5,96	5,75	4,89	6,16
24	Вільшанка-Мліїв	0,38	0,34	0,35	0,36	0,41	0,46	0,57	1,07	0,62
25	Сула-Зеленківка	0,17	0,14	0,12	0,16	0,26	0,36	0,25	0,18	0,18
26	Сула-Лубни	9,43	6,44	5,34	5,10	6,41	9,77	10,9	10,1	10,5
27	Ромен-Ромни	0,76	0,66	0,46	0,47	0,70	1,02	0,88	0,68	0,65
28	Удай-Прилуки	0,88	0,52	0,41	0,39	0,62	1,09	1,07	0,76	0,59
29	Тясмин-Велика Яблунівка	0,70	0,54	0,46	0,66	0,85	1,15	1,01	0,83	0,97
30	Псел-Суми	8,83	8,81	9,24	9,23	11,9	12,1	11,0	9,42	8,92
31	Псел-Гадяч	12,4	12,8	10,7	12,5	18,0	17,5	15,8	14,3	13,1
32	Псел-Запсілля	19,5	15,3	13,8	13,2	15,9	21,8	18,8	19,6	20,0
33	Хорол-Миргород	1,20	0,60	0,32	0,25	0,48	0,79	0,80	0,71	0,70
34	Ворскла-Чернеччина	3,83	3,07	2,55	2,92	6,06	6,07	4,85	3,92	3,32
35	Ворскла-Кобеляки	13,6	11,7	9,24	10,8	16,7	16,9	17,8	16,4	15,4
36	Мерло-Богодухів	0,14	0,12	0,10	0,12	0,18	0,18	0,18	0,16	0,18
37	Орель-Царичанка	2,15	1,65	1,12	1,02	1,14	2,21	3,14	3,24	4,53

Продовження табл.4.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
38	Берестова-Красноград	0,22	0,13	0,12	0,14	0,23	0,59	0,57	0,41	0,36
39	Самара-Коханівка	0,20	0,16	0,14	0,40	0,52	0,39	0,47	0,35	0,39
40	Самара-Кочеріжки	2,30	1,69	1,31	1,31	1,52	2,51	4,07	5,04	7,26
41	Вовча-Васильківка	0,78	0,55	0,35	0,39	0,50	1,82	2,56	2,90	3,65
42	Мокрі Яли-Грушівський	0,15	0,096	0,067	0,11	0,21	0,32	0,50	0,57	0,62
43	Гайчур-Андріївка	0,17	0,061	0,61	0,083	0,15	0,23	0,32	0,36	0,40
44	Мала Терса-Троїцьке	0,10	0,10	0,13	0,13	0,14	0,15	0,16	0,14	0,20
45	Кільчень-Олександрівка Перша	0,13	0,070	0,048	0,074	0,094	0,14	0,16	0,17	0,23
46	Мокра Сура-Кринички	0,12	0,12	0,15	0,24	0,24	0,17	0,085	0,11	0,14
47	Інгулець-Олександрівка	0,42	0,47	0,41	0,41	0,44	0,53	0,58	0,56	0,65
48	Інгулець-Іскрівка	0,75	0,81	0,80	0,74	0,75	0,78	0,73	0,76	0,79
49	Інгулець-Кривий Ріг	1,05	1,16	1,03	1,07	1,11	1,25	1,37	1,67	1,94

Таблиця 4.4. **Мінімальні середньодобові витрати води річок басейну Дніпра, з червня по лютий, 95 % забезпеченості**

№ з/п	Річка - пункт	Місяці								
		6	7	8	9	10	11	12	1	2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Прип'ять-Люб'язь	0,59	0,28	0,15	0,14	0,27	0,27	0,32	0,23	0,18
2	Турія-Ковель	0,21	0,15	0,10	0,025	0,080	0,090	0,16	0,12	0,11
3	Стохід-Малинівка	0,10	0,048	0,027	0,035	0,038	0,058	0,078	0,044	0,051
4	Стир-Луцьк	10,4	7,51	7,93	9,72	10,5	10,4	10,0	9,98	12,3
5	Стир-Млинок	16,7	12,8	11,4	13,1	16,7	10,8	12,1	12,1	14,8
6	Горинь-Деражне	14,3	13,0	11,3	12,5	15,6	12,7	11,7	12,4	16,7
7	Случ-Громада	0,45	0,44	0,45	0,53	0,62	0,76	0,35	0,22	0,45
8	Случ-Новоград-Волининський	4,81	5,61	4,13	5,28	5,71	6,08	7,57	5,93	6,01
9	Случ-Сарни	5,53	5,95	4,95	5,95	6,09	6,80	7,98	6,30	6,35
10	Уборть-Перга	0,65	0,54	0,25	0,45	0,68	0,60	0,47	0,65	0,64
11	Уж-Поліське	1,28	0,85	0,81	0,96	1,09	1,70	1,64	1,52	1,90
12	Тетерів-Житомир	0,42	0,43	0,45	0,47	0,37	0,52	0,39	0,49	0,57
13	Гнилоп'ять-Головенка	0,23	0,11	0,15	0,23	0,15	0,24	0,20	0,25	0,23
14	Ірпінь-Мостище	0,76	0,64	0,44	1,04	1,27	1,53	1,21	1,69	1,65
15	Убідь-Кудрівка	0,72	0,72	0,76	0,86	1,08	1,40	1,31	1,17	1,17
16	Сейм-Мутин	20,3	18,4	17,0	17,0	18,6	22,0	20,2	16,4	17,0
17	Клешень-Шарпівка	0,90	0,95	0,68	0,96	1,52	1,39	1,46	1,31	1,35
18	Снов-Носівка	3,99	4,15	4,20	4,72	6,03	8,07	7,34	5,72	5,40
19	Трубіж-Баришівка	0,31	0,15	0,31	0,21	0,30	0,47	0,35	0,24	0,24

Продовження табл. 4.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
20	Трубіж-Переяслав-Хмельницький	0,35	0,16	0,41	0,27	0,46	0,63	1,18	1,01	1,15
21	Недра-Березань	0,17	0,15	0,15	0,17	0,11	0,24	0,24	0,22	0,26
22	Рось-Фесюри	0,66	0,35	0,34	0,23	0,37	0,50	0,16	0,87	1,07
23	Рось-Корсунь-Шевченківський	0,69	0,43	0,47	0,69	1,39	0,59	0,75	0,98	1,48
24	Вільшанка-Мліїв	0,18	0,060	0,090	0,13	0,13	0,15	0,080	0,31	0,15
25	Сула-Зеленківка	0,047	0,035	0,027	0,028	0,046	0,096	0,068	0,037	0,034
26	Сула-Лубни	3,44	2,44	1,00	0,85	1,40	2,27	3,45	2,56	1,87
27	Ромен-Ромни	0,21	0,16	0,10	0,13	0,22	0,34	0,22	0,15	0,11
28	Удай-Прилуки	0,17	0,090	0,070	0,070	0,12	0,25	0,21	0,15	0,12
29	Тясмин-Велика Яблунівка	0,14	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11	0,28	0,20	0,17
30	Псел-Суми	3,26	3,16	3,69	3,29	4,68	5,27	4,80	2,99	2,86
31	Псел-Гадяч	6,05	5,02	3,52	4,80	5,44	7,84	7,00	5,61	4,82
32	Псел-Запсілля	9,63	6,60	5,38	4,57	4,85	7,23	7,33	7,87	6,68
33	Хорол-Миргород	0,26	0,10	0,034	0,021	0,029	0,11	0,10	0,074	0,054
34	Ворскла-Чернеччина	1,19	0,76	0,55	0,52	0,56	1,96	1,45	0,76	0,69
35	Ворскла-Кобеляки	4,59	3,66	3,27	2,18	2,80	8,76	7,37	5,96	5,15
36	Мерло-Богодухів	0,027	0,015	0,015	0,014	0,040	0,059	0,072	0,044	0,029
37	Орель-Царичанка	0,69	0,34	0,21	0,20	0,18	0,16	0,18	0,42	0,38
38	Берестова-Красноград	0,027	0,013	0,013	0,014	0,032	0,15	0,16	0,061	0,077
39	Самара-Коханівка	0,012	0,024	0,005	0,020	0,020	0,094	0,10	0,11	0,088
40	Самара-Кочеріжки	0,49	0,29	0,26	0,22	0,22	0,48	0,79	1,14	1,55
41	Вовча-Васильківка	0,067	0,069	0,051	0,035	0,036	0,084	0,010	0,14	0,56
42	Мокрі Яли-Грушівський	0,014	0,009	0,011	0,017	0,019	0,040	0,058	0,24	0,30
43	Гайчур-Андріївка	0,012	0,006	0,011	0,011	0,031	0,066	0,071	0,076	0,069
44	Мала Терса-Троїцьке	0,005	0,002	0,013	0,016	0,006	0,011	0,032	0,026	0,027
45	Кільчень-Олексан-дрівка Перша	0,011	0,008	0,008	0,018	0,025	0,021	0,021	0,028	0,054
46	Мокра Сура-Кринички	0,010	0,025	0,050	0,036	0,073	0,011	0,008	0,025	0,025
47	Інгулець-Олександрівка	0,025	0,040	0,037	0,045	0,061	0,048	0,066	0,059	0,089
48	Інгулець-Іскрівка	0,23	0,073	0,068	0,20	0,31	0,25	0,20	0,23	0,22
49	Інгулець-Кривий Ріг	0,41	0,38	0,32	0,35	0,44	0,43	0,28	0,36	0,44

На річках Уборть, Уж, Тетерів, Гнилоп’ять, Ірпінь найменші витрати влітку формуються переважно у серпні і, звичайно, є меншими, ніж взимку,

де вони формуються вже у грудні. Тільки для р. Тетерів (м. Житомир) витрати 95 % забезпеченості протягом усього меженного періоду, з червня до лютого, змінюються порівняно у невеликих межах – від 0,40 до 0,50 $м^3/с$, що можна пояснити її значною зарегульованістю. На річках басейну Десни найменші витрати формуються влітку, переважно у серпні, а взимку – у січні та лютому.

На лівобережних притоках Дніпра (річки Сула, Удай, Хорол, Ворскла, Вовча) найменші витрати літньо-осінньої межені формуються переважно у вересні, і значно - у 1,5-2,5 рази менші за найменші витрати взимку, які формуються наприкінці зими, у лютому. Характерно, що на річках степової зони (річки Мала Терса, Мокра Сура, верхня течія р. Інгулець) мінімальні витрати формуються влітку вже у червні-липні, а взимку – у січні.

Величина підземного живлення, як вже вказувалося, визначається взаємодією значної кількості природних і антропогенних чинників. Серед природних чинників найбільш важливими є фізико-географічні – кліматичні, гідрогеологічні, а також, рельєф, грунти, рослинність. На формування мінімальних витрат впливає також характер долин річок – із збільшенням відміток врізу русел дренується більша кількість водоносних горизонтів і тим більший та стійкіший мінімальний стік. Серед антропогенних факторів на величину мінімального стоку впливають, певною мірою, водоприймання з осушуваних земель (наприклад, для р. Прип’ять - с. Річиця), водозабори. Так, водозабір Вижівського каналу спричинює зменшення стоку р. Прип’ять на водпосту с. Люб’язь. Але найбільшого впливу на гідрологічний режим і розподіл мінімального стоку в меженні періоди завдає зарегульованість, що характерно для більшості річок басейну Дніпра. Так, наприклад, на гідрологічний режим р. Турія (м. Ковель) впливає Ковельське водосховище; істотний вплив на стік р. Случ мають водосховища та ставки, яких налічується близько 240. На гідрологічний режим річок Убідь (с. Кудрівка), Трубіж (смт Баришівка), Недра (м. Березань) впливають також шлюзи-регулятори.

Порівняння одержаних у роботі характеристик мінімальних середньомісячних і середньодобових витрат води річок басейну Дніпра з даними, що наводяться у раніше виконаних дослідженнях, адекватно провести дуже важко. Це пояснюється, насамперед, малою кількістю робіт, в яких наводилися б розрахункові характеристики витрат, різними періодами спостережень, за якими проводилися розрахунки, а також різними методичними підходами при оцінці мінімального стоку річок України, про що вже йшлося раніше (розділ 1). Так, у роботі [89] наведено тільки найменші витрати річок, що спостерігалися у зимовий період і період відкритого русла за 30 діб з найменшим стоком та найменша витрата за добу за даними по 1980 рік. Тобто, витрати різної забезпеченості не розраховувалися. Вказується лише, що спостережені найменші середньодобові та середньомісячні витрати води за зимовий та літній періоди відповідають витратам 97 % забезпеченості. Мінімальні витрати інших забезпеченостей можна одержати

шляхом перемножування витрат 97 % забезпеченості на величини перехідних коефіцієнтів, що встановлені для окремих гідрогеологічних районів.

Розрахункові характеристики мінімального стоку річок України за даними спостережень з 1946 по 1975 р. наведено тільки в "Справочнике по водным ресурсам" [135]. Як характеристики мінімального стоку прийняті середньомісячні (30-добові періоди з найменшим стоком) і середньодобові витрати води річок у літньо-осінній та зимовий періоди. Наводяться лише статистичні параметри розрахункових кривих забезпеченості мінімальних середньомісячних витрат води літнього та зимового періодів, а також їх величини 80 % забезпеченості [135]. Для розрахунку витрат іншої забезпеченості пропонуються перехідні коефіцієнти для різних районів території України, виділених за умовами формування мінімального стоку. З урахуванням зазначеного, нами розраховано середньомісячні витрати води річок басейну Дніпра за даними спостережень за 1946-1975 рр. 95 % забезпеченості, що порівнювалися з відповідними витратами, розрахованими за даними по 2001 р. (табл. 4.7).

Таблиця 4.7. Середньомісячні витрати води річок басейну Дніпра 95 % забезпеченості, розраховані за період 1946-1975 рр. [135] та з початку спостережень по 2001 р., $м^3/с$

Річка-пост	Літньо-осіння межень		Зимова межень	
	за даними [135]	за табл. 4.2	за даними [135]	за табл. 4.2
1	2	3	4	5
Стир-Луцьк	8,24	9,00	11,5	13,4
Случ-Сарни	3,60	5,00	3,10	6,80
Уборть-Перга	0,55	0,60	0,43	0,61
Уж-Поліське	1,10	2,10	1,51	2,20
Тетерів-Житомир	0,60	1,00	0,72	0,50
Гнилоп'ять-Головенка	0,32	0,30	0,33	0,31
Сейм-Мутин	18,0	23,0	17,2	27,0
Рось-Корсунь-Шевченківський	2,20	2,05	4,40	4,90
Удай-Прилуки	0,060	0,050	0,11	0,12
Тясмин-Велика Яблунівка	0,16	0,12	0,030	0,010
Псел-Запсілля	4,30	5,60	5,70	8,50
Хорол-Миргород	0,020	0,020	0,040	0,030
Мокрі Яли-Грушівський	0,020	0,000	0,18	0,27
Гайчур-Андріївка	0,010	0,000	0,050	0,11
Інгулець-Кривий Ріг	0,38	0,41	0,24	0,20

Порівняння наведених розрахункових величин свідчить про те, що мінімальні середньомісячні витрати 95 % забезпеченості в останній період зросли, особливо на деяких річках Прип'ятського Полісся (Случ-м. Сарни, Уж-смт Поліське, Уборть-с. Перга, Тетерів-м. Житомир у літній період), а також на річках Сейм, Псел. На інших річках ці витрати або практично не змінилися (річки Стир-м. Луцьк, Гнилоп'ять-с. Головенка, Рось-м. Корсунь-

Шевченківський, Удай-м. Прилуки, Хорол-м. Миргород), або тільки незначно змінилися (річки Тясмин-с. Велика Яблунівка, Інгулець-м. Кривий Ріг у зимовий період). Збільшення величин розрахункових витрат можна пояснити підвищенням водності та значною зарегульованістю річок за останні 30 років, що призвело до збільшення меженного стоку.

Слід звернути увагу на ту обставину, що порівнювані характеристики одержані при аналізі даних за різні періоди року. Якщо у роботі [135] виділені середньомісячні 30-денні періоди з мінімальним стоком (без визначення календарних дат), то нами для порівняння наведені мінімальні середньомісячні витрати за один з календарних місяців літньо-осінньої та зимової межені, коли спостерігалися найменші витрати. У цілому ж показані в табл. 4.7 розрахункові величини витрат достатньо порівнювані й свідчать про їхню коректність.

При дослідженні розподілу середньодобових, за кожен з дев'яти місяців літньо-осінньої та зимової межені, витрат води річок басейну Дніпра (у межах України) виявлено основні закономірності їх формування в часовому, з червня до лютого, та у просторовому, від Полісся до Степу, аспектах. Найменші середньодобові витрати води річок Полісся та Лісостепу різної забезпеченості спостерігаються, як і для середньомісячних витрат, переважно, у серпні-вересні, а на півдні, у степовій зоні, можуть бути вже у червні-липні. Тобто у ці місяці спостерігаються найбільш несприятливі умови формування стоку річок, що потрібно враховувати при проектуванні гідротехнічних і водозабірних споруд на річках, плануванні й управлінні водним господарством.

Можна зазначити, що загальні тенденції у формуванні середньомісячних і мінімальних середньодобових витрат різної забезпеченості, виявлені протягом меженного періоду, з червня по лютий, та досить помітні відмінності в окремих фізико-географічних зонах та за різних гідрогеологічних умов обумовлені взаємодією багатьох природних та антропогенних чинників, зокрема розподілом і співвідношенням атмосферних опадів і випаровування за сезонами та місяцями, геолого-гідрогеологічними властивостями порід зони аерації та водоносних горизонтів четвертинних і дочетвертинних відкладів, значною зарегульованістю річок і різними аспектами водокористування. Тому подальша задача досліджень полягає у визначенні ролі окремих факторів у формуванні мінімального стоку річок басейну Дніпра протягом меженного періоду в різних природних умовах та при дії окремих антропогенних чинників.

4.2. Мінімальні модулі стоку

Закономірності просторового розподілу річкового стоку у басейнах великих річок виявляються при дослідженні таких його характеристик, які не залежать від площі водозбору. Найвідомішою такою характеристикою є модуль стоку, що показує витрати води у літрах за секунду з площі 1 км^2. Модуль стоку розраховується за певний відрізок часу – сезон чи рік. У

даному випадку модулі середньомісячного стоку, а також модулі мінімального добового стоку розраховані за кожен з дев'яти місяців меженного періоду.

4.2.1. Розподіл мінімальних середньомісячних і середньодобових модулів стоку

Розраховані величини цих модулів стоку різної забезпеченості наведені у таблицях 4.6-4.7. Закономірності їх розподілу протягом меженного періоду аналогічні розподілу відповідних витрат. Закономірності просторового розподілу модулів стоку представлені на картосхемах, про методику побудови яких вже згадувалось.

Особливістю картографування модуля річкового стоку, як і деяких інших показників (шари сезонного та річного стоку, коефіцієнти стоку), є та обставина, що показані на карті значення стосуються не точки виміру (як при картографуванні рельєфу, кліматичних або гідрохімічних характеристик), а всієї площі водозбору. Адже витрата води, яка вимірюється у гідрометричному створі, характеризує стік з усього річкового басейну, або між сусідніми створами. Це створює певну умовність картографування модуля стоку, тому що його значення відносять звичайно до умовних точок – центрів ваги водозборів, які відображають середні умови його формування. Помилка визначення модуля стоку у будь-якій точці річкового басейну тим більша, чим більша площа водозбору та чим більший градієнт зміни модуля стоку по басейну. Градієнт зміни модуля стоку середніх річок залежить, насамперед, від гідрогеологічних умов, наприклад, живлення карстовими водами, а також від глибини ерозійного врізу, від якого залежить кількість водоносних горизонтів, що дренуються у різних частинах річкового басейну, тощо. Значно зменшується помилка при картографуванні модуля стоку за наявності кількох гідрометричних створів у басейні річки, що дає змогу визначити цей показник у різних частинах річкового басейну, за його довжиною.

По декілька гідрометричних створів розташовано на таких річках басейну Дніпра як Стир, Случ, Тетерів, Трубіж, Рось, Сула, Удай, Псел, Ворскла, Вовча, Інгулець. Модулі мінімального стоку на цих річках розраховувались у різних частинах їх басейнів, що дозволило зменшити помилки при картографуванні середньомісячних та мінімальних середньодобових модулів стоку різної забезпеченості. Розподіл середньомісячних та мінімальних середньодобових модулів стоку по території басейну Дніпра 50 та 95 % забезпеченості наведені, як приклад, за червень місяць на рис. 4.4-4.7, а за інші вісім місяців меженного періоду – у додатках. Закономірності розподілу модулів стоку за територією басейну Дніпра розглянуто детально в роботі [122, 125], а головні з них полягають у наступному. Так, найбільші величини спостерігаються у верхній частині річок Стир, Горинь, Случ і становлять, при забезпеченості 50%, для середньо-

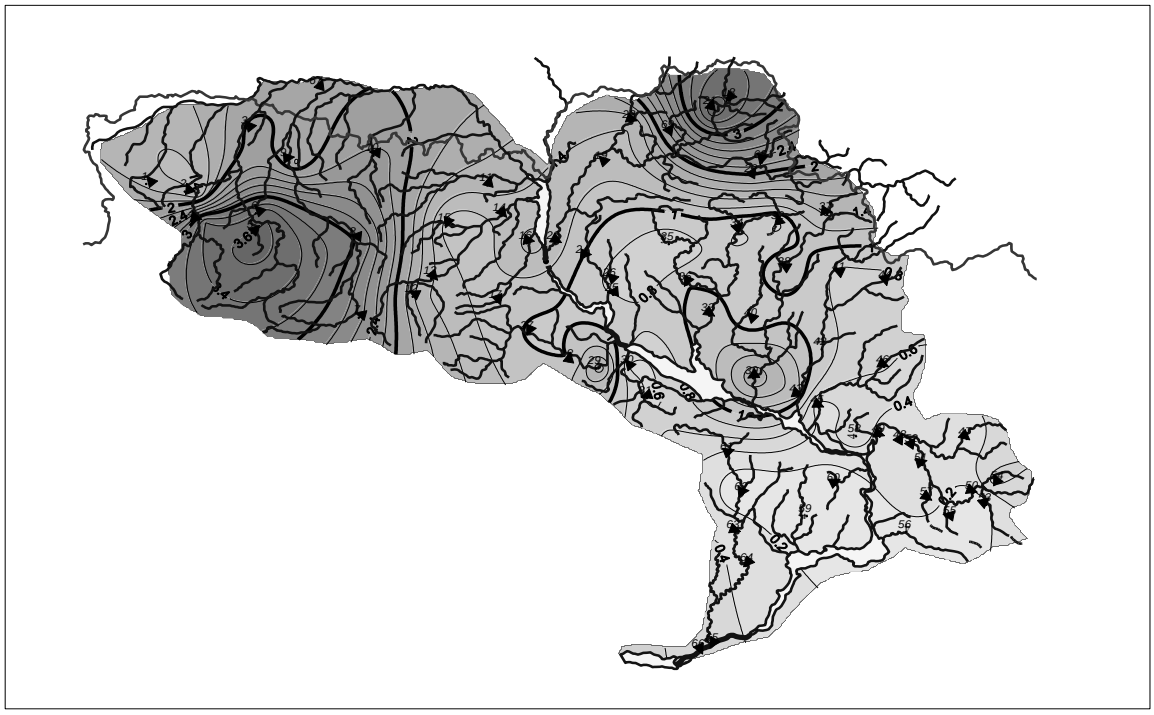


Рис. 4.4. **Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у червні 50 % забезпеченості**
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)

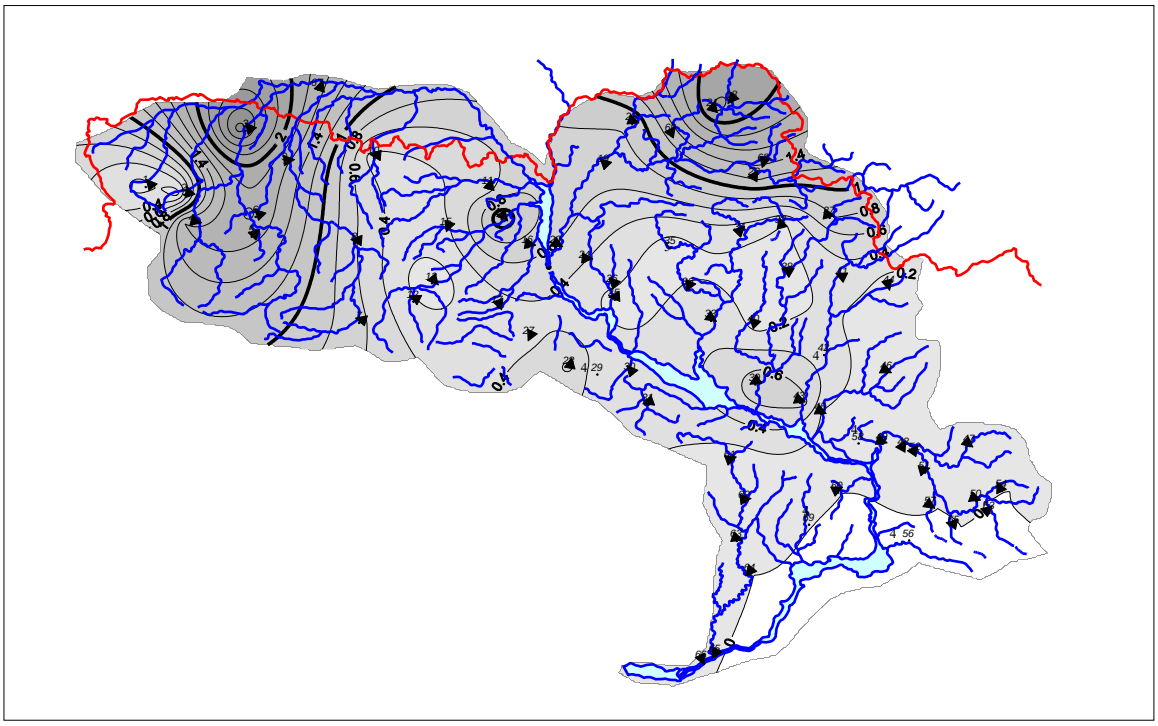


Рис. 4.5. **Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у червні 95 % забезпеченості**
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)

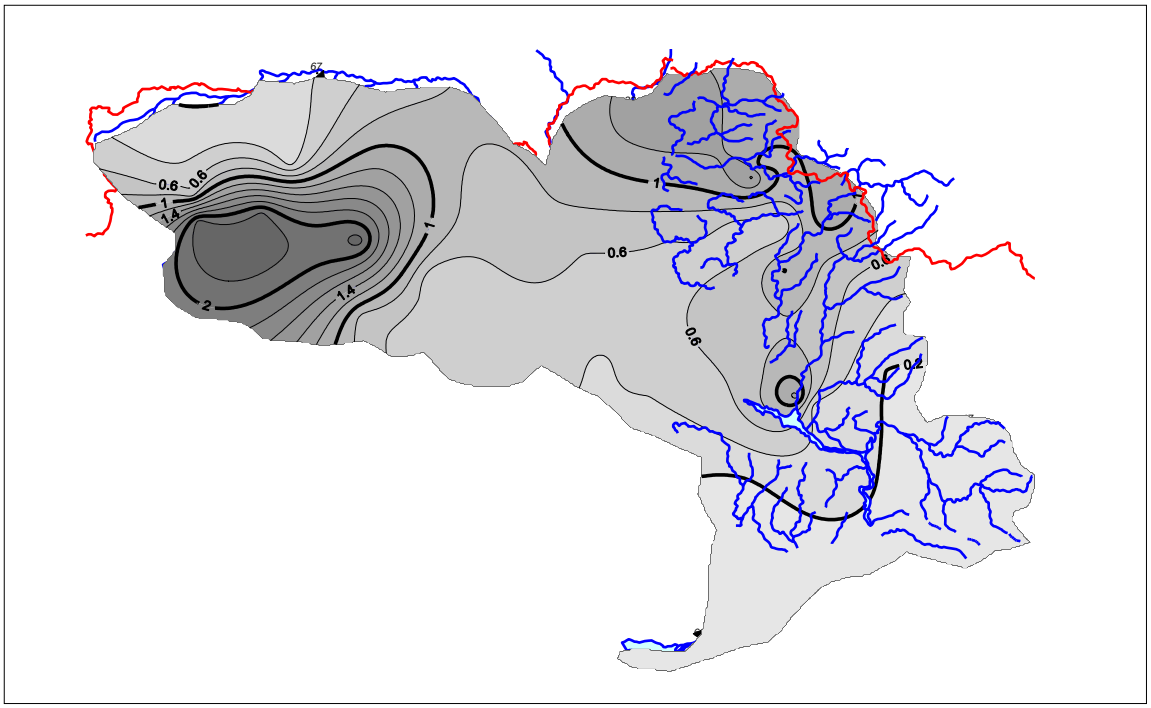


***Рис. 4.6.*. Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у червні 50 % забезпеченості**
(—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)

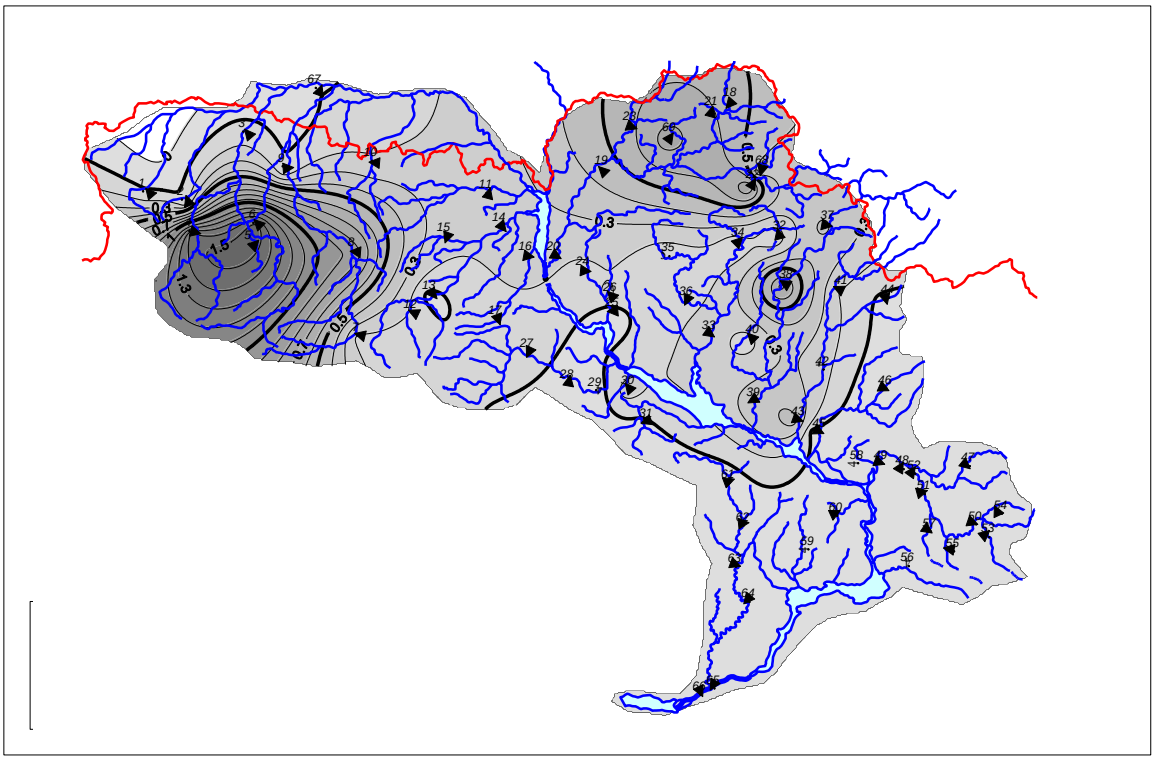


***Рис. 4.7.* Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у червні 95 % забезпеченості**
(—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)

місячного стоку, як у серпні, так і вересні 2-3 л/с·км^2, а для мінімального середньодобового – змінюються у межах 0,8-2,2 л/с·км^2, що пояснюється їх живленням із потужних водоносних горизонтів крейдяних відкладів Волино-Подільського артезіанського басейну.

У верхній частині басейнів річок Снов, Сейм, Убідь, Клевень, які знаходяться у північній частині Дніпровського артезіанського басейну і живляться підземними водами крейдяних, а також палеогенових відкладів, модулі стоку також значні – відповідно, 2-3 і 1,0-1,4 л/с·км^2.

Таблиця 4.8. **Середньомісячні модулі стоку річок басейну Дніпра 50%, 75%, 95% забезпеченості, л/с·км^2**

№ з/п	Річка–пост	P, %	Місяці								
			VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Турія–Ковель	50	1,49	0,86	0,78	0,67	0,93	1,24	1,35	0,88	1,62
		75	0,81	0,53	0,38	0,26	0,46	0,62	0,68	0,48	0,51
		95	0,14	0,05	0,04	0,04	0,12	0,20	0,20	0,12	0,10
2	Стохід–Малинівка	50	1,37	0,94	0,58	0,62	0,58	0,62	0,87	0,84	1,23
		75	0,87	0,43	0,26	0,29	0,26	0,42	0,58	0,29	0,36
		95	0,12	0,04	0,03	0,03	0,08	0,14	0,15	0,11	0,08
3	Стир–Млинок	50	2,11	2,27	1,32	2,00	2,24	2,16	1,05	2,05	2,46
		75	1,14	0,95	1,35	1,70	0,86	0,99	0,96	0,97	1,40
		95	0,89	0,71	0,87	0,61	0,81	0,89	0,76	0,70	1,03
4	Стир–Луцьк	50	3,38	2,72	2,78	2,58	2,92	3,46	3,47	2,90	3,65
		75	2,92	2,36	2,08	2,03	2,36	3,00	3,00	2,57	2,99
		95	1,57	1,74	1,33	1,25	1,81	2,29	1,86	1,86	2,22
5	Устя–Рівне	50	2,58	2,37	2,70	2,89	2,52	2,06	2,41	2,02	2,43
		75	1,90	1,34	1,59	2,00	1,86	1,63	1,69	1,44	1,92
		95	1,38	0,82	0,62	1,20	1,44	1,28	1,24	0,87	1,24
6	Горинь–Деражне	50	3,58	3,20	3,06	2,98	3,28	3,02	3,28	3,22	3,53
		75	2,90	2,51	2,30	2,39	2,71	2,62	2,78	2,51	2,79
		95	1,83	1,77	1,58	1,74	2,13	2,03	2,07	1,66	2,24
7	Случ–Громада	50	2,54	2,62	2,46	3,23	2,66	2,50	2,50	2,10	2,61
		75	1,73	1,57	1,43	2,02	2,02	1,81	1,94	1,30	1,61
		95	0,69	0,69	0,79	1,13	1,09	1,13	1,15	0,77	0,77
8	Случ–Новоград-Волинський	50	2,95	2,71	1,69	1,41	1,75	1,64	1,85	2,05	1,87
		75	1,85	1,63	1,05	1,00	1,00	1,51	1,45	1,06	1,69
		95	0,66	0,04	0,21	0,74	0,66	0,94	0,88	0,22	0,18
9	Случ–Сарни	50	1,78	1,54	1,11	1,06	1,44	1,98	2,35	1,56	2,21
		75	0,97	0,95	0,93	0,89	1,03	1,10	1,34	1,28	1,52
		95	0,41	0,56	0,44	0,38	0,42	0,88	0,83	0,65	0,93
10	Уборть–Перга	50	2,26	1,35	1,32	1,01	1,46	1,63	2,26	1,74	2,08
		75	1,11	0,80	0,76	0,59	0,63	0,87	0,90	0,80	0,85
		95	0,35	0,49	0,38	0,31	0,21	0,28	0,28	0,21	0,24

Продовження табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Уж–Поліське	50	1,48	1,72	1,05	1,05	1,21	1,59	2,32	1,42	1,76
		75	0,98	0,84	0,90	0,77	0,84	1,20	1,32	0,90	1,00
		95	0,49	0,42	0,42	0,37	0,40	0,70	0,39	0,40	0,39
12	Гнилоп'ять–Бердичів	50	1,47	1,18	1,08	1,33	1,38	2,00	2,03	1,66	2,00
		75	0,92	0,63	0,67	0,83	0,71	1,08	1,35	1,08	1,33
		95	0,25	0,34	0,25	0,58	0,29	0,33	0,33	0,67	0,25
13	Тетерів–Житомир	50	1,35	1,27	0,85	0,85	1,00	1,39	1,40	1,10	0,83
		75	0,57	0,59	0,57	0,53	0,56	0,59	0,69	1,14	0,76
		95	0,04	0,19	0,37	0,37	0,39	0,15	0,17	1,75	0,76
14	Ірша–Малин	50	0,99	0,90	0,81	0,69	0,72	0,95	1,30	1,04	1,50
		75	0,62	0,58	0,65	0,38	0,41	0,76	0,79	0,65	0,92
		95	0,35	0,21	0,23	0,15	0,17	0,35	0,38	0,31	0,31
15	Ірпінь–Мостище	50	1,51	1,49	1,37	1,44	1,69	1,97	1,66	1,57	1,41
		75	1,04	0,70	0,92	0,96	1,30	1,41	1,23	0,85	1,09
		95	0,70	0,39	0,57	0,70	1,06	1,02	0,94	0,56	0,79
16	Головесня–Покошичі	50	3,73	3,93	3,53	3,36	3,66	3,97	4,41	3,28	4,20
		75	2,71	2,58	2,64	2,81	3,26	3,05	3,73	2,47	2,95
		95	2,24	1,69	2,00	2,37	2,88	2,61	2,27	2,37	2,71
17	Сейм–Мутин	50	1,95	1,64	1,60	1,56	1,76	1,95	2,18	2,30	2,07
		75	1,56	1,25	1,25	1,21	1,37	1,54	1,76	1,64	1,56
		95	1,25	1,01	0,90	1,09	1,17	1,29	1,52	1,17	1,05
18	Снов–Носівка	50	1,43	1,54	1,41	1,30	1,76	2,00	2,27	1,92	1,82
		75	1,02	0,90	0,92	0,99	1,39	1,53	1,68	1,40	1,33
		95	0,85	0,53	0,57	0,84	1,05	1,39	1,33	1,01	0,98
19	Трубіж–Баришівка	50	0,58	0,44	0,42	0,35	0,44	0,65	0,57	0,51	0,46
		75	0,31	0,21	0,25	0,18	0,26	0,39	0,30	0,27	0,22
		95	0,160	0,075	0,160	0,110	0,150	0,240	0,180	0,120	0,120
20	Трубіж–Переяслав-Хмельницький	50	1,18	1,04	0,79	0,83	1,03	1,35	1,77	1,39	1,94
		75	0,72	0,60	0,44	0,54	0,69	1,01	1,15	0,94	1,06
		95	0,31	0,34	0,32	0,29	0,65	0,83	0,79	0,51	0,55
21	Недра–Березань	50	0,70	0,61	0,51	0,46	0,61	0,89	1,03	0,82	1,14
		75	0,41	0,34	0,34	0,34	0,42	0,60	0,54	0,49	0,72
		95	0,23	0,15	0,25	0,25	0,32	0,44	0,33	0,20	0,25
22	Рось–Фесюри	50	0,96	1,00	0,90	1,03	1,41	1,67	0,56	1,60	1,03
		75	0,65	0,51	0,51	0,64	0,97	1,15	0,56	1,41	1,26
		95	0,34	0,17	0,15	0,41	0,51	0,51	0,82	1,62	1,11
23	Рось–Богуслав	50	1,01	0,96	0,89	1,66	1,60	1,32	1,08	1,11	1,98
		75	0,66	0,51	0,57	0,91	1,23	0,94	0,88	0,94	1,09
		95	0,64	0,27	0,47	0,32	0,28	0,40	0,87	0,92	1,06
24	Рось–Корсунь-Шевченківський	50	1,73	2,73	1,18	1,78	1,58	1,45	0,91	0,82	1,96
		75	1,06	1,04	0,69	0,90	1,42	1,18	0,72	0,66	1,00
		95	0,87	0,15	0,45	0,35	1,36	1,01	0,48	0,52	0,79
25	Вільшанка–Мліїв	50	0,53	0,67	0,53	0,63	0,67	0,93	1,12	1,97	1,44
		75	0,37	0,24	0,27	0,32	0,37	0,40	0,80	1,50	0,83
		95	0,27	0,80	0,12	0,17	0,18	0,27	0,38	1,24	0,69

Продовження табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26	Тясмин–Велика Яблунівка	50	0,56	0,56	0,51	0,66	0,89	1,04	0,89	0,95	0,76
		75	0,43	0,34	0,31	0,28	0,49	0,66	0,49	0,40	0,45
		95	0,26	0,11	0,07	0,11	0,12	0,33	0,26	0,16	0,12
27	Сула–Зеленківка	50	0,77	0,68	0,44	0,47	0,77	1,31	1,10	0,80	0,66
		75	0,30	0,26	0,15	0,15	0,33	0,59	0,90	0,50	0,40
		95	0,18	0,09	0,08	0,07	0,11	0,33	0,30	0,26	0,26
28	Сула–Лубни	50	1,14	0,80	0,60	0,60	0,70	1,05	1,12	1,08	1,13
		75	0,77	0,40	0,27	0,24	0,42	0,56	0,67	0,70	0,65
		95	0,36	0,19	0,13	0,12	0,14	0,23	0,36	0,36	0,23
29	Ромен–Ромни	50	0,79	0,67	0,46	0,39	0,61	0,84	0,97	0,67	0,80
		75	0,39	0,29	0,22	0,21	0,30	0,39	0,50	0,30	0,18
		95	0,29	0,19	0,12	0,12	0,16	0,23	0,12	0,10	0,07
30	Удай–Прилуки	50	0,63	0,38	0,33	0,29	0,44	0,79	0,80	0,57	0,49
		75	0,32	0,18	0,10	0,13	0,25	0,40	0,40	0,24	0,19
		95	0,19	0,08	0,06	0,03	0,09	0,17	0,14	0,70	0,08
31	Удай–Піски	50	0,99	0,54	0,54	0,35	0,40	0,63	0,90	1,06	0,98
		75	0,90	0,42	0,27	0,17	0,15	0,20	0,36	0,41	0,55
		95	0,23	0,17	0,07	0,06	0,06	0,11	0,11	0,08	0,04
32	Псел–Суми	50	1,40	1,29	1,30	1,35	1,64	1,87	1,87	1,58	1,40
		75	1,12	0,90	0,94	0,98	1,18	1,29	1,26	1,09	0,80
		95	0,81	0,64	0,58	0,66	0,90	1,00	0,75	0,30	0,40
33	Псел–Гадяч	50	1,22	1,35	0,45	0,99	1,13	1,69	1,73	1,90	1,53
		75	0,84	0,88	0,38	0,76	0,49	1,29	1,25	0,93	0,75
		95	0,74	0,68	0,18	0,60	0,30	0,84	0,61	0,74	0,60
34	Псел–Запсілля	50	1,77	0,94	0,76	0,61	0,62	1,00	1,15	0,70	0,87
		75	1,05	0,67	0,50	0,37	0,23	0,33	0,46	0,47	0,59
		95	0,73	0,28	0,28	0,07	0,11	0,10	0,12	0,32	0,31
35	Хорол–Миргород	50	0,80	0,40	0,19	0,16	0,32	0,48	0,57	0,43	0,39
		75	0,43	0,18	0,09	0,04	0,07	0,22	0,27	0,14	0,17
		95	0,13	0,07	0,03	0,02	0,03	0,06	0,08	0,07	0,05
36	Ворскла–Чернеччина	50	0,73	0,64	0,57	0,73	1,17	1,61	1,02	0,86	1,04
		75	0,45	0,33	0,23	0,35	0,69	0,74	0,95	0,50	0,26
		95	0,33	0,14	0,09	0,15	0,38	0,31	0,66	0,17	0,12
37	Ворскла–Кобеляки	50	1,27	1,01	0,78	0,64	0,67	1,10	1,57	1,69	1,60
		75	0,93	0,74	0,51	0,40	0,29	0,46	0,82	0,92	1,08
		95	0,65	0,54	0,37	0,27	0,16	0,36	0,43	0,42	0,39
38	Мерло–Богодухів	50	0,71	0,61	0,49	0,65	1,07	0,87	1,10	0,97	1,36
		75	0,39	0,24	0,17	0,24	0,65	0,65	0,65	0,39	0,45
		95	0,16	0,06	0,05	0,10	0,32	0,23	0,29	0,14	0,10
39	Орель–Царичанка	50	0,29	0,17	0,12	0,12	0,13	0,22	0,40	0,51	0,66
		75	0,18	0,09	0,05	0,06	0,06	0,09	0,12	0,20	0,35
		95	0,12	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05
40	Берестова–Красноград	50	0,63	0,33	0,20	0,20	0,40	1,24	1,24	0,81	0,95
		75	0,29	0,10	0,06	0,05	0,17	0,66	0,71	0,38	0,19
		95	0,08	0,02	0,01	0,02	0,08	0,16	0,46	0,08	0,02

Продовження табл. 4.8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
41	Самара–Коханівка	50	0,21	0,19	0,18	0,32	0,45	0,42	0,49	0,55	0,70
		75	0,08	0,08	0,06	0,08	0,16	0,21	0,33	0,28	0,24
		95	0,02	0,03	0,02	0,02	0,06	0,07	0,17	0,10	0,06
42	Самара–Кочеріжки	50	0,22	0,16	0,09	0,08	0,07	0,19	0,26	0,49	0,68
		75	0,10	0,10	0,06	0,04	0,05	0,08	0,13	0,14	0,35
		95	0,05	0,05	0,04	0,02	0,01	0,04	0,04	0,06	0,06
43	Вовча–Андріївка	50	0,15	0,14	0,09	0,09	0,12	0,19	0,28	0,35	0,74
		75	0,05	0,06	0,03	0,06	0,08	0,12	0,16	0,16	0,33
		95	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,07	0,10	0,07	0,10
44	Вовча–Васильківка	50	0,40	0,23	0,12	0,09	0,18	0,37	0,42	0,75	0,94
		75	0,11	0,08	0,07	0,04	0,07	0,15	0,19	0,31	0,48
		95	0,09	0,03	0,03	0,01	0,03	0,05	0,06	0,08	0,22
45	Мокрі Яли–Грушівський	50	0,12	0,09	0,06	0,06	0,12	0,19	0,26	0,27	0,25
		75	0,05	0,02	0,02	0,02	0,08	0,14	0,18	0,16	0,18
		95	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,07	0,10	0,11	0,15
46	Солона–Новопавлівка	50	0,66	0,29	0,15	0,59	0,96	1,47	1,57	1,53	1,66
		75	0,15	0,07	0,04	0,15	0,62	1,01	1,03	0,76	0,97
		95	0,04	0,02	0,01	0,03	0,15	0,60	0,88	0,56	0,44
47	Гайчур–Андріївка	50	0,17	0,11	0,06	0,05	0,10	0,17	0,26	0,39	0,56
		75	0,08	0,03	0,02	0,02	0,04	0,10	0,13	0,16	0,27
		95	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,07	0,05	0,09
48	Мала Терса–Троїцьке	50	0,27	0,15	0,18	0,19	0,20	0,26	0,31	0,37	0,33
		75	0,13	0,07	0,08	0,10	0,08	0,14	0,16	0,18	0,15
		95	0,06	0,02	0,03	0,04	0,03	0,06	0,05	0,06	0,06
49	Кільчень–Олександрівка Перша	50	0,53	0,29	18,00	0,26	0,30	0,45	0,82	0,88	1,13
		75	0,72	0,13	0,06	0,16	0,18	0,28	0,37	0,47	0,85
		95	0,09	0,05	0,04	0,07	0,08	0,13	0,17	0,20	0,34
50	Базавлук–Зелений Кут	50	0,10	0,06	0,04	0,04	0,08	0,10	0,17	0,26	0,48
		75	0,06	0,04	0,02	0,02	0,06	0,05	0,05	0,17	0,19
		95	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,01	0,06	0,10
51	Мокра Сура–Кринички	50	0,31	0,31	0,39	0,62	0,62	0,44	0,22	0,28	0,36
		75	0,13	0,16	0,21	0,28	0,31	0,19	0,054	0,13	0,14
		95	0,026	0,064	0,130	0,093	0,190	0,028	0,021	0,064	0,064
52	Інгулець–Олександро-Степанівка	50	0,37	0,38	0,30	0,29	0,39	0,49	0,66	0,57	1,17
		75	0,14	0,14	0,12	0,06	0,19	0,25	0,24	0,20	0,64
		95	0,05	0,03	0,03	0,04	0,06	0,07	0,06	0,04	0,11

У верхів'ях р. Прип'ять та її притоках – Вижівка, Турія, Стохід, нижньої частини басейнів річок Стир, Горинь, Случ модулі стоку зменшуються, до 1,6-0,6 л/с·км^2 – для середньомісячного стоку та до 0,3-0,1 л/с·км^2 – для мінімального середньодобового.

Для правобережних приток Дніпра – Ужа, Тетерева, Ірпеня, Росі, Вільшанки, які живляться переважно тріщинними водами Українського щита, як і для лівобережних приток (Трубіж, Недра, Сула, Хорол, Псел, Ворскла, Орель, Самара) характерне поступове зменшення модулів стоку із північного

Таблиця 4.9. **Мінімальні середньодобові модулі стоку річок басейну Дніпра 50%, 75%, 95% забезпеченості, л/с·км^2**

№ з/п	Річка–пост	P, %	Місяці								
			VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Прип'ять– Люб'язь	50	0,46	0,26	0,17	0,15	0,22	0,28	0,34	0,33	0,32
		75	0,23	0,098	0,059	0,052	0,09	0,10	0,12	0,098	0,085
		95	0,097	0,046	0,025	0,023	0,044	0,044	0,052	0,038	0,030
2	Турія–Ковель	50	0,62	0,24	0,20	0,38	0,71	0,93	0,82	0,68	0,67
		75	0,32	0,14	0,12	0,14	0,21	0,41	0,35	0,26	0,27
		95	0,10	0,01	0,01	0,02	0,05	0,06	0,11	0,08	0,07
3	Стохід–Малинівка	50	0,65	0,42	0,30	0,30	0,39	0,55	0,68	0,54	0,77
		75	0,33	0,16	0,10	0,11	0,13	0,20	0,25	0,16	0,30
		95	0,10	0,03	0,03	0,02	0,05	0,08	0,11	0,06	0,07
4	Стир–Млинок	50	1,29	1,26	1,12	1,20	1,21	1,06	0,88	1,10	1,13
		75	0,90	0,76	0,60	0,59	0,75	0,80	0,65	0,89	0,91
		95	0,17	0,14	0,10	0,09	0,16	0,08	0,06	0,06	0,07
5	Стир–Луцьк	50	2,28	2,01	1,96	2,00	2,15	2,44	2,24	2,25	2,46
		75	1,75	1,40	1,42	1,60	1,72	1,82	1,71	1,70	1,99
		95	1,44	1,04	1,10	1,05	1,16	1,44	1,39	1,41	1,71
6	Горинь–Деражне	50	2,26	2,15	2,25	2,31	2,45	2,30	2,13	2,19	2,42
		75	1,82	1,69	1,64	1,73	1,98	1,73	1,59	1,66	2,04
		95	1,56	1,42	1,23	1,37	1,70	1,39	1,28	1,35	1,82
7	Случ–Громада	50	0,71	0,82	0,69	0,85	0,86	0,75	0,59	0,63	0,70
		75	0,34	0,42	0,33	0,46	0,46	0,46	0,23	0,21	0,37
		95	0,18	0,18	0,18	0,21	0,25	0,21	0,14	0,08	0,18
8	Случ–Новоград-Волинським	50	1,48	1,16	0,92	1,05	1,16	1,25	1,96	1,75	1,97
		75	0,90	0,83	0,75	0,78	0,90	0,94	1,17	1,06	1,20
		95	0,31	0,40	0,34	0,35	0,36	0,41	0,44	0,34	0,61
9	Уборть–Перга	50	1,11	0,81	0,70	0,68	0,85	1,00	1,35	1,09	1,16
		75	0,55	0,36	0,30	0,30	0,48	0,42	0,60	0,46	0,57
		95	0,23	0,19	0,09	0,16	0,24	0,21	0,16	0,23	0,22
10	Уж–Поліське	50	0,65	0,59	0,50	0,55	0,66	0,87	1,00	0,86	0,84
		75	0,38	0,27	0,25	0,29	0,37	0,48	0,50	0,45	0,52
		95	0,23	0,15	0,14	0,17	0,19	0,30	0,29	0,27	0,33
11	Гнилоп'ять–Бердичів	50	0,63	0,56	0,50	0,56	0,52	0,76	0,80	0,82	0,79
		75	0,36	0,20	0,26	0,33	0,24	0,41	0,37	0,44	0,41
		95	0,19	0,09	0,13	0,19	0,13	0,20	0,17	0,21	0,19
12	Тетерів–Житомир	50	0,41	0,34	0,30	0,31	0,30	0,41	0,43	0,41	0,42
		75	0,20	0,15	0,15	0,15	0,13	0,19	0,16	0,18	0,20
		95	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09	0,07	0,09	0,11
13	Ірпінь–Мостище	50	0,79	0,75	0,68	0,89	1,02	1,10	1,06	1,07	1,16
		75	0,44	0,38	0,35	0,54	0,65	0,74	0,64	0,77	0,79
		95	0,27	0,23	0,16	0,37	0,45	0,54	0,43	0,60	0,58

Продовження табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	Убідь–Кудрівка	50	1,28	1,37	1,38	1,57	1,92	2,39	2,31	2,07	1,96
		75	0,94	0,97	1,01	1,14	1,41	1,80	1,71	1,54	1,54
		95	0,740	0,740	0,780	0,890	1,110	1,440	1,350	1,210	1,210
15	Сейм–Мутин	50	1,43	1,30	1,22	1,26	1,38	1,56	1,56	1,43	1,41
		75	1,06	0,96	0,88	0,88	0,98	1,15	1,08	0,93	0,94
		95	0,79	0,72	0,66	0,66	0,73	0,86	0,79	0,64	0,66
16	Клевень–Шарпівка	50	0,95	0,84	0,76	0,98	1,31	1,33	1,26	1,21	1,26
		75	0,62	0,56	0,43	0,59	0,87	0,83	0,84	0,77	0,80
		95	0,370	0,390	0,280	0,390	0,620	0,570	0,600	0,540	0,550
17	Снов–Носівка	50	1,29	1,35	1,29	1,44	1,77	1,98	2,09	1,79	1,78
		75	0,83	0,85	0,83	0,94	1,17	1,44	1,42	1,15	1,13
		95	0,56	0,58	0,59	0,66	0,85	1,13	1,03	0,80	0,76
18	Трубіж–Баришівка	50	0,55	0,50	0,33	0,20	0,41	0,60	0,73	0,55	0,45
		75	0,16	0,14	0,10	0,06	0,15	0,30	0,25	0,18	0,19
		95	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,15	0,01	0,01	0,03
19	Трубіж–Переяслав-Хмельницький	50	0,44	0,17	0,10	0,53	0,52	0,49	1,10	1,25	1,31
		75	0,20	0,09	0,12	0,14	0,23	0,31	0,51	0,47	0,51
		95	0,03	0,01	0,07	0,04	0,11	0,11	0,58	0,53	0,63
20	Недра–Березань	50	0,52	0,42	0,37	0,41	0,46	0,75	0,68	0,58	0,70
		75	0,33	0,27	0,25	0,29	0,24	0,44	0,44	0,39	0,47
		95	0,220	0,190	0,190	0,220	0,140	0,300	0,300	0,280	0,330
21	Рось–Богуслав	50	0,57	0,58	0,54	0,74	0,81	0,90	0,93	0,75	0,80
		75	0,32	0,27	0,26	0,36	0,34	0,43	0,40	0,45	0,47
		95	0,170	0,090	0,087	0,059	0,095	0,130	0,041	0,200	0,270
22	Рось–Корсунь-Шевченківський	50	0,30	0,31	0,14	0,28	0,38	0,38	0,33	0,31	0,48
		75	0,19	0,15	0,10	0,21	0,26	0,26	0,23	0,20	0,27
		95	0,02	0,01	0,02	0,07	0,16	0,01	0,09	0,03	0,06
23	Вільшанка–Мліїв	50	0,51	0,45	0,47	0,48	0,55	0,61	0,76	1,43	0,83
		75	0,33	0,21	0,24	0,27	0,28	0,36	0,33	0,91	0,43
		95	0,24	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07	0,11	0,41	0,20
24	Тясмин–Велика Яблунівка	50	0,39	0,30	0,26	0,37	0,48	0,65	0,57	0,47	0,55
		75	0,21	0,13	0,13	0,17	0,19	0,28	0,30	0,25	0,25
		95	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,16	0,11	0,10
25	Сула–Зеленківка	50	0,40	0,33	0,28	0,38	0,61	0,84	0,59	0,42	0,42
		75	0,38	0,28	0,18	0,17	0,23	0,35	0,44	0,38	0,36
		95	0,11	0,08	0,06	0,07	0,11	0,23	0,16	0,09	0,08
26	Сула–Лубни	50	0,67	0,46	0,38	0,36	0,45	0,68	0,77	0,72	0,75
		75	0,38	0,28	0,18	0,17	0,23	0,35	0,44	0,38	0,36
		95	0,25	0,17	0,07	0,06	0,10	0,16	0,24	0,18	0,13
27	Ромен–Ромни	50	0,46	0,40	0,28	0,29	0,42	0,62	0,53	0,41	0,39
		75	0,22	0,18	0,14	0,14	0,22	0,34	0,26	0,18	0,15
		95	0,13	0,10	0,06	0,08	0,13	0,21	0,13	0,09	0,07
28	Удай–Прилуки	50	0,58	0,34	0,27	0,26	0,41	0,72	0,70	0,50	0,39
		75	0,23	0,13	0,099	0,099	0,16	0,32	0,28	0,19	0,16
		95	0,11	0,06	0,05	0,05	0,08	0,16	0,07	0,09	0,08

Продовження табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
29	Псел–Суми	50	1,14	1,13	1,19	1,19	1,53	1,56	1,41	1,21	1,15
		75	0,65	0,64	0,71	0,67	0,93	0,98	0,96	0,64	0,61
		95	0,420	0,410	0,480	0,420	0,600	0,680	0,600	0,390	0,370
30	Псел–Гадяч	50	1,01	1,13	0,41	0,91	0,60	1,52	1,40	1,40	1,18
		75	0,74	0,67	0,31	0,65	0,46	0,99	0,89	0,63	0,67
		95	0,730	0,530	0,120	0,430	0,220	0,730	0,520	0,540	0,570
31	Псел–Запсілля	50	0,68	0,24	0,30	0,16	0,18	0,41	0,29	0,50	0,66
		75	0,62	0,45	0,38	0,34	0,37	0,56	0,53	0,54	0,50
		95	0,340	0,150	0,180	0,100	0,130	0,110	0,130	0,220	0,180
32	Хорол–Миргород	50	0,69	0,35	0,18	0,14	0,28	0,45	0,46	0,41	0,40
		75	0,36	0,13	0,05	0,04	0,07	0,21	0,21	0,18	0,12
		95	0,12	0,05	0,02	0,01	0,02	0,06	0,06	0,04	0,03
33	Ворскла–Чернеччина	50	0,66	0,53	0,44	0,50	1,05	1,05	0,84	0,68	0,57
		75	0,36	0,28	0,18	0,24	0,44	0,55	0,43	0,31	0,24
		95	0,21	0,13	0,09	0,09	0,10	0,25	0,23	0,13	0,10
34	Ворскла–Кобеляки	50	1,26	1,12	0,87	1,02	1,38	1,40	1,69	1,62	1,57
		75	0,60	0,49	0,38	0,41	0,62	0,71	0,81	0,69	0,62
		95	0,44	0,38	0,35	0,22	0,29	0,88	0,77	0,67	0,58
35	Мерло–Богодухів	50	0,45	0,39	0,32	0,39	0,58	0,58	0,58	0,52	0,58
		75	0,19	0,15	0,14	0,17	0,30	0,32	0,36	0,28	0,25
		95	0,087	0,049	0,040	0,060	0,130	0,190	0,230	0,040	0,094
36	Орель–Царичанка	50	0,24	0,18	0,11	0,11	0,11	0,14	0,35	0,36	0,50
		75	0,14	0,08	0,03	0,05	0,05	0,07	0,10	0,16	0,12
		95	0,076	0,037	0,023	0,022	0,020	0,018	0,010	0,014	0,042
37	Берестова– Красноград	50	0,21	0,12	0,11	0,13	0,22	0,56	0,49	0,39	0,34
		75	0,07	0,03	0,03	0,04	0,07	0,26	0,26	0,18	0,14
		95	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,14	0,15	0,06	0,01
38	Самара–Коханівка	50	0,14	0,11	0,10	0,28	0,36	0,27	0,26	0,25	0,27
		75	0,041	0,044	0,019	0,048	0,14	0,14	0,10	0,14	0,12
		95	0,018	0,017	0,003	0,014	0,014	0,066	0,071	0,077	0,062
39	Самара–Кочеріжки	50	0,12	0,08	0,06	0,05	0,05	0,12	0,20	0,26	0,37
		75	0,049	0,032	0,030	0,024	0,026	0,051	0,098	0,13	0,16
		95	0,030	0,014	0,014	0,011	0,011	0,021	0,038	0,056	0,079
40	Вовча–Васильківка	50	0,07	0,05	0,03	0,03	0,04	0,16	0,22	0,25	0,32
		75	0,017	0,015	0,010	0,009	0,010	0,022	0,051	0,099	0,150
		95	0,006	0,006	0,004	0,003	0,003	0,007	0,001	0,012	0,048
41	Мокрі Яли–Грушівський	50	0,06	0,04	0,03	0,04	0,08	0,10	0,16	0,21	0,23
		75	0,021	0,009	0,009	0,015	0,024	0,046	0,11	0,14	0,16
		95	0,005	0,003	0,004	0,006	0,007	0,018	0,058	0,090	0,110
42	Гайчур–Андріївка	50	0,08	0,03	0,03	0,04	0,07	0,11	0,15	0,17	0,19
		75	0,032	0,008	0,013	0,013	0,031	0,057	0,067	0,086	0,067
		95	0,006	0,003	0,005	0,005	0,015	0,031	0,034	0,036	0,033
43	Мала Терса–Троїцьке	50	0,13	0,13	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,19	0,27
		75	0,021	0,023	0,063	0,053	0,047	0,063	0,097	0,079	0,083
		95	0,010	0,003	0,017	0,021	0,018	0,015	0,043	0,035	0,036

Продовження табл. 4.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
44	Кільчень–Олександрівка Перша	50	0,35	0,19	0,13	0,20	0,25	0,37	0,43	0,45	0,61
		75	0,13	0,056	0,045	0,11	0,12	0,14	0,18	0,20	0,27
		95	0,029	0,021	0,021	0,048	0,066	0,056	0,056	0,074	0,140
45	Мокра Сура–Кринички	50	0,06	0,18	0,010	0,013	0,15	0,26	0,21	0,21	0,64
		75	0,003	0,003	0,001	0,002	0,003	0,012	0,026	0,12	0,14
		95	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,002
46	Інгулець–Олександро-Степанівка	50	0,30	0,34	0,29	0,28	0,31	0,38	0,41	0,40	0,46
		75	0,12	0,12	0,086	0,590	0,14	0,16	0,11	0,11	0,21
		95	0,018	0,020	0,026	0,032	0,044	0,034	0,047	0,032	0,064
47	Інгулець–Іскрівка	50	0,11	0,11	0,12	0,11	0,16	0,18	0,15	0,17	0,15
		75	0,091	0,084	0,093	0,082	0,11	0,098	0,082	0,088	0,088
		95	0,070	0,010	0,010	0,050	0,100	0,070	0,040	0,060	0,040
48	Інгулець–Кривий Ріг	50	0,17	0,18	0,15	0,18	0,18	0,11	0,15	0,22	0,27
		75	0,072	0,072	0,063	0,072	0,086	0,080	0,066	0,078	0,099
		95	0,040	0,500	0,500	0,040	0,030	0,040	0,040	0,030	0,050

заходу на південний схід. У серпні-вересні, при формуванні найбільш несприятливих умов живлення річок, середньомісячні модулі стоку 50 % забезпеченості зменшуються у цьому напрямку від 1,4-1,0 до 0,6-0,4 л/с·км^2, а мінімальні середньодобові – від 0,8-0,6 до 0,3-0,2 л/с·км^2.

Найменші модулі середньомісячного та середньодобового стоку спостерігаються у басейнах річок, які розташовані у степовій зоні (Вовча, Мокрі Яли, Гайчур, Базавлук тощо) і змінюються, відповідно, у межах 0,30-0,10 та 0,05-0,03 л/с·км^2.

Подібні закономірності у розподілі як середньомісячних так і середньодобових модулів стоку різної забезпеченості спостерігаються і в інші місяці меженного періоду, але вже при їх більших величинах, особливо у червні та листопаді. Це пояснюється змінами кількості опадів та співвідношеннями опади-випаровування, а також особливостями гідрогеологічних умов Волино-Подільського, Дніпровського артезіанських басейнів та гідрогеологічної області Українського щита. На характер розподілу модулів стоку у басейнах окремих річок значно впливають антропогенні чинники, особливо зарегульованість річок та розвиток регіональних депресійних воронок під впливом експлуатації групових водозаборів, водовідливу у гірничо-видобувних районах тощо.

Таким чином, уперше одержані результати картографування модулів середньодобового та середньомісячного стоку річок басейну Дніпра різної забезпеченості за кожен з дев'яти місяців меженного періоду вказують як на загальні закономірності їх формування за територією, так і значні відміни у їх величинах, що зумовлене природними та антропогенними чинниками. Найменші величини модулів стоку спостерігаються у літню межень, переважно у серпні-вересні у зоні мішаних лісів і Лісостепу та у липні-жовтні в степовій зоні, коли ресурси підземних вод зони активного водообміну спрацьовуються найбільше.

4.2.2. Розподіл підземного стоку за територією басейну Дніпра

Середнє значення підземного стоку відносно сумарного за всіма річками басейну становить 15 %. Але у той самий час відзначається дуже значна амплітуда коливань цих значень. Вони змінюються від максимального, що становить 48 % на р. Горинь в межах посту Дубровиця, до мінімального в 1 % на р. Велика Тернівка − с. Богданівна [26].

Слід зазначити, що якраз на постах р. Горинь − Дубровиця, Деражне, Оженін, на постах р. Іква − с. Радянське та р. Устя − с. Корнін, а також на всіх трьох постах р. Стир (Щурівці, Луцьк, Млинок), зафіксовано найбільші значення підземного стоку, що коливаються від 34 до 48 %. Басейни цих річок із замикаючими їх створами знаходяться у доволі безпосередній близкості один від одного, отже в цьому районі, очевидно, розташований потужний карстовий басейн, води якого гідравлічно пов'язані з водами вищеназваних річок. Крім того, якраз саме ці пости мають найбільшу висотну відмітку за всі інші водпости басейну Дніпра (280-320 м), а отже і найбільший ерозійний вріз. Хоча з іншого боку, ці фактори можуть і не мати такого вирішального значення. До того ж, є не досить вірним намагання замінювати глибину врізу відміткою врізу в створі річки, тобто абсолютною відміткою дна русла водотоку у розрахунковому створі. Бо в цьому випадку при однаковій абсолютній відмітці врізу та різному висотному положенні водоносних пластів, що дренуються, ступінь їхнього дренування буде неоднаковим, і, відповідно, різним буде стік у річки [26].

У басейні Прип'яті (від р. Вижівка до р. Уборть включно) відсоткове значення підземної складової змінюється від 4 % (Турія − с. Ягідне) до 27 % (Случ − м. Новоград-Волинський).

На річках басейну Десни спостерігається дещо збільшений підземний стік порівняно з іншими лівобережними притоками Дніпра до 10 %. У басейнах річок Головесня, Убідь, Сейм, Клевень, Снов та Білоус підземна складова стоку змінюється від 15 до 30 %. Нижче за течією, приблизно до р. Ворскла з притокою Мерло, вона досить постійна для річок і коливається в межах 10-25 %. Починаючи з Орелі спостерігається значне спадання частки підземної складової в середньому до 3-5 % на Орелі, її притоках Берестова та Орчик та на всіх річках басейну Самари та її притоку Вовчої. На Інгульці можна побачити аналогічну картину (хоча у нього й менший стік, ніж у Самари, але підземна складова на 5-6 % більша).

За величинами підземного стоку річок басейну Дніпра до І групи можна віднести річки, про які йшлося на початку розділу. Це Горинь, Стир, Іква та Устя, що знаходяться на компактній території і мають підвищене значення підземної складової порівняно з іншими річками, що становить близько 30-50 %.

ІІ група є найбільш неоднорідною, але всі її річки відносяться до басейну Прип'яті та протікають майже повністю по Поліській низовині. Це середні, рівнинні, заболочені із неглибоким заляганням підземних вод річки, частка підземної складової у річному стоці яких становить 4-27 %, хоча для

більшості річок вона коливається в межах 10-15 %. За матеріалами гідрологічних досліджень, для Українського Полісся підземне живлення річок становить близько 20 % [14], що у середньому співпадає з часткою живлення підземними водами цієї групи.

III група − басейн Десни. Природні умови майже схожі із басейном Прип'яті, але на річках її басейну не спостерігається значна диференціація значень підземного стоку, проте вони є дещо підвищеними, порівняно з річками басейну Прип'яті. Вони коливаються в межах від 15 до 30 %.

IV група − річки та їхні притоки верхньої та середньої течії Дніпра до р. Ворскла. Середнє значення підземної складової є середнім для інших річок басейну Дніпра і коливається в межах 10-25 % в залежності від водності річки і величини водозбору. Причому, це спостерігається як на лівих, так і на правих притоках Дніпра.

V група річок − є найбільш південною. Це − притоки Самари та Вовчої, які постійно пересихають, через що майже весь рік стік відсутній. Характеризуються найменшою величиною підземного стоку серед інших річок басейну Дніпра, що становить в середньому 5-6 % для непересихаючих і 1-3 % для пересихаючих річок.

Таким чином, частка підземного стоку річок басейну Дніпра змінюється у досить широких межах – від 34-48% до 6-1% в залежності, переважно від фізико-географічних та гідрогеологічних чинників.

РОЗДІЛ 5

СУЧАСНІ ЗМІНИ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА ТА ЇХ ПРИЧИНИ

5.1. Методичні аспекти досліджень

У світовій гідрологічній практиці при кількісних оцінках майбутніх гідрологічних умов зазвичай використовується гіпотеза стаціонарності, яка передбачає, що майбутні кліматичні умови та, відповідно, гідрологічні характеристики водних об'єктів будуть (у статистичному розумінні) аналогічними тим, що спостерігались у попередній багаторічний період часу. Виходячи з цього, статистичні закономірності багаторічних коливань гідрологічних величин, встановлені шляхом аналізу даних спостережень, поширюються на весь розрахунковий період.

Однак у даний час правомірність концепції стаціонарності багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик є досить сумнівною у зв'язку із процесами глобального потепління клімату, що значно посилились в останні десятиліття XX сторіччя. У зв'язку з цим, до найбільш актуальних завдань, що постають перед гідрологами, відноситься виявлення сучасних закономірностей водного режиму річок на фоні потепління, що відбувається, та оцінка цих змін на перспективу.

Аналіз публікацій стосовно змін гідрологічного режиму річок внаслідок глобального потепління свідчить про відсутність досліджень регіональних особливостей цих змін для території України та інших країн. У більшості випадків автори роблять узагальнення і констатацію для великих річкових басейнів, хоча, як відомо, зональні риси умов формування стоку відображують гідрологічні характеристики середніх річок, оскільки умови формування стоку великих річок є полізональними. Саме природна зона є критерієм подібності умов формування стоку. Цей висновок підтверджується тим, що у близьких фізико-географічних умовах одиниця площі річкового басейну постачає в руслову мережу приблизно однакову кількість води, наносів, розчинених речовин з близьким співвідношенням головних аніонів і катіонів [2]. На нашу думку, аналіз регіональних особливостей реакції гідрологічного режиму річок на сучасні кліматичні зміни можливий лише із застосуванням географо-гідрологічного підходу.

Характерною рисою географо-гідрологічних досліджень є вивчення просторових і просторово-часових закономірностей кругообігу води, гідрологічного циклу, окремих їх складових. Актуальність подібних досліджень буде зберігатися і в майбутньому внаслідок розширення системних уявлень, зокрема у гідрології. Басейни водних об'єктів являють собою територіально-аквальні системи, в межах яких природні фактори і антропогенні навантаження обумовлюють закономірні зміни стоку або стану водних об'єктів. Виявлення виду, масштабу, інтенсивності їх реакції на флуктуації зовнішніх впливів має спиратися на фундаментальні закони

збереження речовини та енергії. У сукупності із внутрішніми географо-гідрологічними механізмами трансформації потоків речовини та енергії в русловій мережі вони створюють теоретичну та методичну базу вивчення і прогнозування природних і антропогенних змін стану річкових басейнів і водних об'єктів. Ефективність її використання значною мірою залежить від ступеня залучення гідрологами результатів досліджень з інших областей географічної науки.

В сучасних умовах зростання актуальності географічного напрямку в гідрології та гідрохімії обумовлено наступним:

- різке загострення гідроекологічної обстановки в багатьох країнах світу протягом останніх десятиліть вимагає нових, нетрадиційних підходів до вивчення взаємодії суспільства та навколишнього середовища, що базуються на ідеях тісного взаємозв'язку всіх елементів довкілля та діяльності людини;
- суттєві зміни водного режиму і якості води зробили неоднорідними гідрологічні та гідрохімічні ряди, тобто різко зменшили можливості статистичних методів їх досліджень. Стаціонарність гідрологічних явищ і процесів дедалі більше ставиться під сумнів, перш за все через глобальні зміни клімату;
- дані спостережень мережі гідрологічних постів Гідрометслужби хоча і залишаються (в більшості випадків) практично єдиним джерелом гідрологічної та гідрохімічної інформації про водні об'єкти, часто не задовольняють зростаючі вимоги до даних як по їх повноті, так і по охопленню території [75].

Розробка наукових основ взаємодії суспільства та водного елемента навколишнього середовища в умовах кліматичних змін та зростаючого антропогенного пресу є одним з найбільш пріоритетних завдань географо-гідрологічних досліджень.

Географо-гідрологічний аналіз направлений на вивчення закономірностей взаємодії гідрологічних процесів і природних структур у двох аспектах: формування процесів в різних природних комплексах та структуроформуючі функції водних об'єктів. Таким чином, постає питання про основний об'єкт дослідження, де єдиний характер взаємозв'язків буде локалізований і відповідатиме уявленням про систему. Об'єктом досліджень є геосистеми, що розглядаються з позиції формування гідрологічних процесів.

Аналіз існуючих підходів до вивчення територіальних гідрологічних структур показує, що усі вони побудовані на одному з двох головних принципів: зональному або басейновому. Залежно від того, який принцип покладений в основу аналізу, застосовують два різні підходи як методи досліджень: басейновий або ландшафтно-гідрологічний.

Засновником басейнового підходу в науках фізико-географічного циклу можна вважати Р.Хортона, який понад 50 років тому не тільки одним з перших звернув увагу на гідрологічну і загально-географічну роль річкових басейнів, а й здійснив аналіз природних факторів, що взаємодіють у басейні. Ним також були розроблені низхідне порядкове бонітування річок та закони

будови річкових систем, які покладені в основу сучасної структурної гідрографії і морфометрії поверхні басейнів.

На початку 70-х років XX століття А.Ю.Ретеюм виділив річкові басейни в особливу групу розімкнутих геосистем. Він розглядав басейн як одну з основних форм інтеграції геосистем суші.

Л.М.Коритним розроблене уявлення про річковий басейн як високоінтегровану ієрархічно побудовану (підсистеми, рівні організації) геосистему [71]. В ній розрізняється два головних функціональних рівня – схили і гідрографічна мережа, розглядаються вертикальні зв'язки між земною поверхнею, повітряним, водним і підземним ярусами; глобальним, регіональним і локальним рівнями просторової розмірності; динамічний, еволюційний і катастрофічний аспекти розвитку. Відокремлення водозбору в єдиних орографічних межах визначає взаємозв'язок морфологічної, ландшафтної та гідрологічної структур.

З концепцією басейну пов'язані головні уявлення гідрології суші та інших наук, що вивчають водні ресурси. Басейн (водозбір) – є відкритою динамічною геосистемою, що розвивається у просторі та часі. В гідрологічному розумінні басейн являє собою складну динамічну водно-балансову систему, що перетворює атмосферні опади в інші елементи водного балансу. Вибір басейну в якості «вузлового» системного гідрологічного об'єкту обумовлений наступними міркуваннями. На земній поверхні він має чіткі межі – вододіли; в цих межах можливе описання водного балансу. Водозбір має важливу інтегральну характеристику – стік в гирлі (замикаючому створі). Практично вся суша земної кулі являє собою макросистему басейнів, що відкриває можливості для просторової інтерполяції та екстраполяції отриманих на водозборі гідрологічних характеристик.

Гідрологічна динамічність басейну пов'язана як з постійними змінами надходження вологи, що перевищують або, навпаки, не компенсують безперервний процес випаровування, так й зі змінами параметрів зовнішнього середовища; останні можуть бути викликані як природними, так і антропогенними чинниками. Водно-балансові процеси в басейні завжди розвиваються в напрямку приведення його до певного стану рівноваги, тобто він є саморегульованою системою.

Головні характеристики басейну як геосистеми – його структура і функції. Структура системи обумовлює її сутність. Основними гідрологічними структурами басейну слід вважати схили і гідрографічну мережу, тісно пов'язані між собою. До функцій системи відносять впорядкованість на виході, спрямовану головним чином на забезпечення існування системи, трансформацію опадів схиловим рівнем басейну, дренаж і транзит води гідрографічною мережею, формування хімічного складу природних вод та інше.

Басейн, як будь-яка геосистема, функціонує в певних просторово-часових межах, при деяких амплітудах коливань параметрів. Просторовими межами на земній поверхні є вододіли. Що стосується верхньої та нижньої граничних

меж, то їх точне визначення ускладнене та тісно пов'язане із просторовою розмірністю геосистем. Вказані поверхні і вододіли є, одночасно, входами і виходами для потоків речовини та енергії, що забезпечують функціонування гідрологічних відкритих систем. Врахування просторової розмірності при гідрологічних дослідженнях є обов'язковим. Для геосистем-басейнів існує можливість не тільки застосувати відому схему просторової розмірності В.Б.Сочави (планетарний, регіональний та локальний рівні), але й використовувати об'єктивну низхідну порядкову класифікацію річок Р.Хортона – А.Стралера.

В межах малих річкових басейнів функціонують геосистеми або їх частини локальної розмірності; середні басейни узгоджуються з регіональним рівнем; великі басейни відповідають регіональному, а найбільші – планетарному рівню. Відповідність не означає співпадіння меж, а лише співвідношення розмірностей геосистем. В той же час просторовий рівень функціонально-цілісних систем-басейнів, як і інших геосистем, визначає властиві їх закономірності. Для малих річкових басейнів кліматичні умови слабко диференційовані і на перше місце виходять різноманітні місцеві фактори їх функціонування. Для середніх басейнів локальні закономірності, інтегруючись, визначають закономірності до регіонального рівня включно. В цьому випадку стік буде визначатися провінційними або зональними особливостями.

Розгляд розвитку водозбору в часі передбачає три аспекти: динамічний – перетворення в межах інваріанту, тобто без зміни структури (у гідрологічному розумінні до них відносяться звичайні коливання характеристик: багаторічні, сезонні, добові); еволюційний – спрямоване поступове перетворення структури; катастрофічний – стрибкоподібна зміна структури (переважно внаслідок антропогенних впливів).

Розвиток геосистеми визначається перш за все інтеграційною динамікою всіх природних процесів. Волога, що надходить в геосистему, вступає у взаємодію з її компонентами. Часова впорядкованість динаміки вологи виражена у вигляді водного режиму як одного з часткових природних режимів. Характеристиками режиму за певний часовий інтервал є баланси – реалізації закону збереження матерії: тепловий, водний, твердої речовини, газовий та ін. Балансовий опис геосистеми – важливий методичний прийом, що широко застосовується для басейнів.

Стійкі співвідношення елементів балансу визначають його структуру. Порушення балансових співвідношень у бік одного з елементів свідчить про тенденцію, а похідна зміни величини цього елементу в часі – про інтенсивність розвитку. Внаслідок розвитку в межах басейну функціонує взаємообумовлена та взаємопов'язана система природних компонентів та геосистем, об'єднаних в одне ціле не стільки сумісним розвитком в єдиних орографічних межах, скільки більш суттєвим фактором – потоками речовини та енергії, що визначають наявність прямих і зворотних зв'язків.

У басейні є певна відповідність між його гідрологічними структурами (схилів та гідрографічної мережі), структурою водного балансу як важливою

характеристикою водного режиму, а також ландшафтною структурою геосистеми як комплексного показника природних умов.

Таким чином, аналіз властивостей річкових басейнів показує, що вони являють собою цілісні утворення, ієрархічно побудовані (підсистеми, горизонтальні та вертикальні рівні), що уособились внаслідок історичного розвитку у певних орографічних межах внаслідок дії однонаправлених потоків речовини та енергії. Це дозволяє розглядати басейн як один з видів функціонально-цілісних геосистем та використовувати басейновий підхід при дослідженнях гідрологічного режиму.

Головним завданням ландшафтно-гідрологічного аналізу є пізнання закономірностей взаємодії гідрологічних процесів та природних структур різного просторового рівня і типу.

Такі взаємодії локалізовані в просторі, що дає можливість розглядати їх як деякі системи, що називаються ландшафтно-гідрологічними.

Під ландшафтно-гідрологічною системою (ЛГС) розуміють частину земної поверхні де взаємодія гідрологічних процесів і природних структур має певні специфічні закономірності, визначені одним або декількома географічними факторами. Кожному просторовому рівню ЛГС відповідає свій набір факторів і своя специфіка закономірностей.

В основу уявлень про ландшафтно-гідрологічну організацію території покладена системна парадигма В.Б.Сочави . Стосовно гідрологічних процесів і явищ ці уявлення трансформуються відносно водного компонента геосистеми, який В.Б.Сочава розглядав як критичний, що визначає функціонування всієї системи в цілому. В той же час багаторічні дослідження гідрологічних процесів показали обумовленість водно-балансових складових природними факторами.

Спочатку ними виступали кліматичні умови, що є цілком справедливим для великих річок, де проводились спостереження. Звідси і вислів О.І.Воєйкова про те, що „річки можна розглядати як продукт клімату”. Але вже у роботах Е.М.Ольдекопа з’являється уточнення: „якщо не вимагається особливої точності … можна обмежитись введенням у формулу одних лише кліматичних факторів”. На початку XX століття А.А.Тилло висловив думку про те, що „в природі існує фізико-географічна організація у вигляді річкових басейнів, і кожну річку не слід розглядати окремо від тих площ, з яких вона живиться”. Детальне вивчення малих річкових басейнів дозволило В.Г.Глушкову концептуально визначити роль ландшафту у формуванні гідрологічних процесів [3].

Головним предметом досліджень з позиції ландшафтно-гідрологічного підходу є водний (гідрологічний) режим різних за просторовою розмірністю і структурою геосистем. Гідрологічний режим формується у процесі взаємодії компонентів геосистеми та вологи, що надходить у її межі у вигляді опадів та гравітаційних вод. В процесі взаємодії волога, що надходить, перерозподіляється між природними компонентами, переходить з одного стану в інший, змінює свій хімічний склад, сама входить до складу сполук та ін. Всі кількісні та якісні, часові і просторові перерозподіли знаходяться у

прямій залежності від внутрішньої структури геосистеми, що трансформує потік вологи.

Співвідношення елементів в процесі динаміки можуть змінюватися в деяких межах, визначених структурою геосистеми і характером вхідних сигналів. За умов циклічності надходження вологи, сонячної радіації і адвентивного тепла, в ході сезонної динаміки інших природних компонентів мінливість структури режиму не торкається його інваріанту, тобто не призводить до перебудови типу режиму. Еволюцію або катастрофічний розвиток геосистем можуть викликати зміни клімату, тектонічні процеси або антропогенні дії, що супроводжуються перебудовою внутрішнього впорядкування елементів гідрологічного режиму.

Якщо гідрологічний режим – це предмет досліджень, то об'єктом досліджень виступають геосистеми, що розглядаються з позиції формування гідрологічних процесів.

Традиційно виділяють три рівня організації гідрологічних систем: мікро-, мезо- і макрорівні, що мають аналогію в таксономічному ряді геосистем [4].

Мікрорівень є необхідним для описання елементарного водозбору. Кліматичний фон при цьому є однорідним на рівнинних басейнах або характеризується стійкими градієнтами тепла і вологи в межах одного макросхила в горах. Стокоутворюючі функції типів підстильної поверхні є головними при формуванні стоку.

Мезорівень характеризується значною просторовою диференціацією зволоження у відповідності з якою формуються кліматично обумовлені ландшафтно-гідрологічні системи (ЛГС). Порівняно із мікрорівнем різко зростає значення підземної складової річкового стоку, тобто умов взаємодії поверхневих і підземних вод в межах ЛГС.

Площі, при яких починається редукція і зменшення варіацій сезонного і багаторічного стоку, визначають межу формування гідрологічних структур макрорівня. Ступінь дренування підземного стоку, генералізація стокоформуючих поверхонь у відповідності із кліматичним фоном, прояв зональності в розподілі водно-балансових характеристик, осереднених за тривалі інтервали часу, дозволяють отримати стійкі рішення для величин водовіддачі з території ЛГС.

Уявлення про розмірності і просторове співставлення геосистем, річкових басейнів та ландшафтно-гідрологічних систем можна отримати з таблиці 5.1

На думку О.М.Антіпова вузловим елементом ієрархії ландшафтно-гідрологічних систем є ландшафтно-гідрологічна провінція (ЛГП), оскільки вона є першою у ієрархічному ряду ЛГС, зумовленою переважно кліматичними факторами. Ландшафтно-гідрологічною провінцією називають систему регіональної розмірності, що відображує зональний тип закономірностей, визначених просторово-часовою взаємодією кліматичного фону (тепло- і вологозабезпеченості) і крупних орографічних елементів рельєфу або морфоструктурних утворень певного знаку [4]. В межах провінції місцеві модифікації атмосферних циркуляцій проявляються через

Таблиця 5.1. **Структура та ієрархія природних систем різного типу [3]**

Просторова розмірність	Площа басейну, тис. км^2	Порядок річкового басейну	Геосистема	ЛГС
Планетарний	< 300	VII-IX	Пояс	ЛГ - субконтинент
			Субконтинент	
	10-300	VI-VII	Область	ЛГ - зона
			Природна зона	
Регіональний			Підзона	
	2-10	V-VI		
			Провінція	ЛГ-провінція
	0,4-2	III-V	Ландшафт	ЛГ-район
Топологічний			Район	
	< 0,4	I-III	Місцевість	ЛГ-підрайон
				ЛГ-місцевість
			Урочище	ЛГ-ділянка
			Фація	ЛГ-елементарна ділянка (елементарний стокоформуючий комплекс)

особливості сезонного і багаторічного розподілу атмосферних опадів. За просторовою розмірністю ландшафтно-гідрологічна провінція відповідає річковому басейну IV-VI порядку.

Ландшафтно-гідрологічний район (ЛГР) – одиниця субрегіональної розмірності (відповідає за просторовою розмірністю ландшафту або річковому басейну III – IV порядків), що відображує однотипний характер взаємодії поверхневих і підземних вод і літогенного субстрату на фоні однорідного мезоклімату та однорідного геологічного фундаменту. Одноманітність форм рельєфу у сполученні із закономірним підпорядкуванням різних за ступенем дренованості ділянок визначає переважання того чи іншого типу гідрологічного об'єкту (річкових водозборів, озер, безстічних областей, болотяних масивів). ЛГР являє собою генетичну єдність різноякісних ландшафтно-гідрологічних ділянок (ЛГД).

Ландшафтно-гідрологічну ділянку виділяють у просторі за ознаками внутрішньої однорідності гідрологічних взаємозв’язків та однонаправленості гідрологічних процесів, що встановлюють специфічне сполучення певних природних утворень. Наприклад, схилові транзитно-акумулятивні, заплавно-прируслові ЛГД відрізняються формою взаємодії поверхневих і підземних вод. За своєю просторовою розмірністю ЛГД відповідає малому річковому басейну або його частині.

Виділення ЛГС потребує досить чіткого визначення наскрізної ознаки або групи ознак. Але в будь-якому випадку основою має бути визначення характеру взаємодії між гідрологічними процесами та природними структурами.

Ландшафтно-гідрологічний аналіз території досліджує взаємозв'язки гідрологічних процесів та природних структур як в межах річкових басейнів, так і поза ними. В даному випадку розкривається внутрішня структура річкових басейнів, тобто басейн розглядається як просторово впорядкована система природних комплексів, що мають різні гідрологічні функції. Це передбачає процедуру гідрологічного районування водозборів.

Для описання особливостей функціонування ландшафтно-гідрологічних систем, під якими розуміють просторово-локалізовані системи взаємодії гідрологічних процесів і природних структур, необхідна оцінка ситуацій, при яких закономірності цієї взаємодії докорінно перебудовуються, тобто вичерпується „ресурс стійкості" системи. В основу цієї взаємодії, як і ландшафтно-гідрологічної організації території в цілому, покладені потоки речовини та енергії. Відображенням потоків у конкретному басейні є балансові відношення, виражені у вигляді кількісних або якісних характеристик.

Метод балансів дозволяє розглядати потоки речовини та енергії на „вході" і „виході" геосистеми, внутрішні перетворення і взаємозв'язок компонентів геосистем.

Горизонтальні речовинно-енергетичні потоки, носієм яких є вода, відіграють структурно-формуючу роль у геосистемах, що мають басейнову структуру. Водна міграція вимагає вивчення надходження і перерозподілу водних мас: надходження опадів у рідкому та твердому стані, фізичне випаровування і транспірація, фільтрація в грунт, поверхневий, внутрішньо-грунтовий, русловий стік. Найбільш доцільним методом вивчення цих характеристик є балансовий. Для цього застосовується рівняння водного балансу в залежності від зональних та інших типів геосистем.

У роботах А.А.Григор'єва [45] підкреслюється провідна роль співвідношення і взаємодії балансів тепла і вологи в процесі формування і розвитку географічного середовища. З'ясовано, що розташування географічних зон на земній поверхні знаходиться у відповідності з певними градаціями кількості тепла і вологи та співвідношення між ними. Подальші дослідження, виконані М.І.Будико [16] показали, що межі географічних зон тісно пов'язані з певними значеннями радіаційного балансу земної поверхні та індексу сухості.

Вся сукупність природних компонентів і режимів навколишнього середовища, що формують свій гідролого-кліматичний процес, є особливим комплексом. Це частина геосфери, компоненти якої об'єднуються ресурсними потоками тепла і вологи, що забезпечують гідролого-кліматичний процес конкретної частини діяльної поверхні з характерною для неї функціональною єдністю кліматичних, гідрологічних і ландшафтних компонентів і режимів. Її межі як функціонально-структурного гідролого-кліматичного комплексу можуть не співпадати, але бути близькими до меж геосистем у розумінні В.Б.Сочава.

Формування теплового і водного балансу завершується просторово-часовою трансформацією тепла і вологи у зволоження і теплозабезпеченість

діяльної поверхні. При цьому тепло і волога співставляються у формі водного еквіваленту (яка кількість води може витратитись на випаровування), а волога представлена у формі еквіваленту теплоенергетичного потенціалу (скільки піде тепла на випаровування води). Мірою їх співрозмірності є випаровуваність або максимально можливе випаровування.

Якщо ресурси тепла для випаровування менші, ніж кількість вологи, що надходить на діяльну поверхню, створюються умови для накопичення вологи у грунтах; у випадку переважання випаровуваності над надходженням вологи в них виникає дефіцит води. У першому випадку надлишку вологи сприяє нестача тепла, а в другому дефіциту вологи – надлишок тепла. Це симетрична система, елементи якої у будь-якій частині земної поверхні змінюються відносно єдиного інваріанту – речовинно-енергетичної рівноваги тепла і вологи, що називають оптимальним їх співвідношенням.

У зворотніх пропорціях розподіляються зволоження і теплозабезпеченість як рівнозначні, симетричні частини єдиного процесу тепловологозабезпеченості підстилаючої поверхні. Таким чином формується симетричний і безперервний процес взаємного перетворення тепла і вологи – двох складових єдиного водно-теплового балансу, де тепло і волога одночасно мають речовинну та енергетичну форму.

Оскільки надходження тепла і вологи обумовлено переважно кліматичними факторами, а їх витратні частини – географо-гідрологічними, то кінцева стадія взаємодії структур водного і теплового балансів у формі тепловологозабезпеченості діяльної поверхні є бінарним гідролого-кліматичним процесом. Він в цілому є подібним до фізико-географічного процесу, являє його головну складову частину, але відрізняється конкретною прив’язкою до діяльної поверхні і є функцією її теплового потенціалу [44].

Таким чином, гідролого-кліматичний процес формується при трансформації тепла і вологи випаровуваністю. Він завершує цикл взаємодії тепла і вологи атмосфери і земної поверхні, визначає формування стоку річок та формування атмосферного вологообігу локального, регіонального та планетарного рівнів.

Якщо гідролого-кліматичний процес – чисто топологічне (локальне) явище, що відбувається тільки на діяльній поверхні, то витоки його теплових і водних потенціалів знаходяться далеко за межами території, що досліджується (природні системи суміжних фізико-географічних областей та акваторій океанів).

Геосистеми (басейни) в природних умовах функціонують в стані, близькому до стану динамічної рівноваги речовинно-енергетичного обміну, яка обумовлена множиною енергетичних та речовинних взаємовідносин між компонентами геосистем, що постійно змінюються в часі, але не виходять за межі певного діапазону (стан інваріанту). Як і в будь-якому балансовому співвідношенні зміна однієї з його складових обов’язково призводить до утворення ланцюгової реакції усіх можливих взаємозв’язків, і динамічна рівновага внаслідок процесів саморегуляції встановлюється при іншій структурі речовинно-енергетичного балансу.

Механізм реакції складної саморегулюємої системи на будь-який зовнішній вплив можна звести до намагання підтримання певної рівноваги, балансу речовини та енергії.

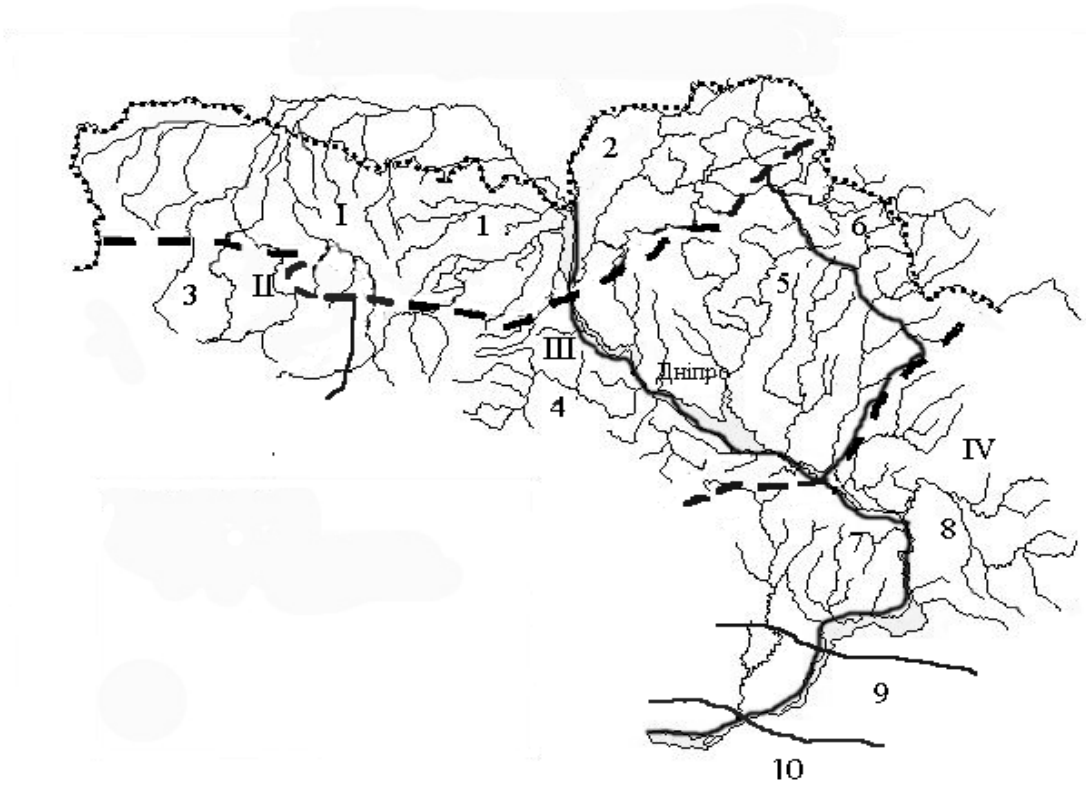
Стійкість до зовнішніх впливів визначається, переважно, складністю організації природної структури. Найбільш вразливими є однорідні утворення, що мають незначні просторові розміри (басейни першого порядку). Масштабність антропогенних навантажень на ці комплекси співрозмірна з простором їх ареалів. Для більш складно організованих систем (басейни другого-четвертого порядків) зміна може не приводити до суттєвої перебудови загальної структури, а нівелюється за рахунок запасу стійкості у підсистемах даної системи.

Для регіональних систем, співрозмірних з річковими басейнами IV-VI порядків головним фактором, що керує системою впливів, є орографія. Тому впливи на інші, наприклад біотичні компоненти, суттєво не змінюють структуру і функціонування системи та, як наслідок, і речовинно-енергетичний обмін, включаючи гідрологічний режим. Геосистеми планетарної розмірності, що відповідають річковим басейнам великих річок, у своєму розвитку підпорядковуються процесам глобальних змін кліматичних характеристик (потепління або похолодання клімату, зміни фаз зволоженості та ін.). Тому (на думку О.М.Антіпова) властиві цим системам процеси, наприклад річковий стік, більш підпорядковані кліматичному фактору [3].

Для дослідження сучасних змін мінімального стоку річок басейну Дніпра нами була використана схема фізико-географічного районування території України , запропонована П.Г. Шищенком та О.М.Мариничем [92].

В якості мінімальної просторової одиниці при проведенні досліджень були використані фізико-географічні краї (провінції). Згідно вказаної вище схеми районування українська частина басейну Дніпра розташовується в межах чотирьох природних зон та дев’яти країв (провінцій). Схема районування басейну наведена на рис. 5.1. У зв’язку із деякою відмінністю умов формування стоку Поліський край розглядався як такий, що складається з двох ландшафтно-гідрологічних провінцій (ЛГП): Правобережного (басейн Прип’яті) та Лівобережного (басейн Десни) Полісся. Таким чином нами було виділено десять просторових одиниць (ЛГС), повний перелік яких наведений у таблиці 5.2.

Таким чином, гідролого-кліматичний процес завершує цикл взаємодії тепла і вологи атмосфери та земної поверхні, визначає формування стоку річок та формування атмосферного вологообігу локального, регіонального та планетарного рівнів. Процес є бінарним, оскільки надходження тепла і вологи обумовлено переважно кліматичними факторами, а їх витратні частини – географо-гідрологічними. В зв’язку з тим, що перші підпорядковуються законам фізико-географічної зональності, а в основу вивчення других покладений басейновий принцип, то, на нашу думку, потрібен комплексний підхід до вивчення сучасних змін водного режиму річок. В якості індикаторів змін важливо обирати басейни середніх річок, оскільки саме вони відображають зональні риси умов формування стоку.



Межі: – – – – – фізико-географічних зон ———— фізико-географічних країв

Рис. 5.1. **Фізико-географічне районування басейну Дніпра в межах України, [92].**

I – Мішанолісова хвойно-широколиста волога помірно тепла зона: Поліський край 1-Правобережне Полісся; 2 – Лівобережне Полісся.

II – Широколистолісова волога тепла зона: 3 – Західноукраїнський край.

III – Лісостепова недостатньо зволожена тепла зона: 4 – Подільсько-Придніпровський лісостеповий край; 5 – Лівобережно-Дніпровський лісостеповий край; 6 – Східноукраїнський лісостеповий край.

IV – Степова посушлива дуже тепла зона; Північностепова підзона: 7 – Дністровсько-Дніпровський край; 8 – Лівобережно–Дніпровсько–Приазовський край; Середньостепова підзона: 9 – Причорноморський середньостеповий край; Південностепова підзона: 10 – Причорноморсько-Приазовський край.

Таблиця 5.2. **Перелік ландшафтно-гідрологічних систем (ЛГС) регіонального рівня (ЛГП) в межах української частини басейну Дніпра**

Природна зона (підзона)	**Край (провінція)**	**Ліндшафтно-гідрологічна провінція (ЛГП)**
Мішанолісова хвойно-широколиста волога помірно-тепла зона	Поліський край	Правобережна поліська мішанолісова Лівобережна поліська мішанолісова
Широколистолісова волога тепла зона	Західноукраїнський край	Західноукраїнська широколистолісова
Лісостепова недостатньо зволожена тепла зона	Подільсько-Придніпровський лісостеповий край Лівобережно-Дніпровський лісостеповий край Східноукраїнський лісостеповий край	Подільсько-Придніпровська лісостепова Лівобережно-Дніпровська лісостепова Східноукраїнська лісостепова
Степова посушлива дуже тепла зона *Північностепова підзона*	Дністровсько-Дніпровський край Лівобережно-Дніпровсько-Приазовський край	Дністровсько-Дніпровська північностепова Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північно-степова
Середньостепова підзона	Причорноморський середньостеповий край	Причорноморська середньостепова
Південностепова (сухостепова) підзона	Причорноморсько-Приазовський край	Причорноморсько-Приазовська південно-степова

5.2. Кліматична обумовленість сучасних змін стоку річок басейну

На думку В.Ф. Мартазинової та Т.О. Свердлик [93], у віковому ході аномалії глобальної температури повітря, розрахованої відносно даних 1961-1990 рр., можна відмітити три періоди з різним характером її змін в часі:

− з початку XX сторіччя і до 1940-х років − інтенсивне зростання температури;

− 1940-1970-ті роки − відносна стабільність глобальної температури повітря;

− з кінця 1970-х років - до теперішнього часу − найвищій за все сторіччя темп зростання глобальної температури повітря (максимальні її додатні аномалії характерні для останнього десятиліття).

Динаміка клімату України як регіонального, значною мірою відповідає характерним рисам змін глобального клімату. Це підтверджується спів

падінням багаторічного ходу аномалії глобальної та регіональної температур повітря. Зміни температури повітря, сум опадів та інших параметрів є похідними від змін характеру та інтенсивності атмосферної циркуляції. Атмосферна циркуляція над територією України, осереднена за останні два десятиліття, суттєво відрізняється від того, що спостерігались раніше. В холодний період року це проявляється у зміщенні виступів Північно-Атлантичного та Сибірського антициклонів, а також Європейської баричної улоговини між ними на схід в межах 20^{o} (порівняно із початком XX сторіччя). При такому перетворенні середнього баричного поля відмічається значне зростання тиску в південній частині території Європи (у виступі Північно-Атлантичного антициклону).

Під впливом нового характеру циркуляції, особливо в зимовий період, помітно зросла температура повітря на території України – холодне повітря Сибіру впродовж останніх двох десятиліть практично не досягає території України. Однак в нових умовах температурний режим зими став дуже нестійким. Відлиги з дощами та значною додатною аномалією температури повітря змінюються короткочасними, але сильними похолоданнями. Похолодання на територію України тепер надходять внаслідок вторгнень арктичного повітря по східній периферії субтропічного максимуму. Такі похолодання не поступаються холоду із Сибіру, але мають незначну тривалість, яка, як правило, становить 2-3 доби [93].

Зміни приземної циркуляції протягом останніх двох десятиліть відмічені і в літній сезон. Вони проявляються значно менше, оскільки інтенсивність циркуляції в теплий період року суттєво зменшується порівняно з холодним. Найбільш суттєві зміни приземної циркуляції літнього періоду останнім часом пов’язані із поширенням на схід області Азорського антициклону, завдяки чому Східна Європа та Україна, зокрема, знаходяться під впливом області низького тиску. Така синоптична ситуація формує над територією України нестійку погоду, зі значною ймовірністю вторгнень холодних повітряних мас у тиловій частині циклонів та випадінням опадів [94].

Таким чином, виходячи з аналізу синоптичної ситуації останніх десятиліть в усі сезони, на погодні умови більшої частини Європи, включаючи Україну, впливають переважно, теплі повітряні маси субтропічного походження. Переважання у вказаному регіоні антициклонної погоди, пов’язаної із Азорським максимумом, призводить до частого формування додатних аномалій температури повітря та дефіциту опадів, особливо у зимовий сезон.

Річна температура повітря на більшій частині території України на початок XXI сторіччя змінюється у відповідності із змінами глобальної температури. Однак глобальне потепління позначається на змінах сезонної температури в Україні по-різному. Зміни середньої річної температури за сторічний період (1900-2000 рр.) склали на Поліссі та у Лісостепу 0,7-0,9^{o}С, у Степу − 0,2-0,3^{o}С у бік потепління. В зимовий період потепління становить (в

цілому по Україні) 1,2°С, навесні − 0,8°С, влітку та восени зміни є незначними.

Аналіз даних, наведених у [66] свідчить про те, що найбільш суттєвим є підвищення температури двох перших місяців року − січня та лютого. Найбільша додатна аномалія температури повітря цих місяців характерна для північних та східних районів України. У березні та квітні також простежується тенденція до підвищення температури повітря. На відміну від них, травень характеризується від'ємною аномалією, що обумовлено проникненням в Україну з півночі та північного сходу хвиль холоду із заморозками значної інтенсивності (до -5°С). Найчастіше ці явища спостерігаються на лівобережній Україні. Літні місяці, в цілому по Україні, характеризуються незначною додатною динамікою температури повітря за виключенням червня місяця. З останніх місяців лише жовтень є більш теплим по відношенню до попередніх десятиліть. Для вересня, та, особливо, для листопада, характерним є від'ємний тренд змін температури повітря. Як і в травні, найбільші від'ємні аномалії характерні для східної України. Також від'ємні аномалії температури повітря є характерними і для грудня місяця.

Другою важливою складовою, зміни якої впливають на трансформацію характеристик стоку, є атмосферні опади.

За період з 1900 по 2000 роки річна сума опадів на території України, за даними [66], змінювалась нерівномірно. В окремих регіонах відмічено зростання їх кількості на 7-10% (понад 40 мм) від кліматичної норми, для іншої території кількість опадів лишилась в межах норми або дещо зменшилась. Відбувається вирівнювання кліматичного поля річної суми опадів по території України : в південно-східних районах річна сума зросла на 10-15%, а в північно-західних знизилась на 5-10%. На думку В.М. Волощука [23], ефект просторового вирівнювання кліматичного поля річних сум опадів на території України має властивість, „насичення" і при глобальному потеплінні понад 1-2°С вже не проявлятиметься. Фізична природа ефекту просторового вирівнювання кліматичного поля річної суми опадів досі не з'ясована. На думку авторів, вона пояснюється циркуляційним фактором, тобто зміною характеру циркуляції повітряних мас над територією України, обумовленою глобальним потеплінням.

З кінця 70-х років XX сторіччя практично по всій території України відмічається зменшення амплітуди кількості опадів з року в рік. Це означає стабілізацію режиму зволоження в межах кліматичної норми. Зменшення амплітуди коливань опадів відмічається в усі сезони року, але найбільш помітна вона взимку та влітку. Однак в межах місяця мінливість опадів лишається значною, що не зменшує існуючу ймовірність випадіння сильних опадів за окрему добу [66].

Важливим фактором, що впливає на величину стоку річок в теплий період року, є випаровування з водної поверхні. Аналізуючи дані по випаровуванню за два періоди (1948-1975 рр. та 1976-2000 рр.) для території України Шерешевський А.І. та Синицька Л.Н. прийшли до висновку про суттєве зменшення величини випаровування з водної поверхні як за даними

випаровувальних басейнів, так і за даними випаровувачів ДГІ-3000. Порівняння середніх значень величини випаровування за період до 1975 р. і після свідчить про зменшення випаровування по випаровувальних басейнах на 6-18%, за даними випаровувачів ДГІ-3000 навіть від 13 до 31% [153]. Найсуттєвішим є зменшення випаровування на сході, південному сході та півдні України; на заході країни воно значно менше. З метою з'ясування причин такої тенденції авторами виконаний аналіз ходу головних метеорологічних елементів, що обумовлюють величину випаровування з водної поверхні (температури повітря, опадів, швидкості вітру, дефіциту насичення). Внаслідок проведення аналізу виявлено, що на півночі України коефіцієнти кореляції є достатньо низькими, але головну роль у зменшенні випаровування тут грає збільшення кількості опадів та зменшення температури повітря.

На півдні республіки простежується достатньо тісний зв'язок зменшення випаровування із зниженням швидкості вітру та зменшенням дефіциту насичення атмосферного повітря.

Тенденція до зростання протягом багаторічного періоду абсолютної вологості повітря, зменшення швидкості вітру та величини випаровування з водної поверхні по території України підтверджується також В.І. Вишневським [20].

Перша спроба ув'язки змін поля температури повітря в Україні із схемою її фізико-географічного районування зроблена М.Б.Барабаш та Л.О.Ткач [9], які виділили 11 кластерів, що подібністю структури середньомісячної температури повітря і відхилень від її середніх значень відображають особливості просторового розподілу температури та структурні особливості ландшафтів України. Результати кластерного аналізу свідчать про статистичну однорідність змін поля температури повітря у межах прийнятого районування, тобто за даними авторів фізико-географічне районування у цілому узгоджується з кліматичним. Але кліматичне районування базується на кліматоутворюючих факторах − просторовому розподілі сонячної радіації і циркуляційних процесах, що мають регіональну розмірність. Тому воно, на думку авторів, є менш детальним. Виділені авторами кластери співрозмірні із фізико-географічними провінціями (краями).

З метою дослідження змін характеристик регіонального клімату (перш за все, температури повітря і кількості опадів), що визначають зміни стокових характеристик, нами опрацьовані дані спостережень Гідрометслужби України. Дослідження проведені з використанням даних по 29 метеостанціям та 32 гідрологічним постам, розташованим в басейні Дніпра.

Аналіз графіку осереднених по п'ятирічках та узагальнених для української частини басейну Дніпра відхилень значень річної температури повітря від кліматичної норми (рис. 5.2) дає змогу виділити репрезентативні періоди досліджень.

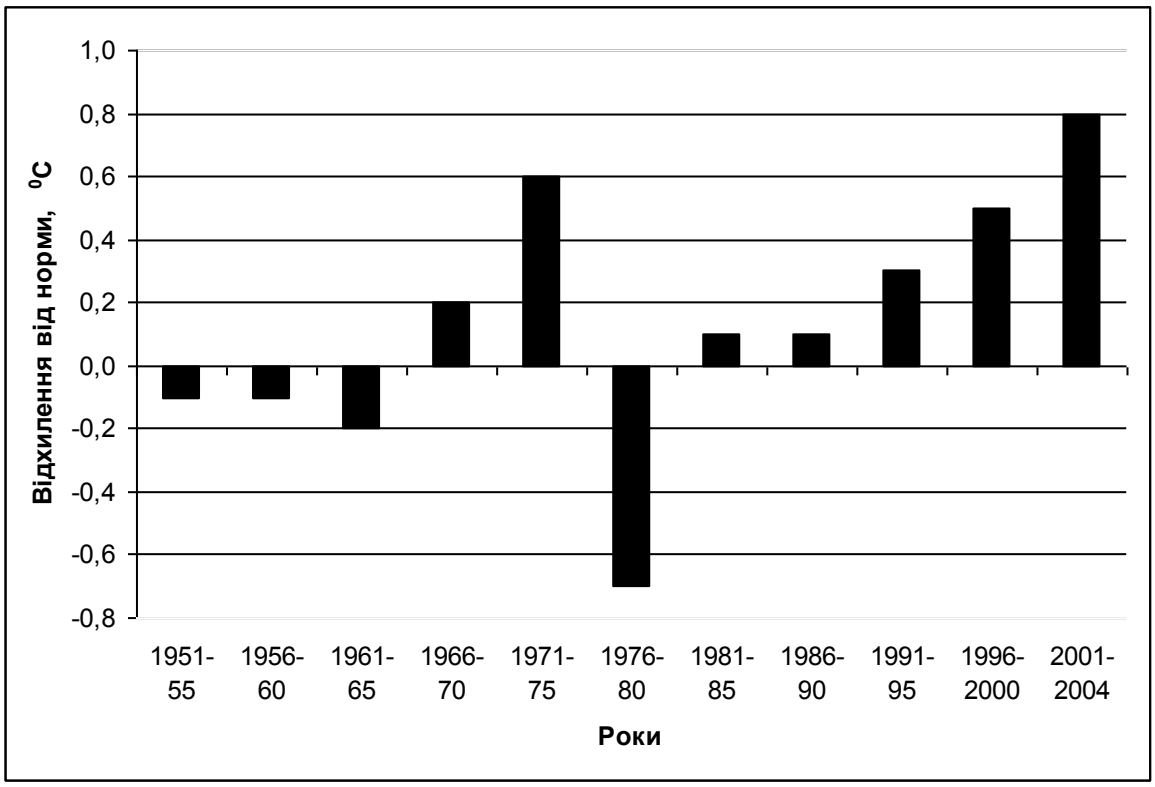


Рис.5.2. **Згладжені (по 5-річних періодах) коливання відхилення від кліматичної норми середньорічної температури приземного шару повітря за 1951-2004 рр. на території басейну Дніпра**

Аналіз свідчить, що якщо у період 50-70-х років минулого сторіччя коливання осереднених річних значень температури повітря мали характер синусоїди, то протягом останніх двадцяти п'яти років маємо чіткий зростаючий тренд цього показника.

Це дає підставу для виділення двох репрезентативних періодів у багаторічних коливаннях температури повітря в межах української частини басейну Дніпра. Перший період, що має від'ємне відхилення значення температури повітря від кліматичної норми ($\Delta T = -0{,}1^{o}C$) тривав з 1951 по 1980 рр.; другий (з додатнім відхиленням від норми $\Delta T = +0{,}5^{o}C$) починається з 1981р. і триває до цього часу.

На рис. 5.3 наведений графік осереднених по п'ятирічках та узагальнених для української частини басейну Дніпра відхилень річних сум опадів від кліматичної норми. На відміну від коливань температури повітря ми не бачимо протягом останніх 20-25 років чіткого тренду до зміни кількості опадів. Як і в попередній період (до кінця 70-х, початку 80-х років) коливання мають характер синусоїди. Але суттєво зменшилась міжрічна амплітуда коливань. Це підтверджується і змінами коефіцієнта варіації річної кількості опадів за даними метеостанцій , розташованих в басейні. В цілому для території, що розглядається, це зменшення становить 22%, а в лівобережній частині басейну – навіть 30%. Коливання річних сум опадів протягом останнього періоду відбуваються в межах кліматичної норми, що є підтвердження висновків, опублікованих раніше [23].

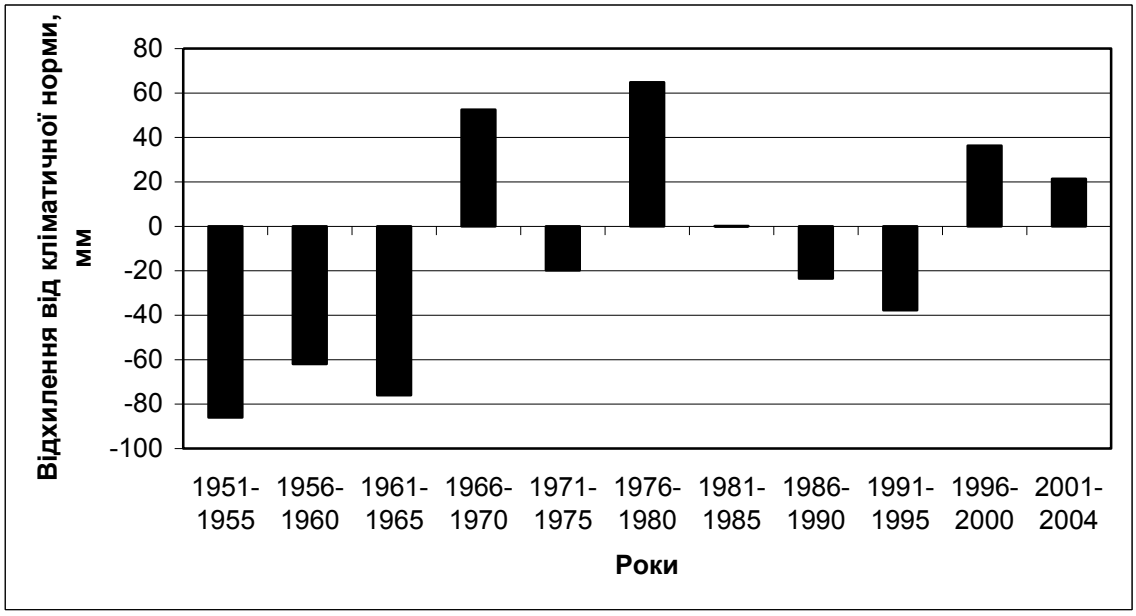


Рис. 5.3. **Згладжені (по 5-річних періодах) коливання відхилення від кліматичної норми середньорічної кількості атмосферних опадів за 1951-2004 рр. на території басейну Дніпра.**

З метою визначення причин сучасних змін мінімального стоку річок басейну Дніпра в межах України, нами був проведений аналіз внутрішньо річного розподілу головних кліматичних факторів – температури повітря та кількості атмосферних опадів за два обрані періоди - до 1980р., та після нього. У табл. 5.3 наведені результати проведених досліджень змін температури повітря в останні двадцять п'ять років відносно попереднього періоду. За цей час річна температура повітря в межах української частини басейну Дніпра зросла на 0,4^{o}C. Зменшення величини приросту спостерігається у напрямку з північного заходу та півночі (0.6 ^{o}C) на південь та південний схід , де відповідне значення становить 0,0-0,2 ^{o}C . Аналіз свідчить, що зростання відбулось переважно за рахунок зимового та весняного сезонів. Для них різниця (вцілому по басейну) дорівнює відповідно +0,9 ^{o}C та 0,8 ^{o}C. При цьому практично не змінилась температура літнього та осіннього сезонів (відповідно, +0,1 ^{o}C та -0,1 ^{o}C) . Найбільше зростання зимових температур відмічено у північно-східній частині басейну (до +1,5 ^{o}C). Цікавим є той факт, що зростання температури зимового сезону обумовлено відповідним збільшенням січневих та лютневих температур (на 2,0 ^{o}C та 1,2 ^{o}C). В той же час грудень протягом останніх двох десятиліть став холоднішим на 0,5 ^{o}C, а у південній частині басейну - на 0,9 ^{o}C. Суттєвим є зростання температури у березні місяці (вцілому по басейну – на 1,5 ^{o}C, а у східних і північно-східних районах – до 2,0 ^{o}C. При цьому середні по басейну величини зростання температури повітря у квітні-травні практично дорівнюють середньорічним - +0,5 та + 0,3 ^{o}C, відповідно. Прохолоднішим протягом другого періоду став червень. В цілому по басейну на 0,3 ^{o}C, а у південній частині – до 0,9 ^{o}C. Підвищення температури липня та серпня місяців (на 0,3 та 0,2 ^{o}C, відповідно) обумовлені переважно зростанням цього

Таблиця 5.3. **Зміни місячної, сезонної та річної температури повітря (^oC) за основними одиницями ландшафтно-гідрологічного районування (ЛГП) в межах басейну Дніпра у сучасний період (з 1981 р.) порівняно із попереднім (до 1980 р.)**

Природна зона, підзона	Ландшафтно-гідрологічна провінція (ЛГП)	XII	I	II	XII-II	III	IV	V	III-V	VI	VII	VIII	VI-VIII	IX	X	XI	IX-XI	Рік
Мішанолісова хвойно-широколиста волога помірно-тепла зона	Правобережна поліська мішанолісова	-0,5	+1,6	+1,2	+0,7	+1,6	+0,9	+0,9	+1,1	-0,2	+0,5	+0,6	+0,3	+0,1	+0,4	-0,4	+0,0	+0,6
	Лівобережна поліська мішанолісова	-0,1	+2,6	+1,9	+1,5	+1,9	+0,7	+0,4	+1,0	-0,2	+0,4	+0,3	+0,1	-0,1	+0,3	-0,6	-0,1	+0,6
	Середнє по зоні	**-0,3**	**+2,1**	**+1,6**	**+1,1**	**+1,8**	**+0,8**	**+0,7**	**+1,1**	**-0,2**	**+0,4**	**+0,5**	**+0,2**	**0,0**	**+0,4**	**-0,5**	**-0,1**	**+0,6**
Широколисто-лісова волога тепла зона	Західноукраїнська широколистолісова	**-0,7**	**+1,4**	**+0,9**	**+0,5**	**+1,1**	**+0,5**	**+1,0**	**+0,9**	**-0,2**	**+0,3**	**+0,7**	**+0,3**	**+0,0**	**+0,3**	**-0,6**	**-0,1**	**+0,5**
Лісостепова недостатньо зволожена тепла зона	Подільсько-Придніпровська лісостепова	-0,3	+2,2	+1,7	+1,2	+1,7	+0,6	+0,7	+1,0	-0,2	+0,3	+0,4	+0,2	-0,1	+0,2	-0,5	-0,1	+0,6
	Лівобережно-Дніпровська лісостепова	-0,2	+2,5	+1,8	+1,4	+2,0	+0,7	+0,4	+1,0	-0,2	+0,4	+0,2	+0,1	-0,0	+0,2	-0,6	-0,1	+0,6
	Східноукраїнська лісостепова	-0,4	+2,7	+2,0	+1,4	+1,9	+0,6	+0,1	+0,9	-0,3	+0,5	+0,2	+0,1	0,0	+0,1	-0,7	-0,2	+0,5
	Середнє по зоні	**-0,3**	**+2,5**	**+1,8**	**+1,3**	**+1,9**	**+0,6**	**+0,4**	**+1,0**	**-0,2**	**+0,4**	**+0,3**	**+0,1**	**-0,0**	**+0,2**	**-0,6**	**-0,1**	**+0,6**
Степова посушлива дуже тепла зона Північностепова підзона	Дністровсько-Дніпровська північностепова	-0,6	+1,8	+1,2	+0,8	+1,5	+0,4	+0,5	+0,8	-0,2	+0,2	+0,3	+0,1	+0,0	+0,3	-0,6	-0,1	+0,5
	Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північностепова	-0,7	+2,3	+0,9	+0,8	+1,4	+0,2	0,0	+0,5	-0,4	0,0	-0,2	-0,2	+0,0	+0,3	-0,8	-0,2	+0,3
Середньостепова підзона	Причорноморська середньостепова	-0,9	+1,8	+0,4	+0,4	+1,2	+0,1	-0,3	+0,3	-0,5	+0,3	-0,1	-0,1	+0,0	+0,4	-0,6	-0,0	+0,2
Південностепова підзона	Причорноморсько-Приазовська південностепова	-0,9	+0,9	+0,2	+0,1	+0,8	-0,1	-0,4	+0,1	-0,9	+0,4	-0,1	-0,2	-0,0	+0,3	-0,9	-0,2	+0,0
	Середнє по зоні	**-0,8**	**+1,7**	**+0,7**	**+0,5**	**+1,2**	**+0,2**	**-0,1**	**+0,4**	**-0,5**	**+0,2**	**-0,0**	**-0,1**	**0,0**	**+0,3**	**-0,7**	**-0,1**	**+0,3**
СЕРЕДНЄ ПО БАСЕЙНУ		**-0,5**	**+2,0**	**+1,2**	**+0,9**	**+1,5**	**+0,5**	**+0,3**	**+0,8**	**-0,3**	**+0,3**	**+0,2**	**+0,1**	**+0,0**	**+0,3**	**-0,6**	**-0,1**	**+0,4**

показника у північних та західних районах. У південній, степовій частині басейну, вони практично відсутні. Тут прохолоднішим став весь літній сезон. Осінні температури стали нижчими по всій території. Це обумовлено суттєвим (до -0,6 ^{o}C) похолоданням листопада місяця протягом останніх двадцяти п'яти років.

Таким чином, сучасні зміни температурного режиму басейну Дніпра в межах України характеризуються кількома особливостями, а саме:

− достатньо вираженим сезонним ходом змін термічного режиму, який характеризується більшим потеплінням в холодний період року (до +0,7 ^{o}C) і незначним (до +0,1 ^{o}C) − в теплий. Особливістю внутрішньорічного ходу потепління є суттєве зростання температури першого півріччя (до +0,9 ^{o}C в межах басейну), при незначному зниженні температури другого півріччя (-0,05 ^{o}C);

− вираженим широтним розподілом потепління, яке зростає від 0,0-0,2 ^{o}C у південній частині басейну до 0,6 ^{o}C − у північній. Цікавою є особливість зміни характеру потепління по довготі : якщо у теплий період року величина потепління є однаковою у лівобережній та правобережній частинах басейну, то у холодний відповідна величина зростає в межах басейну із заходу на схід від 0,7 до 0,9 ^{o}C.

Аналіз табл. 5.4 дозволяє визначити основні зміни внутрішньорічного розподілу опадів в межах української частини басейну Дніпра протягом останніх двадцяти п'яти років, порівняно із попереднім періодом. В цілому по басейну протягом останнього періоду річна сума опадів зросла всього на 6%, але просторовий розподіл зростання досить мінливий: від практичної відсутності збільшення (і навіть деякого зменшення річної суми) у західній і північно-західній частинах басейну до досить суттєвого (на 11-15%) зростання цієї величини у південній та південно-східній частинах.

Єдиним сезоном року, що характеризується зниженням кількості опадів в сучасний період, є зима. По басейну це зниження становить 11%, а в межах окремих ЛГП (Західноукраїнської широколистолісової, Дністровсько-Дніпровської північностепової) − до 20-21%. Скорочення кількості зимових опадів відбулося за рахунок грудня-січня. Починаючи з березня спостерігаємо зростання (в останні два десятиліття) місячних сум опадів. У березні воно досягає 10%, а у квітні вже 15%. При цьому в окремих частинах басейну зростання становить 22-30%. Літній сезон характеризується 10% збільшенням кількості опадів в межах басейну у сучасний період, при цьому найбільше зростання відмічено у червні (до 20%). Але максимум сезонного зростання припадає на осінь (+16%). Це збільшення обумовлено, переважно, вереснем місяцем, коли в цілому по басейну кількість опадів останнім часом зросла на 28%, а у межах окремих ЛГП лісостепової та степової його частин – відповідно, на 41-60%.

Отже, сучасні зміни режиму зволоження басейну Дніпра в межах України характеризуються наступними особливостями:

− чітко вираженим сезонним ходом змін зволоженості протягом останніх двох десятиліть : якщо сума опадів протягом холодного періоду (XI-

Таблиця 5.4. **Зміни місячної, сезонної та річної сум опадів за головними одиницями ландшафтно-гідрологічного районування (ЛГП) в межах басейну Дніпра у сучасний період (з 1981 р.) порівняно із попереднім (до 1980 р.)**

Природна зона, підзона	Ланлшафтно-гидрологична провінція (ЛГП)	XII	I	II	XII-II	III	IV	V	III-V	VI	VII	VIII	VI-VIII	IX	X	XI	IX-XI	Рік
Мішанолісова хвойно-широколиста волога помірно-тепла зона	Правобережна поліська мішанолісова	0,93	0,83	0,97	0,90	1,08	1,01	0,97	1,01	1,17	1,11	0,82	1,03	1,21	1,01	0,99	1,08	1,01
	Лівобережна поліська мішанолісова	0,94	0,90	1,06	0,96	0,95	1,19	1,13	1,09	1,17	1,03	0,93	1,04	1,37	1,09	1,00	1,15	1,06
	Середнє по зоні	**0,93**	**0,86**	**1,01**	**0,93**	**1,02**	**1,10**	**1,05**	**1,05**	**1,17**	**1,07**	**0,87**	**1,03**	**1,29**	**1,05**	**1,00**	**1,12**	**1,04**
Широколистолісова волога тепла зона	Західноукраїнська широколистолісова	**0,84**	**0,73**	**0,85**	**0,80**	**0,98**	**0,97**	**1,03**	**1,00**	**1,18**	**1,06**	**0,78**	**1,01**	**1,10**	**1,05**	**0,96**	**1,05**	**0,97**
Лісостепова недостатньо зволожена тепла зона	Подільсько-Придніпровська лісостепова	0,96	1,02	1,00	0,99	1,11	1,09	1,10	1,10	1,35	1,10	1,04	1,16	1,44	1,09	1,10	1,22	1,13
	Лівобережно-Дніпровська лісостепова	0,83	0,90	0,98	0,89	1,06	1,30	0,91	1,07	1,20	0,96	0,96	1,04	1,41	1,16	0,94	1,12	1,04
	Східноукраїнська лісостепова	0,73	0,88	1,10	0,87	1,00	1,26	1,12	1,13	1,21	1,00	0,92	1,04	1,38	1,25	0,88	1,15	1,05
	Середнє по зоні	**0,84**	**0,93**	**1,03**	**0,92**	**1,06**	**1,22**	**1,04**	**1,10**	**1,25**	**1,02**	**0,97**	**1,08**	**1,41**	**1,17**	**0,97**	**1,16**	**1,07**
Степова посушлива дуже тепла зона Північностепова підзона	Дністровсько-Дніпровська північностепова	0,74	0,82	0,81	0,79	1,00	0,99	0,94	0,97	1,25	0,92	1,12	1,08	1,28	1,23	0,92	1,13	1,00
	Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північностепова	0,83	0,91	1,06	0,92	1,34	1,24	1,09	1,20	1,45	1,12	1,06	1,22	1,06	1,28	1,07	1,13	1,12
Середньостепова підзона	Причорноморська середньостепова	0,92	0,82	1,00	0,91	1,22	1,30	0,92	1,14	1,14	1,30	1,30	1,24	1,60	1,16	1,17	1,31	1,15
Південностепова підзона	Причорноморсько-Приазовська південно степова	0,96	0,91	1,04	0,97	1,18	1,23	0,98	1,13	1,08	1,14	1,16	1,12	1,15	1,41	1,23	1,23	1,11
	Середнє по зоні	**0,86**	**0,87**	**0,98**	**0,90**	**1,19**	**1,19**	**0,94**	**1,11**	**1,23**	**1,12**	**1,16**	**1,17**	**1,27**	**1,27**	**1,10**	**1,20**	**1,10**
СЕРЕДНЄ ПО БАСЕЙНУ		**0,88**	**0,85**	**0,97**	**0,89**	**1,10**	**1,15**	**1,00**	**1,08**	**1,20**	**1,10**	**1,03**	**1,10**	**1,28**	**1,18**	**1,05**	**1,16**	**1,06**

IV місяці) практично не змінилась, то за теплий період (V-X місяці) вона зросла на 13%. Зменшенням кількості опадів характеризується лише зимовий сезон (до – 11%), всі інші сезони мають додатній тренд – від 8 до 16%;

− зростання зволоженості басейну характеризується чітким просторовим трендом – з заходу та північного заходу на південь та південний схід.

5.3. Реакція характеристик мінімального стоку річок басейну на зміни кліматичних параметрів

Для гідрології найбільший інтерес мають не стільки масштаби можливого глобального потепління (на 1-2 або більше градусів), скільки наслідки можливого потепління для зміни зонального перерозподілу при цьому випаровування та, особливо, атмосферних опадів. З потеплінням клімату зростає на 3-4 % випаровування з поверхні Світового океану та з території суші, що призводить до інтенсифікації гідрологічного циклу. Внаслідок цього зростає кількість вологи в атмосфері та поширення хмарності, яке за останнє століття збільшилось над територією континентів майже на 10%. Зростає інтенсивність загальної глобальної циркуляції атмосфери та збільшується циклонічна активність [133].

Річковий стік є важливою складовою процесу водообміну та інтегральною характеристикою балансу даної території. Вивчення коливань річкового стоку показує, що в цілому його зміни та зміни сумарних опадів, які випадають на континентах, тісно пов’язані з температурою і в окремі періоди є достатньо близькими за тенденціями. Зазвичай для великих регіонів при зростанні температури до певної межі зростає кількість опадів і стік. В той же час для окремих фізико-географічних регіонів тенденція може дещо відрізнятися, особливо в зоні недостатнього зволоження. Часові коливання річного стоку мають достатньо тісний зв’язок з типами атмосферної циркуляції, розробленими Г.Я.Вангенгеймом. Це пояснюється тим, що кожен тип циркуляції створює певний фон розподілу опадів, температури повітря, випаровування та, у підсумку, стоку річок.

Перші закордонні публікації стосовно змін гідрологічного режиму водних об’єктів під впливом змін клімату з’явилися у 80-х роках минулого сторіччя. На початку 90-х років XX сторіччя з’являються деякі публікації російських авторів на цю тему [156]. Для оцінки впливу змін клімату на гідрологічний режим і водні ресурси автори пропонували використовувати результати регіональних кліматичних оцінок, отриманих за допомогою моделей загальної циркуляції атмосфери або палеокліматичних аналогів. За результатами розрахунків вчених Державного гідрологічного інституту (ДГІ) для варіантів потепління на 1^0C і 2^0C, очікувались значні зміни сезонного стоку річок колишнього СРСР: різке збільшення зимового стоку (у 2-3 рази) та зменшення весняного (у 1,5-2 рази порівняно з природнім режимом за багаторічний період спостережень). Це пояснювалось зміною (через підвищення температури повітря) умов накопичення і танення снігового

покриву – значна частина снігу розтаватиме взимку, обумовлюючи різке підвищення зимового стоку та відповідне зменшення стоку весняного періоду. На думку вчених ДГІ в районах, де основний стік формується в період весняного водопілля при таненні снігу, внутрішньорічний розподіл стоку буде більш чутливим до змін температури повітря, ніж до змін річних величин опадів. Подальші дослідження вчених інституту підтвердили висловлені припущення [157]. Було встановлено, що на значній території європейської частини колишнього СРСР відбуваються ідентичні (чого раніше не спостерігалось) зміни внутрішньорічного розподілу стоку – зростання водності у літньо-осінні та зимові місяці, зниження стоку весняного водопілля та деяке зростання річного стоку.

Розрахунки, проведені В.І.Бабкіним та А.М.Постніковим показують, що за останні десятиліття кількість циклонів на Європою стала більшою на 12-15% в рік. Кількість атлантичних циклонів зросла на 48%, західноєвропейських – на 31% із зростанням водності циклонів на 35 та 48%, відповідно [8].

У другій половині 90-х років минулого сторіччя значна увага щодо кліматичних факторів річкового стоку приділяється вченими-гідрологами Московського державного університету. На думку авторів, кліматичні фактори мають провідну роль у формуванні просторової дисперсії мінливості річного стоку. Головною причиною неоднорідності часових рядів стокових характеристик автори вважають регіональні зміни кліматичних умов на Руській рівнині починаючи з другої половини 70-х років минулого сторіччя [46, 47].

Значна увага до проблем впливу кліматичних змін на водні ресурси та водний режим річок була приділена у доповідях на Всесвітній конференції по змінах клімату (Москва, 2003 р.). У доповіді вчених Державного гідрологічного інституту підкреслювалось суттєве зростання протягом останніх 20-25 років стоку меженних місяців, особливо зимових. Проведені ними розрахунки по сучасних моделях загальної циркуляції атмосфери та на основі палеокліматичних реконструкцій дозволили зробити висновок про зростання водних ресурсів Російської Федерації у першій половині поточного сторіччя. Між тим для ряду басейнів (Дніпро, Дон) відмічена невизначеність в оцінках майбутніх змін стоку. Дещо інша думка висловлена у доповіді спеціалістів Російського інституту водних проблем. На їх думку, „парникові" прогнози стоку в межах головних річкових басейнів Росії не свідчать про помітні зміни протягом найближчих десятиріч. Щодо прогнозів клімату і водних ресурсів на середину або кінець XXI сторіччя, то вони є ненадійними внаслідок ненадійності самих моделей.

Значна увага питанням гідрологічних наслідків змін клімату була приділена також під час роботи VI Всеросійського гідрологічного з'їзду (Санкт-Петербург, 2004 р.). У доповіді І.А. Шикломанова та В.Ю. Георгієвського була поставлена під сумнів правомірність концепції стаціонарності багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик у зв'язку із процесами глобального потепління клімату, починаючи із початку

80-х років минулого сторіччя. Аналіз доповідей учасників з'їзду свідчить про значний інтерес до цього питання з боку вчених більшості республік колишнього СРСР.

Звичайно зміни клімату на території України вплинули на гідрологічний режим річок нашої держави. Ще у 1998 році А.І. Шерешевським та Л.К. Синицькою була виконана оцінка впливу можливих змін клімату на водність Дніпра [152]. На думку авторів, усі існуючі методи досліджень впливу змін клімату на водні ресурси можуть бути об'єднані у наступні групи:

1.Аналіз багаторічних рядів спостережень за коливаннями метеорологічних елементів та стоку. Цей підхід оснований на використанні регресійного аналізу;

2. Методи водного балансу за багаторічний період;

3. Моделі загальної циркуляції атмосфери. Ця група підходів до вирішення задач використовує результати моделювання для оцінки регіональних гідрологічних наслідків змін клімату.

Використовуючи ряд сценаріїв глобальних змін клімату, розрахованих за моделями загальної циркуляції атмосфери (GFDL model, США; UKMO, Великобританія; MP model, Німеччина) вчені Українського гідрометеорологічного інституту розглянули декілька варіантів змін стоку Дніпра при можливих кліматичних змінах. Використані у дослідженнях сценарії дають, у підсумку, величини стоку у розрахункових створах Дніпра, що суттєво відрізняються між собою. Практично за усіма сценаріями перерозподіл стоку всередині року. Якщо сучасний режим річок басейну Дніпра характеризується чітко вираженим весняним водопіллям снігового походження, під час якого проходить більша частина річного стоку, а також літньо-осінньою і зимовою меженню, то при розглянутих кліматичних сценаріях водний режим буде іншим.

У прогнозних умовах автори виділяють всередині року два гідрологічні сезони – зимовий та літній. Зимовий сезон характеризується високим стоком води сніго-дощового походження з листопада по квітень, з максимумом у березні. В літній сезон (травень-жовтень) відмічається стійка межень з мінімумом в ліпні-серпні, під час якої живлення річок відбувається, переважно, за рахунок підземних вод.

Оцінка можливих змін водних ресурсів України в умовах глобального потепління була виконана вченими Одеського державного екологічного університету Є.Д. Гопченком та Н.С. Лободою [32]. Для оцінки використані три альтернативні сценарії змін кліматичних характеристик (опадів і температури повітря), рекомендовані на II Всесвітній кліматичній конференції (Женева, 1990 р.). Результати розрахунків авторів показують зростання теплоенергетичних ресурсів клімату України в середньому на 11%. Характер змін зволоженості для різних сценаріїв неоднаковий і визначає особливості змін водних ресурсів. За висновками авторів, зростання водних ресурсів України в умовах глобального потепління не відбудеться. Навпаки, очікується зниження стоку на 25%. Поряд із зниженням норми стоку буде спостерігатись посилення його багаторічної мінливості та асиметричності

розподілу. Зниження стоку маловодних років в південних регіонах України може перевищити 50%.

Аналізу сучасних змін клімату та їх впливу на стік річок України присвячені дослідження В.І. Вишневського [20]. Автором підтверджені результати досліджень інших авторів стосовно підвищення середньої річної температури повітря для території України на 0,7-0,9^{o}С, переважно за рахунок січня-березня місяців. Відмічається деяке вирівнювання кількості опадів по території країни (зменшення в північно-західному регіоні та збільшення на півдні та сході України).

Автор відмічає також тенденцію зменшення висоти снігового покриву, запасів води в снігу, що обумовлено зростанням зимових температур повітря і повторюваності відлиг. Підтверджені також результати досліджень А.І. Шерешевського та Л.К. Синицької про зменшення величини випаровування з водної поверхні, особливо у східних та південних областях України. На думку автора, головною причиною цього стало зменшення швидкостей вітру (в середньому для країни на 0,8-1,0 м/с). Зменшення випаровування з водозбірної площі сприяло зростанню стоку річок України. Для річок південних областей додатковим фактором зростання стоку є збільшення кількості атмосферних опадів. Окрім змін річних характеристик річкового стоку, В.І.Вишневський відмічає тенденцію до зменшення максимальних витрат води весняного водопілля та його об'ємів при одночасній тенденції зростання меженних витрат літнього і зимового періодів. Для літнього періоду це пояснюється зменшенням випаровування, для зимового – надходженням води під час відлиг. Спостерігається також вирівнювання внутрішньорічного розподілу стоку.

В табл. 5.5 наведені результати аналізу змін стоку річок української частини басейну Дніпра в сучасних умовах (після 1980-го року), що є наслідком кліматичних змін в регіоні. На жаль, відсутність пунктів спостережень, що відповідають умовам досліджень, в межах Причорноморської середньостепової та Причорноморсько-Приазовської південностепової ЛГП не дає змоги провести аналіз змін річкового стоку в їх межах, тому дослідження проводились в межах інших восьми ЛГП. Враховуючи те, що площа зазначених ландшафтно-гідрологічних провінцій перевищує 95% площі басейну Дніпра в межах України, результати проведених досліджень можна вважати повністю репрезентативними.

Отримані результати вказують на те, що не можна впевнено робити висновок про певний тренд змін річного стоку в цілому по басейну протягом останніх 20-25 років. Імовірно, невелике зростання річної кількості атмосферних опадів компенсується більшою величиною випаровування через підвищення температури повітря.

Відсутність спрямованих змін річних величин стоку в цілому по басейну зовсім не свідчить про їх відсутність в межах окремих ЛГП. Загальною є тенденція зростання величини річного стоку в межах басейну із

Таблиця 5.5. **Зміни характеристик стоку річок за головними одиницями ландшафтно-гідрологічного районування (ЛГП) в межах басейну Дніпра у сучасний період (з 1981 р.) порівняно з попереднім (до 1980 р.)**

Природна зона, підзона	Ландшафтно-гідрологічна провінція (ЛГП)	Сезони року				Середнє за рік	Макс середньо-міс. місяць	Мін. середньоміс. місяць		Макс. річне	Мін. річне
		XII-II	III-V	VI-VII	IX-XI			зима	літо		
Мішанолісова хвойно широколиста волога помірно тепла зона	Правобережна поліська мішанолісова	1,33	0,86	1,23	0,93	1,02	0,76 IV/IV	1.96 I/XII	1.10 IX/IX	0.55	2.31
	Лівобережна поліська мішанолісова	1,57	0,78	1,36	1,46	1,02	0,64 IV/IV	1.59 I/XII	1.45 IX/IX	0.44	2.40
	Середнє по зоні	**1,45**	**0,82**	**1,30**	**1,20**	**1,02**	**0,70 IV/IV**	**1,78 I/XII**	**1,27 IX/IX**	**0,50**	**2,35**
Широколистолісова волога тепла зона	Західноукраїнська широколистолісова	**1,11**	**0,73**	**1,03**	**1,06**	**0,93**	**0,65 III/III**	**1,33 I/XII**	**1,15 IX/VIII**	**0.52**	**1.73**
Лісостепова недостатньо зволожена тепла зона	Подільсько-Придніпровська лісостепова	1,10	0,61	1,56	1,44	0,97	0,59 IV/III	1,22 I/XII	1,63 VIII/VIII	0,30	2,34
	Лівобережно-Дніпровська лісостепова	1,50	0,81	1,55	1,76	1,06	0,63 IV/IV	1,72 I/XII	1,83 IX/VIII	0,48	2,07
	Східноукраїнська лісостепова	1,22	0,84	1,72	1,70	1,10	0,64 IV/IV	1,57 I/XII	1,92 IX/VIII	0,50	2,82
	Середнє по зоні	**1,27**	**0,75**	**1,61**	**1,63**	**1,04**	**0,62 IV/IV**	**1,50 I/XII**	**1,79 IX/VIII**	**0,43**	**2,41**
Степова посушлива дуже тепла зона Північностепова підзона	Дністровсько-Дніпровська північностепова	1,32	0,63	1,17	1,51	0,91	0,48 III/III	1,79 XII/XII	1,50 IX/VIII	0,37	1,69
	Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північностепова	1,04	0,94	1,70	2,29	1,07	0,80 III/III	1,85 XII/XII	1,87 VIII/VIII	0,48	3,16
	Середнє по зоні	**1,18**	**0,79**	**1,44**	**1,9**	**0,99**	**0,64** III/III	**1,82 XII/XII**	**1,69 VIII/VIII**	**0,43**	**2,43**
Середнє по басейну		**1,25**	**0,77**	**1,35**	**1,45**	**1,0**	**0,65 III-IV/ III-IV**	**1,61 I/XII**	**1,48 *IX/VIII***	**0,47**	**2,23**

заходу на схід, аналогічно зростанню річної суми опадів. Якщо в західній та південно-західній частинах басейну протягом останнього періоду відмічається деяке зменшення величин річного стоку (на 3-7%), то у східній та південно-східній його частинах, навпаки, спостерігається зростання цих характеристик – на 7-10%.

Головною задачею проведених досліджень стало вивчення змін характеристик мінімального стоку річок української частини басейну Дніпра в сучасних умовах.

Аналіз даних табл. 5.5 свідчить про суттєве зростання (на 25% в цілому для басейну) величини стоку зимової межені. Найсуттєвішим є це збільшення у північно-східній та східній частинах басейну (до 50-57%). В цьому ж напрямку йде зростання приросту зимових температур та збільшення середньої величини снігозапасів. Якщо раніше зимовий сезон в цій частині басейну характеризувався стабільними від'ємними температурами, то протягом останніх двох десятиліть часті відлиги (особливо, у січні-лютому) призводять до танення снігового покриву та суттєвого зростання водності річок. Звертає на себе увагу тенденція збільшення величини стоку зимової межені з півдня (степова зона) на північ (зона мішаних лісів) − від 18 до 45%. На нашу думку, пояснити це можна збільшенням частки підземного живлення в цьому напрямі. Інтенсивне поповнення запасів підземних вод під час відлиг, призводить до більшої їх участі у живленні річок регіону. Наслідком дії вказаних вище факторів стало суттєве зростання місячних зимових мінімумів на річках басейну протягом останніх десятиліть. В середньому по басейну воно становить 61%, а в окремих ЛГП (Правобережна поліська мішанолісова, Лівобережно-Діпровсько-Приазовська північностепова) навіть 85-96%. Якщо раніше (до 1980 р.) зимовий місячний мінімум спостерігався у грудні лише в південній (степовій) частині басейну, то протягом останніх десятиліть це спостерігається в усіх частинах басейну. До цього в межах мішанолісової, широколистолісової та лісостепової зон басейну найбільш маловодним місяцем зимової межені був січень – найхолодніший місяць року.

Якщо збільшення стоку зимової межені (навіть при скороченні кількості опадів) пояснюється частими відлигами, зростанням температури повітря у січні-лютому, меншим промерзанням грунту та збільшенням частки підземного живлення, то зростання водності літньо-осінньої межені пов'язане (в межах басейну), переважно із збільшенням кількості опадів протягом літа та осені, відповідно, на 10 та 16%. При цьому температура повітря літнього сезону практично не змінилась, а восени навіть зменшилась, що сприяло зменшенню випаровування та додатковому збільшенню стоку цього періоду. Ще одним фактором зменшення випаровування, згідно [20], є зменшення швидкості вітру.

Такі зміни складових водного балансу призвели до суттєвого збільшення стоку літньо-осінньої межені. Протягом останніх двадцяти п'яти років стік річок басейну Дніпра під час літнього сезону зріс на 35, а осіннього – на 45% порівняно із попереднім періодом. Зростання цієї величини відбувається в межах басейну з північного заходу на південний схід –

відповідно зростанню кількості атмосферних опадів. Якщо на північному заході басейну (Правобережна поліська мішанолісова ЛГП) величина стоку осіннього періоду навіть дещо зменшилась, порівняно із періодом до 1980 р. – на 7%, то в південно-східній частині басейну (Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північно-степова ЛГП) це величина зросла на 129% (табл. 5.5). Місячний мінімум літньо-осіннього періоду зріс на 48% (в цілому по басейну), маючи такий самий напрямок зростання – з північного заходу на південний схід (від 10 до 87%). Якщо раніше місячний мінімум практично у всіх ЛГП припадав на вересень місяць, то зараз відбулося його зміщення у всіх лісостепових та степових ЛГП на серпень; вересневий мінімум зберігся лише у північній частині басейну в межах мішанолісових ЛГП.

Аналогічним є напрямок зростання абсолютного річного мінімум стоку – від 1,73 рази – у Західноукраїнській широколистолісовій ЛГП, до 2,82-3,16 рази – в межах, відповідно, Східноукраїнської лісостепової та Лівобережно-Дніпровсько-Приазовської північностепової ЛГП. В середньому по басейну ця величина зросла в сучасний період у 2,23 рази.

Таким чином, проведені нами дослідження дозволили на основі ландшафтно-гідрологічного методу кількісно оцінити зміни характеристик мінімального стоку річок української частини басейну Дніпра в сучасний період внаслідок змін регіональних кліматичних характеристик. Отримані результати є логічним підтвердженням висновків автора, опублікованих у попередніх роботах [42-44].

РОЗДІЛ 6

ХІМІЧНИЙ СКЛАД І МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОДИ РІЧОК У ЛІТНЬО-ОСІННЮ ТА ЗИМОВУ МЕЖЕНЬ ПРИ ВИТРАТАХ РІЗНОЇ ЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ

При дослідженні хімічного складу поверхневих вод важливе значення має вивчення просторового розподілу як окремих головних іонів, так і величини мінералізації, що визначають, в основі, придатність водних ресурсів для різних видів господарського використання. За умов високого рівня антропогенного навантаження на водні ресурси басейну Дніпра найбільш напружена ситуація виникає у меженний період, при формуванні мінімального стоку. Імовірність погіршення якості річкових вод через підвищення концентрацій головних іонів, особливо сульфатів і хлоридів, та, у цілому, величин мінералізації, виникає внаслідок того, що при значному зменшенні витрат скиди промислових, господарсько-побутових, сільськогосподарських стічних вод тощо залишаються на одному рівні. Крім того, негативний вплив на якість річкових вод, особливо в літній вегетаційний період, мають внутрішньоводоймищні процеси як фізико-хімічні, так і гідробіологічні. Тому важливо знати, як змінюється мінералізація, концентрація головних іонів та хімічний склад річкових вод при формуванні мінімальних витрат води у меженний період.

Як вже зазначалося, у роботах, що присвячені вивченню хімічного складу річкових вод України, виділення періоду літньої межені (зимова межень практично не досліджувалася) проводилося, в основному, за календарними датами, без урахування реальних витрат, що спостерігалися при відборі проб води у річках на хімічний аналіз і, зрозуміло, без визначення забезпеченості цих витрат. Вимушеною та об'єктивною причиною такого підходу була порівняно невелика довжина рядів з мінімальними витратами та, особливо, забезпечених гідрохімічною інформацією. На сучасному етапі, коли кількість гідролого-гідрохімічної інформації збільшилася, з`явилася можливість визначення середньомісячних витрат води різної забезпеченості за кожен місяць меженного періоду та, відповідно, формування гідрохімічних рядів із урахуванням витрат, що спостерігалися при відборі проб на хімічний аналіз. Можливість такого підходу з`явилася також із появою персональних комп` арегу і відповідного програмного забезпечення, з формуванням бази даних гідролого-гідрохімічної інформації та її обробки, зокрема способів гідрохімічного картографування із застосуванням геоінформаційних технологій.

За наявними гідрохімічними даними сформовані вибіркові сукупності, які за кожним пунктом спостережень характеризують вміст аніонів (HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-) і катіонів (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^++K^+) та величин мінералізації води річок басейну Дніпра в літньо-осінню та зимову межень при середньомісячних витратах 5-50 % забезпеченості й менших витратах, тобто 50-95 % забезпеченості. Для оцінки просторового розподілу головних іонів та величин

мінералізації у воді річок басейну Дніпра при витратах більше та менше 50 % забезпеченості в літньо-осінню та зимову межень за середніми величинами концентрацій по кожному пункту спостережень побудовано електронні карти з використанням геоінформаційної системи MapInfo. Методичні аспекти щодо побудови електронних карт розглянуто вище та в статтях [13, 122, 124, 125].

Слід зазначити, що дослідження залежностей між витратами води та вмістом головних іонів і мінералізацією зазвичай проводилося за даними, що охоплюють усі фази гідрологічного режиму – весняне водопілля, літню та зимову межень. Тобто, в одну статистичну сукупність об'єднувалися різні за генетичними ознаками періоди формування стоку річок. Це, формально, дозволяло одержувати відповідні кореляційні залежності, але при цьому порушувалося головне правило, що потрібно враховувати при застосуванні ймовірносно-статистичних методів, тобто правило застосування для аналізу тільки генетично однорідних рядів [105]. При аналізі даних, що характеризують меженний стік, коли живлення річок відбувається переважно за рахунок підземних вод, виділені в роботі статистичні сукупності є досить однорідними за генетичними ознаками.

Середні концентрації головних іонів і величин мінералізації у найбільш забезпечених гідролого-гідрохімічною інформацією пунктах спостережень на річках басейну Дніпра наведено у таблицях 6.1-6.4. На періоди літньо-осіннього та зимового меженних періодів розраховано середні концентрації при витратах більше та менше 50 % забезпеченості. Просторовий розподіл цих середніх значень наведено на відповідних картосхемах (рис. 6.1-6.28). Для узагальнення даних проведено гідрохімічне районування території басейну Дніпра, і у межах виділених районів і підрайонів визначено співвідношення концентрацій головних іонів і величин мінералізації, розраховано формули іонного складу при формуванні витрат більше та менше 50 % забезпеченості у літньо-осінній та зимовий меженний періоди (рис. 6.5, табл. 6.5-6.6). Мінералізація та головні іони належать до важливих гідрохімічних показників, за якими оцінюється якість води для різного виду водокористування. За санітарно-токсикологічними лімітуючими показниками шкідливості лімітується вміст усіх головних іонів, окрім гідрокарбонатів.

6.1. Головні іони

У розподілі концентрацій головних іонів у воді річок басейну Дніпра при формуванні витрат більше та менше 50 % забезпеченості у літньо-осінню та зимову межень спостерігаються як певні закономірності так і деякі особливості, властиві для окремих аніонів і катіонів.

Для гідрокарбонатних іонів (табл. 6.1, рис. 6.1 - 6.4) у цілому спостерігається збільшення концентрацій від мінімальних величин на річках Житомирського Полісся (100-150 мг/дм^3) до максимальних – на річках лісостепової та степової зон (350-400 мг/дм^3). При цьому у літньо-осінню межень на річках Уборть, Уж чітко прослідковується збільшення

концентрацій HCO_3^- при менших витратах, тобто 50-95 % забезпеченості, порівняно з більшими витратами, тобто 5-50 % забезпеченості. У просторовому плані спостерігається збільшення концентрації HCO_3^- до 300 мг/дм^3 у верхів'ях річок Стир, Горинь, причому при менших витратах таке збільшення значно суттєвіше, особливо у зимову межень, коли ізолінія концентрації 300 мг/дм^3 зсувається значно північніше, порівняно з ізолінією при більших витратах, а у верхів`ях річок Стир, Горинь, Случ вміст HCO_3^- підвищується до 350 мг/дм^3.

Таблиця 6.1. **Середні величини мінералізації та концентрації гідрокарбонатних іонів у воді річок басейну Дніпра за витрат різної забезпеченості, мг/дм^3**

№ з/п	Річка-пункт	HCO_3^-				Мінералізація			
		літньо-осіння межень		зимова межень		літньо-осіння межень		зимова межень	
		5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%
1	Турія-м. Ковель	270	280	307	314	427	432	466	573
2	Стохід-с. Малинівка	272	271	248	307	453	476	430	484
3	Стир-м. Луцьк	260	287	251	323	421	432	402	491
4	Горинь-смт Оржів	300	312	332	341	465	478	452	519
5	Случ-м. Сарни	169	170	190	203	340	342	403	437
6	Уборть-с. Перга	100	133	80	116	272	291	188	247
7	Уж-смт Поліське	105	118	70	112	198	210	147	255
8	Тетерів-м. Радомишль	230	237	245	273	460	510	580	625
9	Ірша-м. Малин	130	186	115	120	278	290	212	323
10	Ірпінь-с. Мостище	238	298	260	294	428	437	403	511
11	Десна-м. Чернігів	220	258	258	276	363	394	382	455
12	Сейм-с. Мутин	256	260	261	304	426	481	428	546
13	Снов-с. Носівка	172	182	140	223	275	311	285	410
14	Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький	342	383	330	390	536	577	518	601
15	Рось-м. Корсунь-Шевченківський	294	308	340	390	453	488	486	574
16	Тясмин-с. Велика Яблунівка	362	389	350	360	614	737	653	723
17	Сула-м. Лубни	388	409	449	513	644	660	770	802
18	Удай-м. Прилуки	402	429	457	521	687	768	696	783
19	Псел-с. Запсілля	330	400	430	440	628	770	725	780
20	Хорол-м. Миргород	430	450	490	550	830	1014	879	1159
21	Ворскла-м. Кобеляки	400	405	390	460	736	908	686	958
22	Орель-с. Царичанка	410	420	410	452	1204	1347	1501	1635
23	Самара-м. Новомосковськ	260	340	290	310	2216	2836	2100	3070
24	Вовча-с. Васильківка	270	318	260	370	2240	2580	2320	2370
25	Солона-с. Новопавлівка	390	415	335	341	2610	2944	2360	2610
26	Базавлук-с. Зелений Кут	379	448	300	390	1440	1523	946	1590
27	Інгулець-м. Кривий Ріг	220	236	301	320	1490	1690	1440	1720

Для гідрокарбонатів характерно збільшення концентрацій, особливо при менших витратах, у притоках Дніпра лісостепової зони до максимальних значень 400-450 мг/дм^3, а у зимову межень, при витратах 50-95 % забезпеченості, навіть до 500 мг/дм^3 (річки Сула − м. Лубни, Удай − м.

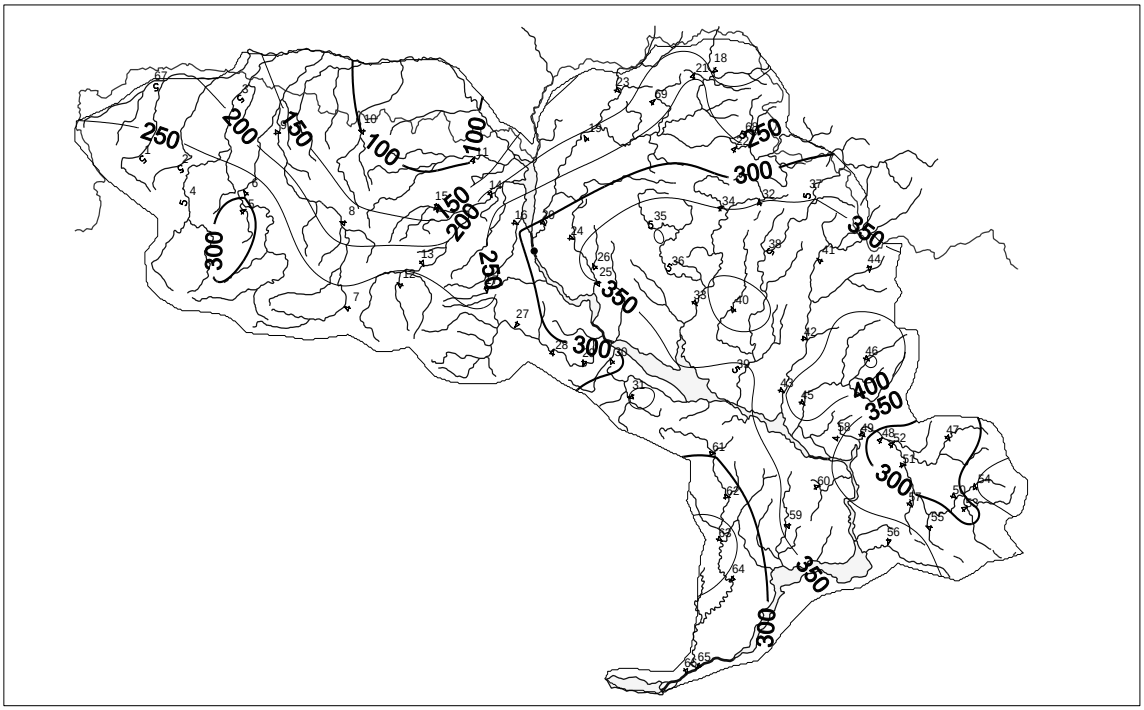


Рис. 6.1. **Розподіл величин вмісту гідрокарбонатних іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—300— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

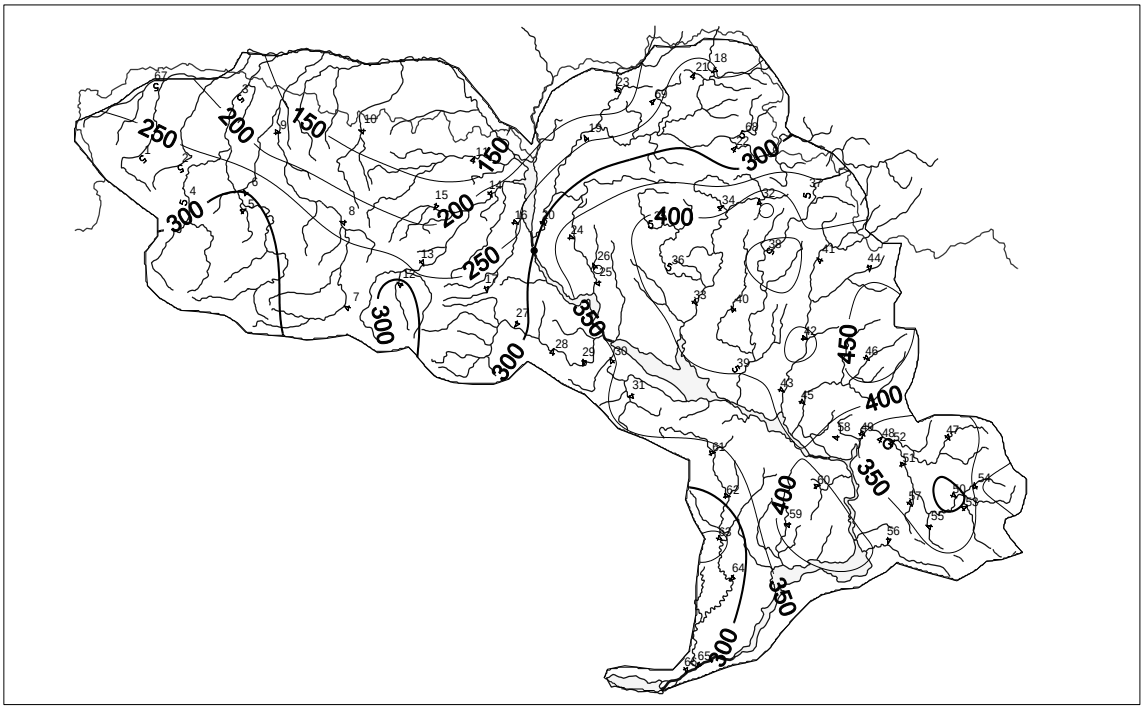


Рис. 6.2. **Розподіл величин вмісту гідрокарбонатних іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—300— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

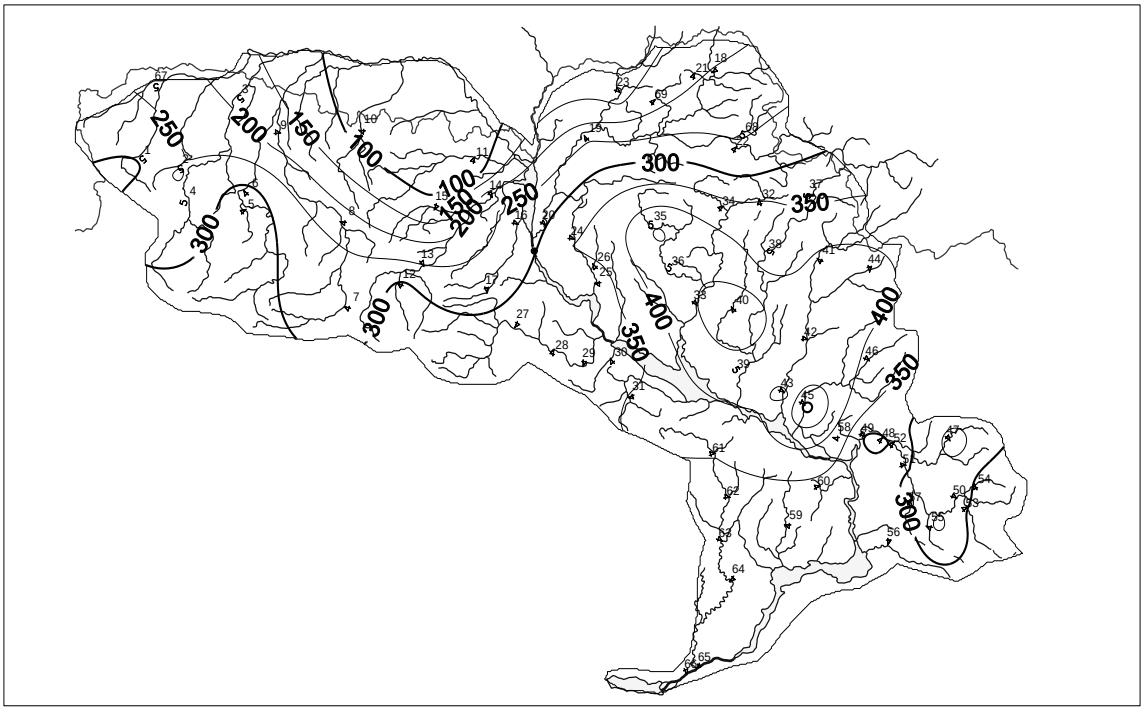


Рис. 6.3. **Розподіл величин вмісту гідрокарбонатних іонів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—300— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

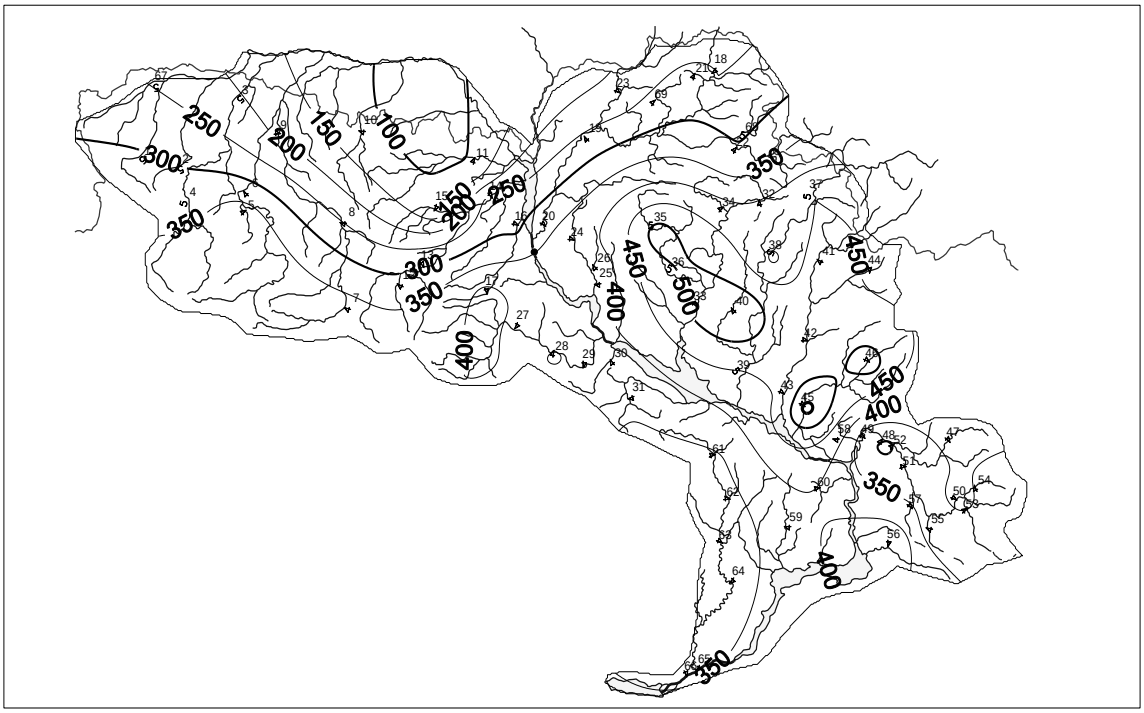


Рис. 6.4. **Розподіл величин вмісту гідрокарбонатних іонів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—300— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

Прилуки, Хорол − м. Миргород). У воді річок степової зони (Орель, Самара, Вовча, Інгулець) вміст HCO_3^- знижується до 300-350 мг/дм^3, особливо за більших (5-50 % забезпеченості) витрат. У зимову межень при формуванні витрат 50-95 % забезпеченості вміст HCO_3^- може підвищуватися до 400-450 мг/дм^3 (рис. 6.4).

Таким чином, у розподілі концентрацій гідрокарбонатних іонів чітко прослідковується їх збільшення від мінімальних у річках Житомирського Полісся до максимальних у воді річок Лісостепу та деякого зменшення у воді річок Степу. Досить помітною є також тенденція до збільшення концентрацій HCO_3^- у воді річок при зменшенні витрат, що особливо виявляється у період зимової межені. Вказані тенденції пов'язані як зі зміною об'ємів живлення річок підземними водами, так із фізико-хімічними процесами у річкових водах, особливо в літній період.

Для сульфатних іонів, як у літньо-осінню так і зимову межень, на відміну від гідрокарбонатних, характерне, у цілому, поступове збільшення концентрацій від мінімальних значень, близько 20-50 мг/дм^3, у річках зони мішаних лісів, до 100-150 мг/дм^3 у річках лісостепової зони і різке збільшення, до 500-600 мг/дм^3 у річках степової зони. Найбільші концентрації, до 800-1150 мг/дм^3 спостерігаються у воді річок басейну Самари та Вовчої (табл. 6.2, рис. 6.5-6.8). За лімітуючими показниками шкідливості вміст сульфат-іонів не має перевищувати 500 мг/дм^3, тому перевищення гранично допустимих концентрацій у півтора-два рази, що спостерігається у басейнах річок Самари та Вовчої у меженні періоди, навіть за середніми величинами, робить воду цих річок не придатною для питного водокористування.

Різке зростання вмісту сульфат-іонів у воді річок басейну Самари та Вовчої пояснюється скидом стічних, переважно шахтних, вод Західного Донбасу, про що вже вказувалося у багатьох роботах [36, 85, 160]. Особливо помітне таке зростання при формуванні меженних витрат 50-95 % забезпеченості порівняно з більшими витратами, тобто 5-50 % забезпеченості. Так, наприклад, у літньо-осінню межень вміст SO_4^{2-} у воді річок Самара − м. Новомосковськ, Вовча − с. Васильківка при витратах 5-50 % забезпеченості становить, відповідно, 690 та 840 мг/дм^3, а при формуванні витрат 50-95 % забезпеченості збільшується до 1000 та 1020 мг/дм^3. Подібна тенденція спостерігається у тій чи іншій мірі й у період зимової межені – у воді р. Самара − м. Новомосковськ при більших витратах води середній вміст SO_4^{2-} становить 785 мг/дм^3, а при менших – збільшується до 1030 мг/дм^3. Така ж картина характерна і для притоків верхньої частини басейну р. Вовча – річок Мокрі Яли, Солона, Гайчур.

Безумовно, що на загальне підвищення вмісту сульфатних іонів у воді річок степової зони також впливають фізико-географічні чинники [39, 53, 103]. Але порівняння вмісту SO_4^{2-} у воді р. Орель, що знаходиться північніше річок Самара й Вовча, та р. Конка, що розташована на південь від них, вказує саме на вплив антропогенного чинника, що зумовлює різке збільшення вмісту сульфат-іону, що перевищує ГДК у 2 рази, у воді річок Самара й Вовча та їх притоків. Так, середній вміст сульфатних іонів у воді р. Орель та її притоки –

Таблиця 6.2. **Середні концентрації сульфатних і хлоридних іонів у воді річок басейну Дніпра за витрат різної забезпеченості, мг/дм^3**

№ з/п	Річка-пункт	SO_4^{2-}				Cl^-			
		літньо-осіння межень		зимова межень		літньо-осіння межень		зимова межень	
		5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%
1	Турія-м. Ковель	43	51	48	50	34	42	27	30
2	Стохід-с. Малинівка	32	36	34	41	22	30	23	26
3	Стир-м. Луцьк	25	28	27	31	17	16	12	21
4	Горинь-смт Оржів	65	73	63	78	29	32	35	37
5	Случ-м. Сарни	39	43	40	53	26	27	28	31
6	Уборть-с. Перга	30	44	38	47	24	23	20	21
7	Уж-смт Поліське	20	21	23	25	15	21	14	15
8	Тетерів-м. Радомишль	56	64	74	110	45	65	73	76
9	Ірша-м. Малин	44	58	60	73	35	42	29	35
10	Ірпінь-с. Мостище	43	46	45	49	34	38	35	38
11	Десна-м. Чернігів	33	50	27	39	21	22	18	23
12	Сейм-с. Мутин	26	81	29	38	25	26	31	69
13	Снов-с. Носівка	20	32	30	53	18	29	23	25
14	Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький	42	50	40	42	33	36	33	33
15	Рось-м. Корсунь-Шевченківський	32	40	46	47	31	37	38	42
16	Тясмин-с. Велика Яблунівка	53	78	67	84	46	55	44	45
17	Сула-м. Лубни	70	83	86	108	27	29	32	38
18	Удай-м. Прилуки	76	85	91	103	24	28	27	31
19	Псел-с. Запсілля	81	118	74	81	47	52	46	59
20	Хорол-м. Миргород	105	149	123	143	89	135	86	120
21	Ворскла-м. Кобеляки	119	142	108	149	75	97	58	78
22	Орель-с. Царичанка	315	320	390	440	140	170	153	154
23	Самара-м. Новомосковськ	690	1000	785	1030	439	547	437	612
24	Вовча-с. Васильківка	840	1020	860	890	430	460	460	490
25	Солона-с. Новопавлівка	1030	1140	960	1120	380	385	356	365
26	Базавлук-с. Зелений Кут	426	428	260	460	240	249	138	290
27	Інгулець-м. Кривий Ріг	350	400	330	370	454	560	348	520

р. Берестова – становить у меженний період, відповідно, 315-440 мг/дм^3 та 140-200 мг/дм^3, а у р. Конка – 385-520 мг/дм^3, що є значно менше за величини у воді річок Самара та Вовча.

Варто також відзначити помітне підвищення сульфат-іонів у воді р. Хорол-м. Миргород порівняно з річками Псел, Сула, Удай. Так, у літню межень при більших витратах вміст SO_4^{2-} у воді цих річок становить, у середньому 70-80 мг/дм^3, а у воді р. Хорол – 105 мг/дм^3. При менших витратах вміст SO_4^{2-} підвищується, відповідно, до 83-118 мг/дм^3 та 149 мг/дм^3. Подібна тенденція спостерігається також і у період зимової межені (табл. 6.2, рис. 6.7-6.8). Підвищення вмісту сульфат-іонів у воді р. Хорол можна пояснити її живленням

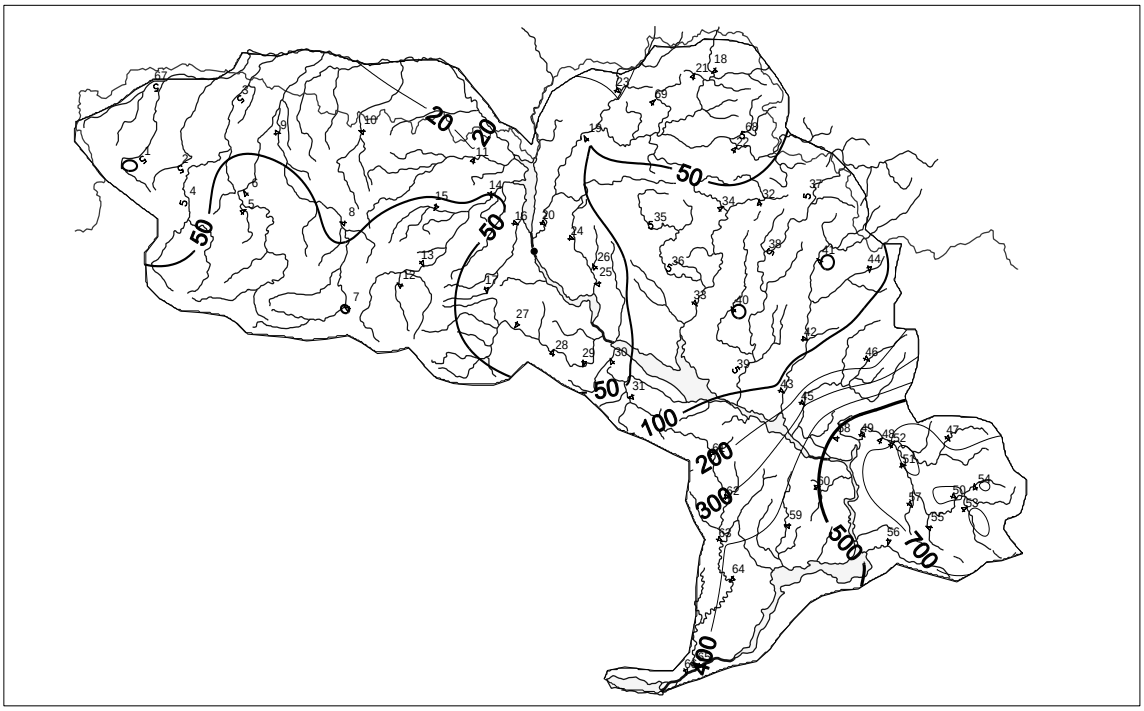


Рис. 6.5. **Розподіл величин вмісту сульфатних іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—100— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

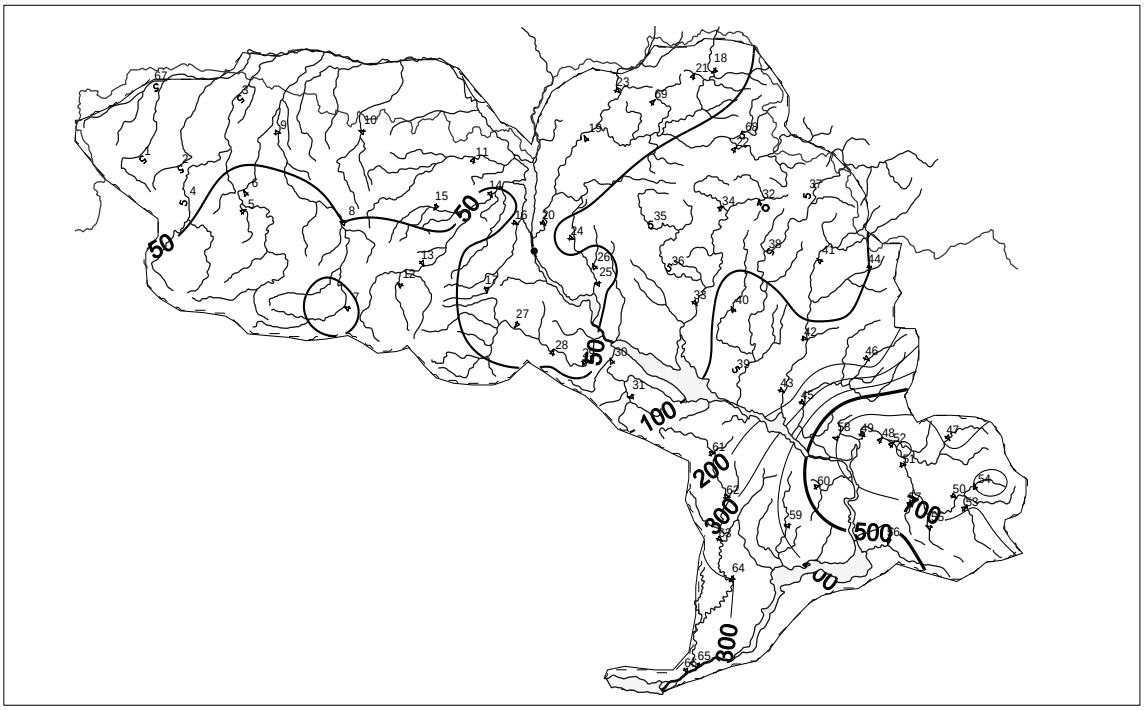


Рис. 6.6. **Розподіл величин вмісту сульфатних іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—100— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

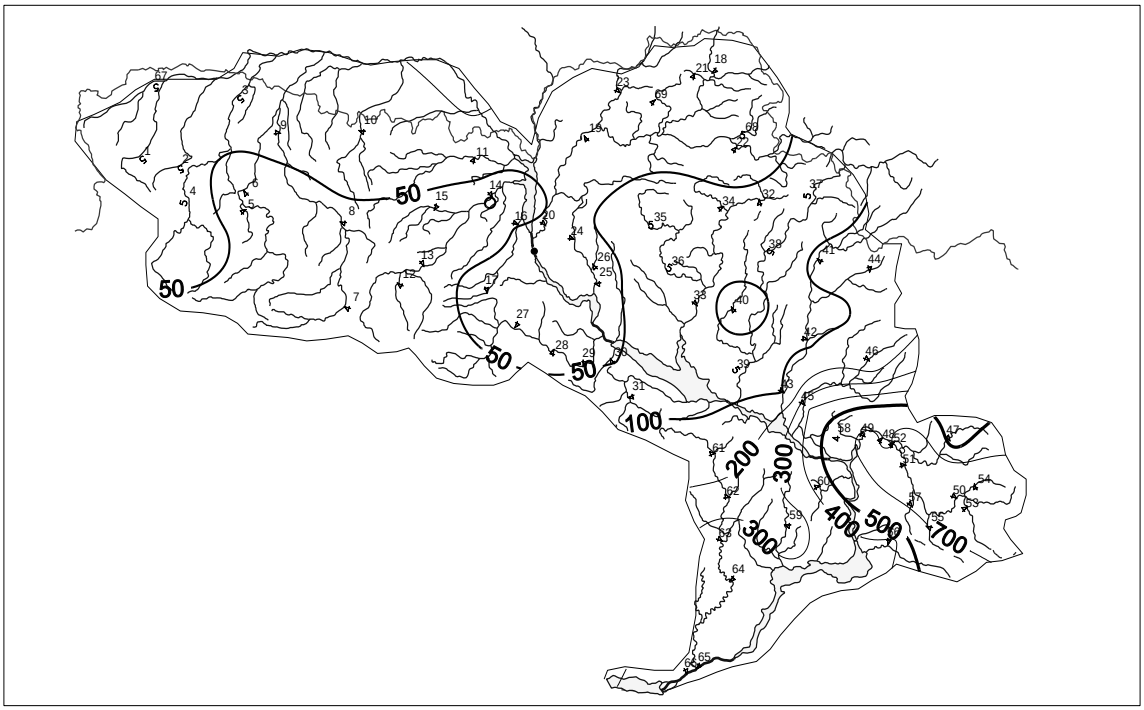


Рис. 6.7. **Розподіл величин вмісту сульфатних іонів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—100— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

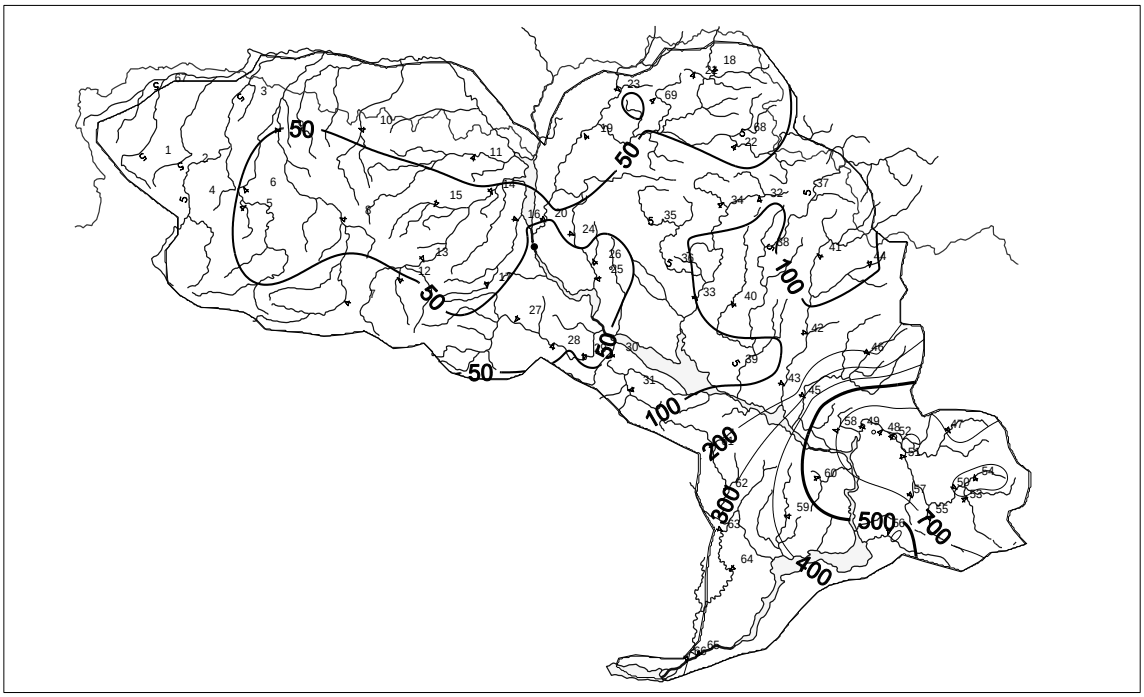


Рис. 6.8. **Розподіл величин вмісту сульфатних іонів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—100— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

глибокозалягаючими водоносними горизонтами крейдових відкладів Дніпровського артезіанського басейну, що особливо впливає на вміст сульфат-іонів у меженний період, про що зазначалося раніше [32, 33].

Таким чином, для розподілу сульфат-іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню та зимову межень характерне поступове збільшення концентрацій з північного заходу на південний схід від зони мішаних лісів до Лісостепу й досить різке збільшення у степовій зоні, особливо у басейнах р. Самара та її притоки р. Вовча. При цьому у періоди літньо-осінньої та зимової межені проявляється тенденція збільшення концентрації SO_4^{2-} при формуванні менших витрат води – 50-95 % забезпеченості. Така тенденція проявилася найбільш чітко, наприклад, у літню межень у воді річок Сейм − с. Мутин, Хорол − м. Миргород, Ворскла − м. Кобеляки, Самара − м. Новомосковськ, а у зимову – у воді річок Тетерів − м. Радомишль, Снов − с. Носівка, Самара − м. Новомосковськ, Базавлук − с. Зелений Кут.

Для хлоридних іонів, як і для сульфатних, також характерно поступове збільшення концентрацій у воді річок басейну Дніпра як у літню так і зимову межень, з північного заходу на південний схід (табл. 6.2, рис. 6.9-6.12). Найменші концентрації, переважно до 25-30 мг/дм^3, спостерігаються у воді річок зони мішаних лісів, збільшуючись до 50-100 мг/дм^3 у воді річок лісостепової зони. Найбільші концентрації Cl^-, як і для SO_4^{2-}, спостерігаються у воді річки Самара та Вовча, досягаючи, у середньому, 360-600 мг/дм^3, що перевищує встановлені ГДК (350 мг/дм^3). Слід відзначити різке підвищення вмісту хлоридних іонів у воді р. Інгулець. Так, якщо вміст сульфат-іонів у воді цієї річки не перевищував ГДК, досягаючи 350-400 мг/дм^3, то вміст хлоридних іонів (р. Інгулець − м. Кривий Ріг) тут значно вищий, досягаючи, у середньому, 450-560 мг/дм^3, що значно більше за ГДК. Таке підвищення спричинене дією антропогенного чинника – скидом стічних вод гірничо-металургійного комплексу. Під дією переважно фізико-географічних чинників у воді правобережних приток Дніпра, у межах степової зони, вміст хлорид-іонів, як свідчать дані по р. Базавлук − с. Зелений Кут та р. Інгулець − с. Олександро-Степанівка (вище м. Кривий Ріг), становить, у середньому, 130-250 мг/дм^3. Це значно менше, ніж у р. Інгулець − м. Кривий Ріг, нижче скиду стічних вод гірничо-видобувного комплексу.

У воді р. Хорол − м. Миргород, як і для сульфат-іонів, спостерігається досить помітне збільшення хлоридів. Так, якщо у воді річок Сула, Удай, Псел вміст Cl^- у літню та зимову межень становить, у середньому, 25-60 мг/дм^3, то у воді р. Хорол він збільшується до 90-130 мг/дм^3. Таке підвищення, як і для сульфатів, пояснюється живленням р. Хорол у меженний період.

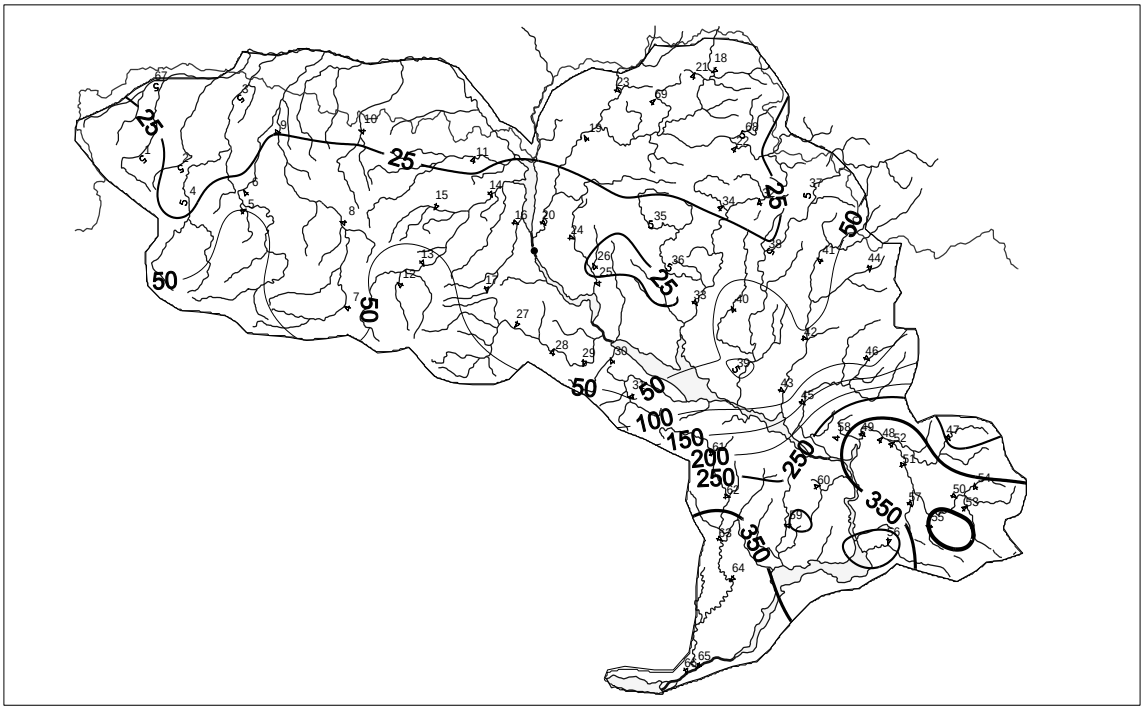


Рис.6.9. **Розподіл величин вмісту хлоридних іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—50— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

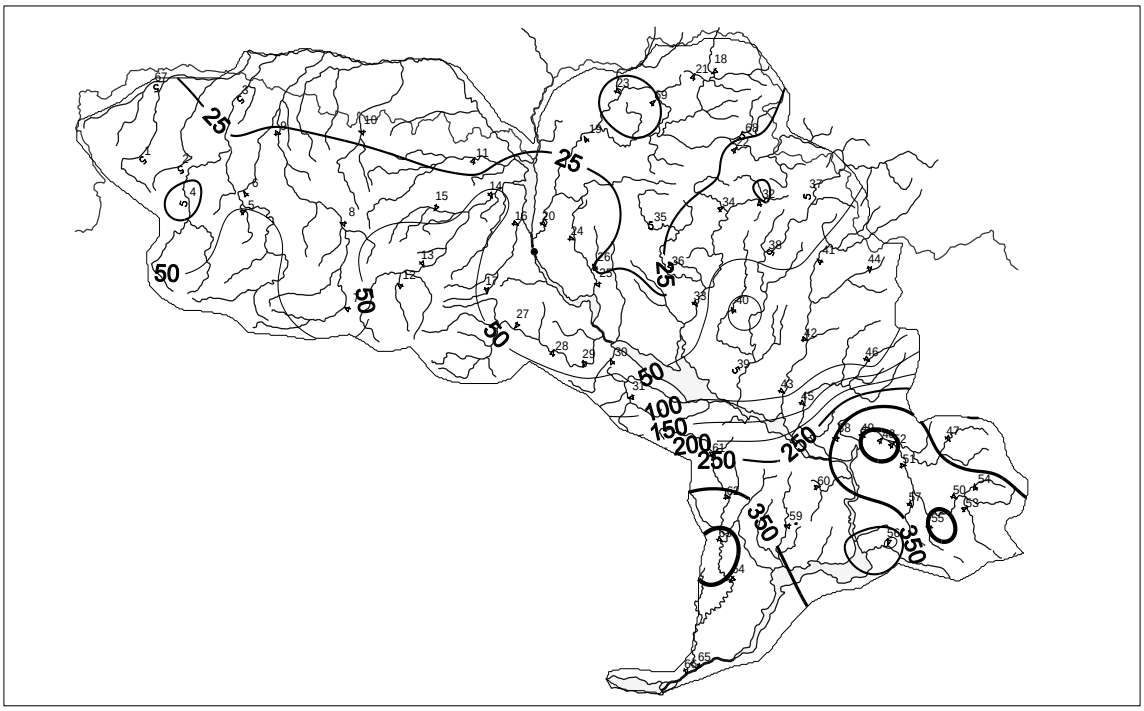


Рис.6.10. **Розподіл величин вмісту хлоридних іонів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—50— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

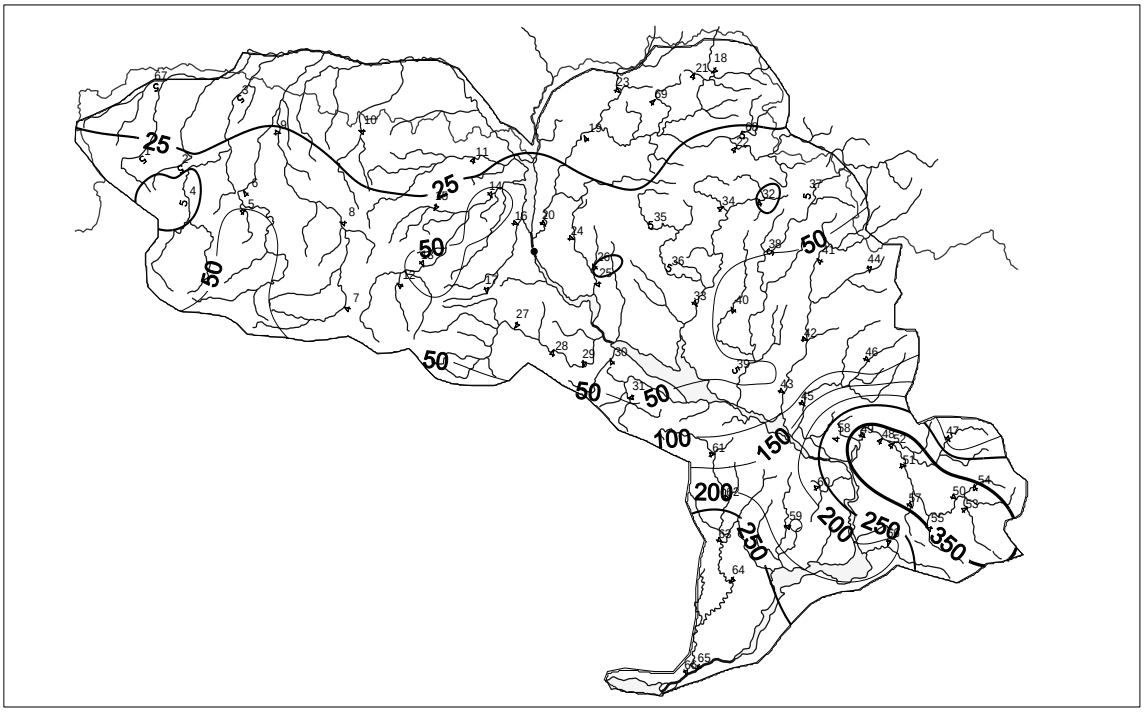


Рис. 6.11. **Розподіл величин вмісту хлоридних іонів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—50— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

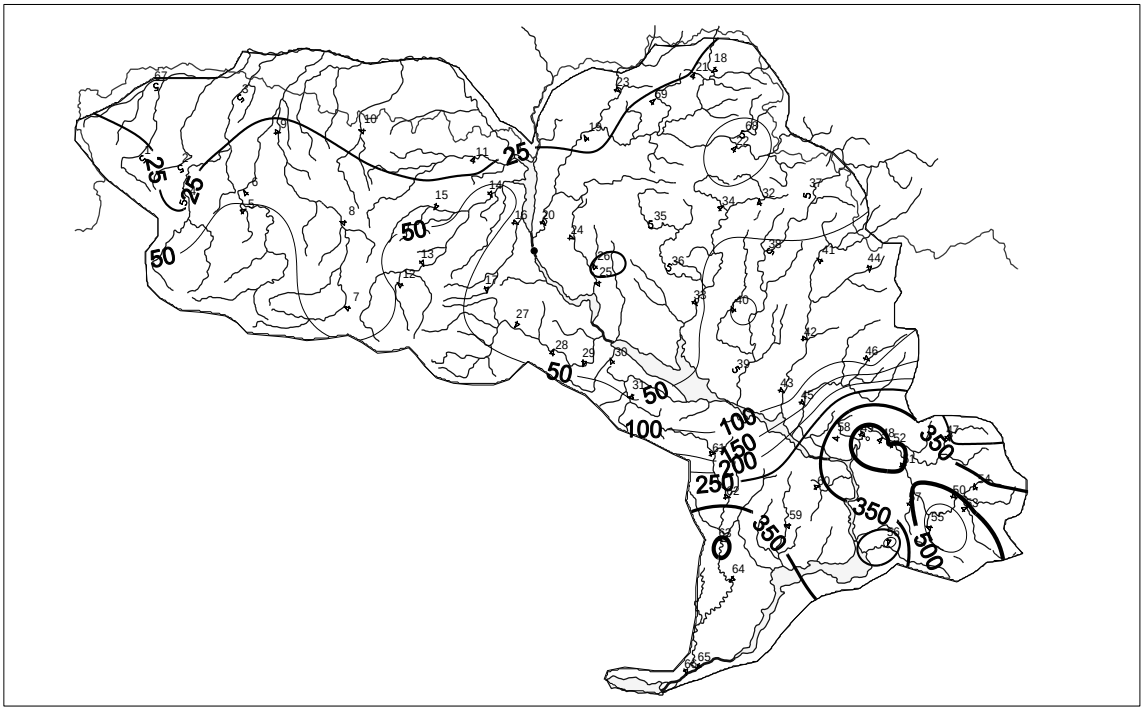


Рис. 6.12. **Розподіл величин вмісту хлоридних іонів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—50— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

У цілому, такого значного збільшення концентрації хлорид-іонів у воді річок басейну Дніпра при зменшенні витрат у меженний період, на відміну від гідрокарбонатних і сульфатних іонів, не спостерігається. Таке збільшення, зазвичай, становить декілька мг/дм^3. Найбільш помітно при менших витратах води підвищуються концентрації хлоридних іонів у літню межень на таких річках як Турія−м. Ковель, Уж−смт Поліське, Тетерів−м. Радомишль, Снов−с. Носівка, Орель−с. Царичанка, Самара−м. Новомосковськ, Інгулець−м. Кривий Ріг. У зимову межень подібне підвищення відзначено на річках Стир−м. Луцьк, Сейм−с. Мутин, Самара−м. Новомосковськ, Інгулець−м. Кривий Ріг (табл. 6.2).

Вміст іонів кальцію, як і аніонів, у цілому, збільшується у річкових водах басейну Дніпра у меженний період з північного заходу на південний схід. У зоні мішаних лісів найменші концентрації у літньо-осінню та зимову межень спостерігаються на річках Житомирського Полісся – Уборть, Перга – і коливаються, в середньому, в межах 25-40 мг/дм^3 (табл. 6.3, рис. 6.13-6.16). У воді річок Волинського та Чернігівського Полісся, а також правобережних приток Дніпра у зоні лісостепу, вміст кальцію підвищується до 60-80 мг/дм^3. У воді лівобережних приток Дніпра лісостепової зони вміст кальцію дещо підвищується, до 90-100 мг/дм^3. У воді правобережних приток Дніпра зони степу – річках Інгулець, Базавлук – вміст кальцію зростає до 120-190 мг/дм^3. Максимальний вміст іонів кальцію, як і сульфатних та хлоридних іонів, спостерігається у басейнах річок Самара та Вовча – 200-250 мг/дм^3, що перевищує встановлені нормативи (180 мг/дм^3). Таке підвищення вмісту кальцію зумовлено, як і для сульфат- та хлорид-іонів, дією антропогенного чинника – скидом шахтних вод Західного Донбасу.

Значного підвищення концентрації кальцію у воді річок басейну Дніпра при формуванні витрат 50-95 % забезпеченості, порівняно з більшими витратами, тобто 5-50 % забезпеченості, у цілому не спостерігається. Найбільш помітне таке підвищення, як у літню так і зимову межень, тільки у воді річок Сейм − с. Мутин, Снов − с. Носівка, Тясмин − с. Велика Яблунівка, Самара − м. Новомосковськ, Солона − с. Новопавлівка, Інгулець − м. Кривий Ріг. На інших річках тенденція до підвищення більших концентрацій кальцію при формуванні менших за 50 % забезпеченості витрат виявляється незначною мірою – у декілька мг/дм^3.

Магній у річкових водах басейну Дніпра у меженний період має розподіл, що аналогічний кальцію, проте при значно менших концентраціях (табл. 6.3, рис. 6.17-6.20). Так, найменший вміст Mg^{2+}, у середньому до 5-11 мг/дм^3, спостерігається в річках Житомирського Полісся – Уборть, Уж, а у річках Волинського та Чернігівського Полісся він збільшується до 12-20 мг/дм^3. У річках лісостепової зони спостерігається подальше збільшення вмісту магнію до 22-30 мг/дм^3. За підвищеним вмістом Mg^{2+} виділяється, як і за сульфатами та хлоридами, вода р. Хорол як у літню, так і зимову межень. Концентрація магнію тут становить, у середньому, 35-45 мг/дм^3, тоді як у

Таблиця 6.3. **Середні концентрації іонів кальцію та магнію у воді річок басейну Дніпра за витрат різної забезпеченості, мг/дм^3**

№ з/п	Річка-пункт	Ca^{2+}				Mg^{2+}			
		літньо-осіння межень		зимова межень		літньо-осіння межень		зимова межень	
		5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%
1	Турія-м. Ковель	75	79	93	101	16	18	13	18
2	Стохід-с. Малинівка	65	74	81	83	14	17	11	12
3	Стир-м. Луцьк	77	78	76	91	11	12	14	15
4	Горинь-смт Оржів	80	81	92	93	18	20	16	18
5	Случ-м. Сарни	60	61	69	79	12	13	13	14
6	Уборть-с. Перга	33	37	34	40	8	11	4	7
7	Уж-смт Поліське	30	32	24	31	6	8	5	7
8	Тетерів-м. Радомишль	63	65	78	78	20	21	22	24
9	Ірша-м. Малин	45	49	40	51	12	15	10	14
10	Ірпінь-с. Мостище	63	66	76	77	19	21	12	23
11	Десна-м. Чернігів	62	108	68	72	13	14	13	18
12	Сейм-с. Мутин	68	81	62	80	16	24	15	20
13	Снов-с. Носівка	65	76	38	68	12	15	12	14
14	Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький	74	75	75	78	27	30	22	25
15	Рось-м. Корсунь-Шевченківський	56	62	77	78	27	28	16	29
16	Тясмин-с. Велика Яблунівка	59	79	70	84	28	31	24	29
17	Сула-м. Лубни	80	89	47	59	32	35	20	35
18	Удай-м. Прилуки	69	72	32	46	26	28	29	36
19	Псел-с. Запсілля	88	91	92	99	22	24	22	23
20	Хорол-м. Миргород	85	98	99	109	35	44	34	41
21	Ворскла-м. Кобеляки	76	89	80	98	22	26	28	29
22	Орель-с. Царичанка	104	112	118	153	46	50	40	69
23	Самара-м. Новомосковськ	188	208	210	235	110	112	101	127
24	Вовча-с. Васильківка	203	211	232	257	118	127	133	155
25	Солона-с. Новопавлівка	217	256	169	225	140	142	109	115
26	Базавлук-с. Зелений Кут	180	183	114	193	70	78	50	85
27	Інгулець-м. Кривий Ріг	100	134	139	158	71	103	75	80

сусідніх річках – Псел, Ворскла – ці концентрації зазвичай менші – близько 22-30 мг/дм^3. Різке зростання магнію спостерігається у меженний період у річках степової зони. Так, у річках Базавлук та Інгулець вміст іонів магнію коливається, у середньому, у межах 50-100 мг/дм^3, а у річках Самара, Вовча він досягає максимальних значень, у середньому, 100-150 мг/дм^3. При ГДК, що встановлений для магнію (40 мг/дм^3), вказані концентрації значно, у декілька разів, їх перевищують. На рівні ГДК також вміст магнію у воді р. Хорол − м. Миргород.

Для магнію, як і для кальцію, у цілому, тенденція до підвищення концентрацій при формуванні у річках витрат 50-95 % забезпеченості, порівняно з більшими витратами 5-50 % забезпеченості, проявляється незначною мірою. Таке перевищення, зазвичай, становить декілька мг/дм^3 і

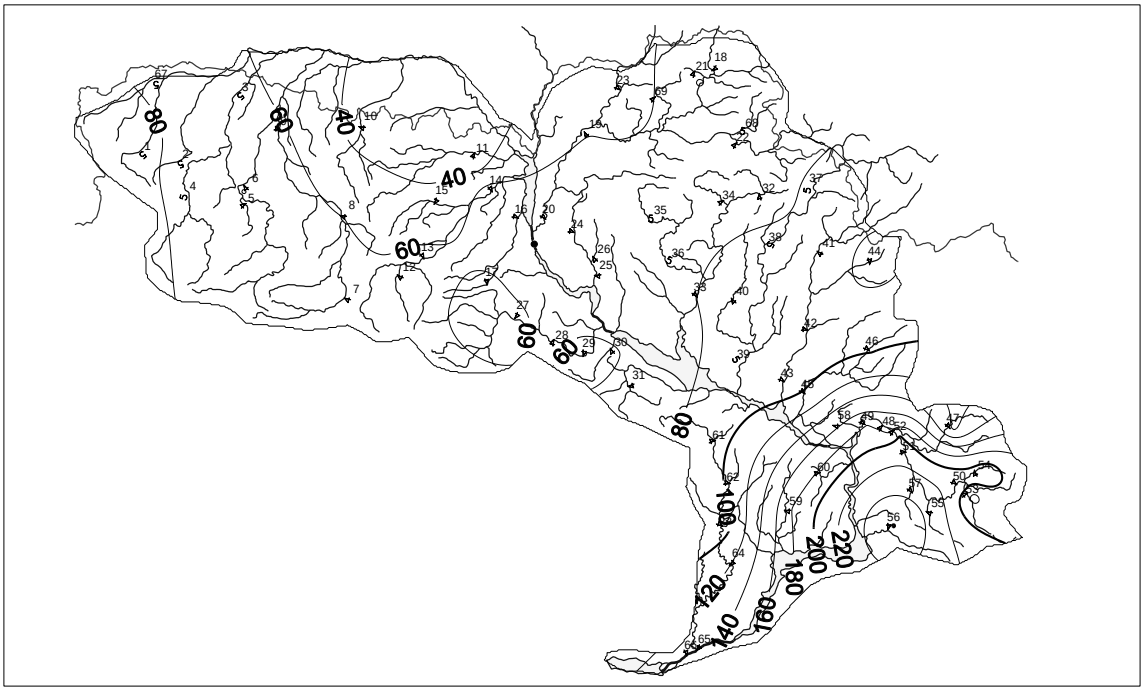


Рис. 6.13. **Розподіл величин вмісту іонів кальцію у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості**

(—40— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

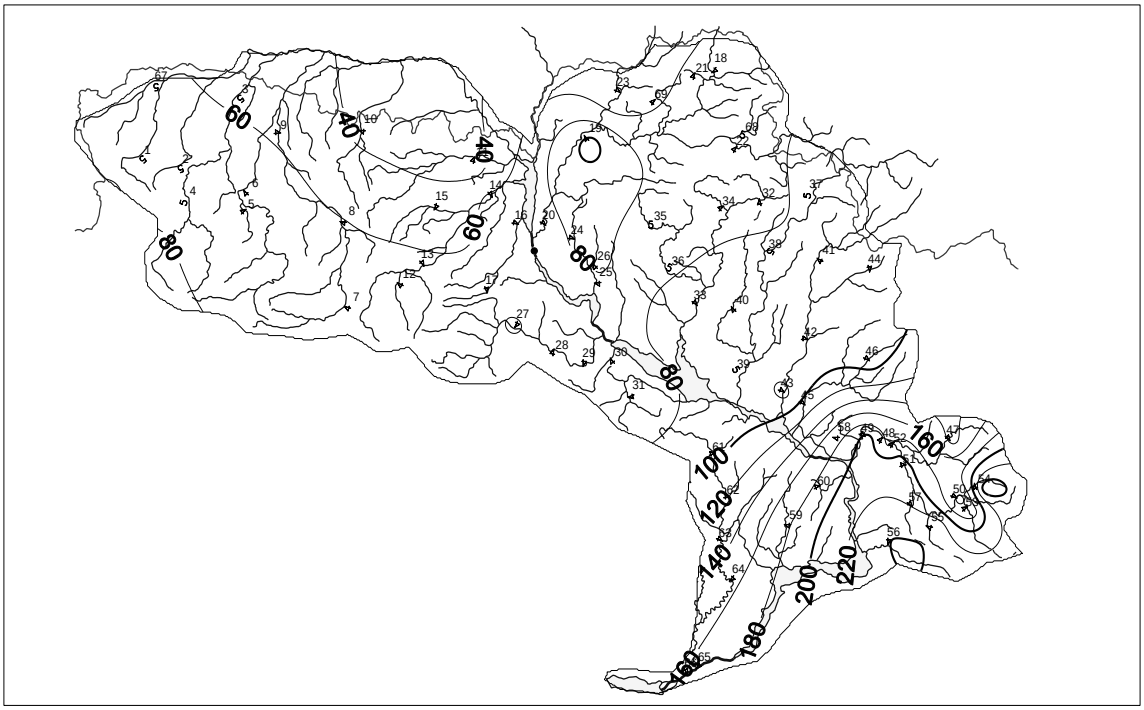


Рис. 6.14. **Розподіл величин вмісту іонів кальцію у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості**

(—40— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

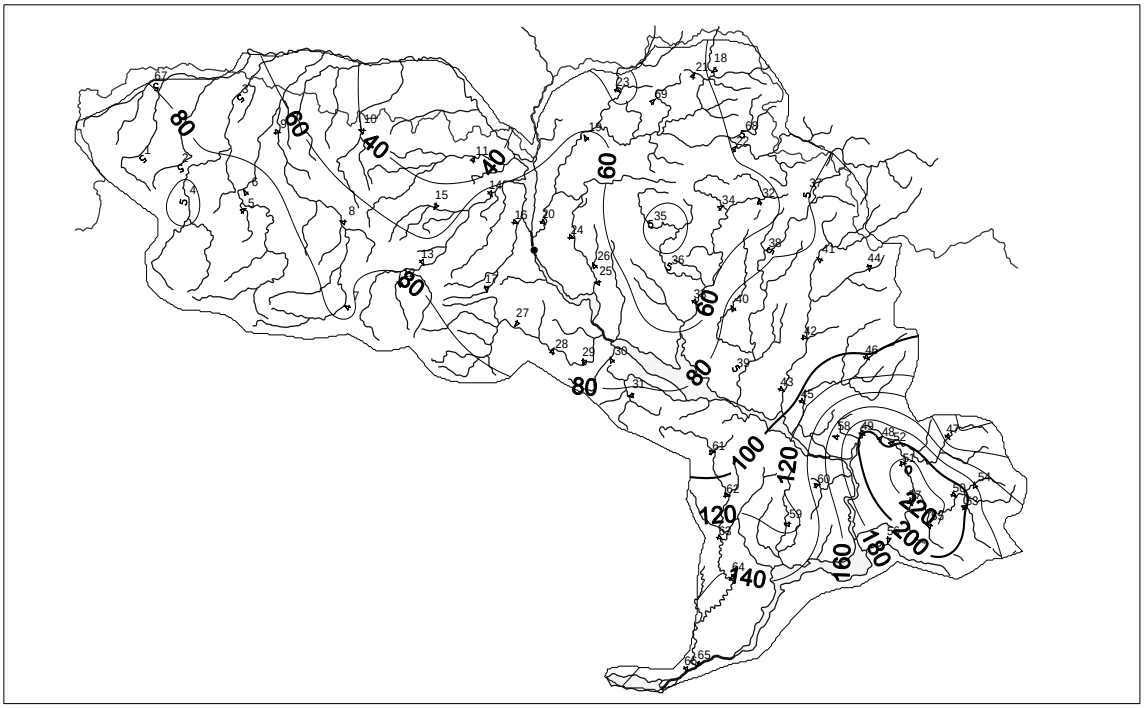


Рис. 6.15. **Розподіл величин вмісту іонів кальцію у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—40— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

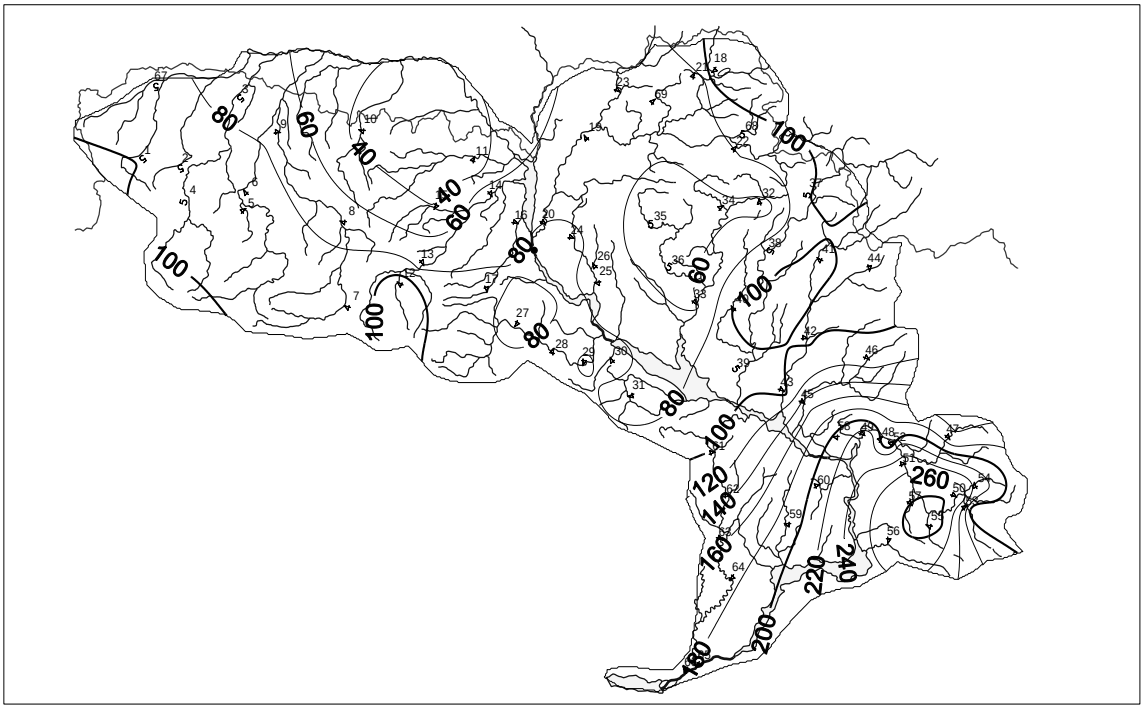


Рис. 6.16. **Розподіл величин вмісту іонів кальцію у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—40— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

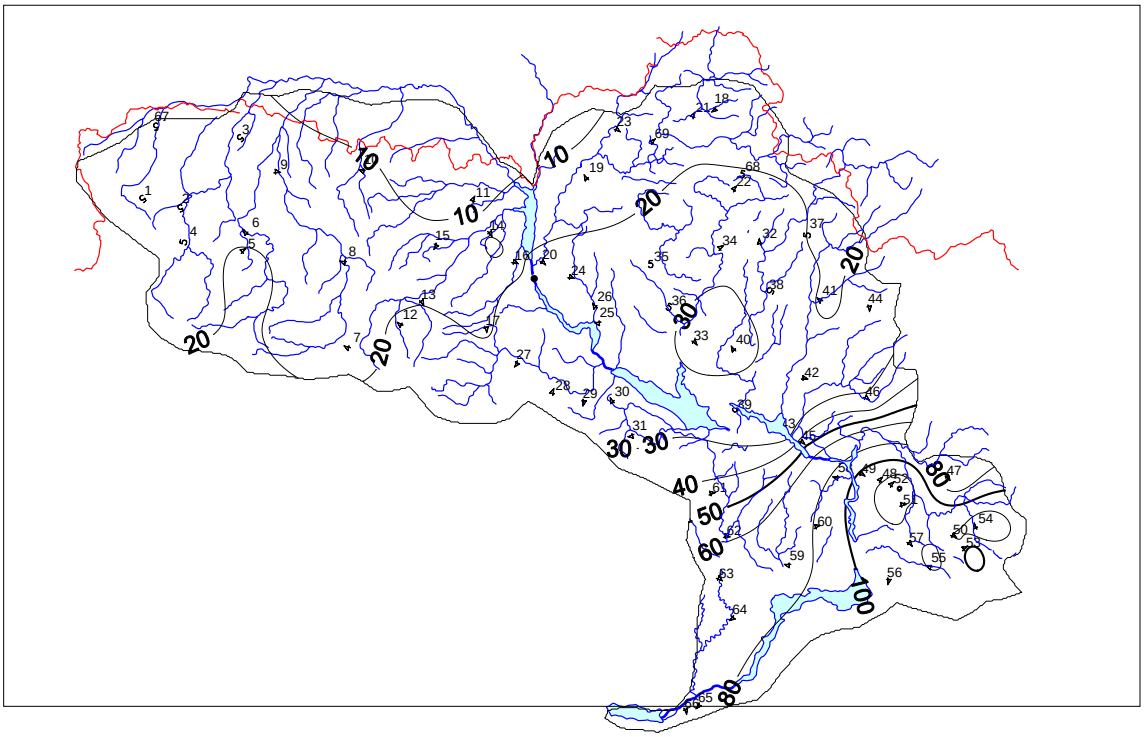


Рис. 6.17. **Розподіл величин вмісту іонів магнію у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—20— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

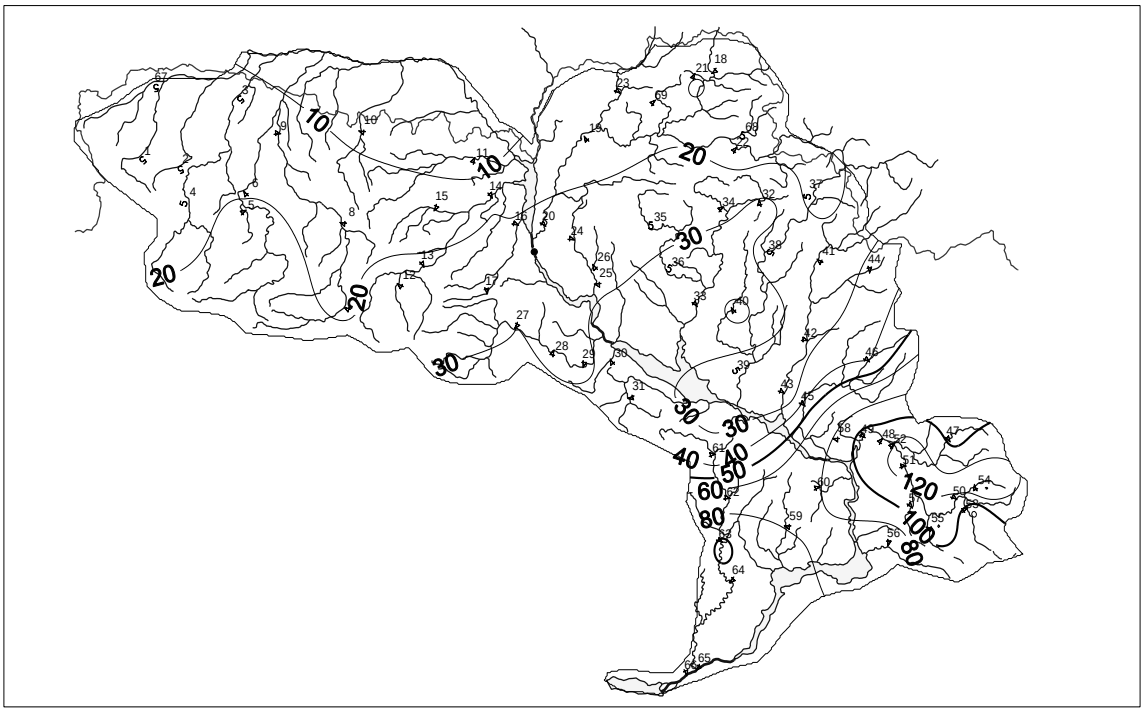


Рис. 6.18. **Розподіл величин вмісту іонів магнію у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—20— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

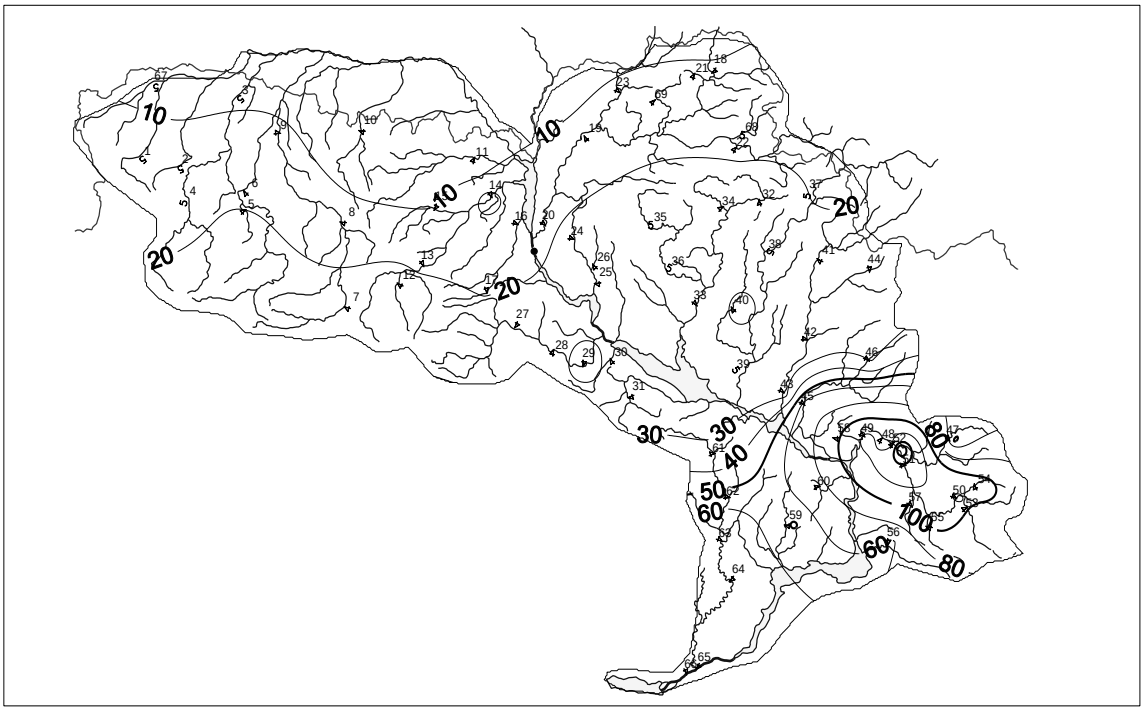


Рис. 6.19. **Розподіл величин вмісту іонів магнію у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—20— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

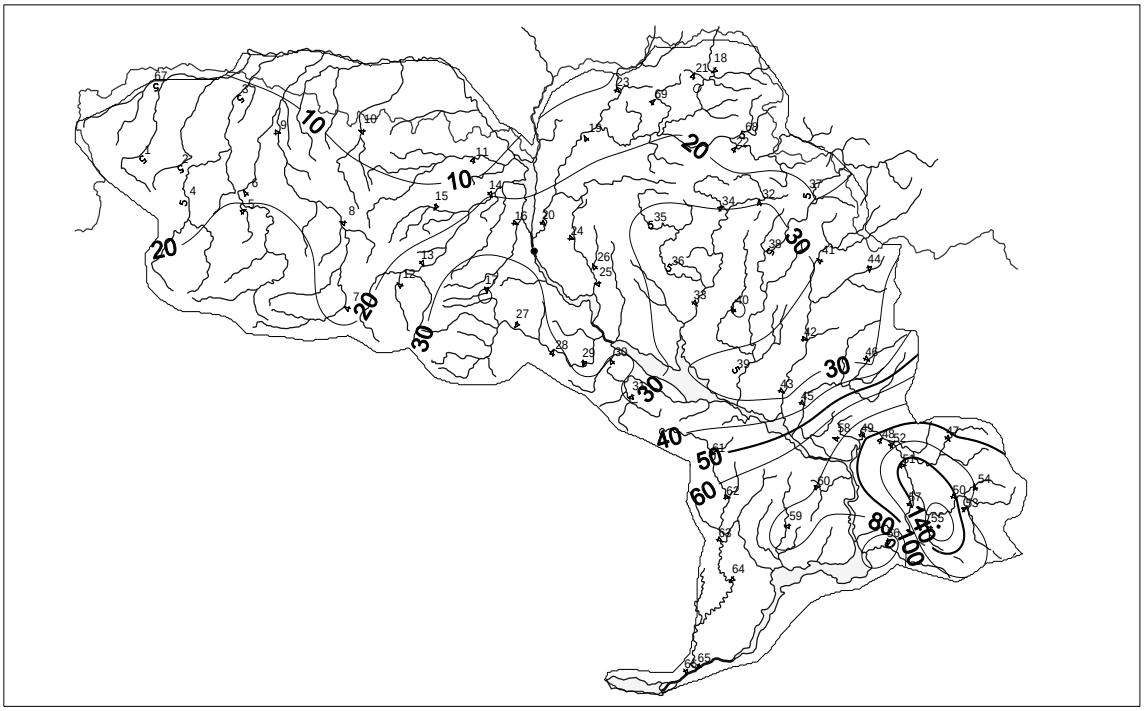


Рис. 6.20. **Розподіл величин вмісту іонів магнію у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—20— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

тільки для деяких річок воно помітне, а саме Сейм, Снов, Рось, Сула, Базавлук – особливо у зимову межень.

На розподіл концентрацій іонів магнію у річкових водах території басейну Дніпра у меженний період, як і сульфатних, хлоридних іонів і кальцію, основний вплив мають фізико-географічні, гідрогеологічні та антропогенні чинники, про що вже йшлося раніше.

Вміст іонів лужних металів натрію та калію визначався переважно за різницею між сумою мг-еквівалентів аніонів (HCO_3^-, SO_4^{2-}, Cl^-) і катіонів (Ca^{2+}, Mg^{2+}). Тільки у досить невеликій кількості проб, що аналізувались у лабораторіях Гідрометслужби України, натрій та калій визначалися окремо, тобто аналітично. Тому при дослідженні розподілу іонів цих металів вони розглядаються разом, що робилося й раніше у роботах з вивчення хімічного складу річок України [53, 68, 69, 103]. Лише за окремими річками, де калій у пробах води визначався аналітично, розглянуто його розподіл (табл. 6.4).

Таблиця 6.4. **Середні концентрації іонів натрію та калію у воді річок басейну Дніпра за витрат різної забезпеченості, мг/дм^3**

№ з/п	Річка-пункт	$Na^+ + K^+$				K^+			
		літньо-осіння межень		зимова межень		літньо-осіння межень		зимова межень	
		5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%	5-50%	50-95%
1	Турія-м. Ковель	32	40	26	42	-	-	-	-
2	Стохід-с. Малинівка	18	28	18	26	-	-	-	-
3	Стир-м. Луцьк	14	17	12	18	-	-	-	-
4	Горинь-смт Оржів	39	48	32	66	-	-	-	-
5	Случ-м. Сарни	22	39	11	22	8,9	-	-	-
6	Уборть-с. Перга	16	48	24	36	-	-	-	-
7	Уж-смт Поліське	16	17	13	16	-	-	-	-
8	Тетерів-м. Радомишль	32	52	52	68	7,5	9,1	8,0	14,0
9	Ірша-м. Малин	26	31	16	27	5,6	6,5	5,4	7,4
10	Ірпінь-с. Мостище	28	43	25	32	6,5	8,9	7,6	8,2
11	Десна-м. Чернігів	20	21	27	29	4,9	5,0	6,1	7,1
12	Сейм-с. Мутин	19	28	26	36	4,5	5,3	6,8	7,9
13	Снов-с. Носівка	16	18	19	22	3,6	4,8	4,6	6,0
14	Трубіж-м. Переяслав-Хмельницький	35	48	45	54	6,1	6,6	7,4	8,9
15	Рось-м. Корсунь-Шевченківський	38	41	46	49	8,5	9,4	9,2	10,4
16	Тясмин-с. Велика Яблунівка	70	72	64	81	10,3	10,8	9,1	11,8
17	Сула-м. Лубни	85	94	84	99	37,0	40,0	39,0	40,0
18	Удай-м. Прилуки	83	98	65	89	38,0	46,0	27,0	41,0
19	Псел-с. Запсілля	52	94	56	67	-	-	-	-
20	Хорол-м. Миргород	106	163	104	176	-	-	-	-
21	Ворскла-м. Кобеляки	120	133	116	135	-	-	-	-
22	Орель-с. Царичанка	87	94	72	77	-	-	-	-
23	Самара-м. Новомосковськ	418	594	344	674	-	-	-	-
24	Вовча-с. Васильківка	280	360	236	282	-	-	-	-
25	Солона-с. Новопавлівка	304	380	195	260	-	-	-	-
26	Базавлук-с. Зел.Кут	175	185	124	184	-	-	-	-
27	Інгулець-м. Кривий Ріг	74	106	97	102	-	-	-	-

Варто зауважити, що при визначенні суми лужних металів розрахунковим методом на їх величини концентрацій впливають помилки, що могли виникнути при аналітичному визначенні аніонів та кальцію й магнію. Не дивлячись на це, у розподілі лужних металів у річках басейну Дніпра чітко проявляються особливості, що були відзначені для сульфатних, хлоридних іонів, кальцію та магнію (табл. 6.4, рис. 6.21-6.24). Так, вміст лужних металів збільшується у напрямку з північного заходу на південний схід. У річках зони мішаних лісів він, звичайно, коливається у межах 14-30 мг/дм^3 як у літню так і зимову межень, і тільки у воді річок Турія, Горинь, Тетерів − м. Радомишль, Ірпінь підвищується до 40-60 мг/дм^3. У воді річок лісостепової зони вміст лужних металів поступово підвищується у південно-східному напрямку до 100 мг/дм^3. На цьому фоні досить чітко виділяється підвищений вміст лужних металів у р. Хорол − м. Миргород, особливо при формуванні мінімальних витрат 50-95 % забезпеченості як у літньо-осінній так і зимовий меженний періоди. У воді правобережних приток Дніпра у межах степової зони (річки Інгулець, Базавлук) вміст лужних металів, у середньому, зростає до 180 мг/дм^3, а найбільш різке зростання спостерігається, як і для сульфатів, хлоридів, кальцію та магнію, у воді річок Самара та Вовча – до 200-670 мг/дм^3. Гранично-допустимі концентрації натрію становлять 120 мг/дм^3, а калію – 40 мг/дм^3, тому за вмістом лужних металів вода річок Самара та Вовча не відповідає нормативним вимогам.

Вміст калію, за наявними даними, у воді річок басейну Десни коливається, у середньому, на рівні 3,6-7,9 мг/дм^3, у воді правобережних приток Дніпра – річки Тетерів, Ірпінь, Ірша, Рось, Тясмин – 5,4-14,0 мг/дм^3. Досить значне зростання вмісту калію спостерігається у воді річок Удай та Сула – до 27-46 мг/дм^3. За іншими річками дані про вміст калію, на жаль, відсутні.

Для лужних металів, як і для інших головних іонів, тенденція до збільшення концентрацій у воді річок басейну Дніпра при формуванні мінімальних витрат 50-95 % забезпеченості проявляється по-різному. Так, у літньо-осінню межень найбільш зростає вміст лужних металів при менших витратах у річках Стохід, Случ − м. Сарни, Уборть, Тетерів − м. Радомишль, Ірпінь, Сейм, Хорол − м. Миргород, Самара − м. Новомосковськ, Вовча − с. Васильківка, Солона, Інгулець − м. Кривий Ріг. У зимову межень досить помітно зростає вміст лужних металів при формуванні витрат 50-95 % забезпеченості, порівняно з витратами 5-50 % забезпеченості, у річках Турія, Стохід, Горинь − с. Оржів, Случ, Уборть, Тетерів − м. Радомишль, Ірша − м. Малин, Хорол − м. Миргород, Самара − м. Новомосковськ, Солона, тобто на більшості тих самих річок, де подібна тенденція спостерігається й у літньо-осінню межень.

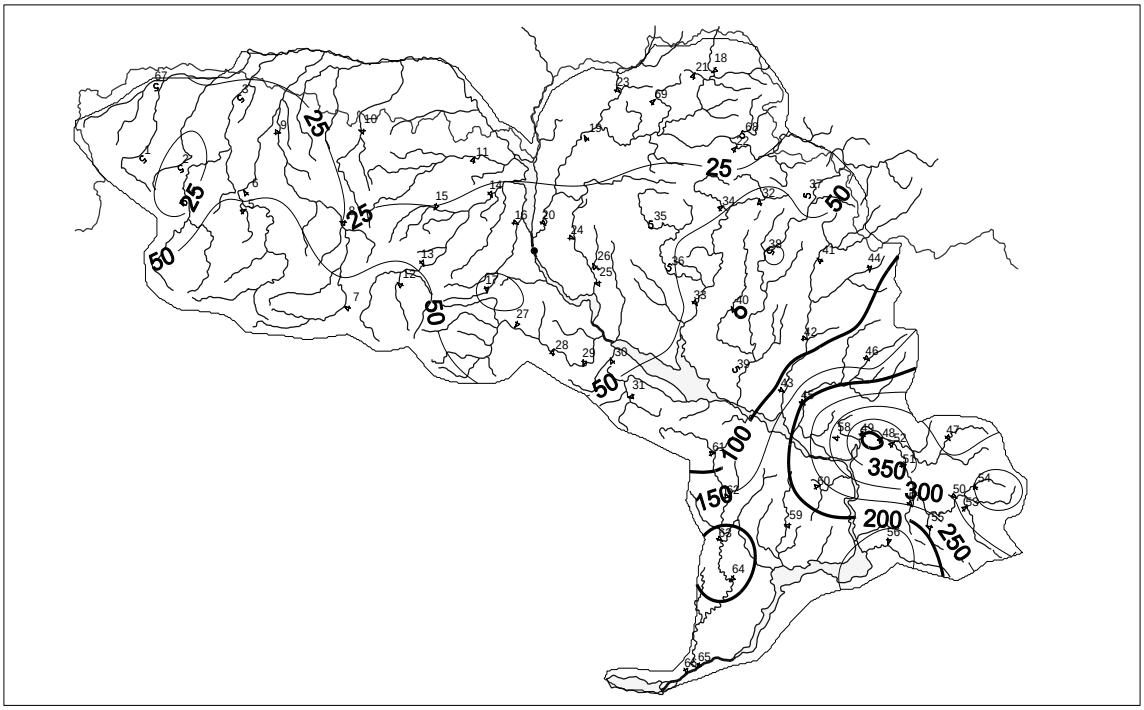


Рис.6.21. **Розподіл величин вмісту іонів лужних металів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості (—25— ізолінія концентрації, мг/дм^3)**

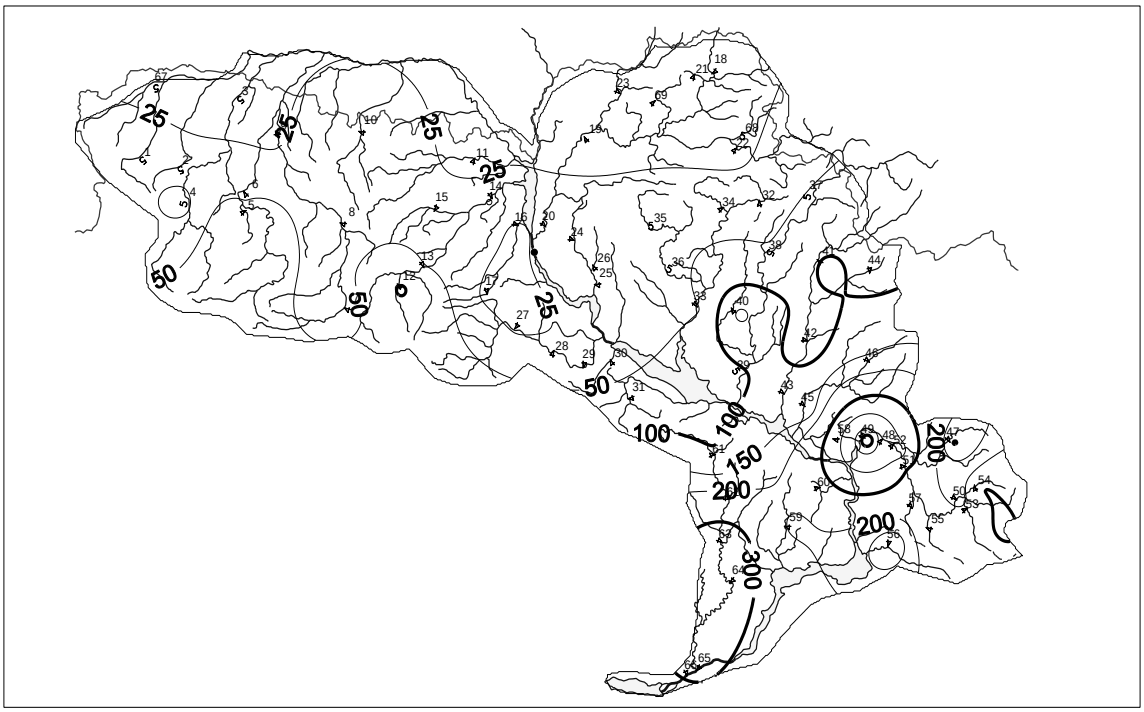


Рис. 6.22. **Розподіл величин вмісту іонів лужних металів у воді річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості (—25— ізолінія концентрації, мг/дм^3)**

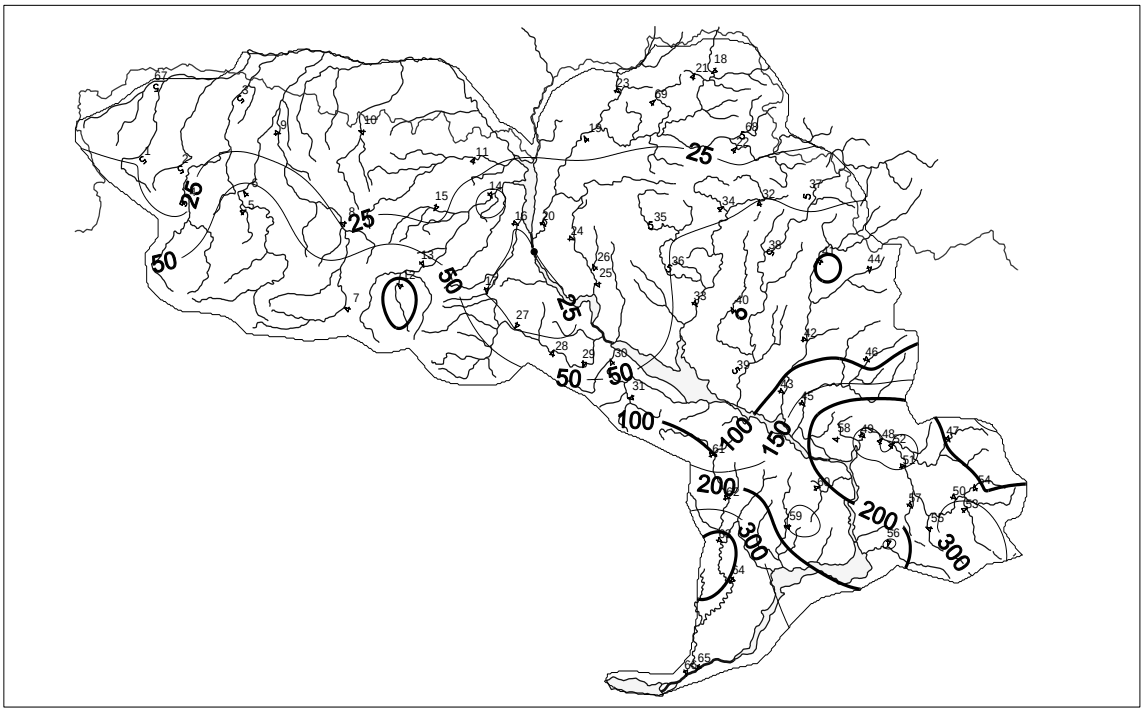


Рис. 6.23. **Розподіл величин вмісту іонів лужних металів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—25— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

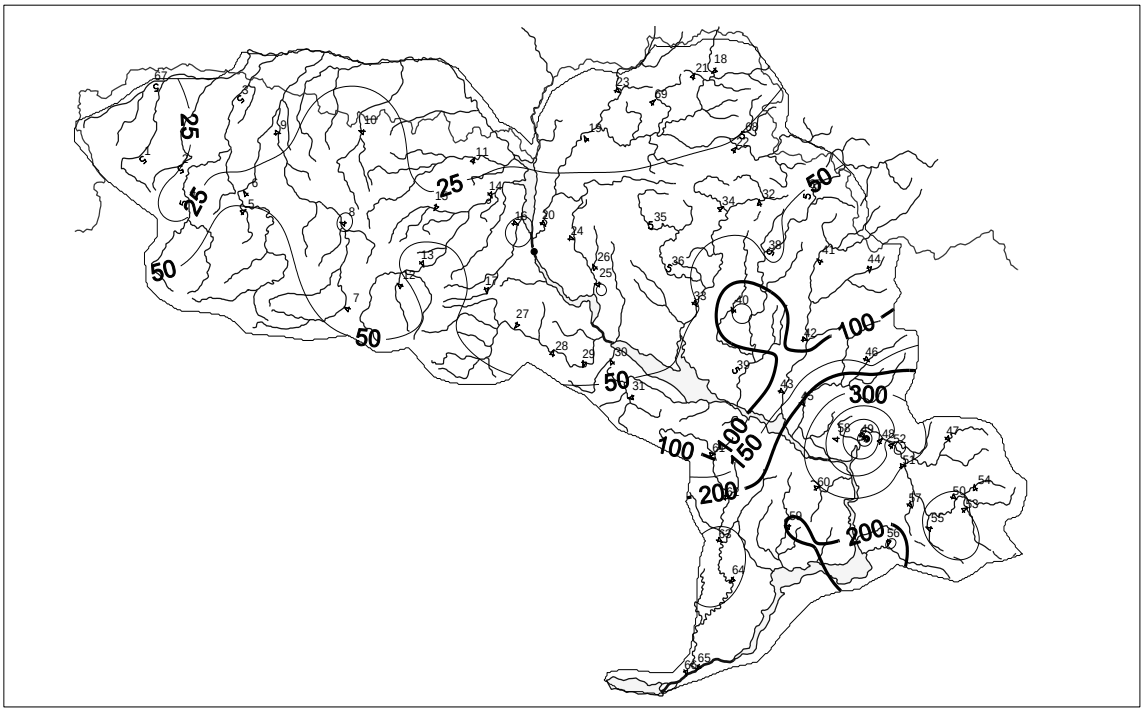


Рис. 6.24. **Розподіл величин вмісту іонів лужних металів у воді річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—25— ізолінія концентрації, мг/дм^3)

У цілому, для розподілу вмісту лужних металів як за територією басейну Дніпра, так і в залежності від формування витрат води річок різної забезпеченості характерні тенденції, що відмічені й для інших катіонів – кальцію, магнію – та сульфатних і хлоридних іонів. Ці тенденції обумовлені, у цілому, взаємодією різноманітних чинників, переважно фізико-географічних, гідрогеологічних і антропогенних, про які вже йшлося вище.

6.2. Мінералізація води річок у меженний період

Середні величини мінералізації води річок басейну в літньо-осінню та зимову межень при середньомісячних витратах 5-50 % та менших – 50-95 % забезпеченості представлені у табл. 6.1. Сформовані за таким принципом, з огляду на наявні дані, вибіркові сукупності та середні значення, як і для головних іонів, вперше у практиці гідрохімічних досліджень, характеризують хімічний склад і мінералізацію води річок басейну Дніпра у літньо-осінню та зимову межень при формуванні витрат різної забезпеченості. Для оцінки просторового розподілу середніх величин мінералізації води річок басейну Дніпра при витратах більше та менше 50 % забезпеченості, як і для головних іонів, побудовано картосхеми (рис. 6.25-6.28).

Зважаючи на те, що річковими водами басейну Дніпра забезпечується водопостачання більшої частини населення України, на картах виділено ізолінії величини мінералізації (ізогалини) 600, 1000, 1500, 2000 та 2500 мг/дм^3 згідно з сучасною класифікацією природних вод за мінералізацією, що запропонована В.К. Хільчевським у 2003 р. [142]. Ця класифікація враховує сучасні вимоги до фізіологічної повноцінності питної води в плані практичних вимог до її використання. Так, виділення „дуже прісної води” (<100 мг/дм^3) логічно пов`язані із суттєвим погіршенням її якості як питної у фізіологічному відношенні. Річкових вод з такою мінералізацією, тобто менше 100 мг/дм^3, у меженний період у басейні Дніпра не виявлено. Виділення „помірно прісної води” (100-600 мг/дм^3) і „прісної води з підвищеною мінералізацією” (600-1000 мг/дм^3) пояснюється гігієнічними вимогами Всесвітньої організації охорони здоров`я (ВООЗ) до води вищої питної якості та нормативами до питної води у США, за якими оптимальним вважається інтервал 150-600 мг/дм^3. За вимогами МОЗ України (ДсанПіН 383-96) „Вода питна, гігієнічні вимоги до якості води централізованого водопостачання”, введеними у дію з 01.01.2000 р., за фізіологічною повноцінністю мінерального складу рекомендується споживати воду з мінералізацією в межах 100-1000 мг/дм^3. У посушливих районах (переважно степової зони України) та за певних екстремальних умов при дефіциті прісної води може допускатися споживання „маломінералізованої” (до 3000 мг/дм^3) води. При цьому допустимою вважається вода з мінералізацією 2000-2500 мг/дм^3. Річкові води з мінералізацією вище 3000 мг/дм^3 у меженний період у басейні Дніпра

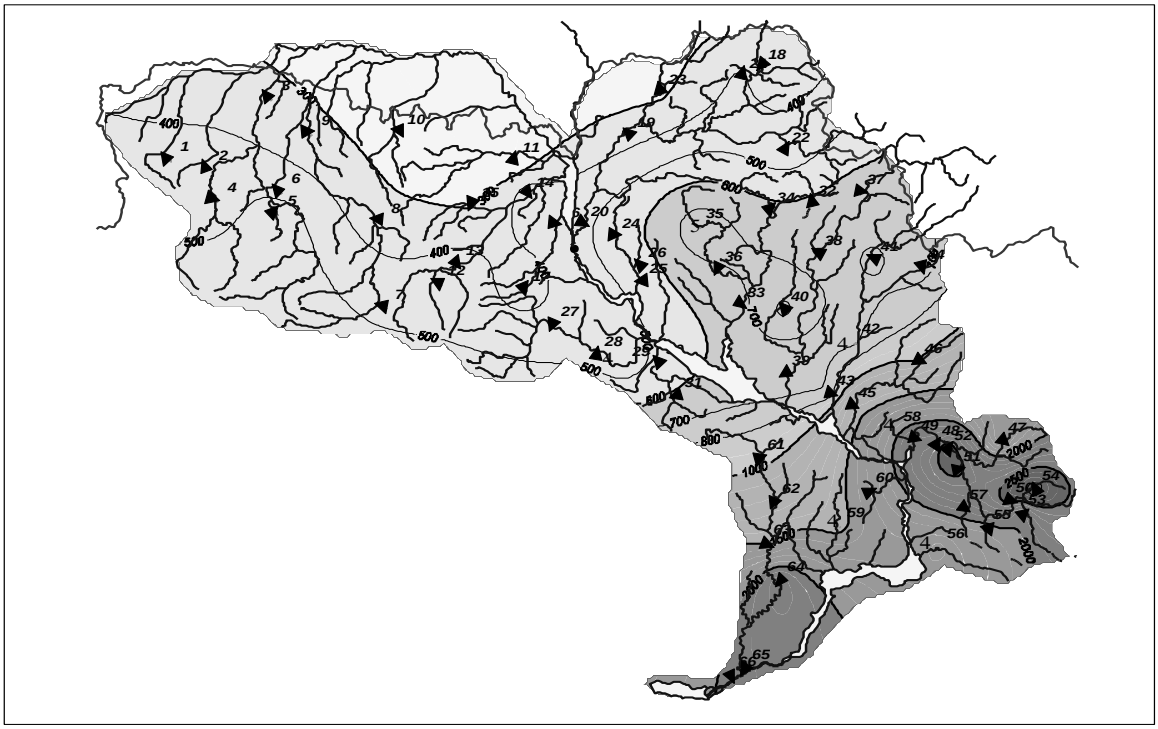


Рис. 6.25. **Розподіл величин мінералізації води річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—2000— ізогалина, мг/дм^3)

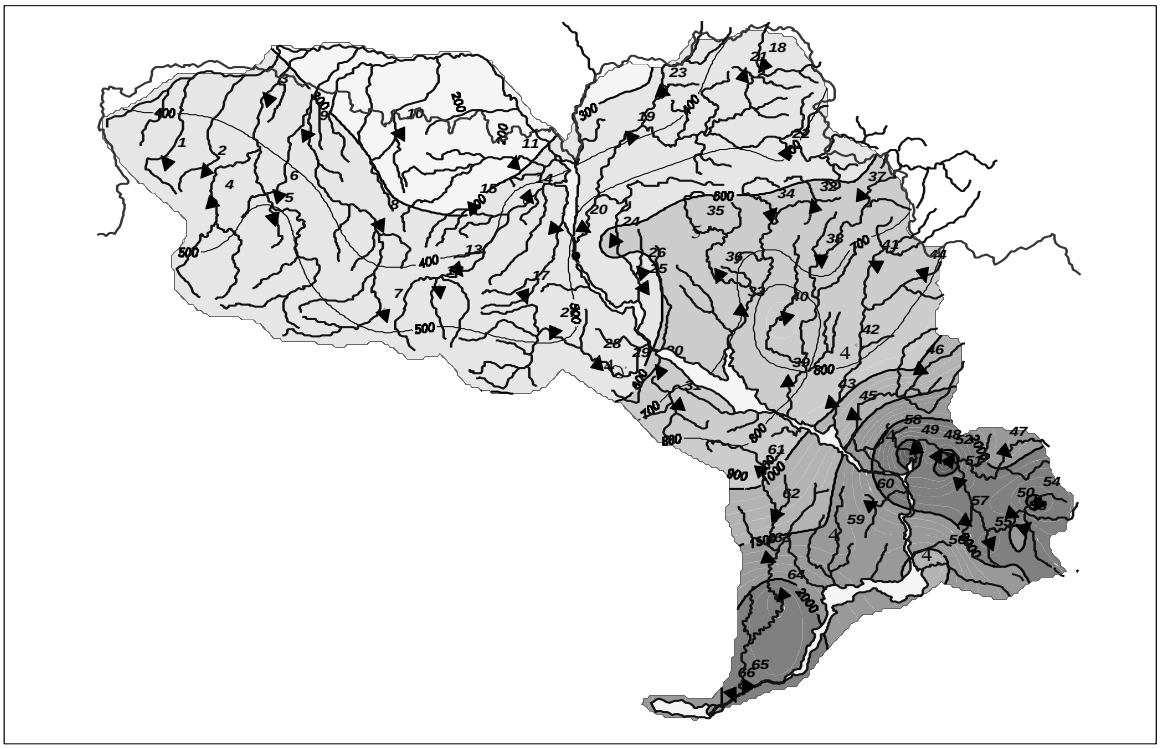


Рис. 6.26. **Розподіл величин мінералізації води річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—2000— ізогалина, мг/дм^3)

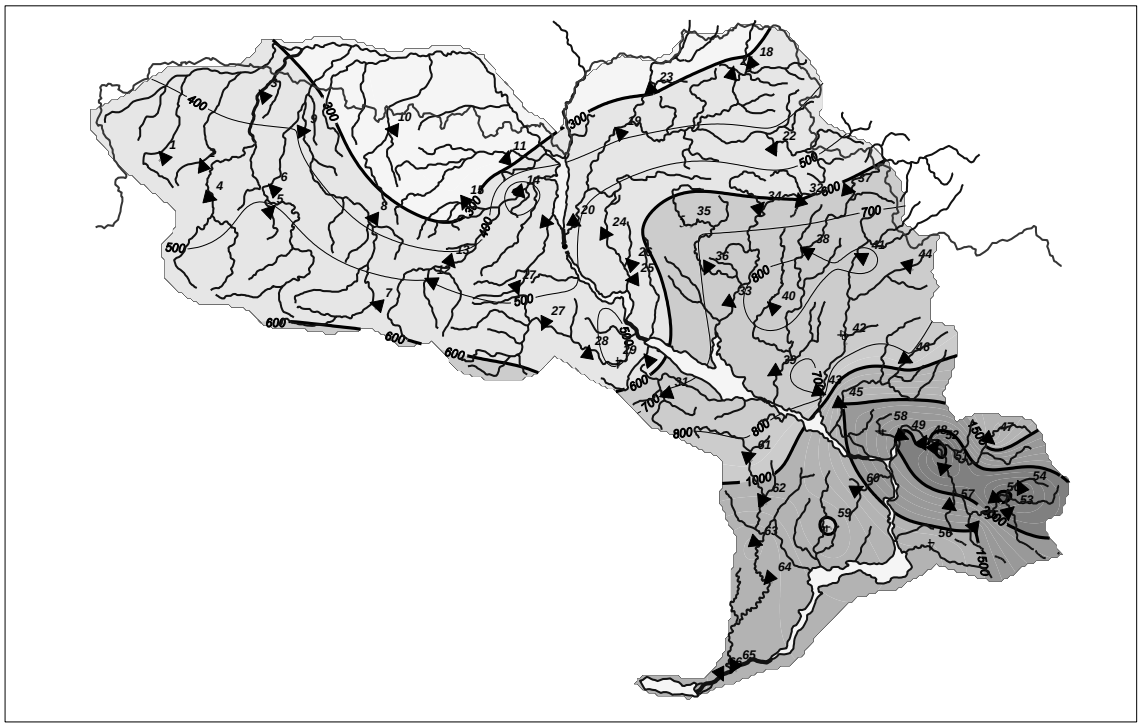


Рис. 6.27. **Розподіл величин мінералізації води річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 5-50 % забезпеченості**
(—2000— ізогалина, мг/дм^3)

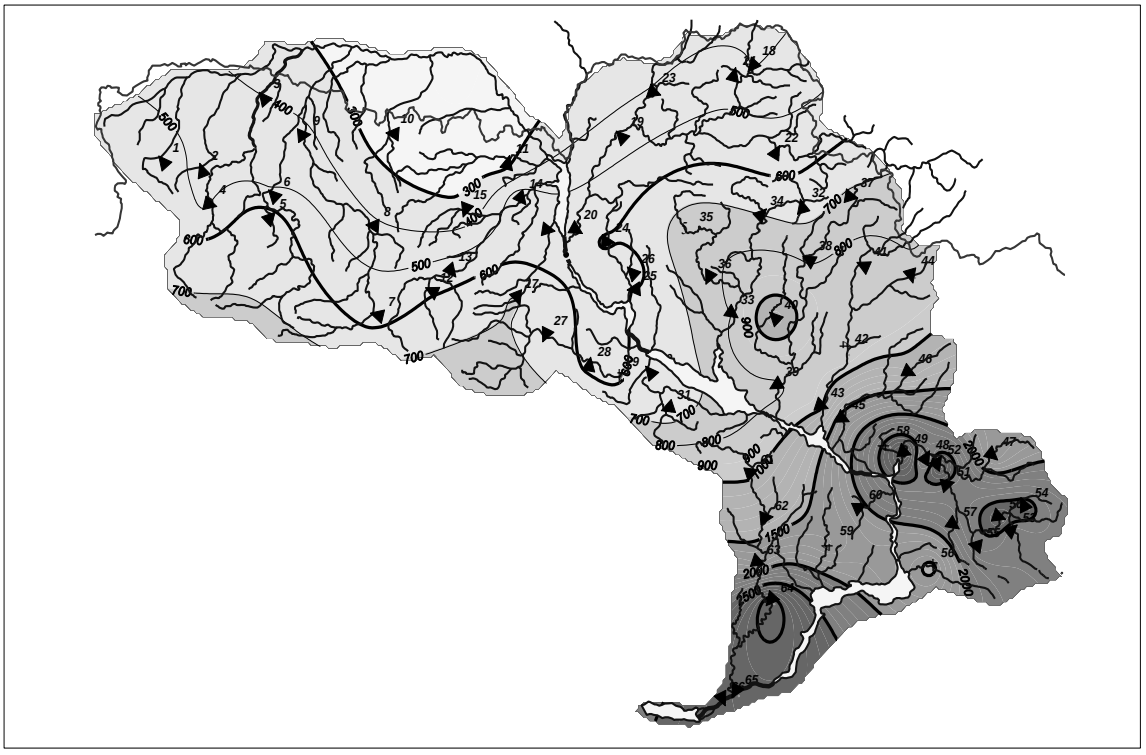


Рис. 6.28. **Розподіл величин мінералізації води річок басейну Дніпра в зимову межень за витрат 50-95 % забезпеченості**
(—2000— ізогалина, мг/дм^3)

практично відсутні, однак у басейнах річок Самара та Вовча така мінералізація, тобто вище за 3000 мг/дм^3 інколи спостерігається.

Не вдаючись до детального аналізу одержаних результатів, що вже опубліковані [124, 125], доречно відзначити наступні моменти у розподілі величин мінералізації річкових вод басейну Дніпра у періоди літньо-осінньої та зимової межені при витратах 5-50 % та 50-95 % забезпеченості.

У територіальному плані мінералізація води річок басейну Дніпра, як і для сульфатних, хлоридних іонів та катіонів, має чітку тенденцію до зростання з північного заходу на південний схід. Так, найменші величини мінералізації, до 200 мг/дм^3, у меженний період спостерігаються на півночі Житомирського Полісся (річки Уборть, Уж) і зростають до 400-500 мг/дм^3 у річках Волинського та Чернігівського Полісся. У річках лісостепової зони мінералізація збільшується від 600 до 1000 мг/дм^3, при цьому ізогалина 600 мг/дм^3 знаходиться значно північніше для лівобережних приток Дніпра, порівняно з правобережними притоками (рис. 6.25-6.28). Слід зауважити, що при формуванні мінімальних витрат у зимову межень, тобто 50-95 % забезпеченості, ізогалина 600 мг/дм^3 охоплює також верхів`я річок Волинського та Київського Полісся (рис. 6.28). Тобто, у цьому випадку досить чітко виявляється зростання мінералізації за рахунок підвищення вмісту переважно гідрокарбонатів та менше – сульфатів. Ізогалина 1000 мг/дм^3 практично співпадає із межею лісостепової та степової зон, про що вже згадувалося [53]. На правобережжі Дніпра вона охоплює верхів`я р. Інгулець, а на лівобережжі відокремлює басейн р. Ворскла, що знаходиться у лісостеповій зоні, від басейну р. Орель, що розташований вже у межах степової зони.

У воді лівобережних приток Дніпра, що знаходяться у степовій зоні, мінералізація зростає досить різко, у середньому до 1200-1600 мг/дм^3 у воді р. Орель та досягаючи максимальних значень, 2000-2900 мг/дм^3 у воді річок басейнів Самари та Вовчої. Це пояснюється різким підвищенням вмісту аніонів, за винятком гідрокарбонатних, та катіонів, що надходять до цих річок зі стічними шахтними водами Західного Донбасу. Досить детально формування хімічного складу річок Самара та Вовча розглянуто у роботах [85, 160]. Зазначено, що мінералізація води р. Вовча − с. Васильківка за 60 років (з 1938 по 1996 рр.) зросла у 3,45 рази – з 898 до 3103 мг/дм^3, а найбільший внесок при цьому був за рахунок сульфатів, натрію, магнію, хлоридів. При цьому вміст гідрокарбонатів кальцію з 1970 р. знижувався. Таке зниження, у цілому, для річок степової зони пояснюється трансформацією хімічного складу – тобто при збільшенні вмісту сульфатів і хлоридів, гідрокарбонати кальцію виводяться з водного середовища, про що вже йшлося. Важливим для нас висновком роботи [160] є встановлення тісної кореляційної залежності між концентраціями деяких головних іонів і величин мінералізації у цілому, а також витратами води у річці – чим меншими були витрати, тим більшою була концентрація солей. Про скидання мінералізованих вод підприємств гірничо-металургійного комплексу Кривбасу в річки Інгулець і арегульов йдеться в роботі [5].

У літньо-осінню межень на більшості річок спостерігається тенденція до підвищення мінералізації при менших витратах (50-95 % забезпеченості) порівняно з мінералізацією води при більших витратах (5-50 % забезпеченості). Найбільш чіткою вона виявилася для таких річок, як Гнилоп`ять − м. Бердичів, Тетерів − м. Радомишль, Унава − м. Фастів, Головесня − с. Покошичі, Снов − с. Носівка, Трубіж − смт Баришівка та м. Переяслав − Хмельницький, Рось − м. Біла Церква та м. Богуслав, Вільшанка − с. Мліїв, Тясмин − с. Велика Яблунівка, Хорол − м. Миргород, Самара − с. Коханівка, Конка − с. Камишеваха тощо. Наприклад, вода р. Тетерів, при середніх витратах 4,7 $м^3/с$ мала середню мінералізацію 510 $мг/дм^3$, а при витратах 15,7 $м^3/с$ вона зменшилася до 461 $мг/дм^3$. Вода р. Унава при середніх витратах 0,65 $м^3/с$ мала мінералізацію 446 $мг/дм^3$, а при витратах 12,6 $м^3/с$ вона зменшилася до 359 $мг/дм^3$. У р. Хорол при витратах 0,57 $м^3/с$ мінералізація становила 1014 $мг/дм^3$, а при витратах 2,5 $м^3/с$ значно зменшувалася – до 830 $мг/дм^3$.

У цілому ж, ізолінії величини мінералізації при менших і більших витратах річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень відрізняються незначною мірою, особливо ізолінії 1000 та 1500 $мг/дм^3$, але тенденція до більшого зміщення ізоліній, що характеризують більші витрати, у південно-східному напрямку порівняно з ізолінією мінералізації при менших витратах, помітна. Вказана тенденція значно чіткіше виявляється для зимової межені, оскільки цей період характеризується більшим перевищенням мінералізації води річок при менших витратах порівняно з мінералізацією при більших витратах. Так, ізолінія мінералізації 600 $мг/дм^3$ при витратах 5-50 % забезпеченості знаходиться значно південніше такої самої ізолінії, що характеризує менші витрати 50-95 % забезпеченості. Досить чітко така закономірність виявляється й для ізогалин 1000, 1500, 2000 $мг/дм^3$.

Таким чином, за несприятливих умов формування стоку річок басейну Дніпра в меженний період мінералізація води більшості з них знаходиться в межах 300-1000 $мг/дм^3$, тобто є оптимальною за нормативними вимогами, і тільки у межах степової зони підвищується до 2500-3000 $мг/дм^3$, тобто перевищує нормативні вимоги.

6.3. Антропогенна складова іонного стоку річок

До елементів антропогенного навантаження відносять скиди промислових та господарсько-побутових стічних вод, зливові води з урбанізованих територій, поверхнево-схиловий сільськогосподарський стік, дренажний стік із осушувальних земель та частку іонного стоку за рахунок збільшення мінералізації опадів через викиди у атмосферу підприємств промисловості та енергетики, що зумовлює антропогенний вплив навіть на незаселені території.

Вивчення антропогенної складової річок басейну Дніпра проводилися і раніше [37], але при цьому використовувалися порівняно невеликі ряди спостережень, або визначали антропогенний вплив опосередковано, через

співвідношення певних складових, які для річок с природним вмістом іонів мають постійне співвідношення [89]. Іншою методикою розрахунку антропогенної частки іонного стоку є дослідження різниці між концентраціями компонентів у верхній течії річки, які приймали за природний фон, та у нижній частині [37, 89]. Але така методика практично не враховувала збільшення концентрацій іонів за рахунок розвантаження у річкову мережу підземних вод (як правило підвищеної мінералізації), особливо у меженний період.

У межах Українського Полісся практично відсутні річки, які б не знаходилися під довготривалим впливом господарської діяльності, тому мова може йти лише про визначення відносного антропогенного навантаження на річковий басейн. При цьому природний фон виявити в сучасний період вже неможливо. В останні роки з'явилися публікації про зменшення антропогенного навантаження на річкові басейни і, навіть, по деяким показникам повернення до „відносних фонових" значень. Тому дослідження мінімального стоку за останні 10-12 років та порівняння його характеристик з попередніми періодами досліджень становить значний практичний та науковий інтерес.

Визначення антропогенного навантаження на річковий басейн у межень особливо важливо для більш ефективного планування та використання водних ресурсів у найбільш несприятливий період формування стоку.

Для визначення антропогенної складової іонного стоку вибрано 6 пунктів спостереження на річках Українського Полісся - річки Турія (період спостережень – 1968-2001 рр.), Стир (з періодом – 1950-2001 рр.), Устя (1973-2001 рр.), Горинь (1950-2001 рр.), Тетерів (1960-2001 рр.), Десна (1960-2001 рр.), тобто у регіонах, які відзначаються різним антропогенним навантаженням. Репрезентативне та коректне визначення антропогенної складової можливо при значному періоді спостережень за гідрологічним та гідрохімічним режимом, що дає можливість виділити на досліджених водних об'єктах мало- та багатоводний періоди, а також період „відносного гідрохімічного фону". Дані, якими оперували, охоплюють в основному період з 1950 по 2001 рр. за такими показниками якості води як: головні іони та мінералізація води, амонійний, нітратний та нітритний азот – тобто за характеристиками хімічного складу, які найбільше забезпечені інформацією.

За даними спостережень побудовані часові графіки змін середньодобових витрат та концентрацій досліджуваних хімічних елементів в окремих пробах води в літньо-осінню та зимову межень. Найбільш характерні з них, як приклад, представлені на рисунках 6.29-6.31.

Попередній аналіз графіків показав, що у часовому ряді по досліджених річках можна чітко виділити за вмістом хімічних компонентів, три періоди:

1. Період мінімального антропогенного навантаження на річковий басейн, який нами прийнятий за „відносний фоновий". Це, в основному, передвоєнні та повоєнні роки минулого сторіччя. Вплив господарської діяльності людини у цей період на іонний стік річок вважається мінімальним внаслідок низького рівня розвитку промисловості та впливу

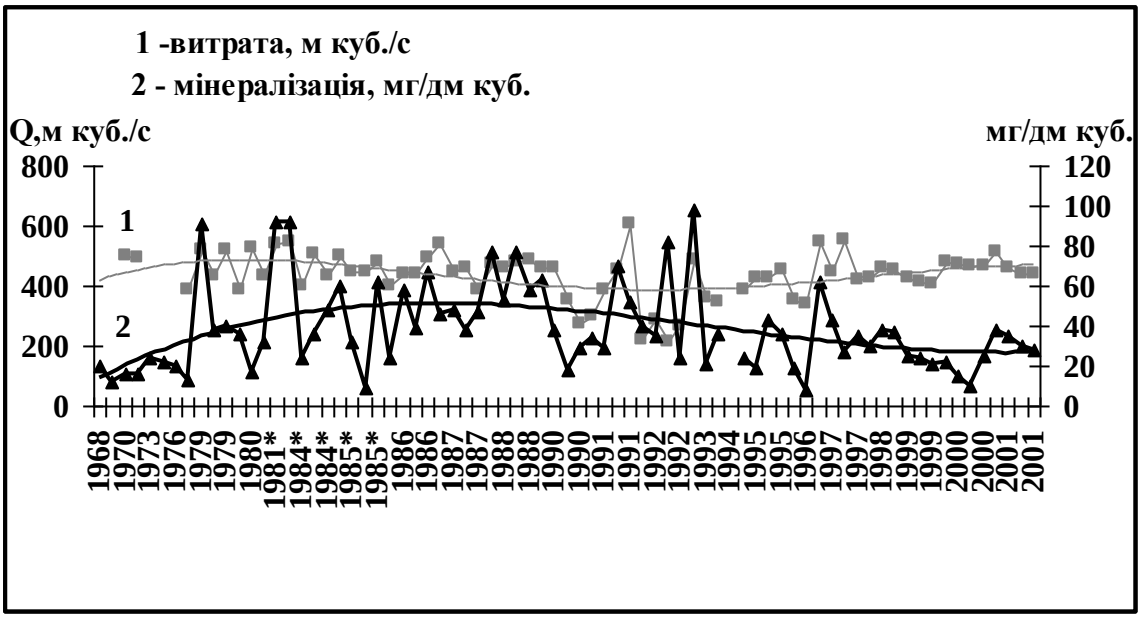


Рис. 6.29. **Динаміка розподілу величин мінералізації та витрат води р. Турія − м. Ковель у період літньо-осінньої межені за 1968-2001 рр.**

Примітка: * - тут і у подальшому на рисунках незначне зміщення постів спостережень.

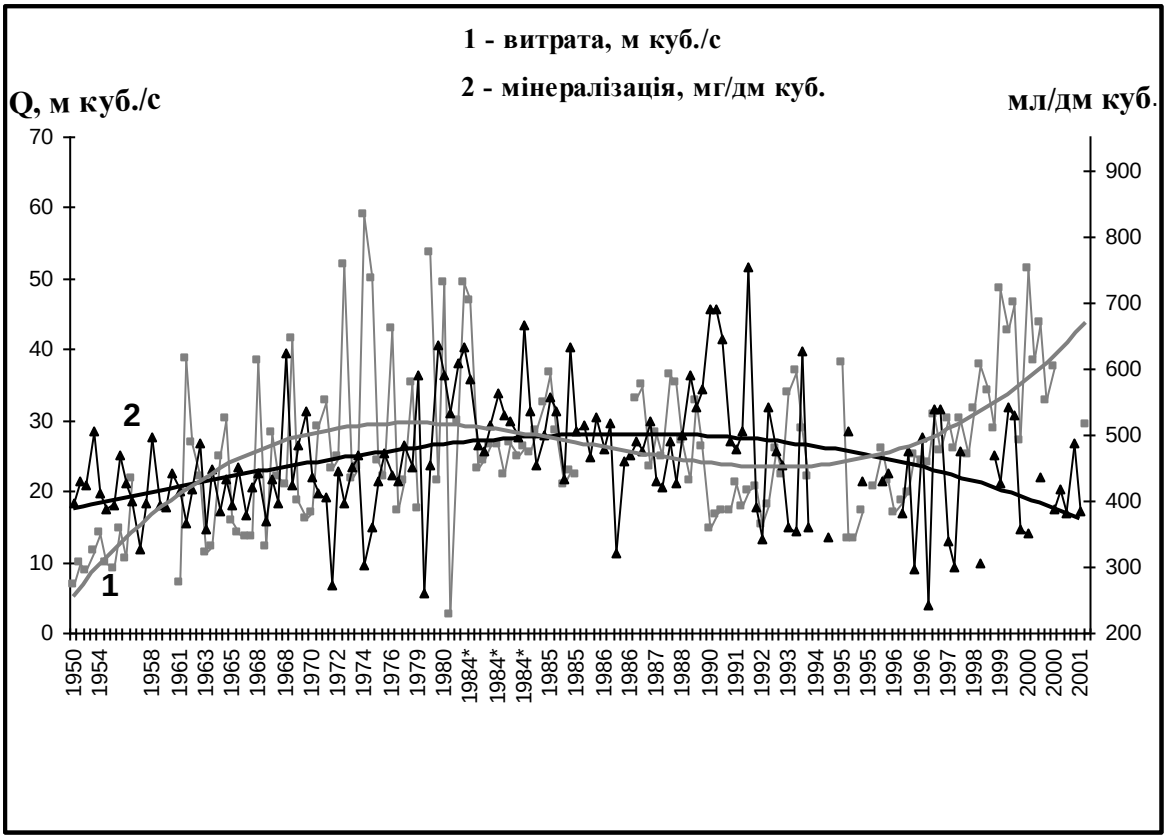


Рис. 6.30. **Динаміка величини мінералізації та витрат води р. Горинь − смт Оржів у період літньо-осінньої межені за 1950-2001 рр.**

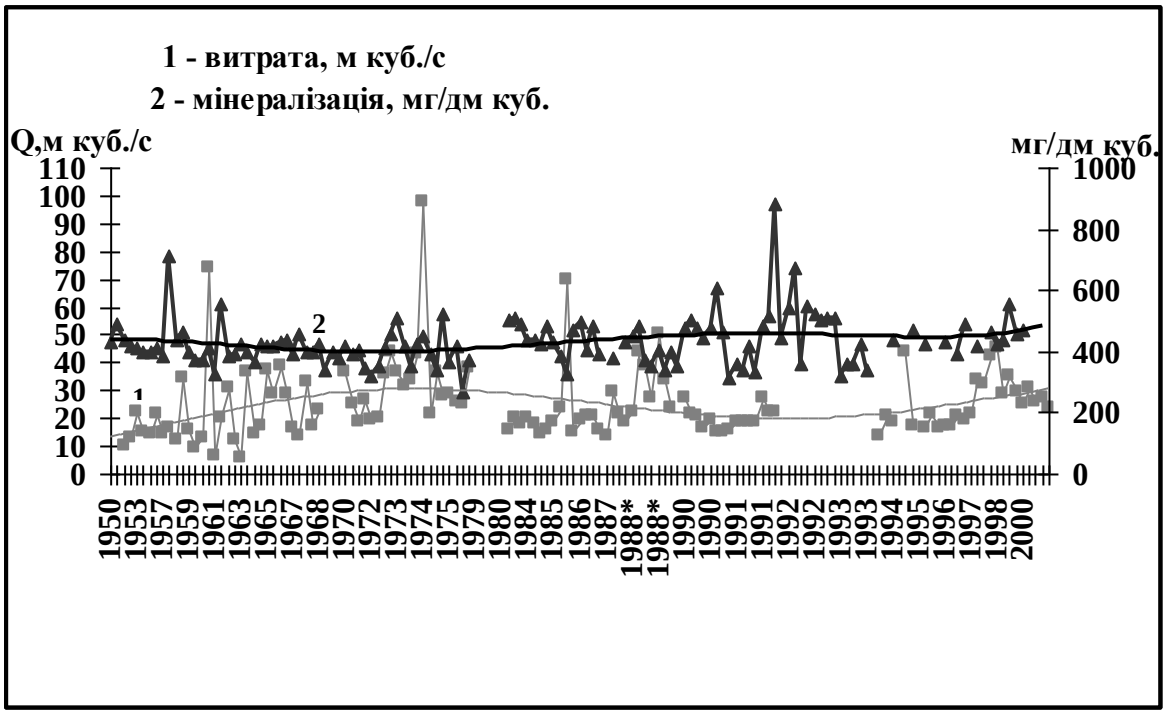


Рис. 6.31. **Динаміка розподілі величини мінералізації та витрат води р. Стир – м. Луцьк у період літньо-осінньої межені за 1950-2001 рр.**

сільськогосподарського виробництва. зарегульованість стоку була порівняно незначною, меліоративні заходи майже не проводилися.

2. Період зростання концентрацій іонів внаслідок збільшення скидів забруднених промислових стічних вод, інтенсивного розвитку сільського господарства та його хімізації, росту міст, збільшення мінералізації атмосферних опадів, осушувальних меліорацій [52, 55-58]. Цей період припадає на 60-90 рр. XX сторіччя. Слід зазначити, що водність першого та другого періодів практично однакова.

3. Період зменшення концентрацій іонів, який співпадає із зменшенням скидів промислових стічних вод та занепадом сільськогосподарського виробництва. Він характеризується помітним зменшенням концентрацій іонів, по деяким показникам навіть меншими за перший „відносний фоновий" період.

На різних водозборах початок та кінець кожного періоду хронологічно виділявся індивідуально, що обумовлюється нерівномірністю динаміки розвитку промислового і сільськогосподарського виробництва на території Українського Полісся (табл.6.5).

Встановлено, що по переважній більшості пунктів спостережень найбільшими значеннями концентрацій хімічних речовин відрізнявся період, який припадає на 70-і рр.- початок 90-х. Наступний період характеризується деяким зменшенням концентрацій, а по деяких пунктах спостережень (р. Тур'я – м. Ковель, р. Тетерів – м. Житомир, р. Десна – м. Чернігів) спостерігається зменшення концентрацій до значень менше „відносних фонових", чому сприяло, певною мірою збільшення водності річок. На інших

Таблиця 6.5. **Періоди антропогенного навантаження на річки Українського Полісся**

Річка-пункт	Період для літньо-осінньої межені			Період для зимової межені		
	I	II	III	I	II	III
р.Турія-м.Ковель	1968-1979	1980-1992	1993-2001		1969-1988	1990-2001
р.Стир-м.Луцьк	1950-1972	1973-1993	1994-2001	1950-1966	1967-1987	1994-2001
р.Устя-м.Рівне		1969-1990	1991-2001		1973-1990	1991-2001
р.Горинь-м.Оржів	1950-1955	1956-1992	1993-2001	1951-1961	1962-1990	1991-2001
р.Тетерів-м.Житомир	1967-1980	1981-1992	1993-2001	1971-1985	1986-1992	1993-2001
р.Десна-м.Чернігів	1969-1976	1977-1997	1998-2001		1973-1987	1988-2001

досліджуваних річках спостерігається постійне зростання вмісту іонів натрію, сульфатів та хлоридів.

Для азотних речовин картина дещо більш різноманітна. Великий вплив на формування їх концентрацій становив розвиток хімізації сільського господарства, будівництво великих тваринницьких комплексів та середніх і малих водосховищ у руслах річок. Внесення мінеральних добрив та вплив тваринництва призводили до збільшення їх вмісту у поверхневих водах, а водосховища внаслідок внутрішньоводойменних процесів зменшують їх концентрації, залучаючи у внутрішній кругообіг [89]. Тому і зміни їх концентрацій коливаються по різних пунктах спостережень, від зменшення вдвічі у останні роки, до збільшення у десятки разів у період підйому сільськогосподарського виробництва. Але у цілому в останні роки спостерігається чітка тенденція до зменшення концентрацій неорганічних сполук азоту в поверхневих водах півночі України.

Статистичні дослідження кореляційних залежностей між витратами води та вмістом хімічних речовин у літню та зимову межень показали, що певна тенденція до зменшення мінералізації із збільшенням витрат для літньо-осінньої і зимової межені у певній мірі спостерігається. Відмічені суттєві статистичні зв'язки між вмістом сульфатів, хлоридів та загальної мінералізації і витратами води на річках Горинь, Тетерів, Уж, Устя, Десна. Коефіцієнти парної кореляції від'ємні і коливаються від -0,32 до -0,79.

Стосовно азотних сполук (амоній, нітрати, нітрити), то статистично суттєві коефіцієнти парної кореляції спостерігалися влітку по пунктах: р.Горинь – м.Оржів (нітрати -0,36, нітрити -0,35) та р.Десна – м.Чернігів (відповідно +0,26 та -0,27); взимку: р.Тетерів – м.Житомир (+0,5 амоній) та р.Тур'я – м.Ковель (+0,51 нітрити). Це свідчить про різні умови формування їх концентрацій у басейнах досліджуваних річок.

Показник тісноти зв'язку між загальною мінералізацією та витратами води по даних пунктах спостережень становить 19%, тобто досить незначний, що пояснюється тим, що зміна водності у меженний період спричинена, перш за все, „спрацюванням" запасів підземних (переважно ґрунтових) вод, які мають досить постійний хімічний склад.

Серед досліджених кореляційних залежностей між вмістом гідрохімічних компонентів звертають на себе увагу суттєві позитивні показники тісноти зв'язку між сульфатами та хлоридами, між сульфатами та загальною мінералізацією та загальною мінералізацією і вмістом хлоридів. Серед азотистих сполук можна виділити досить значний показник зв'язку між загальною мінералізацією і вмістом нітритів (більшість позитивних) та між вмістом нітратів та нітритів (усі коефіцієнти кореляції позитивні).

На основі виділених періодів по водності та зміні хімічного складу розраховували антропогенну складову іонного стоку окремо для кожної річки. Антропогенна складова іонного стоку річок Українського Полісся наведена у абсолютних величинах, крім того пораховано відсоткове перевищення вмісту досліджуваних компонентів порівняно з відносним фоновим періодом.

Розрахунок відносного антропогенного навантаження вперше проведений у літньо-осінню та зимову межень по річках Українського Полісся по багаторічним рядам спостережень за хімічним складом та фактичними витратами води річок (по деяких пунктах починаючи з 50 рр. минулого сторіччя) по 2000-2001 рр. і наведений у вигляді модулів іонного стоку (табл. 6.6).

Після визначення періодів антропогенного впливу („відносного фонового", періоду зростання антропогенного навантаження та періоду відносної стабілізації) наступним етапом досліджень був обрахунок середніх концентрацій досліджуваних компонентів (головні іони, загальна мінералізація, іони амонію, нітрити та нітрати) за виділені періоди, та визначення відносного перевищення (зменшення) концентрацій за ці періоди. При цьому перший період приймався за „відносний фоновий" (100%), а решта порівнювались відносно нього. Якщо у ряді спостережень не можна було виділити фонового періоду, то збільшення антропогенного навантаження обраховували відносно періоду стабілізації, який припадає, зазвичай на 90-і роки минулого століття.

Як показали результати досліджень, антропогенна складова іонного стоку у період літньо-осінньої та зимової межені збільшується у порівняні з попередніми дослідженнями [37, 89, 58], де для розрахунків приймалися ряди спостережень за весь рік. Перевищення концентрацій по деяких іонах становить 200-500%, а по азотним сполукам – тисячі відсотків, що говорить про значне антропогенне навантаження на водні ресурси у цей період.

Характерною особливістю кожного меженного періоду є те, що перевищення фонових значень по азотних сполуках переважає у зимовий період. У цей час їх концентрації збільшуються у кілька разів порівняно з природним фоновим вмістом. Особливо це стосується нітратів, збільшення

концентрацій яких зафіксовано у більшості пунктів спостережень. В той час, як у літній період є більш характерним зростання концентрацій головних іонів, що, очевидно пов'язано із збільшенням випаровуваності з поверхні водозбору і створення умов для їх накопичення на ньому.

Слід зазначити, що практично по усіх пунктах спостережень у період збільшення антропогенного навантаження на водні об'єкти відбувався значний ріст концентрацій практично усіх досліджуваних компонентів [10]. Винятки, незначні, стосуються азотистих сполук, зменшення концентрацій яких у цей період пов'язане із будівництвом водосховищ, де в результаті інтенсивного розвитку водоростей відбувалося їх поглинання з водної товщі.

Період відносної стабілізації, як вже зазначалося припадає на 90-і роки минулого сторіччя і характеризується зменшенням промислового та сільськогосподарського виробництва. По деяких пунктах спостережень відбувається навіть зниження концентрацій окремих компонентів нижче відносних фонових значень. Це пов'язано, можливо, також із початком циклу збільшення водності. Але відновлення природного фонового вмісту по усіх досліджуваних речовинах не зафіксовано у жодному пункті спостережень. Можна тільки констатувати наближення цих показників до природного фону.

Таблиця 6.6. **Динаміка змін модулів (середньомісячні за період) стоку сульфат-, хлорид-іонів, величини мінералізації та нітратів у річках Українського Полісся під час літньо-осінньої (1) та зимової (2) межені**

Річка-пункт	Період	SO_4^{2-}, т/км^2		Cl^-, т/км^2		$\sum_i$, т/км^2		NO_3^-, кг/км^2	
		1	2	1	2	1	2	1	2
р.Турія - м.Ковель	I	0,18	-	0,11	-	2,90	-	4,70	-
	II	0,30	0,33	0,16	0,18	2,69	3,62	1,90	1,70
	III	0,15	0,19	0,07	0,10	2,13	2,36	1,10	3,20
р.Стир - м.Луцьк	I	0,16	0,41	0,06	0,11	3,43	8,62	2,50	2,10
	II	0,35	0,62	0,25	0,40	4,17	7,82	3,60	3,30
	III	0,22	0,29	0,18	0,18	4,21	4,80	2,30	2,60
р.Устя - м.Рівне	I	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	0,37	0,35	0,25	0,26	3,26	3,23	2,30	3,50
	III	0,20	0,31	0,24	0,30	3,90	4,97	4,70	12,50
р.Горинь - м.Оржів	I	0,10	0,10	0,01	0,02	1,27	1,83	2,00	1,00
	II	0,35	0,33	0,17	0,16	3,51	3,36	3,80	3,30
	III	0,43	0,32	0,19	0,21	3,51	3,76	9,40	13,30
р.Тетерів - м.Житомир	I	0,16	0,27	0,16	0,38	1,63	2,78	0,60	0,50
	II	0,17	0,21	0,18	0,21	1,60	1,81	0,40	0,50
	III	0,12	0,22	0,27	0,24	1,85	2,37	0,40	1,30
р.Десна - м.Чернігів	I	0,14	-	0,06	-	1,68	-	0,30	-
	II	0,26	0,23	0,19	0,15	3,05	3,16	0,90	1,50
	III	0,11	0,28	0,15	0,21	2,94	3,77	1,30	1,30

Примітка: „-„ – дані відсутні

При дослідженні виявлені і цікаві винятки (зменшення концентрацій сульфатів по пункту р. Десна – м. Чернігів у періоди росту навантаження та відносної стабілізації відповідно на 50% та 40%), які вимагають окремого пояснення.

Стосовно динаміки зміни середньомісячних модулів іонного стоку, то зменшення їх величин у третій, виділений нами період, зафіксовано практично по всіх досліджуваних річках (табл. 6.6). Виключення становить лише р.Горинь - м.Оржів, де ці показники зростають протягом всього періоду досліджень (по деяких показниках у 3-13 разів). Слід зауважити, що ріст показників модулів в цілому іонного стоку відбувався за рахунок сульфатних та хлоридних іонів.

Таким чином, у часовому ряді по досліджених річках у літньо-осінню і зимову межень можна чітко виділити, за вмістом хімічних компонентів, три періоди: „відносний фоновий”, період зростання концентрацій іонів і період зменшення концентрацій іонів. При цьому спостерігається загальна тенденція до зменшення величин мінералізації із збільшенням витрат, а по деяких пунктах – навіть інколи зменшення концентрацій до значень нижче „відносних фонових”, чому сприяло, можливо, збільшення водності річок. Але для іонів натрію, сульфатів та хлоридів на багатьох пунктах спостерігається стабільне зростання їх вмісту під впливом, зазвичай, антропогенних чинників.

В останні роки спостерігається також досить виражена чітка тенденція до зменшення концентрацій неорганічних сполук азоту у поверхневих водах Українського Полісся в меженний період.

Антропогенна складова іонного стоку у період літньо-осінньої та зимової межені у порівняні з попередніми дослідженнями, де для розрахунків приймалися ряди спостережень за весь рік помітно збільшується, а перевищення концентрацій по деяким іонам становить 200-500%, а по азотистим сполукам – тисячі відсотків.

Відновлення природного фонового вмісту по більшості досліджуваних речовин не зафіксовано у жодному пункті спостережень.

РОЗДІЛ 7

РАЙОНУВАННЯ БАСЕЙНУ ДНІПРА ЗА ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ

Проблема гідрохімічного та гідрологічного районування є дуже важливою в науковому та практичному аспектах. При районуванні, тобто виділенні районів як об`єктивно існуючих природних комплексів, виявляються закономірності розподілу за територією компонентів, що характеризують хімічний склад річкових вод, показники їх стоку тощо.

На основі аналізу закономірностей розподілу по території показників, які характеризують режим річкових вод та їх хімічний склад, виділяються окремі райони з урахуванням, зазвичай, всіх головних природних чинників, насамперед фізико-географічних та, у даному випадку, при дослідженні мінімального стоку, геолого-структурної будови і гідрогеологічних умов. Таким чином, типові для усіх річкових басейнів даного району закономірності визначаються, в першу чергу, однотипністю цих районів за природними умовами формування гідролого-гідрохімічного режиму. Практичне значення районування полягає в тому, що при цьому виявляються нові закономірності гідрологічних і гідрохімічних явищ, що дає можливість диференційованого підходу в розрахунках і прогнозах та використання методу аналогії. На основі районування можливі правильні підходи до оптимального розміщення мережі пунктів спостережень та планування ефективного та раціонального використання водних ресурсів.

Гідрологічне районування, у зв’язку з раніше розпочатими спостереженнями за стоком річок, порівняно зі спостереженнями за їх хімічним складом, виникло раніше за гідрохімічне. Підходи до гідрологічного районування базуються на двох головних принципах – зональному (географічному) та басейновому (гідрологічному). Детально історія розвитку гідрологічного районування розглянута в роботі [40].

У цілому ж можна зазначити, що при різних методичних підходах та виборі чинників, які покладені в основу районування, основним є комплексний підхід, що враховує зональні (фізико-географічні) та гідрологічні (басейнові) характеристики території, що розглядаються. При гідрологічному районуванні мінімального стоку одним з головних чинників є також геологічна будова та гідрогеологічні умови території, особливо таких великих басейнів річок, як Дніпро.

Районування території України за умовами формування мінімального стоку річок вперше виконано, як вже зазначалося К.А.Лисенко [6, 147]. Виділення районів проводилося переважно за однорідністю гідрогеологічних умов, що було покладено в основу і при районуванні території України в подальших роботах [135, 159]. Таким чином, в основу районування було покладено не прямі гідрологічні показники мінімального стоку, а умови його

формування, що пояснюється певною мірою відсутністю достатньої інформаційної бази по стокових характеристиках меженного стоку.

При виділенні гідрохімічних районів у межах басейну Дніпра в меженний період нами за основу прийняті принципи районування, розроблені на кафедрі гідрології і гідрохімії та проблемній науково-дослідній гідрохімічній лабораторії Київського університету у 70-80-х рр. минулого сторіччя [33, 38, 53]. Районування території рівнинної частини України за умовами формування фізико-хімічної обстановки у річкових і підземних водах було виконано із врахуванням природних і антропогенних чинників та відповідно до фізико-географічного районування. Зокрема, для річкових вод басейну Дніпра на період літньої межені, за даними Держгідрометслужби України (до 1973 р.), виділено 13 гідрохімічних полів [33]. Оскільки районувалась уся територія рівнинної частини України, то у межі деяких виділених гідрохімічних полів, окрім приток Дніпра, були включені притоки інших річок за умовами статистичної однорідності гідрохімічних сукупностей. Наприклад, гідрохімічне поле № 11 об'єднує басейни річок Вільшанка, Тясмин, а також притоки Південного Бугу – річки Савранка, Кодима, Синиця, Синюха (без приток Гірський та Гнилий Тікич), верхів'я р. Інгул [33].

На сучасному етапі досліджень, з накопиченням досить великої бази гідролого-гідрохімічної інформації та можливістю використання математичних методів її обробки на комп'ютерах з відповідним програмним забезпеченням, з'явилася можливість районування річкових вод басейну Дніпра за прямими гідролого-гідрохімічними показниками з урахуванням природних (фізико-географічних і гідрологічних) умов формування мінімального стоку. При цьому важливими є виявлення періоду (місяців) формування мінімального стоку в межень в кожному районі, розрахунок модулів мінімального стоку різної забезпеченості та визначення хімічного складу річкових вод при мінімальних витратах, у даному випадку – 50-95 % забезпеченості.

Виділені за такими принципами райони показані на карті (рис. 7.1), а характеристики окремих районів – у табл. 7.1-7.2. Звичайно, як і при гідрологічному районуванні, яке проводилося раніше за умовами формування мінімального стоку, враховані також фізико-географічне та гідрогеологічне районування. Зрозуміло, що для території басейну Дніпра вплив природних чинників практично не змінився, як і вододіли між річками басейну Дніпра, тому межі виділених районів збігаються, як правило, з раніше проведеним районуванням [86, 135, 147]. Але у даному випадку розглядаються прямі характеристики, за якими вирізняються виділені райони, тобто модулі мінімального стоку та хімічний склад і мінералізація річкових вод.

Усього виділено 12 районів: 4 - у межах зони мішаних лісів, 6 – у межах Лісостепу і 2 – у степовій зоні. За максимальними величинами модулів середньомісячного та середньодобового стоку виділяються 2-ий та 5-ий райони, в межах яких живлення річок відбувається, переважно, за рахунок потужних водоносних горизонтів закарстованих вапняків крейдяних відкла-

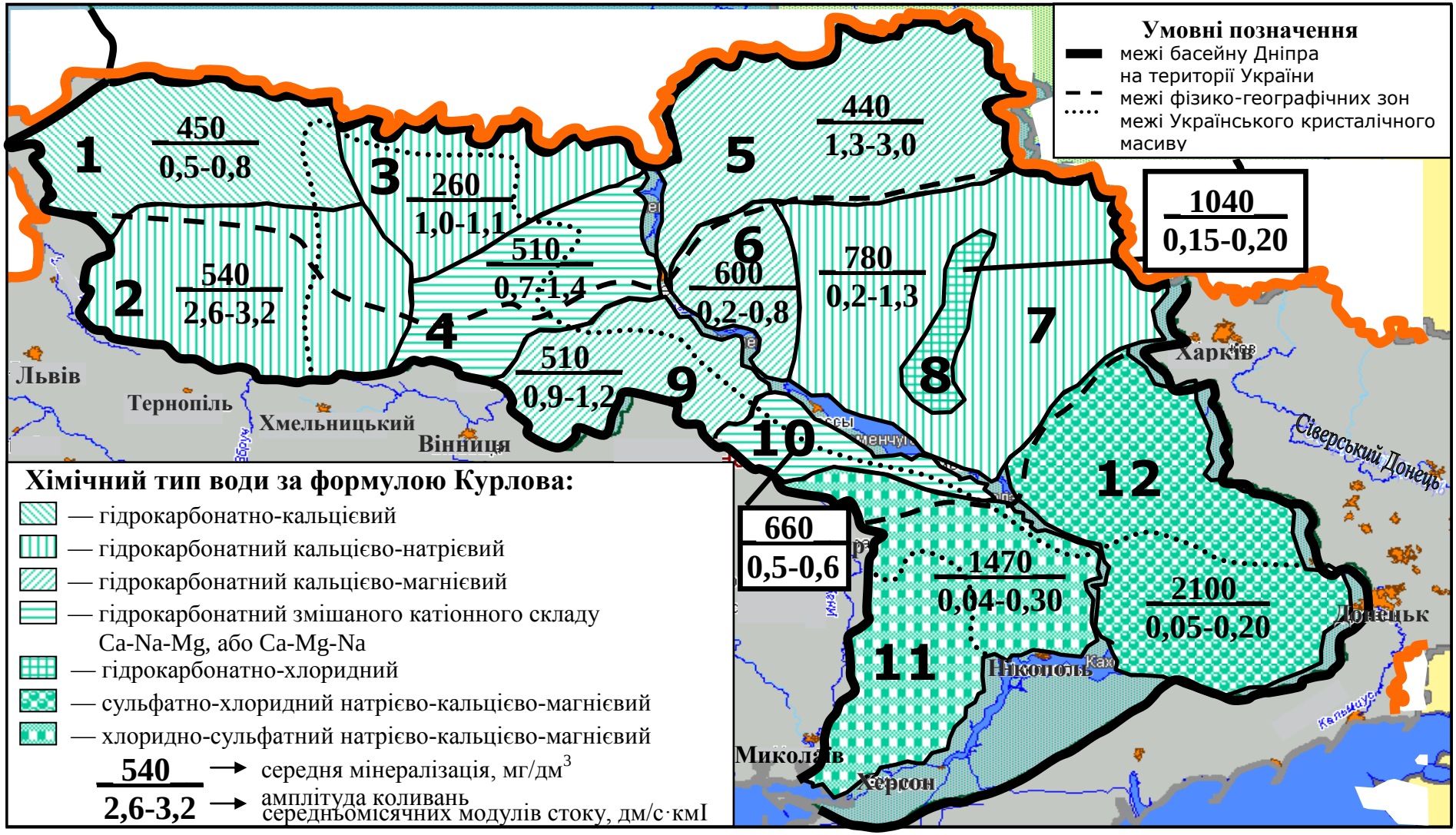


Рис. 7.1. **Районування басейну Дніпра за гідролого-гідрохімічними характеристиками мінімального стоку**

Таблиця 7.1. **Районування басейну Дніпра за гідролого-гідрохімічними характеристиками мінімального стоку**

№ району	Басейни річок у межах району	Період формування мінімального стоку	Модулі стоку 50% забезпеченості, л/с·км^2		Мініралізіція та хімічний склад за витрат 50-95 % забезпеченості	
			середньомісячні	середньодобові	Мінералізація чисельник-середня по району; знаменник-мінімальна та максимальна	Хімічний тип за переважаючими (>25%-екв) іонами
1	2	3	4	5	6	7
1	Верхів'я р. Прип'ять, річки Турія, Стохід, нижня частина басейнів річок Стир, Горинь, Случ	серпень–вересень	0,5-0,8	0,2-0,3	450 340-480	гідрокарбонатний кальцієвий
2	Верхня частина басейнів річок Стир, Горинь, Случ	серпень–вересень	2,6-3,2	0,7-2,2	540 430-580	гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий
3	Басейни правих приток нижньої частини р. Прип'ять, річок Уборть, Уж	серпень–вересень	1,0-1,1	0,4-0,6	260 210-290	гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий
4	Басейни річок Тетерів, Ірпінь	серпень–вересень	0,7-1,4	0,3-0,6	510 440-540	гідрокарбонатний кальцієво-натрієво-магнієвий
5	Басейни річок Десна, Сейм, Снов	вересень	1,3-3,0	1,0-1,2	440 310-480	гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий
6	Басейни річок Трубіж, Недра, Супій	вересень	0,2-0,8	0,1-0,4	600 550-640	гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий
7	Басейни річок Сула, Псел, Ворскла	серпень–вересень	0,2-1,3	0,1-1,0	780 620-910	гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий
8	Басейн р.Хорол	серпень–вересень	0,15-0,20	0,12-0,16	1050 710-1120	гідрокарбонатно-хлоридний натрієво-кальцієво-магнієвий

Продовженя табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7
9	Басейн р. Рось	липень–серпень	0,9-1,2	0,15-0,50	510 490-520	гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий
10	Басейни річок Вільшанка, Тясмин	липень–серпень	0,5-0,6	0,25-0,45	660 550-730	гідрокарбонатний кальцієво-магнієво-натрієвий
11	Басейни річок Інгулець, Базавлук	червень–вересень	0,04-0,3	0,02-0,15	1500 900-1700	хлоридно-сульфатний, натрієво-кальцієво-магнієвий
12	**Басейни** річок Оріль, Самара, Вовча	липень–жовтень	0,05-0,2	0,02-0,1	2100 1050-3000	сульфатно-хлоридний натрієво-кальцієво-магнієвий

дів. При цьому спостерігається майже однаковий хімічний склад – річкові води гідрокарбонатно-кальцієвого та кальцієво-магнієвого типу (збільшення магнію до 25 %-екв спостерігається у басейнах річок 5-го району) при середній мінералізації 540 –440 мг/дм^3.

Вирізняється мінімальними величинами мінералізації (менше 300 мг/дм^3) район 3-ій, а 8-ий район (р. Хорол) – підвищеною мінералізацією (до 1050 мг/дм^3) та хімічним типом (гідрокарбонатно-хлоридний натрієво-кальцієво-магнієвий), що є аномальним для Лісостепу. Басейн Хоролу також характеризується і меншими, порівняно із сусідніми річками, величинами модулів стоку, що зумовлено чинниками, про які йшлося у розділі 6.

Правобережні притоки Дніпра у межах лісостепової зони увійшли до 9-го (басейн Росі) та 10-го (басейн Вільшанки, Тясьмину) районів, що зумовлено як відмінами у величинах модулів стоку, так і хімічного складу цих річок.
Помітні відміни за модулями стоку та хімічним складом спостерігаються у лівобережних та правобережних приток Дніпра у степовій зоні. Так, середньомісячні модулі стоку при формуванні мінімальних витрат у літньо-осінній період зменшуються у басейнах річок 11-го та 12-го районів на порядок і більше порівняно із сусідніми районами (7, 10) Лісостепу. За рахунок сульфатів та хлоридів різко збільшується мінералізація та хімічний тип – на хлоридно-сульфатний і сульфатно-хлоридний змішаного катіонного складу.

При цьому деякі райони співпадають із зазначеним раніше [33] районуванням: 1-ий – басейни правих приток верхньої частини Прип’яті (річки Турія, Стохід, нижня частина басейнів річок Стир, Горинь, Случ); 2-ий

Таблиця 7.2. **Середні концентрації головних іонів у річкових водах басейну Дніпра в літньо-осінню та зимову межень за витрат різної забезпеченості у межах гідрохімічних районів**

№ р-ну	Гідрохімічні райони	Межень	Витрати	Головні іони, мг/дм^3					
				HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^++K^+
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Верхів'я р. Прип'ять, річки Турія, Стохід, нижня частина басейнів річок Стир, Горинь, Случ	Л	1	220	40	28	65	14	22
			2	240	45	36	70	17	35
		З	1	244	44	26	78	13	19
			2	270	50	30	84	16	20
2	Верхня частина басейнів річок Стир, Горинь, Случ	Л	1	286	48	34	71	17	43
			2	300	56	35	74	19	54
		З	1	295	44	38	82	17	39
			2	356	58	42	92	21	57
3	Басейни правих приток нижньої частини р. При-п'ять, річки Уборть, Уж	Л	1	112	31	25	36	8	19
			2	146	41	29	40	12	32
		З	1	88	40	21	33	6	18
			2	116	48	23	42	9	26
4	Басейни річок Тетерів, Ірпінь	Л	1	245	54	51	62	20	38
			2	271	57	63	66	23	54
		З	1	273	51	50	76	18	39
			2	323	78	58	87	28	66
5	Басейни річок Десна, Сейм, Снов	Л	1	219	30	21	61	14	13
			2	250	47	24	77	20	17
		З	1	215	29	22	57	13	16
			2	267	40	36	81	17	18
6	Басейни річок Трубіж, Недра, Супій	Л	1	352	34	28	70	27	33
			2	373	48	32	79	29	39
		З	1	340	36	30	73	23	34
			2	378	42	32	79	26	41
7	Басейни річок Сула, Псел, Ворскла	Л	1	376	84	47	80	25	66
			2	414	106	58	87	30	88
		З	1	412	91	50	74	26	68
			2	428	110	58	86	32	85
8	Басейн р. Хорол	Л	1	430	105	89	85	35	106
			2	450	149	135	97	44	163
		З	1	490	123	86	99	34	104
			2	550	143	120	109	41	176
9	Басейн р. Рось	Л	1	294	33	30	59	25	26
			2	308	42	37	63	29	30
		З	1	337	40	33	74	24	31
			2	394	44	38	79	30	35
10	Басейни річок Вільшанка, Тясмин	Л	1	325	50	42	63	27	54
			2	370	74	52	73	34	56
		З	1	330	60	42	70	25	50
			2	364	75	43	86	31	60
11	Басейни річок Інгулець, Базавлук	Л	1	300	323	300	120	60	160
			2	340	331	363	138	76	230
		З	1	320	243	205	115	58	190
			2	347	352	315	150	75	250

Продовження табл. 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	Басейни річок Орель, Самара, Вовча	Л	1	327	695	346	174	94	230
			2	354	738	386	190	107	325
		З	1	322	677	323	180	88	242
			2	374	767	410	220	114	316

Примітки: Межень: Л- літньо-осіння, З – зимова;
Витрати: 1– 5-50 %; 2–50-95% забезпеченості

– верхня частина басейнів річок Стир, Горинь, Случ; 3-ій – басейни правих приток нижньої частини Прип'яті (річки Уборть, Перга).

Характеризуючи вміст головних іонів та мінералізацію річкових вод у межах виділених районів у літньо-осінню та зимову межень при витратах різної забезпеченості, слід зазначити наступні основні закономірності.

Перш за все у межах усіх районів, як у літньо-осінню так і зимову межень, у тій чи іншій мірі спостерігається підвищення вмісту всіх головних іонів та, відповідно, величин мінералізації при формуванні менших витрат, тобто 50-95 % забезпеченості, порівняно з більшими витратами – 5-50 % забезпеченості. Таке підвищення, у відсотках, серед аніонів найменше для гідрокарбонатів і становить у середньому за всіма районами 11 % у літньо-осінню та 15 % у зимову межень. При цьому у літньо-осінню межень у межах більшості районів воно зовсім незначне – до 10 % (1, 2, 6, 8, 9, 12-ий райони), і тільки деяких (3, 5-ий райони) – досить помітне (15-30 %). У зимову межень досліджувана тенденція проявляється у більшій мірі, й підвищення вмісту гідрокарбонатних іонів при менших витратах до 16-32 % спостерігається вже у шести районах (2, 3, 4, 5, 9, 12-му).

Більше проявляється, порівняно з гідрокарбонатами, тенденція до підвищення вмісту хлорид-аніону при формуванні менших витрат і, у середньому для всіх районів, як у літньо-осінню так і зимову межень, становить 20 %. При цьому найбільше підвищення спостерігається у річкових водах 1, 4, 5, 8, 9, 11, 12-го районів. Найбільше зростає вміст Cl^- при формуванні менших витрат у басейні р. Хорол (8-ий район) – на 52 % у літню та 40 % у зимову межень. Максимальне зростання, на 64 %, спостерігається у річках 5-го району та на 54 % - у річках 11-го району під час зимової межені.

Найбільше серед аніонів при формуванні менших витрат у літню та зимову межень збільшується вміст сульфатів – у середньому на 25 % за всіма районами. Найбільш виразно така тенденція у літню межень прослідковується у річкових водах 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10-го районів (27-57 %), а у зимову – 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11-го районів (20-53 %).

Серед катіонів тенденція до підвищення вмісту при менших витратах проявилась, як і для гідрокарбонатів, для кальцію – у середньому за всіма районами на 12 % у літню та 18 % у зимову межень. При цьому найбільше підвищувався вміст кальцію у літню межень у річкових водах 5-го району (на 26 %), а у зимову – 3, 5, 10, 12-го районів (на 20-42 %). Значно помітніше, порівняно з кальцієм, ця тенденція проявилася для інших катіонів – магнію й, особливо, суми лужних металів натрію та калію. Так, у середньому для всіх

районів вміст магнію підвищувався при менших витратах, тобто 50-95 % забезпеченості, порівняно з більшими витратами (5-50 % забезпеченості), на 23 % у літню та на 29 % - у зимову межень, а вміст лужних металів зростав, відповідно, на 36 та 32 %. При цьому таке зростання у річкових водах окремих районів спостерігається у півтора та більше разів, наприклад, у басейнах річок Уборть та Уж (3-ій район), Тетерів та Ірпінь (4-ий район), Хорол, особливо для лужних металів (8-ий район). Значне підвищення, на 20-40 %, спостерігається у воді річок 1, 2, 5, 7, 10, 11, 12-го районів, тобто майже на території усього басейну Дніпра.

Таким чином, як серед аніонів так і катіонів, тенденція до підвищення вмісту у річкових водах при формуванні менших витрат найбільшою мірою проявилася у цілому для тих іонів, формування концентрацій яких значною мірою пов'язане із дією антропогенних чинників, - сульфатів, хлоридів, лужних металів, магнію.

У цілому, підвищення величин мінералізації при менших витратах становить, у середньому за районами, 16 % у літню та 21 % у зимову межень (табл 7.2). Найбільшим воно є, за рахунок гідрокарбонатів кальцію, у водах річок Уборть та Уж (3-ій район) – близько 30 %, у річках басейну Десни, Сейму, Снову (5-ий район) – 22 % у літню та 31 % у зимову межень та у річках Інгулець і Базавлук (11-ий район) – 17 % у літню та 32 % у зимову межень за рахунок підвищення вмісту всіх аніонів і катіонів, особливо сульфатів, хлоридів, лужних металів, кальцію та магнію.

Для дослідження змін хімічного типу річкових вод при формуванні витрат різної забезпеченості розраховано сольові формули. Для цього середні величини вмісту головних іонів, для кожного району перераховувалися у міліграм-еквівалентну та процент-еквівалентну форми. Для кожного гідрохімічного району таким чином були одержані чотири формули сольового складу (для літньо-осінньої та зимової межені при витратах 50-95 % та 5-50 % забезпеченості), що характеризують найбільш імовірний склад річкових вод окремого району при формуванні витрат різної забезпеченості у літньо-осінній та зимовий меженні періоди. При визначенні хімічного типу води до уваги бралися тільки ті іони, вміст яких становив 25 %-екв і більше. Тип води іменувався у порядку зменшення, спочатку за аніонами, потім за катіонами [33, 53, 103]. Слід зазначити, що підтвердженням достовірності даних для складання формул хімічного типу є те, що різниця між сумою аніонів і катіонів у міліграм-еквівалентній формі, як і при аналізі окремих проб, не перевищувала допустимих помилок. У цілому, можна зазначити, що за територією басейну Дніпра спостерігається чітка гідрохімічна зональність, що прослідковується від північно-західних до південно-східних районів, про що вже зазначалося раніше взагалі для річкових вод рівнинної частини України на період літньої межені [33, 53]. У цьому напрямку підвищується вміст усіх іонів, окрім гідрокарбонатів у річках степової зони, а також мінералізація та змінюється хімічний тип річкових вод. Гідрохімічна зональність спостерігається незалежно від напрямку течії річок і добре узгоджується з межами фізико-географічних зон, а також, певною мірою, з

межами геолого-структурних регіонів (рис. 7.1). У зоні мішаних лісів (1, 3, 4, 5-ий райони) хімічний тип вод звичайно гідрокарбонатний кальцієвий зі значним переважанням гідрокарбонатів серед аніонів (67-75 %-екв) та кальцію, але у меншій мірі, серед катіонів (50-69 %-екв). Слід відзначити, що при формуванні мінімальних витрат 50-95 % забезпеченості у катіонному складі у деяких районах у помітній кількості з`являються магній та лужні метали і хімічний тип річкових вод трансформується у гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий або гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий. Найбільш виразно ця трансформація помітна у межах 4-го і 5-го районів. Особливістю річкових вод Уборті та Ужа (3-ій район) є досить значне підвищення як магнію та натрію (до 25-30 %-екв) так і сульфатів (до 28-29 %-екв), особливо у зимову межень. При цьому хімічний тип річкових вод вже гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий або кальцієво-магнієвий при мінералізації 200-265 мг/дм^3. Це пов`язано з тим, що у меженний період живлення цих річок відбувається переважно за рахунок грунтових вод четвертинних флювіогляціальних відкладів, що у північній частині Житомирського та Київського Полісся при мінералізації до 200 мг/дм^3 мають гідрокарбонатно-сульфатний кальцієво-натрієвий хімічний тип [33]. Подібна тенденція спостерігається й для річок Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся. При переважанні гідрокарбонатів серед аніонів (70-75 %-екв), серед катіонів на друге місце виходить магній. Тому хімічний склад річкових вод гідрокарбонатний кальцієвий магнієвий при мінералізації 350-360 мг/дм^3 при витратах 5-50 % забезпеченості та 440-460 мг/дм^3 при менших витратах. Для грунтових вод алювіальних відкладів середня мінералізація становить 450-600 мг/дм^3 при гідрокарбонатному кальцієво-магнієвому хімічному типі [33]. Тобто, для річок 3-го та 5-го районів чітко виявляється ідентичність мінералізації та хімічного типу з грунтовими водами цих районів, особливо при формуванні мінімальних витрат, тобто коли річки живляться переважно підземними водами.

У межах лісостепової зони серед аніонів так само, як і у річках Полісся, переважають гідрокарбонати (66-79 %-екв), а серед катіонів на другому місці вже магній або натрій. Так, у басейнах річок Трубіж, Супой (6-ий район) при мінералізації 540-610 мг/дм^3 хімічний тип води переважно гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий. Такий самий тип річкових вод спостерігається у басейні р. Рось (9-ий район) при подібній мінералізації (470-620 мг/дм^3). На прикладі цих районів (6-го і 9-го), що знаходяться у межах різних геолого-структурних регіонів, а й, отже, за різних гідрогеологічних умов, проявляються головні чинники формування хімічного складу природних вод зони активного водообміну – фізико-географічні, про які йшлося вище. Грунтові води флювіогляціальних відкладів у басейні р. Рось, що знаходиться у межах Українського кристалічного щита, як і води алювіальних відкладів басейнів річок Трубіж, Супій, що розташовані у межах Дніпровського артезіанського басейну, мають гідрокарбонатний кальцієво-магнієвий склад при мінералізації 520-600 мг/дм^3 і є ідентичними як за хімічним типом, так і

мінералізацією з річковими водами, особливо при формуванні мінімальних витрат.

Для лівобережних приток Дніпра, що входять до 7-го району, при переважанні гідрокарбонатів серед аніонів, друге місце серед катіонів, після кальцію (41-46 %-екв), посідає натрій (30-34 %-екв), а у зимову межень на третє місце виходить магній (25-26 %-екв). Тобто у літню межень хімічний тип річкових вод є гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий, а у зимову – гідрокарбонатний кальцієво-натрієво-магнієвий при мінералізації, відповідно 680-780 та 720-800 мг/дм^3.

Виділення в окремий район басейну р. Хорол, як і у роботі [33], пояснюється, як вже згадувалося, значним підвищенням, порівняно із сусідніми річками, аніонів і катіонів, особливо хлоридів натрію, та величин мінералізації. Тому тип води р. Хорол − м. Миргород переважно гідрокарбонатно-хлоридний натрієво-кальцієвий, тобто є аномальним, порівняно з водою річок Псел, Сула. Таку трансформацію води р. Хорол у меженний період можна пояснити підвищенням ролі у живленні річки підземних вод глибокозалягаючих водоносних горизонтів Дніпровського артезіанського басейну. У районі м. Миргород розташоване родовище цінних мінеральних вод нижньокрейдових і сеноманських відкладів. Це хлоридні натрієві води з мінералізацією 2,8-3,5 г/дм^3. Використовуються вони для бальнеологічних процедур на курорті Миргород, а також ідуть на розлив під назвою "Миргородська мінеральна" [129]. Розвиток потужної зони мінералізованих вод на території Дніпровського артезіанського басейну зумовлений його геологічною будовою, тектонікою й особливостями літологічного складу водомістких порід. Ці води приурочені до відкладів палеозою, нижнього та середнього мезозою, частково верхнього мезозою та нижнього кайнозою. Мінералізація цих вод змінюється від 1-3 г/дм^3 у верхніх горизонтах до 100-300 г/дм^3 у більш зануреній частині басейну. Збільшенню мінералізації підземних вод сприяє уповільнений водообмін, особливо в глибоких частинах басейну, велика кількість соляних штоків і структурних підняттів. Це зумовлює засолення вод внаслідок розчинення кам’яної солі, що завдяки соляній тектониці залягає на різних стратиграфічних рівнях, і гідравлічного зв’язку між водоносними горизонтами. За хімічним типом ці мінералізовані води за глибиною змінюються від гідрокарбонатно-хлоридних натрієвих до хлоридних натрієво-кальцієвих [129]. У меженний період живлення р. Хорол відбувається значною мірою за рахунок підземних вод, що спричинює аномальний для району хімічний тип річкових вод – гідрокарбонатно-хлоридний натрієво-кальцієвий або кальцієво-натрієвий – та підвищену мінералізацію.

Хімічний тип та мінералізація річкових вод у меженний період різко змінюється у межах степової зони. Так, у басейні річок Інгулець, Базавлук (район 11) мінералізація, за рахунок хлоридів і сульфатів, збільшується до 1130-1260 мг/дм^3 при формуванні витрат 5-50 % забезпеченості, і до 1470-1490 мг/дм^3 при менших витратах, 50-95 % забезпеченості. При цьому за різних витрат, як у літньо-осінню так і зимову межень, хімічний тип води не

змінюється і є хлоридно-сульфатним натрієво-кальцієво-магнієвим. Мінералізація підземних вод четвертинних відкладів у цьому районі у середньому становить 1800 мг/дм^3, а хімічний склад переважно сульфатний кальцієво-натрієвий. У дочетвертинних відкладах (неогенових та понт-меотіс сарматських, верхньо- і середньосарматських) підземні води переважно хлоридно-сульфатно-гідрокарбонатні змішаного катіонного складу з мінералізацією, у середньому, 1250 мг/дм^3 [33]. Зважаючи на малу водозбагаченість водоносних горизонтів, особливо лесових четвертинних відкладів, можна зазначити, що на хімічний склад і мінералізацію річкових вод даного району в меженний період окрім природних факторів, тобто живлення річок підземними водами, помітно впливають антропогенні чинники, про що вже згадувалося.

У річкових водах лівобережних приток Дніпра в межах степової зони (12-ий район) у меженний період спостерігається, як вже зазначалося, найбільш значне збільшення вмісту головних іонів, особливо сульфатів і хлоридів. При цьому формується переважно сульфатно-хлоридний натрієво-кальцієвий або натрієво-кальцієво-магнієвий тип. Особливо це помітно при формуванні мінімальних витрат (50-95 % забезпеченості) як у літню так і зимову межень. При таких витратах мінералізація річкових вод, у середньому за районом, становить, відповідно, 2100 і 2200 мг/дм^3, тоді як при більших витратах (5-50 % забезпеченості) вона помітно знижується − до 1870 та 1830 мг/дм^3. При цьому збільшується, певною мірою, при менших витратах навіть у %-еквівалентній формі вміст хлоридів і натрію.

Підземні води четвертинних, алювіальних та еолово-делювіальних відкладів у межах цього району мають середню мінералізацію 1260-1320 мг/дм^3 та, переважно, гідрокарбонатно-сульфатний натрієво-кальцієвий тип. Підземні води дочетвертинних, переважно полтавсько-харківських відкладів, є в основному гідрокарбонатно-сульфатні, але змішаного катіонного складу з мінералізацією 1100-1200 мг/дм^3. Тільки у басейні р. Вовча, де підземні води дочетвертинних відкладів формуються у тріщинуватій зоні докембрійських кристалічних порід, вони мають, у середньому, мінералізацію 2190 мг/дм^3 та сульфатно-хлоридний натрієво-кальцієво-магнієвий тип [33]. Співставлення величин мінералізації та хімічного типу річкових вод з підземними вказує на певні відміни. Ці відміни, тобто підвищений вміст сульфатів, хлоридів у річкових водах і зміна типу на сульфатно-хлоридний, на відміну від гідрокарбонатно-сульфатного у підземних водах, пояснюються впливом антропогенних чинників – скиданням шахтних вод Західного Донбасу у річки цього району, що особливо помітно при формуванні мінімальних витрат.

Порівняння середніх концентрацій головних іонів, величин мінералізації та хімічного типу річкових вод басейну Дніпра в літньо-осінню межень за даними, що наведено в роботі [33], тобто за період до 1973 р. і даними до 2001 р. вказує на досить помітну трансформацію хімічного складу (табл. 7.3). Не вдаючись до детального аналізу, можна зазначити, що у річкових водах у межах усіх порівнюваних гідрохімічних районів зросла мінералізація – від 10-20 % (басейни річок Оріль, Самара, Вовча, Псел, Ворскла, Турія, Стохід) до

25-30 % (басейни р. Хорол, верхів'я річок Стир, Горинь, Случ), і, навіть, до 50-100 % у басейнах річок Тетерів, Уборть, Уж. Зростання величин мінералізації річкових вод відбулося за рахунок сульфатів і хлоридів, магнію та натрію, що вказує переважно на антропогенні чинники підвищення їх вмісту. Так, вміст сульфат-іонів збільшився у 1,2-1,7 рази у басейнах більшості річок і, навіть, у 2,2-2,5 разів у басейнах річок Уборть, Уж, Тетерів, у верхів'ях річок Стир, Горинь, Случ. Ще більше зріс вміст хлорид-іонів, майже у 2,1-3,1 рази у водах більшості річок. Проте для басейнів таких річок як Хорол, Оріль, Самара, Вовча таке зростання незначне, що пояснюється досить високими концентраціями хлорид-іону ще у період до 1973 р. Серед катіонів найбільшого зростання набув вміст лужних металів (1,7-5,2 рази) окрім басейнів річок Хорол, Оріль, Самара та Вовча. Вміст магнію підвищився у водах більшості річок у 1,5-2,5 рази, окрім річок Оріль, Самара, Вовча. Вміст гідрокарбонатів і кальцію в річкових водах більшості басейнів, що розглядаються, практично не змінився, за виключенням річок Уборть, Уж, де збільшився в 1,7 разів., що спричинило, разом з іншими іонами, зростання величин мінералізації води цих річок майже удвічі.

У зв`язку із зростанням вмісту сульфатів і хлоридів, натрію та магнію помітних змін зазнав хімічний тип річкових вод. Так, вода річок Уборть, Уж мала до 1973 р. гідрокарбонатний кальцієвий склад, а до 2000 р. він змінився на гідрокарбонатний кальцієво-натрієво-магнієвий, тобто змішаного за катіонами. Ще більших змін зазнав склад води басейну р. Тетерів – з гідрокарбонатного кальцієвого на гідрокарбонатно-хлоридний кальцієво-натрієво-магнієвий (табл. 7.3). Води у верхів'ях річок Стир, Горинь, Случ, Псел, Ворскла мали до 1973 р. гідрокарбонатний кальцієвий склад, що згодом змінився на гідрокарбонатний кальцієво-натрієвий. У басейні р. Хорол катіонний склад річкових вод з натрієво-кальцієвого змінився на натрієво-кальцієво-магнієвий за рахунок значного, у 2 рази, збільшення вмісту магнію. Практично не змінився хімічний склад річкових вод степової зони, що залишився сульфатно-хлоридним натрієво-кальцієво-магнієвим.

Таким чином, за останні три десятиріччя трансформація хімічного складу річок, що розглядаються, відбулася переважно за рахунок антропогенних чинників і найбільш помітна в зоні мішаних лісів. Питання трансформації хімічного складу та про антропогенну складову хімічних компонентів річкового розглядається досить детально у багатьох роботах [52, 56-58, 85, 109, 110, 132].

У цілому можна відзначити, що у межень, коли у річках басейну Дніпра формуються мінімальні витрати, як у літньо-осінній так і зимовий періоди, хімічний склад і мінералізація річкових вод близькі до складу та мінералізації підземних вод, живлення якими є переважаючим. У межах окремих районів, особливо басейнів лівобережних і правобережних приток Дніпра степової зони, на формування хімічного складу помітно впливають антропогенні чинники – скиди стічних вод.

Таблиця 7.3. **Середні концентрації головних іонів, значення мінералізації та хімічний тип річкових вод басейну Дніпра в межах окремих гідрохімічних районів (1 – за даними спостережень до 1973 р. [24]; 2 – за даними до 2000 р.)**

Басейни річок	1/2	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^+ + K^+$	$\sum_i$	Формула Курлова
Басейни правих при-ток верхньої частини р. Прип'ять (річки Турія, Стохід, нижня та середня частини басейнів рр. Стир, Горинь, Случ)	1	232	25	13	69	9	7	355	$\frac{HCO_3 81\ SO_4 11\ Cl\ 8}{Ca77\ Mg17\ (Na+K)6}$
	2	230	42	32	69	16	29	418	$\frac{HCO_3 68\ SO_4 17\ Cl\ 15}{Ca58\ Mg22\ (Na+K)20}$
Басейни правих приток нижньої частини р. Прип'ять (річки Уборть, Уж)	1	75	15	13	22	4	5	134	$\frac{HCO_3 64\ SO_4 19\ Cl\ 17}{Ca68\ Mg20\ (Na+K)12}$
	2	129	36	27	38	10	26	266	$\frac{HCO_3 58\ Cl\ 21\ SO_4 21}{Ca50\ (Na+K)28\ Mg28}$
Басейн р. Тетерів	1	193	24	28	50	11	23	329	$\frac{HCO_3 71\ Cl\ 17\ SO_4 12}{Ca58\ (Na+K)21\ Mg21}$
	2	236	61	62	64	21	46	490	$\frac{HCO_3 56\ Cl\ 25\ SO_4 19}{Ca47\ (Na+K)27\ Mg26}$
Верхів'я річок Стир, Горинь, Случ	1	275	24	11	75	11	12	408	$\frac{HCO_3 85\ SO_4 9\ Cl\ 6}{Ca73\ Mg18\ (Na+K)9}$
	2	294	52	34	73	18	49	520	$\frac{HCO_3 72\ SO_4 16\ Cl\ 12}{Ca51\ (Na+K)28\ Mg21}$
Басейни річок Псел, Ворскла	1	366	75	20	90	21	45	617	$\frac{HCO_3 74\ SO_4 19\ Cl\ 7}{Ca55\ (Na+K)23\ Mg22}$
	2	380	96	52	88	23	77	716	$\frac{HCO_3 64\ SO_4 21\ Cl\ 15}{Ca47\ (Na+K)33\ Mg20}$
Басейн р. Хорол	1	366	75	78	74	21	109	723	$\frac{HCO_3 61\ Cl\ 22\ SO_4 17}{(Na+K)44\ Ca37\ Mg19}$
	2	440	127	72	91	40	135	905	$\frac{HCO_3 60\ SO_4 22\ Cl\ 18}{(Na+K)40\ Ca34\ Mg26}$
Праві притоки басейнів річок Оріль, Самара	1	375	500	320	155	85	230	1665	$\frac{SO_4 41\ Cl\ 35\ HCO_3 24}{(Na+K)38\ Ca32\ Mg30}$
	2	325	602	350	15	89	312	1831	$\frac{SO_4 45\ Cl\ 36\ HCO_3 19}{(Na+K)45\ Ca28\ Mg27}$
Басени лівих приток р. Самара (р. Вовча), р. Конка	1	288	640	409	212	111	278	1938	$\frac{SO_4 45\ Cl\ 39\ HCO_3 16}{(Na+K)36\ Ca34\ Mg30}$
	2	330	861	420	211	116	283	2221	$\frac{SO_4 51\ Cl\ 34\ HCO_3 15}{(Na+K)36\ Ca33\ Mg31}$

Вперше проведене районування мінімального стоку за прямими гідролого-гідрохімічними показниками виявило нові закономірності у їх розподілі за територією басейну Дніпра, які зумовлені дією комплексу

фізико-географічних, гідрологічних та антропогенних чинників. Вивчення впливу окремих чинників на гідролого-гідрохімічні характеристики річкових вод при формуванні мінімального стоку є важливим завданням подальших досліджень.

ВИСНОВКИ

Проведені дослідження гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра в межах України дозволяють зробити наступні висновки:

— оцінки гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок України, у тому числі річок басейну Дніпра, проведені раніше, були досить розрізненими й не охоплювали проблеми в цілому. У межень виділялись переважно періоди з мінімальним 30-денним стоком, без вивчення динаміки формування меженного стоку річок за всі місяці меженного періоду, а тим більше – різної забезпеченості. Хімічний склад річок вивчався декілька десятиріч тому у літню (або літньо-осінню) межень за календарними датами, без урахування реальних витрат, що спостерігалися при відборі проб води на хімічний аналіз, і, звичайно, без визначення забезпеченості таких витрат. Останніми десятиріччями проблемі формування мінімального стоку увага взагалі практично не приділялася;

— на формування мінімального стоку річок басейну Дніпра впливає комплекс різноманітних природних і антропогенних чинників. Басейн Дніпра охоплює три фізико-географічні зони, які дуже відрізняються за природними, особливо кліматичними чинниками, з яких найважливішим є зміна з північного заходу на південний схід абсолютних величин опадів і випаровування та їх співвідношення. Серед гідрогеологічних умов спостерігаються значні відміни в умовах живлення, циркуляції та розвантаження підземних вод на території басейну, що пов´язано з різноманітністю геологічної будови, літологічним складом порід зони аерації та водоносних горизонтів тощо. Досить важливим моментом є наявність потужних водоносних горизонтів у районах розвитку карсту Волино-Подільського та Дніпровського артезіанського басейнів. Значний вплив на формування меженного стоку має господарська діяльність, особливо зарегульованість річок басейну Дніпра, досить великі обсяги водоспоживання, водовідведення та безповоротних втрат, техногенні зміни рівневого режиму та якості підземних вод. Різноманітність природних і антропогенних чинників, що впливають на формування меженного стоку, вимагає особливої уваги при дослідженні просторово-часових характеристик на території басейну Дніпра;

— розрахунок та оцінка гідрологічних і гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра уперше проведено з використанням значної кількості гідрохімічної інформації та великої тривалості стокових рядів від 25 до 70 років. При обробці стокових рядів застосовано сучасні підходи із застосуванням методу апроксимації емпіричних кривих розподілу витрат теоретичними кривими, персональних комп’ютерів і відповідного програмного забезпечення;

— при дослідженні розподілу середньомісячних і середньодобових (за кожен з дев’яти місяців літньо-осінньої та зимової межені) витрат води річок

басейну Дніпра у межах України виявлено основні закономірності їх формування в часовому − з червня до лютого, та у просторовому − від Полісся до Степу, аспектах. Найменші витрати води річок Полісся та Лісостепу різної забезпеченості спостерігаються переважно у серпні-вересні, а на півдні, у степовій зоні, можуть бути вже у червні-липні. Тобто, у ці місяці спостерігаються найбільш несприятливі умови формування стоку річок, що потрібно враховувати при проектуванні гідротехнічних і водозабірних споруд на річках, плануванні й управлінні водним господарством;

— у літньо-осінню та зимову межень, у тій чи іншій мірі спостерігається підвищення вмісту всіх головних іонів та, відповідно, величин мінералізації при формуванні менших витрат, тобто 50-95 % забезпеченості, порівняно з більшими витратами – 5-50 % забезпеченості. У зимову межень досліджувана тенденція проявляється у більшій мірі. Мінералізація води річок Полісся та Лісостепу коливається в межах 300-1000 мг/дм^3 і є оптимальною за нормативними вимогами, та підвищується в річках степової зони до 2000 і 2500-3000 мг/дм^3, тобто виходить за межі нормативних вимог;

— за останні три десятиріччя трансформація хімічного складу річок досить помітна в зоні мішаних лісів і відбулася переважно за рахунок антропогенних чинників, вплив яких тут особливо посилився за вказаний період;

— у межень, коли у річках басейну Дніпра формуються мінімальні витрати, як у літньо-осінній так і зимовий періоди, хімічний склад і мінералізація річкових вод близькі до складу та мінералізації підземних вод, живлення якими є переважаючим;

— уперше одержані результати картографування модулів мінімального середньомісячного та середньодобового стоку за кожен з дев'яти місяців меженного періоду та різної забезпеченості вказують як на загальні закономірності їх формування за територією басейну Дніпра, зумовлені, головним чином, зміною величин опадів та випаровування з північного заходу на південний схід, так і на помітні відміни, спричинені дією гідрогеологічних чинників, особливо наявністю карстових підземних вод, а також антропогенних факторів, серед яких найбільший вплив спричиняють скиди стічних вод гірничо-видобувних комплексів;

— різкі відміни за модулями стоку та хімічним складом спостерігаються у лівобережних та правобережних приток Дніпра у степовій зоні. Так, середньомісячні модулі стоку при формуванні мінімальних витрат у літньо-осінній період зменшуються тут на порядок і більше порівняно із сусідніми районами Лісостепу. При цьому за рахунок сульфатів та хлоридів різко збільшується мінералізація річкових вод та змінюється їх хімічний тип – з гідрокарбонатного в Лісостепу на хлоридно-сульфатний і сульфатно-хлоридний у Степу;

— частка мінімального підземного стоку (найбільш стійке живлення) відносно сумарного за рік становить для більшості річок басейну Дніпра 0,3-

5 %, але при живленні карстовими водами (рр. Убідь, Сейм, Снов) досягає 25-30 %, а для верхів'їв рр. Стир, Горинь – навіть 30-45 %;

— при визначенні залежності мінімальних річних модулів стоку від глибини врізу русел у басейні Дніпра виділено 12 груп водозборів з відповідними розрахунковими залежностями, які свідчать про те, що, у цілому, мінімальні річні модулі стоку збільшуються з глибиною врізу русел річок;

— у часовому ряді по досліджених річках у літньо-осінню і зимову межень можна чітко виділити, за вмістом хімічних компонентів, три періоди: „відносний фоновий", період зростання концентрацій іонів і період зменшення концентрацій іонів. При цьому спостерігається загальна тенденція до зменшення величин мінералізації із збільшенням витрат, а по деяких пунктах – навіть інколи зменшення концентрацій до значень нижче „відносних фонових", чому сприяло, можливо, збільшення водності річок. Але для іонів натрію, сульфатів та хлоридів на багатьох пунктах спостерігається стабільне зростання їх вмісту під впливом, зазвичай, антропогенних чинників;

— в останні роки спостерігається також досить виражена чітка тенденція до зменшення концентрацій неорганічних сполук азоту у поверхневих водах Українського Полісся в меженний період;

— антропогенна складова іонного стоку у період літньо-осінньої та зимової межені у порівняні з попередніми дослідженнями, де для розрахунків приймалися ряди спостережень за весь рік помітно збільшується, а перевищення концентрацій по деяким іонам становить 200–500%, а по азотистим сполукам – тисячі відсотків;

— відновлення природного фонового вмісту по більшості досліджуваних речовинах не зафіксовано у жодному пункті спостережень;

— правомірність концепції стаціонарності багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик у даний час є досить сумнівною у зв'язку із процесами потепління клімату, що значно посилились в останні десятиліття XX сторіччя. Тому виявлення сучасних закономірностей водного режиму річок, та мінімального стоку зокрема, на фоні потепління, відноситься до найбільш актуальних завдань, що постають перед гідрологами. Дослідження цих змін проведені з використанням ландшафтно-гідрологічного підходу;

— сучасні зміни кліматичних характеристик басейну Дніпра в межах України характеризуються кількома особливостями: достатньо вираженим сезонним ходом змін термічного режиму, який характеризується більшим потеплінням в холодний період року і незначним − в теплий; вираженим широтним розподілом потепління, величина якого зростає з півдня на північ; чітко вираженим сезонним ходом змін зволоженості (збільшення кількості опадів в теплий період року); зростання зволоженості басейну має чіткий просторовий тренд − з заходу та північного заходу на південь та південний схід;

— вивчення змін характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра в сучасних умовах свідчить про суттєве зростання величини стоку зимової межені. Найсуттєвішим є це збільшення у північно-східній та східній частинах басейну. Пояснити це можна збільшенням частки підземного живлення за рахунок відлиг та меншою величиною промерзання грунту. Ще більшим є зростання стоку літньо-осінньої межені на річках басейну, що пояснюється зменшенням випаровування та зростанням кількості опадів в ці сезони року;

— уперше проведене районування мінімального стоку за прямими гідролого-гідрохімічними показниками з виділенням 12 районів виявило характерні закономірності у їх розподілі за територією басейну Дніпра, які зумовлені дією комплексу, головним чином, природних, а також і антропогенних чинників. Визначення впливу окремих чинників на гідролого-гідрохімічні характеристики річкових вод при формуванні мінімального стоку є важливим завданням подальших досліджень.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. –Л.: Гидрометеоиздат, 1970. –444 с.
2. *Алексеевский Н.И.* Тенденции развития гидрологии // Вестник МГУ. Серия География. − 1998. − № 4.− С. 49-54.
3. *Антипов А.Н.* Сущность ландшафтно-гидрологического анализа // Ландшафтно-гидрологический анализ территории. – Новосибирск: Наука, СО, 1992. – С. 5-17.
4. *Антипов А.Н., Федоров В.Н.* Ландшафтно-гидрологическая организация территории. − Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. − 254 с.
5. *Антонов О., Хільчевський В.* Можливість скидання мінералізованих вод підприємств гірничо-металургійного комплексу Кривбасу в річки Інгулець і Саксагань // Україна та глобальні процеси: географічний вимір. У 4-х т. – К.-Луцьк, 2000. –Т. 2. – С. 226-228.
6. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – М.: ГУГК, 1978. – 183 с.
7. *Бабинец А.Е., Белявский Г.А.* Естественные ресурсы подземных вод зоны интенсивного водообмена Украины. – К.: Наукова думка, 1973. –111 с.
8. *Бабкин В.И., Постников А.Н.* Влияние циклонической активности на сток р. Волги // Тр. ГГИ. - 1998. – Вып. 360. – С. 48-57.
9. *Барабаш М.Б., Ткач Л.О.* Сценарії режиму температури повітря в перші три десятиріччя XXI століття за фізико-географічними зонами України // Водне господарство України. – 2005.− № 3.− С. 47-54.
10. *Белецкий С.С.* Методические основы оценки естественных ресурсов подземных вод Белоруссии // Науч. основы изучения и охраны подземных вод.–М.: Изд-во Москов. ун-та, 1980. – Часть 2. – С. 158-164.
11. *Білявський Г.О.* Природні ресурси прісних підземних вод Українського Полісся. – К.: Наукова думка, 1971. – 126 с.
12. *Богословский Б.Б., Самохин А.А., Иванов К.Е., Соколов Д.П.* Общая гидрология (гидрология суши). – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 422 с.
13. *Бондаренко Е.Л.* Аналіз функціональних можливостей програмного продукту Surfer для створення цифрових моделей рельєфу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 359-364.
14. *Боревский Б.В., Дробноход Н.И., Язвин Л.С.* Оценка запасов подземных вод. – К.: Выща шк., Головное изд-во, 1989. – 407 с.
15. *Будник С.В., Хильчевский В.К.* Гидродинамика и гидрохимия склоновых водотоков. − К.: ВГЛ „Обрії”. 2005. − 368 с.
16. *Будыко М.И.* Климат и жизнь. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971.− 472 с.
17. *Булавко А.Г.* Погрешности оценок послемелиоративных изменений речного стока // Метеорология и гидрология. –1977. –№ 6. – С. 73-77.
18. *Варава К.М., Вовк І.Ф., Негода Г.М.* Підземні води четвертинних відкладів платформенної частини України. – К.: Наукова думка, 1973. –135 с.
19. *Вишневський В.І.* Річки і водойми України. Стан і використання. –К.: Віпол, 2000. –376 с.
20. *Вишневський В.І.* Зміни клімату і річкового стоку на території України і Білорусі // Наук. праці УкрНДГМІ. − 2001. – Вип. 249.− С. 89-105.
21. *Вишневський В.І.* Районування території України за особливостями використання річок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. –2003. –Т. 5. – С. 42-49.
22. *Вишневський В.І., Косовець О.О.* Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-центр, 2003. – 324 с.

23. *Волощук В.М., Шищенко П.Г. та ін.* Глобальне потепління і клімат України : регіональні екологічні та соціально-економічні аспекти .− К.: ВПЦ “Київський ун-т”, 2002. – 117 с.

24. Временные методические рекомендации по прогнозированию химического состава поверхностных вод с учетом перераспределения стока. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 56 с.

25. *Всеволошская М.А.* Подземный химический сток и его роль в формировании состава речных вод / Науч. основы изучения и охраны подземных вод. –М.: Изд-во Москов. ун-та, 1980. – Часть 1. – С. 104-116.

26. *Галущенко М.Г., Ромась І.М.* Умови формування та розрахунок мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 289-295.

27. *Галущенко О.М.* Водні баланси і водні ресурси річкових водозборів басейну Дніпра та їх використання (в межах України) // Вісн Київ. ун-ту. Сер. Географія. –1998. – Вип. 43. –С. 77-81.

28. *Галущенко О.М.* Розподіл полів кількості атмосферних опадів на річкових водозборах басейну Дніпра // Вісник Київ. ун-ту. Сер. Географія. – 1995. – Вип. 41. – С. 109-119.

29. *Гатилло П.Д., Филипович И.М.* Вопросы определения минимально необходимых расходов рек // Проблемы использования водных ресурсов. – Минск: Наука и техника, 1971. –С. 21-36.

30. Гидрогеология СССР. Украинская ССР / Под ред. Ф.А. Руденко. – М.: Недра, 1971. – Т.5. – 614 с.

31. Гидрологические и воднобалансовые расчеты / Под ред. Н.Г. Галущенко. – К.: Вища школа, 1987. – С. 172-225.

32. Гидрохимический атлас СССР / Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Ромась Н.И., Хильчевский В.К. и др. – М.: ГУГК, 1990. –112 с.

33. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов / под общ. ред. Пелешенко В.И. – К.: Вища школа, 1979. – 100 с.

34. *Гинзбург Б.М., Солдатова И.И.* Многолетние колебания сроков замерзания и вскрытия рек в различных географических зонах // Метеорология и гидрология. – 1996. – № 6. – С. 101-108.

35. *Гопченко Е.Д., Лобода Н.С.* Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиол. ж. – 2000. – Т. 36, № 3. –С. 67-78.

36. *Горев Л.Н., Никаноров А.М., Пелешенко В.И.* Региональная гидрохимия. – К.: Выща школа, 1989. – 280 с.

37. *Горев Л.Н., Пелешенко В.И.* Методика гидрохимических исследований. –К.: Вища школа, 1985. – 215 с.

38. *Горев Л.Н., Пелешенко В.И.* Принципы районирования природных вод суши по условиям формирования физико-химической обстановки (на примере равнинной части Украины) // Физ. география и геоморфология. – 1977. – Вып. 18. – С. 95-101.

39. *Горєв Л.М., Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Гідрохімія України. – К.: Вища школа, 1995. – 307 с.

40. *Гребінь В.В.* Гідролого-гідрохімічне районування: історія та сучасний стан // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 83-93.

41. *Гребінь В.В., Ободовський О.Г.* Закономірності внутрірічного розподілу стоку та особливості живлення річок басейну верхньої Прип`яті // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. –Т. 5. – С. 119-128.

42. *Гребінь В.В.* Сучасні зміни стоку річок Прип'ятського Полісся // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. − 2004.− Т.6. − С. 74-85.

43. *Гребінь В.В.* Внутрірічний розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні зміни // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. − Т. 7. − С. 133-142.

44. *Гребінь В.В.* Географо-гідрологічний аналіз як метод дослідження сучасних змін водного режиму річок // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. − 2006. − Т. 9 − С. 17-30.

45. *Григорьев А.А.* Закономерности строения и развития географической среды. –М.: Мысль, 1996. – 382 с.

46. *Евсеева Л.С., Евстигнеев В.М., Чуткина Л.П.* Связь изменчивости годового стока с климатическими факторами // Вест.Моск. ун-та. Сер.5. География. – 1999. – №1. – С. 52-55.

47. *Евстигнеев В.М., Евсеева Л.С.* Климатические факторы изменчивости годового стока рек // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. − 1997. − №3. − С. 17-21.

48. Екологічні і водогосподарські проблеми в басейні Прип`яті на Волині та шляхи її вирішення (матеріали наук.-практ. конф.). –К.-Луцьк: ІПК "Укрводприрода", 2000. – 105 с.

49. Економіка і екологія водних ресурсів Дніпра / За ред. В.Я. Шевчука. – К.: Вища школа, 1996. – 208 с.

50. З*абокрицька М.Р., Хільчевський В.К., Манченко А.П.* Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. − К.: Ніка-Центр, 2006. − 184 с.

51. *Закревский Д.В.* О влиянии осушительных мелиораций на состав химических веществ речных вод Припятского Полесья Украины // Водные ресурсы. –1991. –№ 5. – С. 50-59.

52. *Закревский Д.В.* Оценка влияния осушительных мелиораций на химический состав речных вод // Мелиорация и водное хозяйство. – 1992. – Вып. 76. – С. 66–71.

53. *Закревский Д.В., Пелешенко В.И., Горев Л.Н., Ромась Н.И.* Об использовании гидрохимических показателей при физико-географическом районировании // Физ. география и геоморфология. – 1979. – Вып. 22. – С. 94-99.

54. *Закревський Д.В.* Про від`ємну антропогенну складову хімічних компонентів річкового стоку // Гідротехніка і меліорація. – 1995. – Вип. 4. – С. 85-90.

55. *Закревський Д.В.* Про залежність хімічного складу води від витрат річки // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. – С. 185-188.

56. *Закревський Д.В.* Річки Українського Полісся в умовах техногенезу: трансформація хімічного складу води // Водне господарство України. – 1996. – №5. – С. 19-22.

57. *Закревський Д.В.* Трансформація хімічного складу води Дніпра біля Києва та її можливі екологічні наслідки // Гідротехніка і меліорація. – 1995.– Вип. 4. – С. 15-22.

58. *Закревський Д.В., Галенко Т.В., Макаренко В.Г.* Антропогенні складові концентрації головних іонів та їх роль у трансформації хімічного складу води р. Случ // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Географія. – 1995. – Вип. 41. – С. 136-141.

59. *Закревський Д.В., Хільчевський В.К.* Гідрохімічні дослідження в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. –2001. – Т. 2. – С. 39-60.

60. *Идзон П.Ф., Пименова Г.С.* Влияние леса на сток рек. – М.: Наука, 1975. – 110 с.

61. Исследования подземного стока // Труды ГГИ.– 1969.– Вып. 166. – 134 с.

62. Карта подземного стока СССР (зона интенсивного водообмена). М-б 1:500 000. – М.: Изд-во ГУГК Мингеологии СССР., 1965.

63. *Каск А.Г., Васильев А.А., Лоде Э.А.* Методика определения расчетных минимальных (лимитированых) расходов воды // Тр. ИПГ. – 1988. – Вып. 69. – С. 93-101.

64. Каталог річок України / Г.І. Швець, Н.І. Дрозд, С.П. Левченко. – К.: АН України, 1957. – 192 с.

65. *Китредж Дж.* Влияние леса на климат, почвы и водный режим. –М.: ИЛ, 1951. – 456 с.

66. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.

67. Комплексна оцінка екологічного стану басейну Дніпра / Романенко В.Д., Євтушенко М.Ю., Линник П.М. та ін. – К.: ІГБ НАНУ, 2000. – 103 с.

68. *Коненко А.Д.* Гидрохимическая характеристика малых рек УССР. – К.: Изд-во АН УССР, 1952. – 136 с.

69. *Коненко А.Д., Кузьменко Н.М., Алмазов А.М.* Гидрохимическое районирование поверхностных вод УССР в период межени и половодья // Гидрохим. матер. – 1968. – Т. 44. –С. 28-34.

70. *Кордюм А.Б., Ромась М.І.* Водногосподарські та гідроекологічні проблеми Дніпра в сучасних умовах // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 128-136.

71. *Корытный Л.М.* Бассейновая концепция в природопользовании. − Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2001.− 163с.

72. *Косовец А.А., Вишневский В.И.* Долговременные изменения климатических условий на территории Украины и их влияние на гидрологический режим рек // Тез. докл. Всемир. конфер. по изменению климата. – М.: 2003. – С. 257.

73. *Косовець О.О.* Сучасний стан моніторингу природних вод в національній Гідрометслужбі Україин // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. – С. 14-24.

74. *Косовець О.О., Дугінов В.І.* Деякі питання з історії гідрохімічних досліджень річок України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 12-16.

75. *Котляков В.М., Коронкевич Н.И., Черногаева Г.М.* Географо-гидрологические исследования // Географические направления в гидрологии: Сб. науч. трудов. − М., 1995.− С. 5-10.

76. *Куделин Б.И.* Гидрогеологический анализ и методы определения подземного питания рек // Труды Лаборатории гидрогеологических проблем им. Ф.П. Саваренского.– 1949. –Т. 5. – 180 с.

77. *Куприянов В.В., Скакальский Б.Г.* Урбанизация и ее влияние на режим и качество поверхностных вод // Водные ресурсы. – 1973. – № 2. – С. 47-54.

78. *Левковский С.С.* Водные ресурсы Украины. Использование и охрана. – К.: Вища школа, 1979. – 180 с.

79. *Липинский В.Н.* Глобальные изменения климата и их проявление в Украине // Тез. докл. Всемир. конфер. по изменению климата. – М., 2003. –С. 153.

80. *Личков Б.Л.* Природные воды Земли и литосфера // Записки ГО СССР. Новая серия. – 1960 - Т. 19. – 120 с.

81. *Літовченко О.Ф., Сорокін В.Г.* Гідрологія і гідрохімія. –К.: Вища школа, Головне вид-во, 1985. – 240 с.

82. *Лобанская Н.П.* Грунтовый сток на территории Европейской части СССР. – М.: Водгео, 1959. – 52 с.

83. *Линник П.М., Морозова А.О.* Десорбція сполук азоту, фосфору і заліза з донних відкладів за дії різних чинників // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. − 2006. − Т.10. − С. 73-81.

84. *Лук'янець О.І.* Ландшафтні характеристики як основа оцінювання параметрів математичних моделей формування стоку води // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. − 2003. − Т.5. − С. 78-84.

85. *Ляшенко Д.О., Руденко Л.Г., Разов В.П.* Досвід створення серії карт „Комплекс природоохоронних заходів, що забезпечує екологічне оздоровлення басейну Дніпра" на основі застосування геоінформаційних технологій // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. − 2001. − Т.2. − С.758-763.

86. *Лысенко К.А.* Минимальный сток рек Украины и Молдавии // Тр. УкрНИГМИ. – 1965. –Вып. 64. – С. 143-154.

87. *Маков К.И.* О гидрогеологических условиях подземного питания рек УССР // Геологічний журнал. – 1938. – Т. VI. – С. 8-17.

88. *Маков К.И.* Подземные воды УССР. – К.: Изд-во АН УССР, 1947. – 410 с.

89. Малі річки України. Довідник / За ред. А.В. Яцика. – К.: Урожай, 1991. – 296 с.

90. *Маринич В.В., Савицький В.М., Пелешенко В.І.* Про деякі особливості динаміки якості річкових вод басейну Дніпра // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. –С. 176-179.

91. *Маринич О.М., Ланько А.І., Щербань М.І., Шищенко П.Г.* Фізична географія Української РСР. – К.: Вища школа, 1982. – 208 с.

92. *Маринич О.М., Шищенко П.Г.* Фізична географія України: Підручник. − К.: Знання, 2005. − 511 с.

93. *Мартазинова В.Ф., Свердлик Т.А*. Крупномасштабная атмосферная циркуляция XX столетия, её изменение и современное состояние // Тр. УкрНИГМИ. − 1999. − Вып. 246. − С. 21-27.

94. *Мартазинова В.Ф., Иванова Е.К., Чайка Д.Ю.* Изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха на протяжении XX века и ее влияние на погодные условия и региональную циркуляцию воздуха в Украине// Геофизический журнал. − 2006. − № 1, Т. 28. − С. 51-60.

95. Материалы по типизации рек Украинской ССР. Т. II. Гидрографические характеристики рек Украинской ССР / Н.И. Дрозд. – К.: Изд-во АН УССР, 1953. – 349 с.

96. *Мокляк В.И.* Об оценке влияния осушительных мелиораций на некоторые характеристики стока малых рек Полесья и Лесостепи УССР // Труды ГГИ. –1973. – Вып. 208. – С. 168-172.

97. *Молчанов А.А.* Гидрологическая роль леса. –М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 468 с.

98. *Мольчак Я.О., Мігас Р.В.* Річки Волині. –Луцьк: Надстир`я, 1999. – 176 с.

99. *Ободовський О.Г.* Руслові процеси. Навчальний посібник. – К.: РВЦ "Київський ун-т", 1998. – 134 с.

100. *Овчинников А.М.* Гидрогеохимия. – М.: Недра, 1970. – 342 с.

101. Оценка ресурсов и качества поверхностных вод / Под ред. В.А. Скорнякова, К.К. Эдельштейна. – М.: Изд-во МГУ, 1989. –197 с.

102. *Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б.* Водний фонд України. Довідковий посібник / За ред. В.М. Хорєва, К.А. Алієва. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 392 с.

103. *Пелешенко В.И.* Оценка взаимосвязи химического состава различных типов природных вод (на примере равнинной части Украины). – К.: Вища школа, 1975. – 168 с.

104. *Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Ромась Н.И., Снежко С.И.* Картографирование химического состава речных вод на основе дисперсионного анализа. – К.: УМК ВО, 1988. –76 с.

105. *Пелешенко В.И., Ромась Н.И.* Применение вероятностно-статистических методов для анализа гидрохимических данных: Учеб. пособие. – К.: 1977. – 65 с.

106. *Пелешенко В.І.* Фізико-географічне районування території як основа її гідрохімічного вивчення // Фіз. географія та геоморфологія. – 1976. –Вип. 16. – С. 87-96.

107. *Пелешенко В.І., Закревський Д.В.* Гідрогеологія з основами інженерної геології. 4.1. Гідрогеологія. – К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 2002. –212 с.

108. *Пелешенко В.І., Закревський Д.В.* Наукова школа гідрохімії в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 8-12.

109. *Пелешенко В.І., Савицький В.М., Хільчевський В.К., Закревський Д.В., Шевчук І.О.* Про деякі аспекти антропогенного забруднення річкових вод Правобережного Полісся України // Українське Полісся: вчора, сьогодні, завтра. – Луцьк: Надстир`я, 1998. – С. 180-181.

110. *Пелешенко В.І., Савицький В.М., Шевчук І.О., Сніжко С.І., Семерик В.М.* Про деякі чинники формування якості поверхневих вод басейну р. Горинь у сучасних умовах // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2000. – Т. 1. – С. 116-118.

111. *Пелешенко В.І., Хільчевський В.К.* Загальна гідрохімія. – К.: Либідь, 1997. – 384 с.

112. Подземный сток на территории СССР / Под ред. Б.И. Куделина. – М.: Изд-во МГУ, 1966. – 303 с.

113. *Попов Е.Г.* Гидрологические прогнозы. - Л.: Гидрометеоиздат, 1979. – 256 с.

114. *Попов О.В.* Подземное питание рек. – Л.: Гидрометеоиздат, 1968. – 292 с.

115. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 448 с.

116. *Посохов Е.В.* Формирование химического состава подземных вод. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 258 с.

117. Природа Украинской ССР. Климат / Бабиченко В.Н., Барабаш Н.Б. и др. – К.: Наукова думка, 1984. – 165 с.

118. Пространственно-временные колебания стока рек СССР / Под ред. А.В. Рождественского. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 376 с.

119. *Пустовойт С.П.* Гідрометрія. – К.: Вища школа, 1974. – 208 с.

120. *Ревера О.З., Кордюм А.Б.* Влияние агролесомелиоративных мероприятий на водные ресурсы Украины // Мелиорация и вод. хоз-во. – 1980. – Вып. 50. – С. 38-41.

121. *Ромась І.М.* Періоди мінімальної середньодобової водності в басейні Дніпра в межень // Наук. праці УкрНДГМІ. –2003. – Вип. 251. – С. 38-42.

122. *Ромась І.М.* Картографування модулів мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України) // Картографія та вища школа. – 2003. – Вип. 9 – С. 104-108.

123. *Ромась І.М.* Розподіл мінімальних середньодобових витрат річок басейну Дніпра (у межах України) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. –С. 72-73.

124. *Ромась І.М., Хільчевський В.К.* Мінералізація річкових вод басейну Дніпра при мінімальних витратах різної забезпеченості в літньо-осінню та зимову межень // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. –Т. 6. – С. 172-179.

125. *Ромась І.М., Хільчевський В.К.* Особливості картографування гідролого-гідрохімічних характеристик водного стоку із застосуванням геоінформаційних систем // Україна: географічні проблеми сталого розвитку. У 4-х т. – К.: ВГЛ "Обрії", 2004. – Т. 4. – С. 156-157.

126. *Ромась М.І., Шевчук І.О., Ромась І.М.* Дослідження формування мінімальних середньомісячних витрат річок басейну Дніпра в літньо-осінню межень // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 85-92.

127. *Ромась М.І., Шевчук І.О., Ромась І.М., Довгань Л.В.* Періоди формування середніх місячних витрат води мінімального стоку річок басейну Дніпра в літньо-осінню та зимову межень // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2003. – Вип. 251. – С. 54-58.

128. *Ромась М.І., Шевчук І.О., Чунарьов О.В., Ромась І.М.* Методика визначення витрат води різної забезпеченості // Фіз. географія та геоморфологія. – 2003. – Вип. 44. – С. 221-227.

129. *Руденко Ф.А.* Гідрогеологія Української РСР. – К.: Вища школа, 1972. – 174 с.

130. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. –111 с.

131. *Саваренский Ф.П.* Избранные сочинения. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1950. – 412 с.

132. *Савицький В.М., Шевчук І.О., Пелешенко В.І.* Формування і динаміка хімічного складу річкових вод лівобережних приток Дніпра у зоні лісостепу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 504-510.

133. Современные глобальные изменения природной среды. В 2-х томах. − М.: Научный мир, 2006.− − Т.1.– 676 с.

134. *Соколов А.А., Вуглинский В.С.* Состояние исследований по оценке влияния мелиоративных мероприятий на водные ресурсы территорий и перспективы их развития // Труды ГГИ. –1973. – Вып. 208. – С. 3-8.

135. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.

136. Строительные нормы и правила. Определение расчетных гидрологических характеристик: СНиП 2.01.14-83: Утв. Госстроем СССР. – М.: Стройиздат, 1985. –36 с.

137. *Фадеев В.В., Тарасов М.Н., Павленко В.Л.* Зависимость минерализации и ионного состава воды рек от их водного режима. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 173 с.

138. *Фащевский Б.В.* Основы рационального использования водных ресурсов при количественном истощении речного стока // География и природные ресурсы. – 1983. – № 3. –С. 28-35.

139. Физико-географическое районирование Украинской ССР / Под ред. В.П. Попова и др. – К.: Изд-во Киев. ун-та, 1968. – 684 с.

140. *Філоненко Ю.М.* Гідрогеологічні та геохімічні умови міграції забруднюючих речовин у межах Правобережжя Середнього Придніпров`я // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. –Т. 3. – С. 153-156.

141. *Хільчевський В.К.* Водопостачання і водовідведення. Гідроекологічні аспекти. –К.: ВЦ "Київський університет", 1999. – 319 с.

142. *Хільчевський В.К.* До питання про класифікацію природних вод за мінералізацією // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2003. – Т. 5. – С. 11-18

143. *Хільчевський В.К.* Кафедра гідрології і гідрохімії: освіта і наука. – К.: Ніка-центр, 2000. – 22 с.

144. *Хільчевський В.К.* Комплексна оцінка якості річкових вод басейну Верхнього Дніпра // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. Географія.– 1984. – Вип. 26. – С. 42-47.

145. *Хільчевський В.К.* Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. – К.: ВПЦ "Київський ун-т", 1996. – 222 с.

146. *Цыцарин Г.В.* Введение в гидрохимию: Учебное пособие для студентов-гидрологов. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1988. – 104 с.

147. *Чіппінг І.О., Лисенко К.А.* Річний та мінімальний стік на території України. – К.: Вид-во АН УРСР, 1959. – 146 с.

148. *Чунарьов О.В., Ромась І.М.* Порівняльний аналіз методів розрахунку витрат води різної забезпеченості // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С. 39-46.

149. *Шевчук В.Я., Васенко О.Г.* Екологічний стан басейну річки Дніпро за результатами першої українсько-канадської експедиції. – Харків, УкрНДІЕП, 1995. – 54 с.

150. *Шевчук І.О.* Про деякі особливості екологічного стану річкових вод центральної частини Прип`ятського Полісся // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. –2000. –Т. 1. – С. 128-131.

151. *Шерешевский А.И., Шулипенко Т.Ф.* Оценка влияния хозяйственной деятельности на сток средних рек Украины // Тр. УкрНИИ Госкомгидромета. – 1986. – Вып. 211. – С. 36-46.

152. *Шерешевский А.И., Синицкая Л.К.* Оценка влияния возможных изменений климата на водность р. Днепр // Тр.УкрНИГМИ. − 1998. − Вып.246. − С. 86-94.

153. *Шерешевський А.І., Синицька Л.К.* Оцінка змін випаровування з водної поверхні на території України // Наук. праці УкрНДГМІ. − 2000. − Вип. 248 .− С. 67-76.

154. *Шерешевський А.І., Синицька Л.К.* Випаровування з водної поверхні на території України // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. – С. 65-71.

155. *Шикломанов И.А.* Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. –335 с.

156. *Шикломанов И.А.*, *Линз Г.* Влияние изменений климата на гидрологию и водное хозяйство// Метеорология и гидрология. − 1991. − №4. − С. 51-56.

157. *Шикломанов И.А., Бабкин В.И.* Изменения климата и водное хозяйство // Метеорология и гидрология. − 1992. − №8. − С. 38-43.

158. *Шикломанов И.А., Георгиевский В.Ю.* Влияние климатических изменений на водные ресурсы и водный режим рек России // Тез. докл. Всемир. конфер. по изменению климата. – М., 2003. – С. 250.

159. *Яцык А.В.* Экологические основы рационального водопользования. – К.: Генеза, 1997. – 640 с.

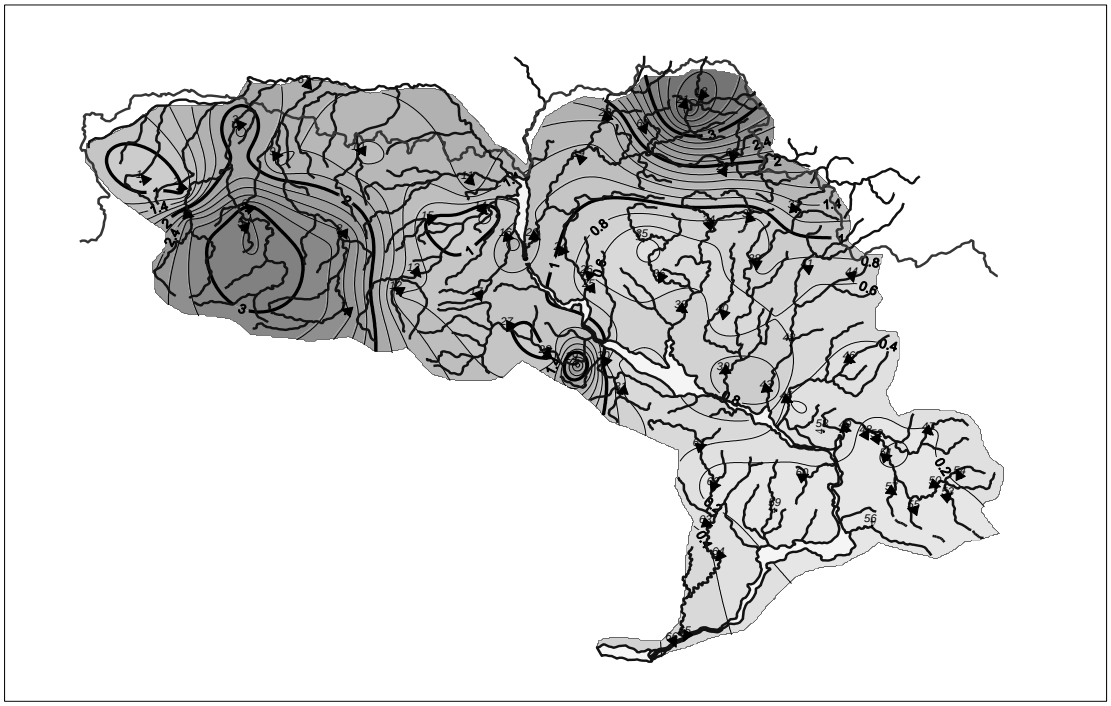
160. *Яцюк М.В.* Оцінка якості води басейну Самари в умовах техногенного впливу // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2001. – Т. 2. – С. 561-568.

161. *Яцюк М.В.* Система щодо запобігання і реагування на надзвичайні ситуації у водному господарстві // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2002. – Т. 3. –С. 33-37.

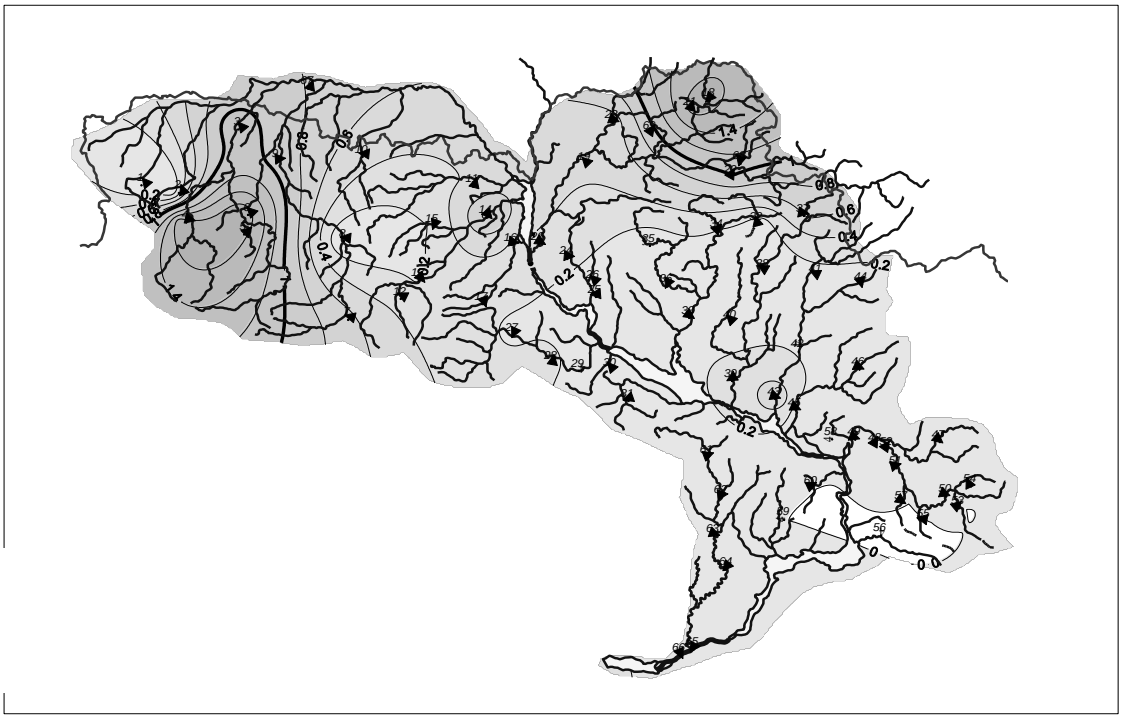
Д О Д А Т К И

Додаток А1

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у липні:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



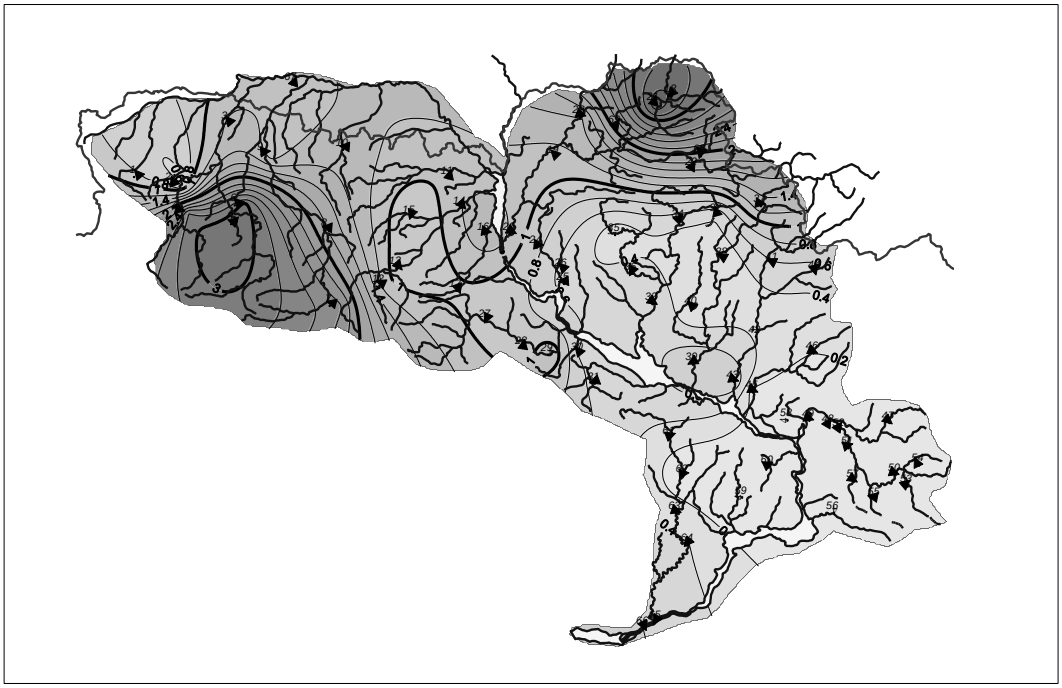
а)



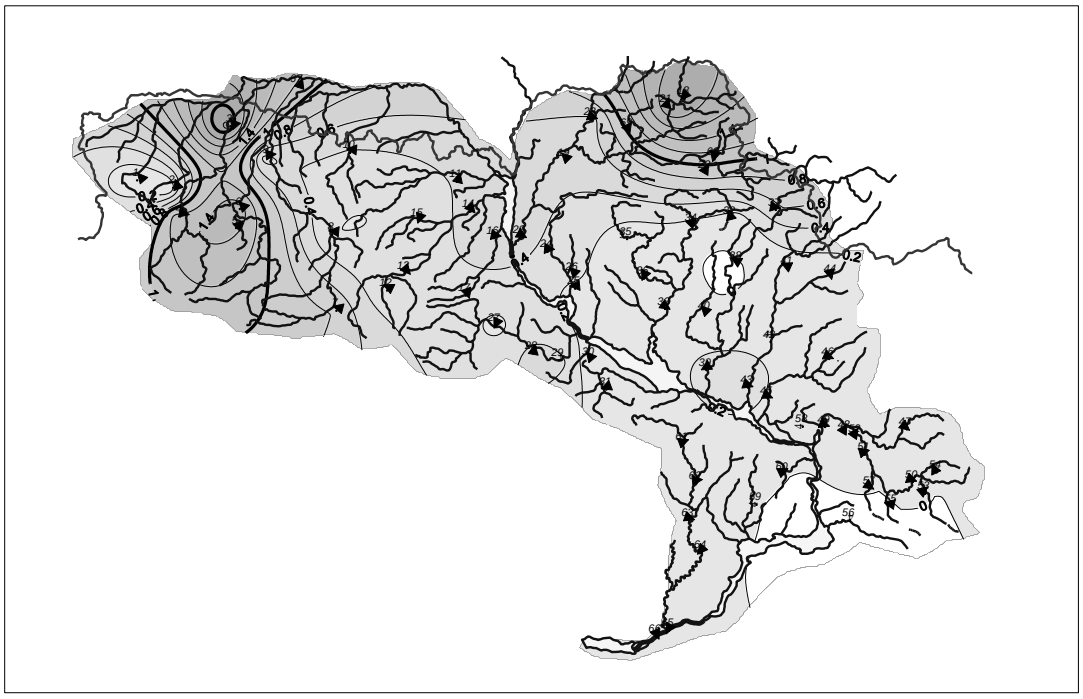
б)

Додаток А2

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у серпні:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



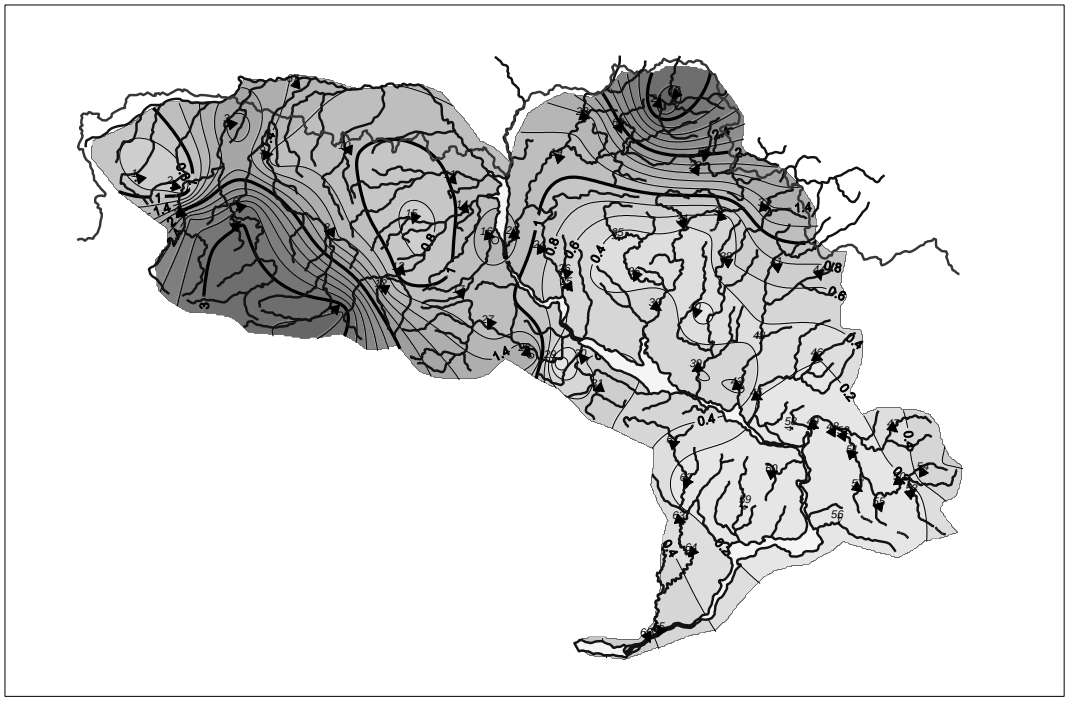
а)



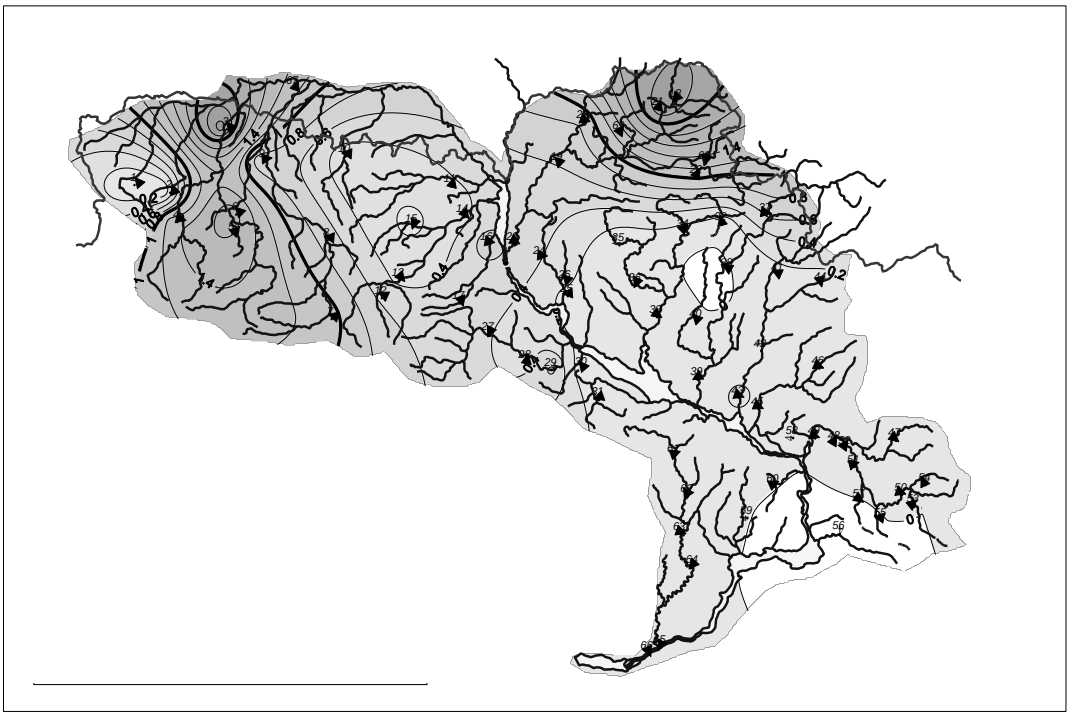
б)

Додаток А3

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у вересні:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



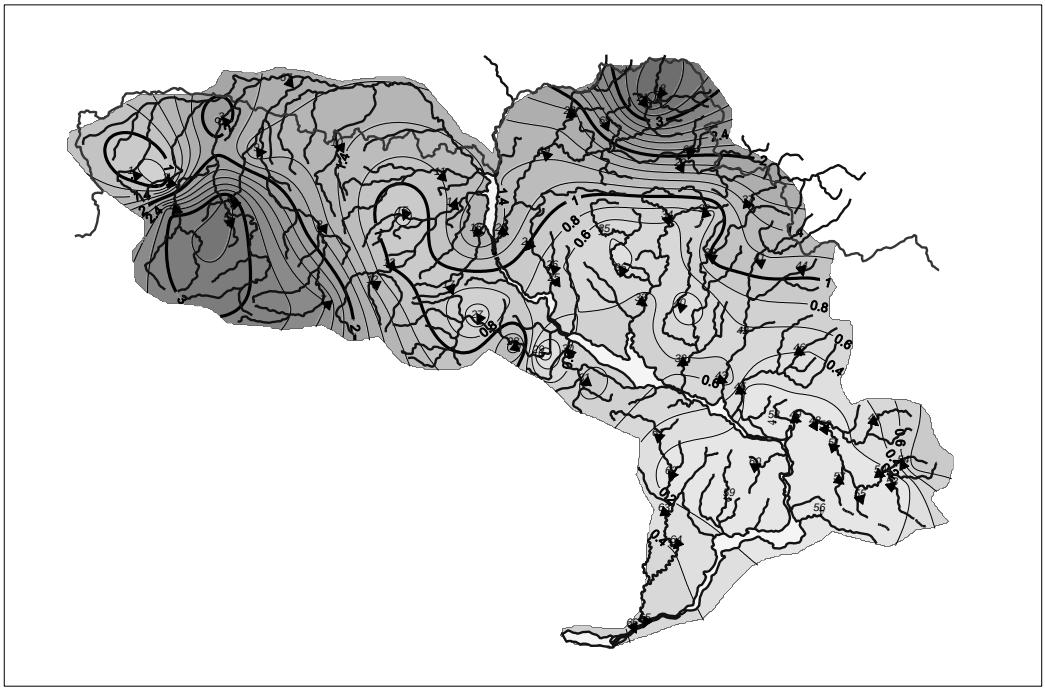
а)



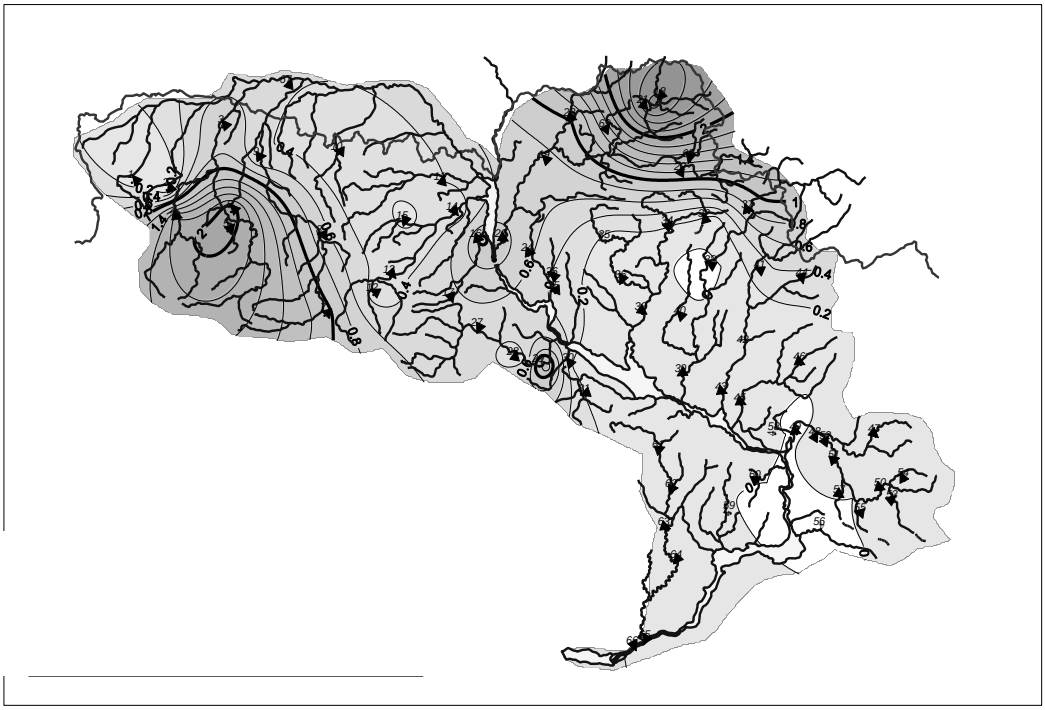
б)

Додаток А4

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у жовтні:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



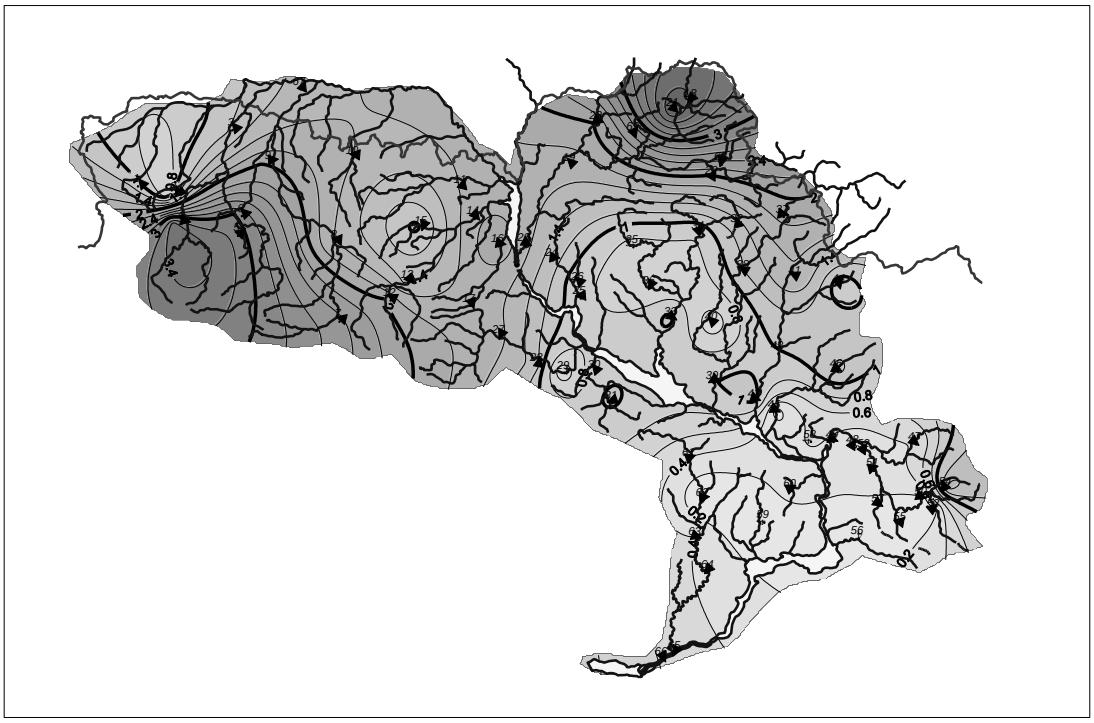
а)



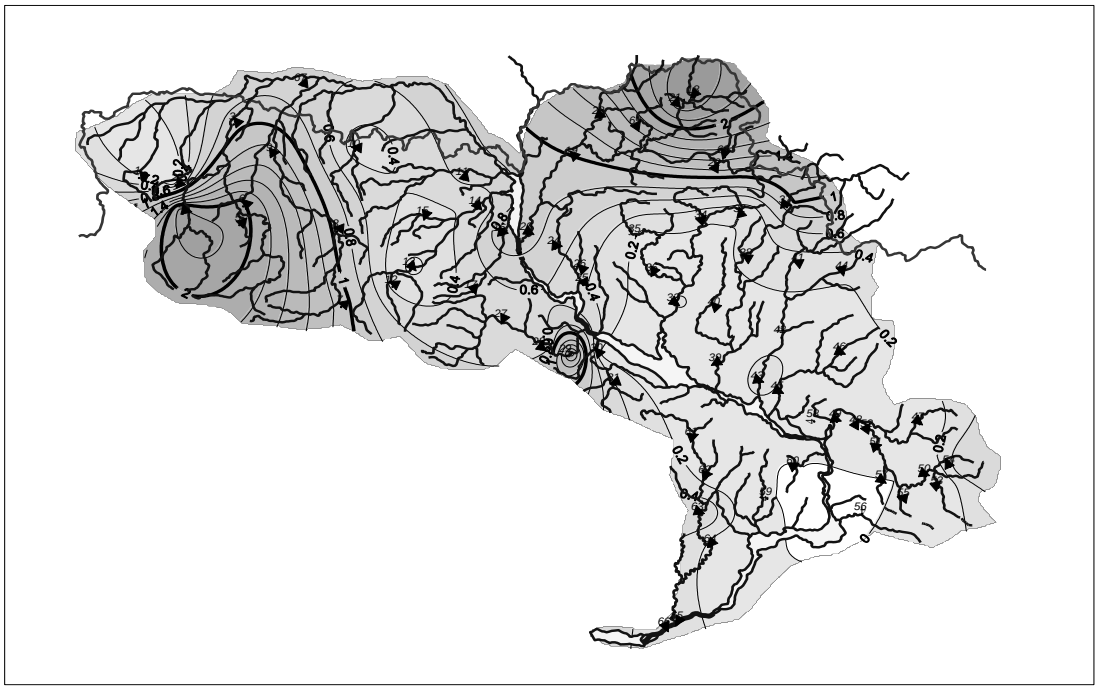
б)

Додаток А5

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у листопаді:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



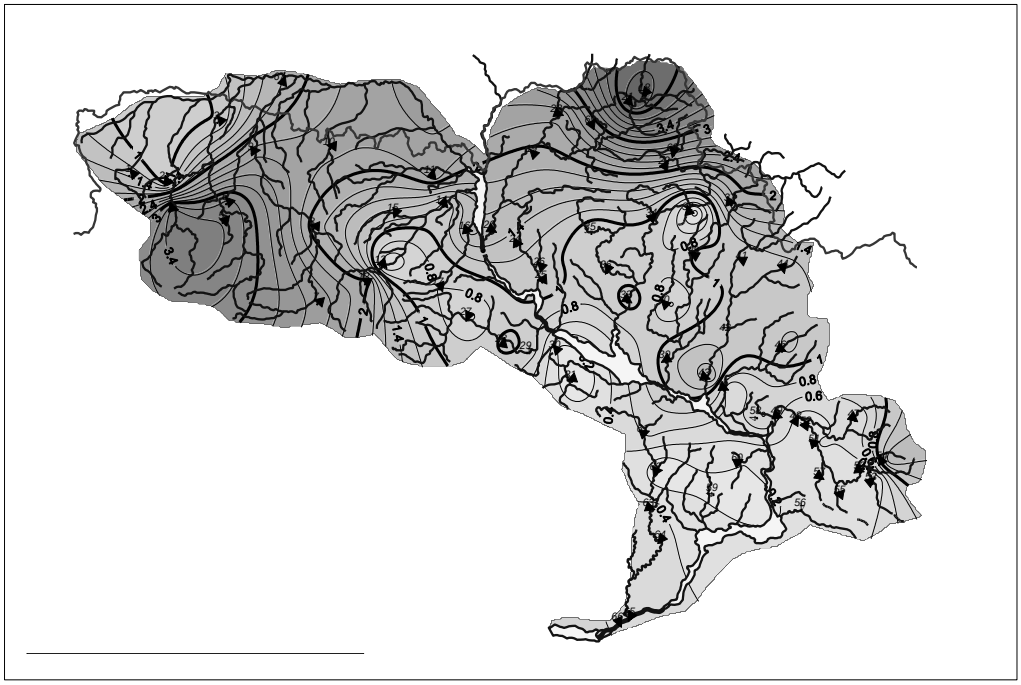
а)



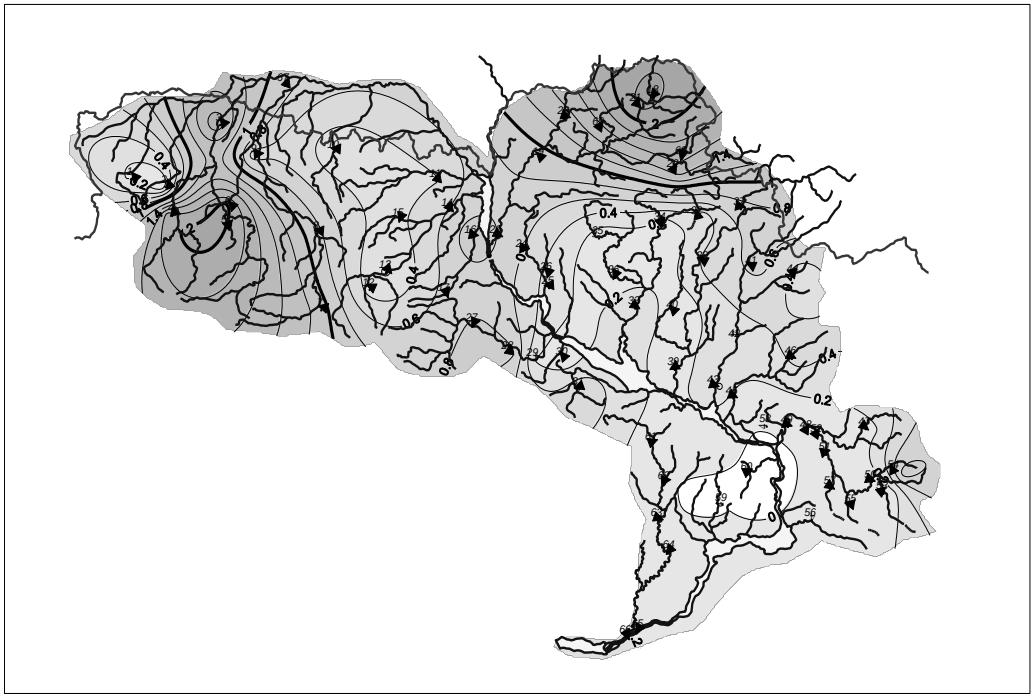
б)

Додаток А6

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у грудні:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



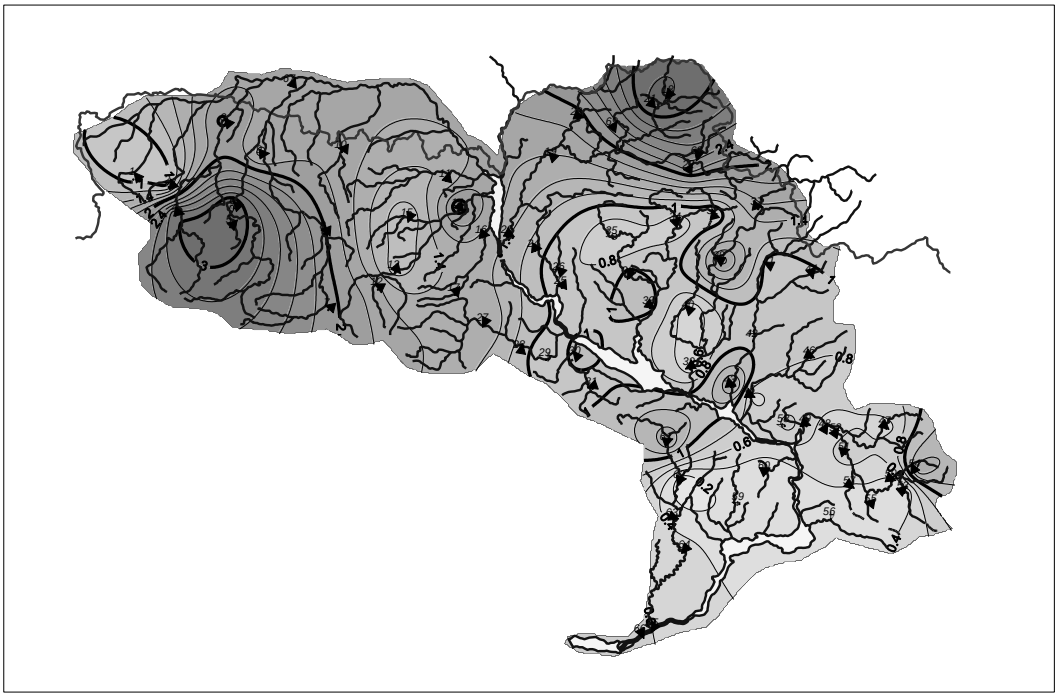
а)



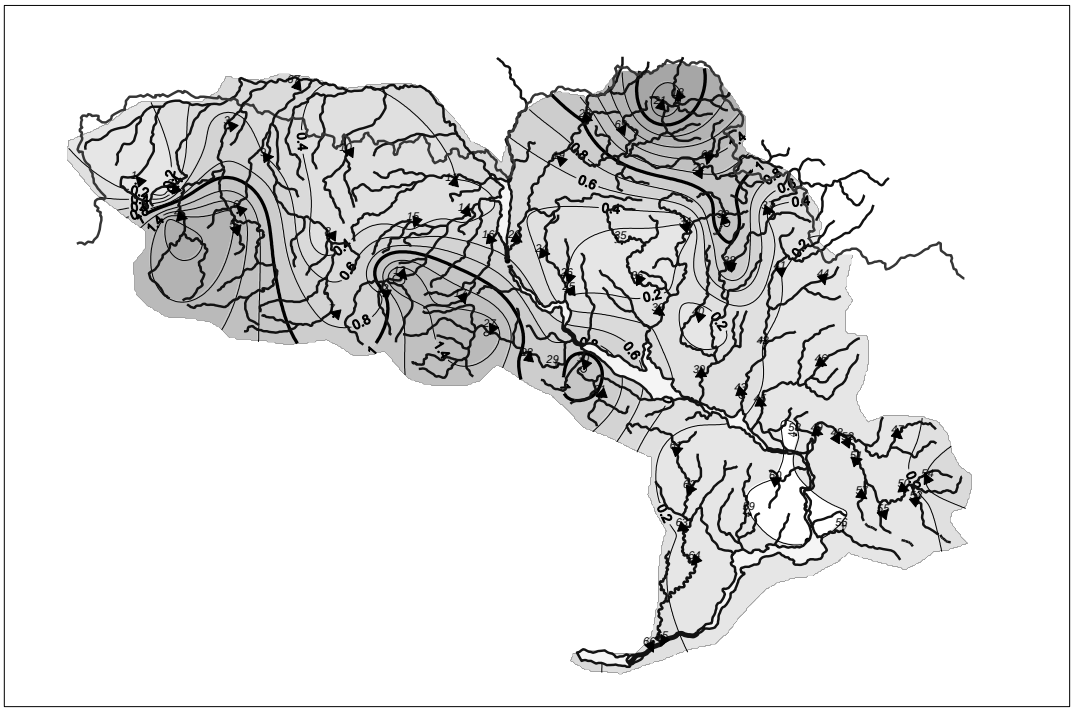
б)

Додаток А7

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у січні:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



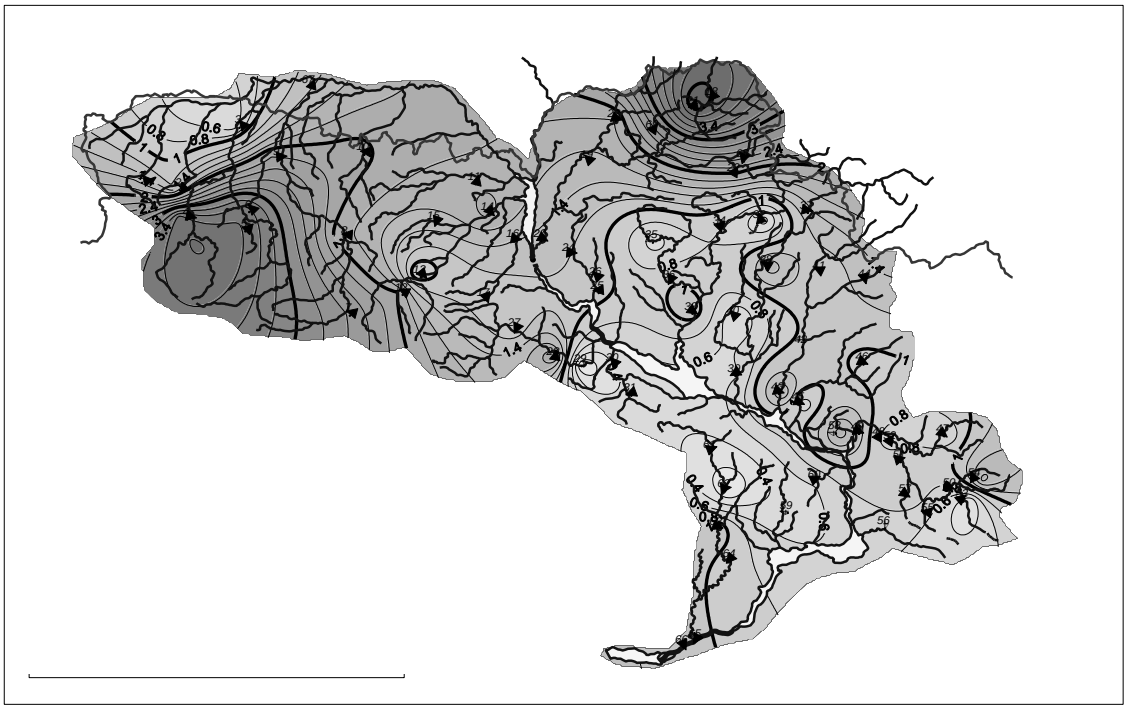
а)



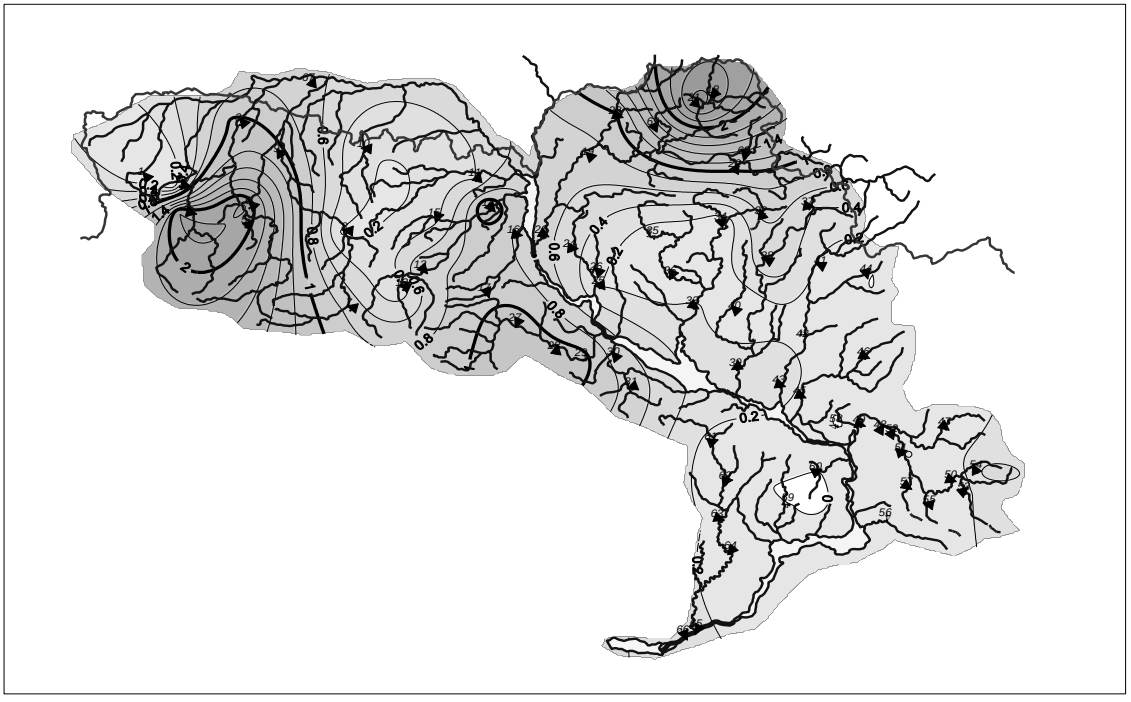
б)

Додаток А8

Розподіл середньомісячних модулів стоку річок басейну Дніпра у лютому:
а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,5— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



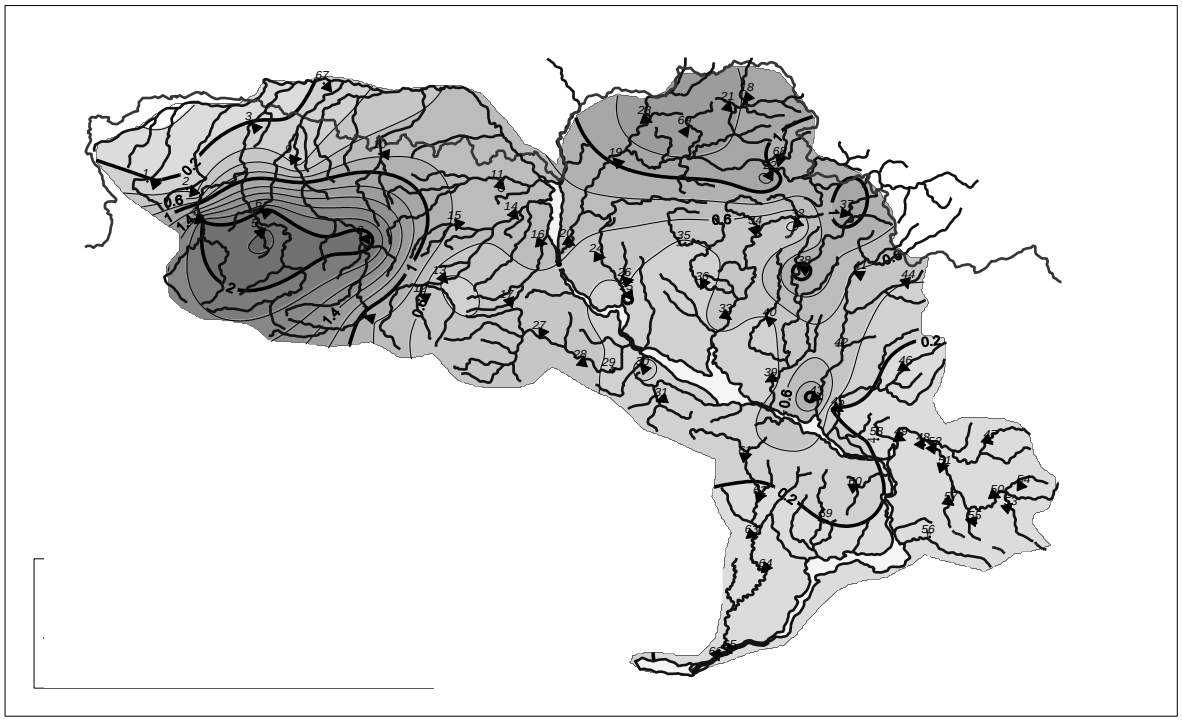
а)



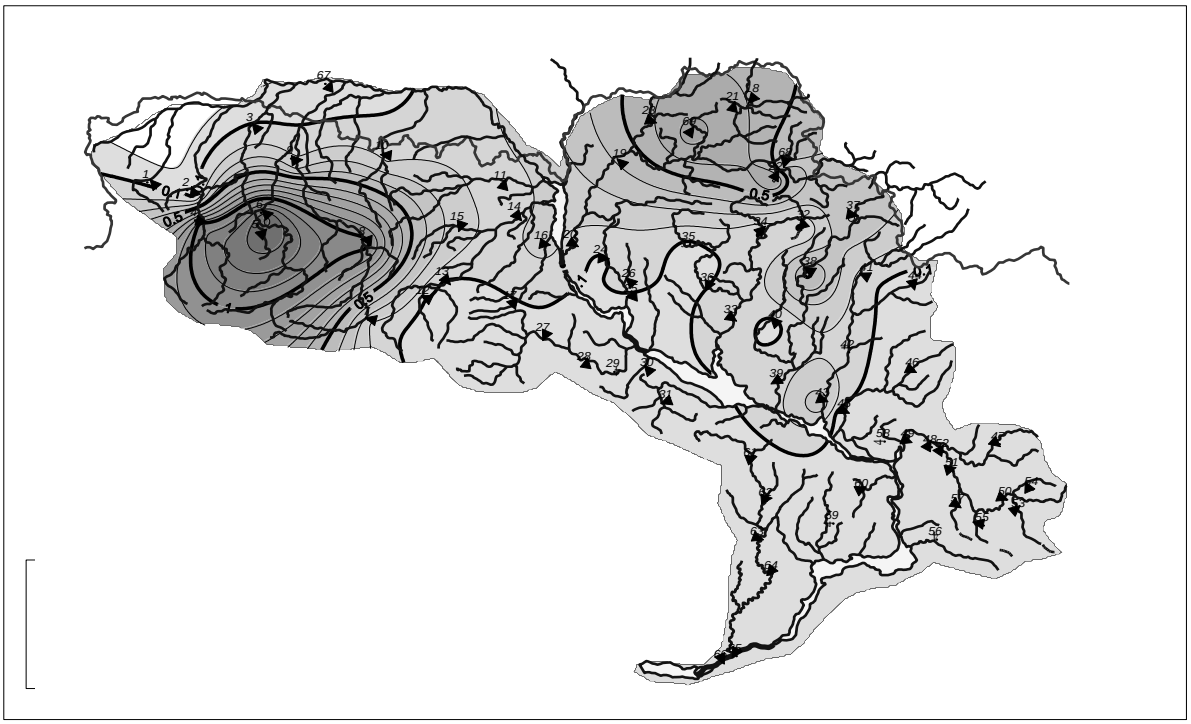
б)

Додаток Б1

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку
річок басейну Дніпра у липні: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



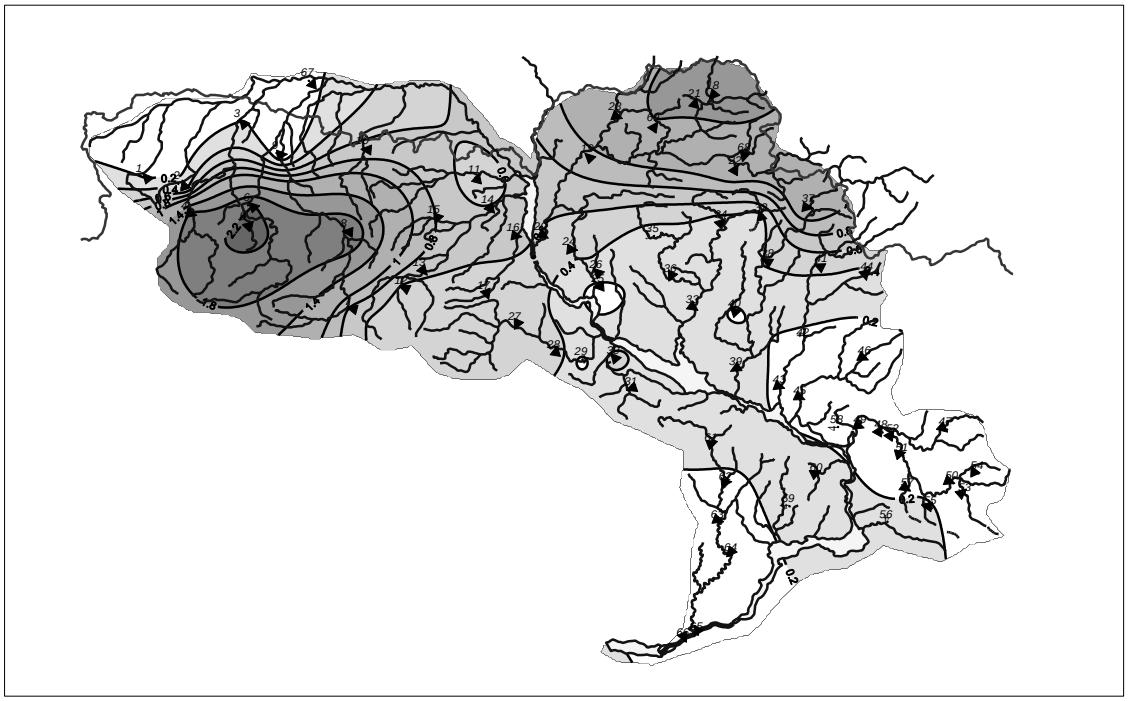
а)



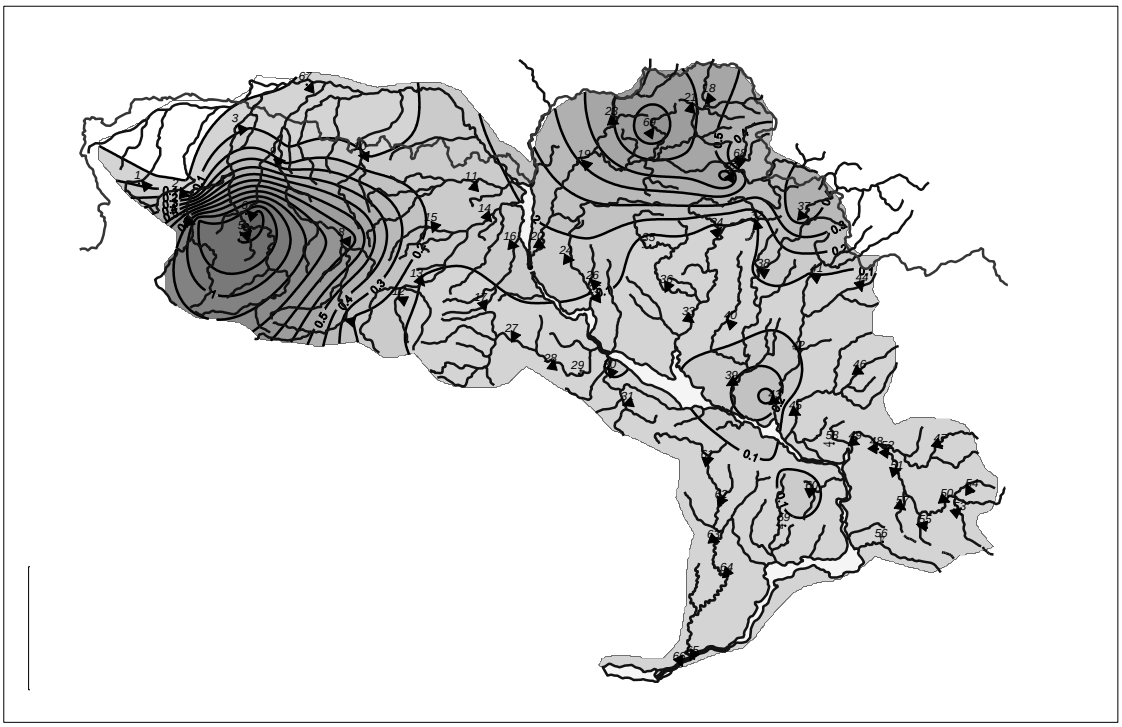
б)

Додаток Б2

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку
річок басейну Дніпра у серпні: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



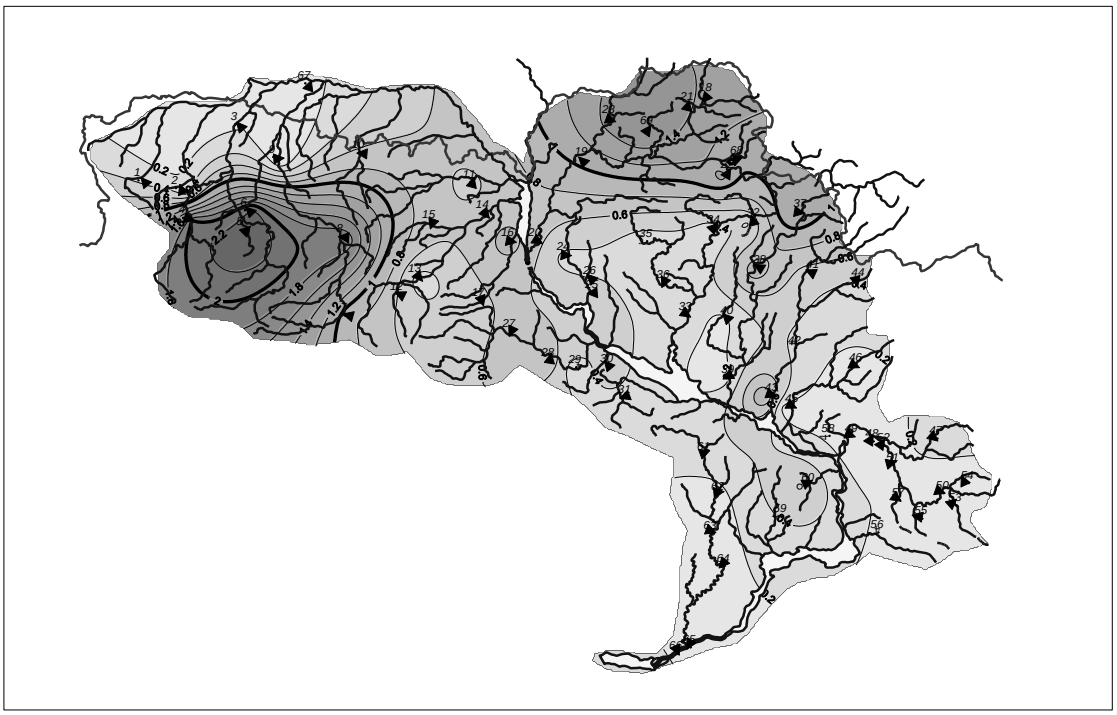
а)



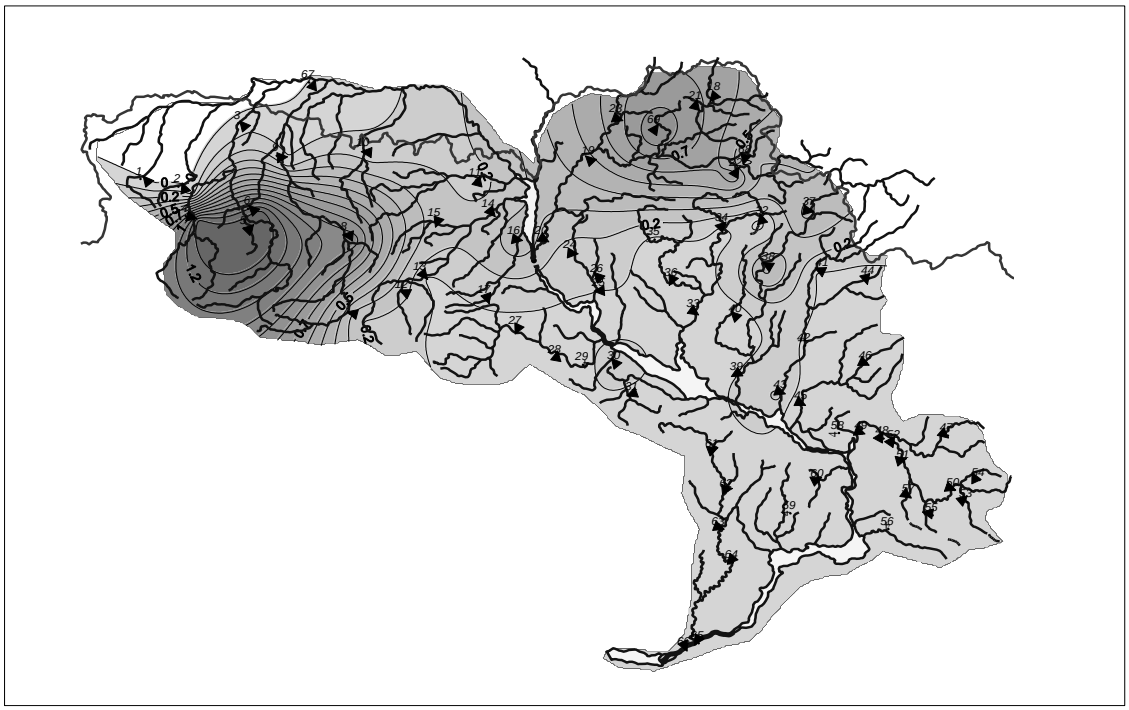
б)

Додаток Б3

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у вересні: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



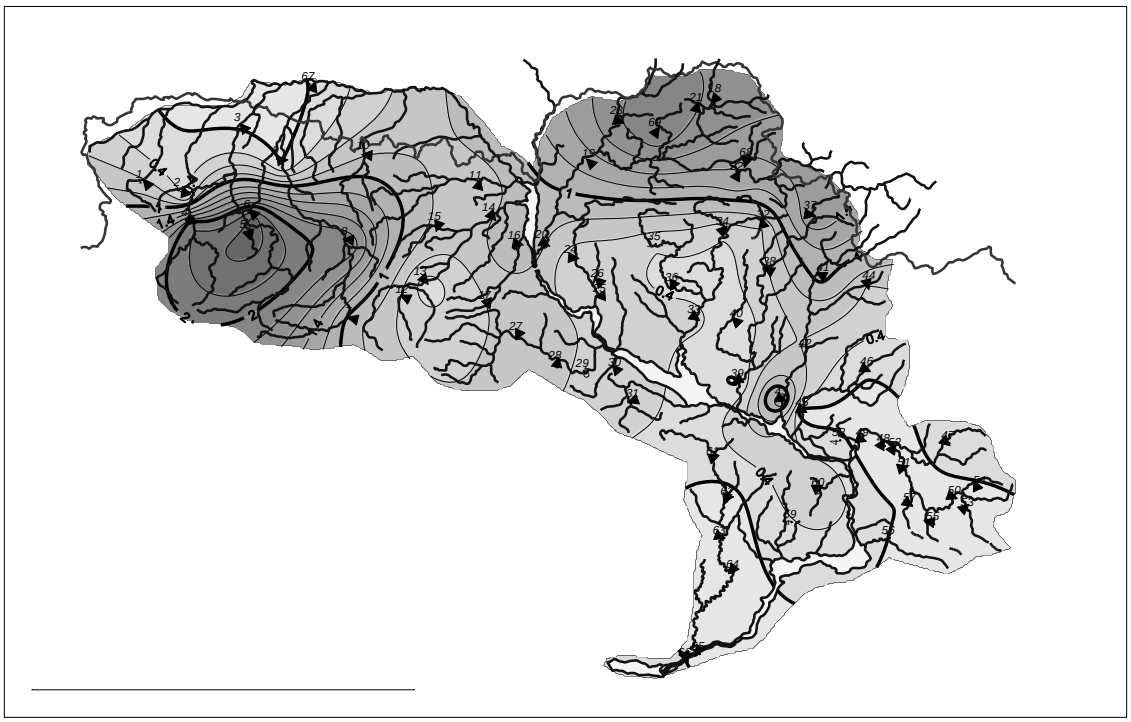
а)



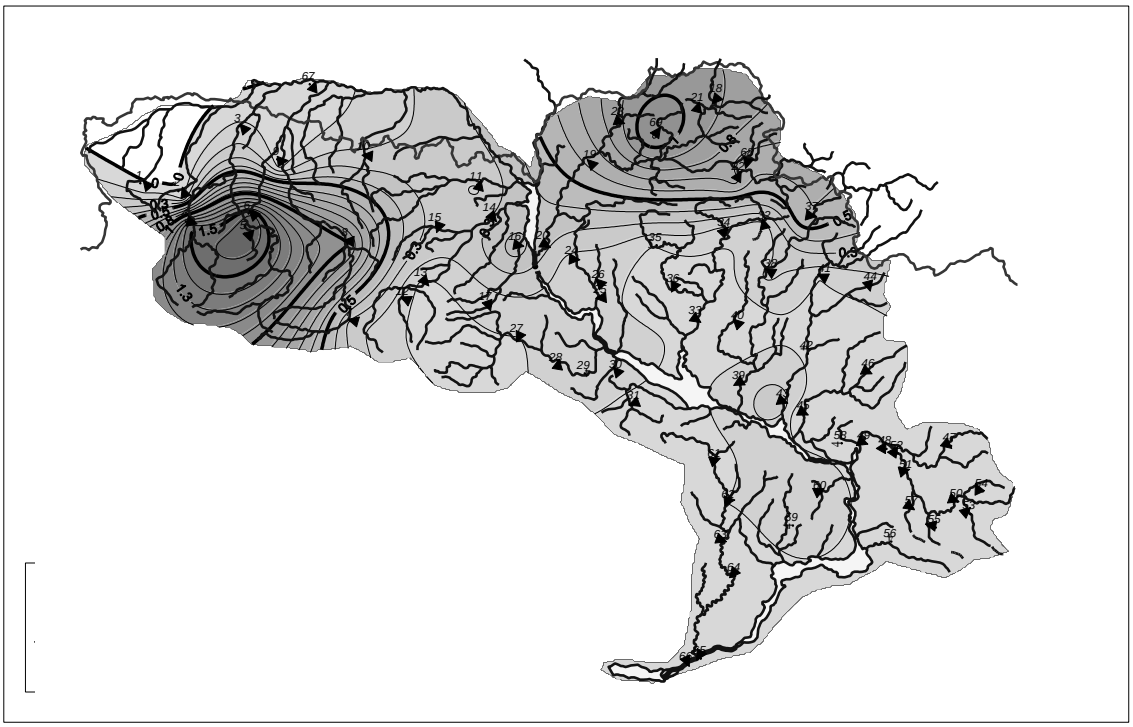
б)

Додаток Б4

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку
річок басейну Дніпра у жовтні: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості
(—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



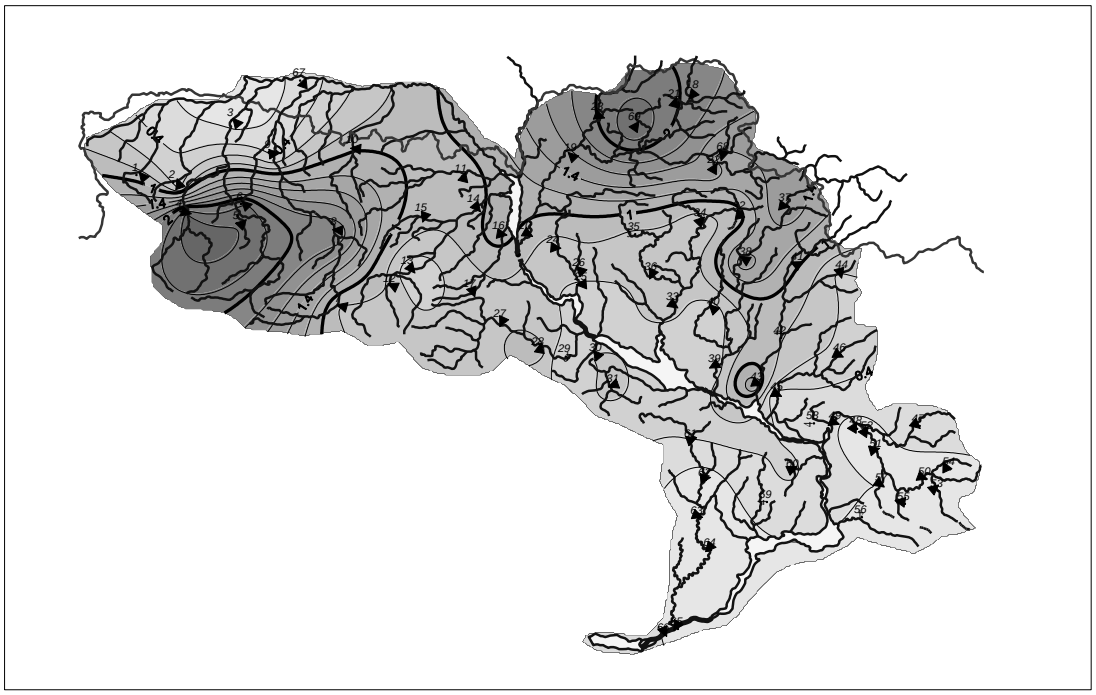
а)



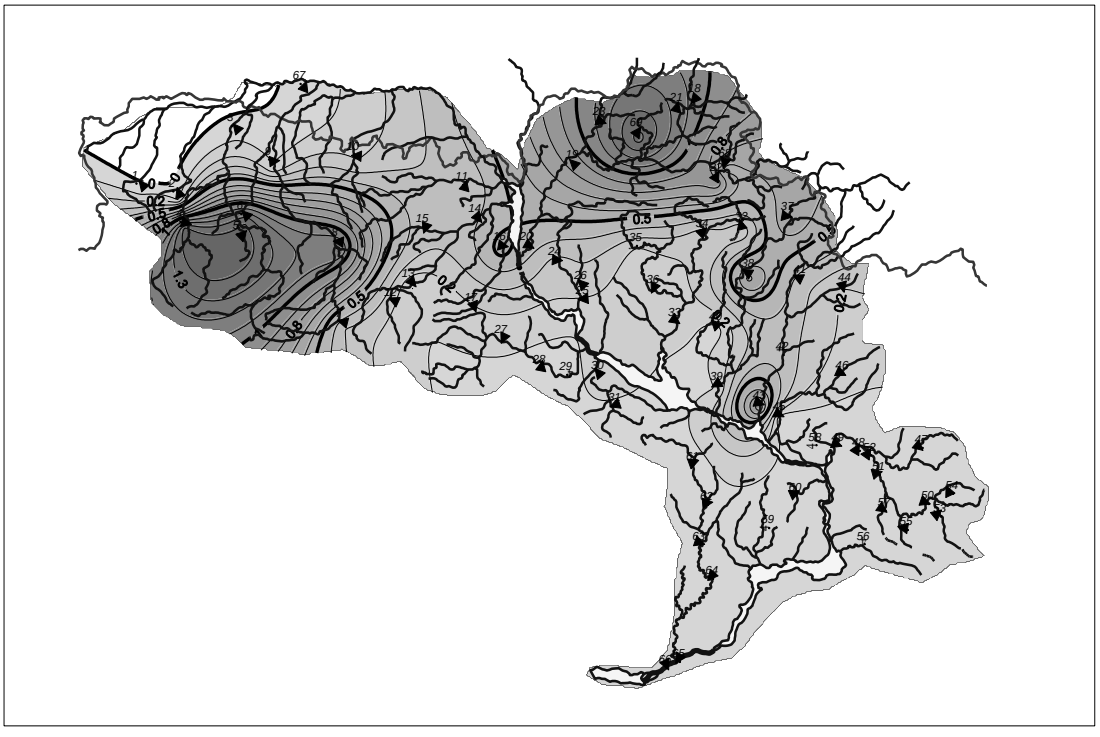
б)

Додаток Б5

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у листопаді: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості (—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



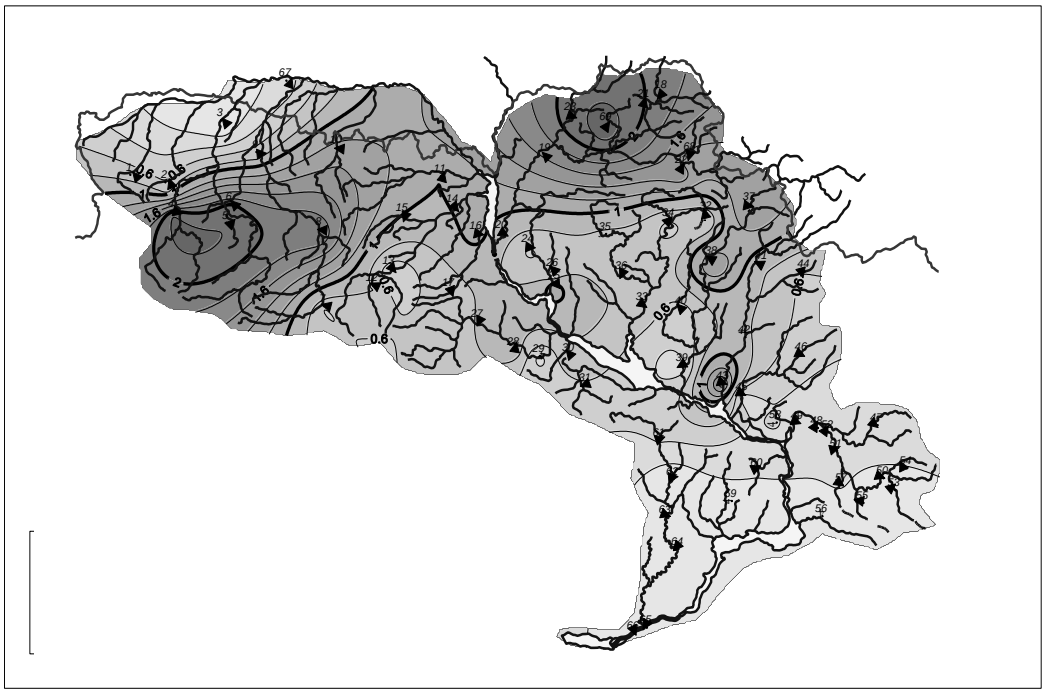
а)



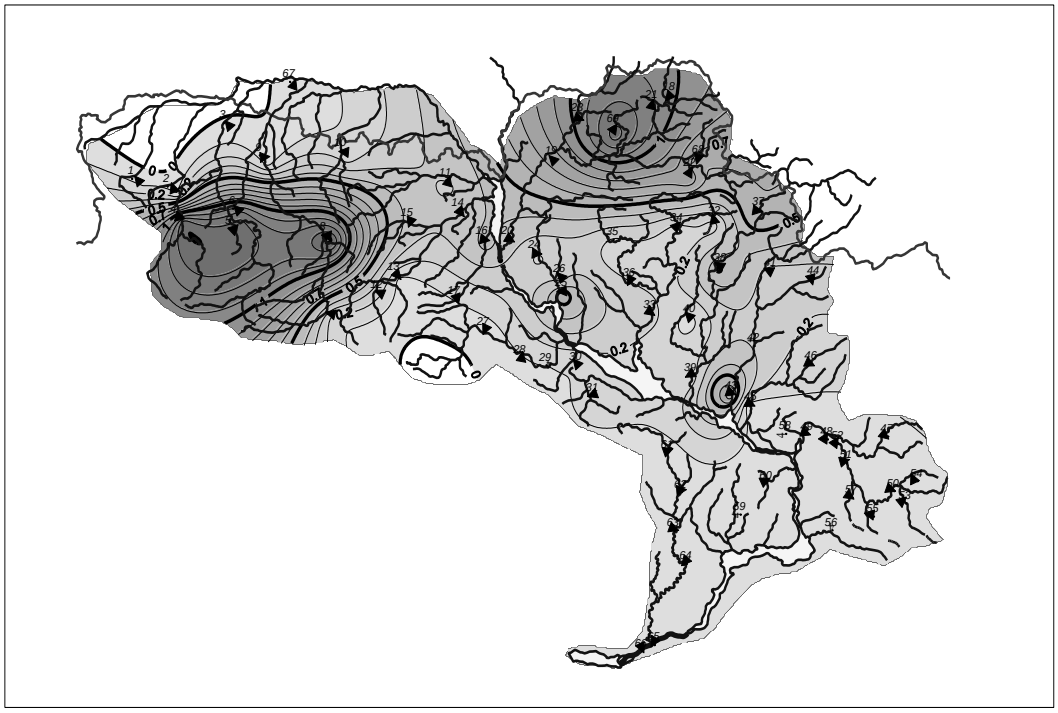
б)

Додаток Б6

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у грудні: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості (—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



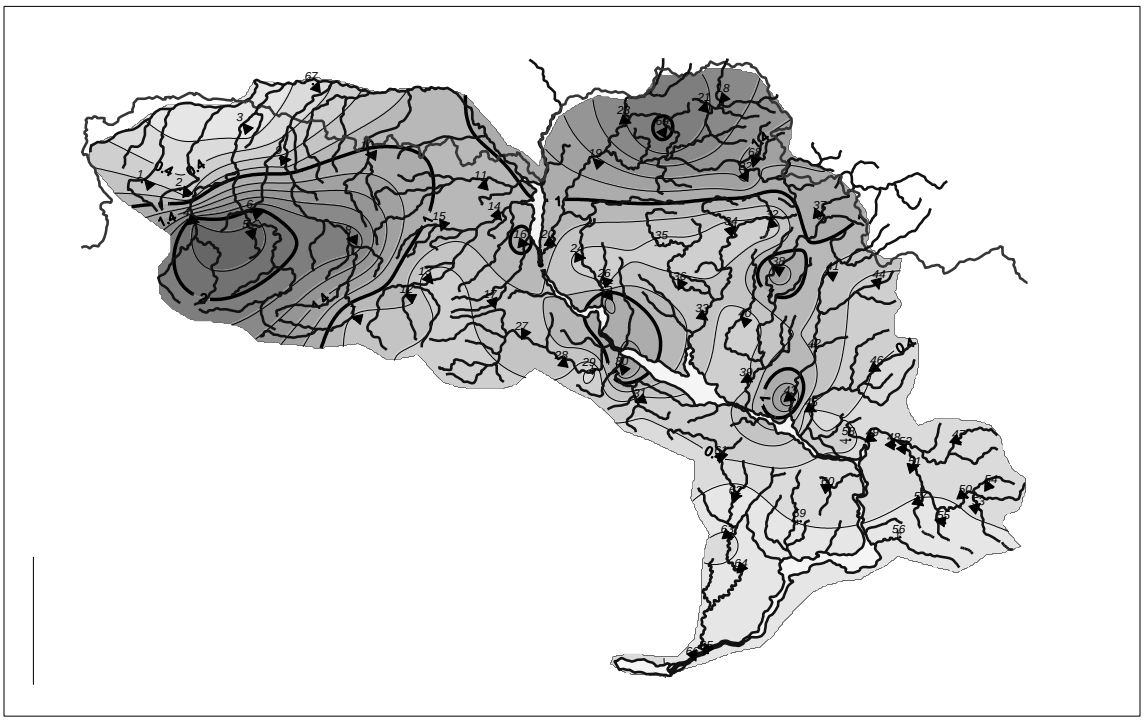
а)



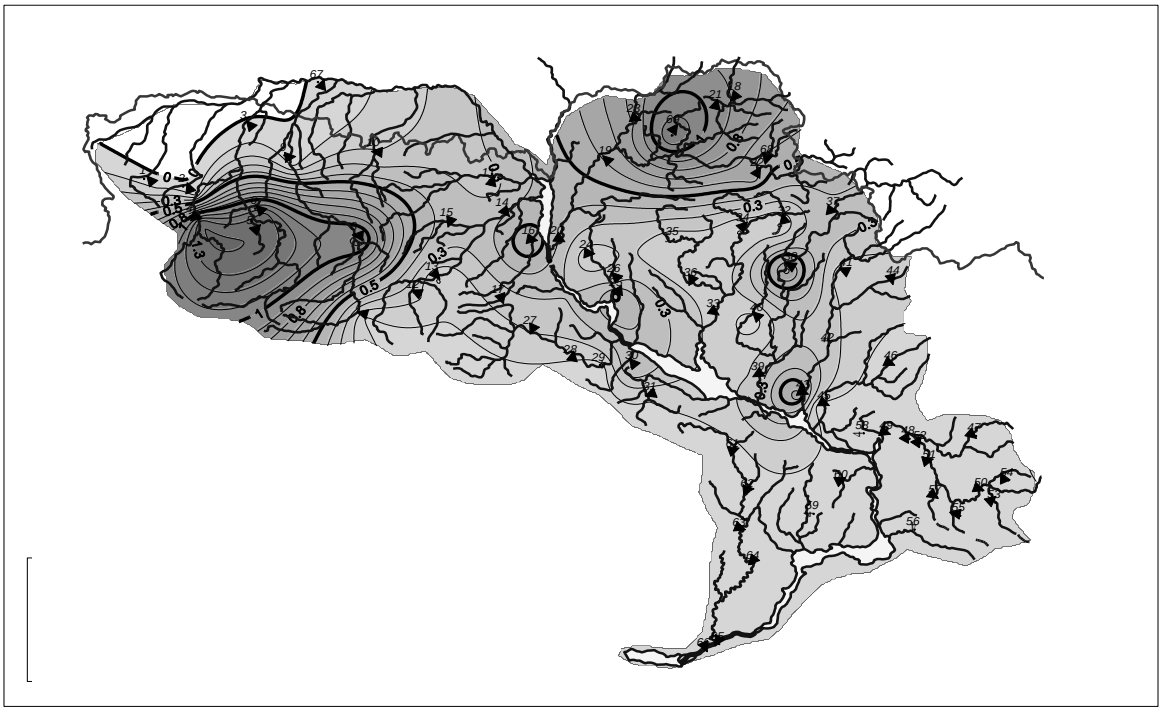
б)

Додаток Б7

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у січні: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості (—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



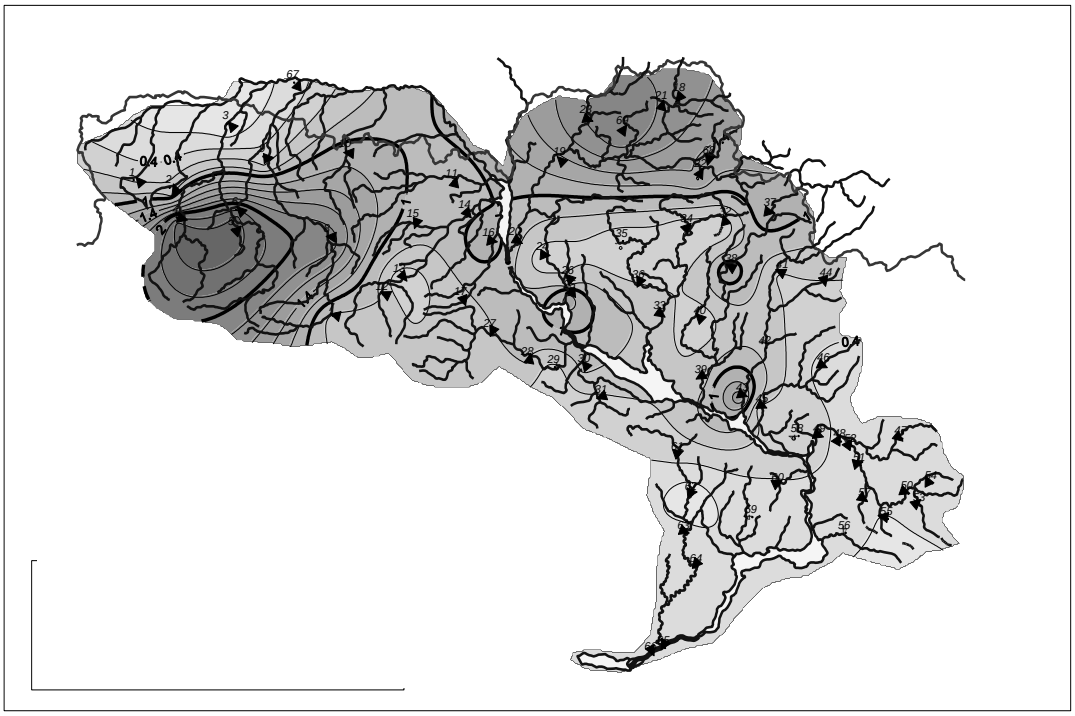
а)



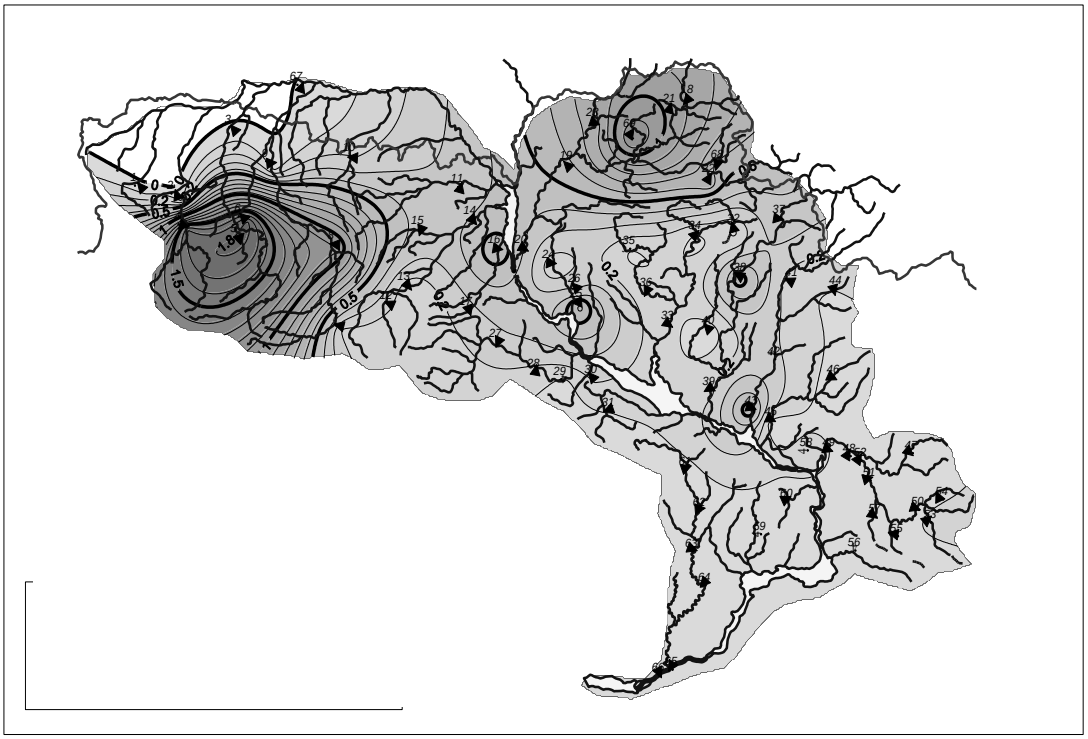
б)

Додаток Б8

Розподіл мінімальних середньодобових модулів стоку річок басейну Дніпра у лютому: а) 50 % забезпеченості; б) 95 % забезпеченості (—0,2— ізолінія модуля стоку, л/с·км^2)



а)



б)

АВТОРСЬКИЙ КОЛЕКТИВ

ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ ВАЛЕНТИН КИРИЛОВИЧ – завідувач кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка (з 2000 р.), доктор географічних наук, професор, академік АН вищої освіти України, почесний працівник гідрометслужби України. Керівник та учасник низки національних та міжнародних н.-д. проектів, експедиційних гідролого-гідрохімічних досліджень на Шацьких озерах, у басейнах річок України, водоймах-охолоджувачах українських АЕС та Смоленської АЕС (Росія). У 1988-1989 рр. проходив наукове стажування у Бухарестському університеті (Румунія), вивчав річки Південних Карпат, Трансільванії, гирло Дунаю та прилеглої акваторії Чорного моря. Сфера наукових інтересів – регіональна гідрохімія і гідрологія, якість води для водопостачання, методичні питання гідроекології. Науковий керівник науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії. Відповідальний редактор наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія», заснованого за його ініціативи у 2000 р. Голова спеціалізованої вченої ради по захисту докторських дисертацій (з 2003 р.). Має понад 200 наукових праць, в т.ч. 13 монографій та 13 підручників і навчальних посібників.

РОМАСЬ ІГОР МИКОЛАЙОВИЧ – кандидат геграфічних наук, закінчив кафедру гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка у 2001 р. Протягом 2001-2004 рр. навчався в аспірантурі на кафедрі (науковий керівник – В.К. Хільчевський). У 2005 р. захистив кандидатську дисертацію, присвячену дослідженню гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок. З 2005 р. – науковий співробітник Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України та МНС України.

РОМАСЬ МИКОЛА ІВАНОВИЧ – завідувач науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка, доктор географічних наук. Керівник низки бюджетних і госпдоговірних тем. Його наукові дослідження присвячені питанням регіональної гідрохімії, хімічного складу атмосферних опадів, якості води водойм-охолоджувачів АЕС і ТЕС. Виконував експедиційні дослідження на осушувальних системах Українського Полісся, Шацьких озерах; водних об’єктах у районах всіх українських АЕС (в тому числі Чорнобильської АЕС – до і після аварії 1986 р.) та Смоленської АЕС (Росія). Член спецрад по захисту докторських дисертацій. Автор понад 90 наукових праць.

ГРЕБІНЬ ВАСИЛЬ ВАСИЛЬОВИЧ – доцент кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка, кандидат географічних наук. Керівник бюджетної н.-д. теми, очолював виконання госпдоговірної тематики. Досліджує сучасні зміни гідрологічного режиму річок України під впливом змін клімату. Виконував експедиційні дослідження на річках басейнів Дніпра, Дністра, Південного Бугу, Тиси, Західного Бугу, водоймах-охолоджувачах АЕС.Вчений секретар спецради по захисту докторських дисертацій та редколегії наукового збірника «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія». Має понад 70 наукових та навчально-методичних праць.

ШЕВЧУК ІРИНА ОЛЕКСАНДРІВНА – провідний інженер науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Наукові дослідження пов’язані з вивченням гідрохімічного режиму річок, антропогенного впливу на хімічний склад вод. Виконувала експедиційні дослідження на річках басейну Верхнього Дніпра, Південного Бугу, водоймах-охолоджувачах АЕС. Має понад 30 наукових праць.

ЧУНАРЬОВ ОЛЕКСІЙ ВАСИЛЬОВИЧ – закінчив кафедру гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка у 2004 р. З цього ж року – аспірант кафедри (науковий керівник – В.К. Хільчевський). Займається оцінкою водоресурсного потенціалу та якості річкових вод на басейновій основі. Автор 13 наукових праць.

Гідролого-гідрохімічна характеристика мінімального стоку річок басейну Дніпра. В.К. Хільчевський, І.М. Ромась, М.І. Ромась, В.В. Гребінь, І.О. Шевчук, О.В. Чунарьов /За ред. В.К. Хільчевського.− К.: Ніка–Центр, 2007. − 184 с.

ISBN 978-966-521-445-8

У монографії розглядаються закономірності просторового і часового розподілу гідролого-гідрохімічних характеристик мінімального стоку річок басейну Дніпра (в межах України). Виявлені загальні тенденції у формуванні мінімальних середньомісячних та мінімальних середньодобових витрат різної забезпеченості і хімічного складу річкових вод та певні відмінності, характерні для окремих річок, які обумовлені взаємодією комплексу фізико-географічних, гідрогеологічних та антропогенних чинників. Визначена антропогенна складова іонного стоку, досліджено трансформацію хімічного типу річкових вод за останні десятиріччя. Досліджені сучасні зміни мінімального стоку річок басейну під впливом кліматичних змін. За гідролого-гідрохімічними показниками мінімального стоку проведено районування території басейну Дніпра у межах України.

Наукове видання

Хільчевський Валентин Кирилович
Ромась Ігор Миколайович
Ромась Микола Іванович
Гребінь Василь Васильович
Шевчук Ірина Олександрівна
Чунарьов Олексій Васильович

ГІДРОЛОГО-ГІДРОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК БАСЕЙНУ ДНІПРА

Підписано до друку 29.03.2007. Формат 60x84/16
Папір офсетний. Умов.друк.аркушів 10,7.
Обл.-вид.арк.13,4. Наклад 300 прим. Зам. №_1694_

Видавництво «Ніка-Центр». 01135, Київ-135, а/с 192;
(044) 242-61-56; e-mail: psyhea@uprotel.net.ua, servic57@i.com.ua
Свідоцтво про внесеня до реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 1399 від 18.06.2003.

Відруковано у ТОВ «Аспект-Поліграф»
16610, Чернігівська обл., м. Ніжин, вул. Шевченка, 109-а.
Свідоцтво про внесеня до реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 1115 від 12.11.2002.



Авторський колектив монографії, зліва направо:
нижній ряд – В.К. Хільчевський - доктор геогр. наук, професор, завідувач кафедри гідрології та гідроекології Київського національного університету імені Тараса Шевченка; І.О. Шевчук - пров. інженер; М.І. Ромась - доктор геогр. наук, зав. н.-д. лабораторії гідроекології та гідрохімії;
верхній ряд – В.В. Гребінь – канд. геогр. наук, доцент; І.М. Ромась – канд. геогр. наук; О.В. Чунарьов – аспірант.

КАФЕДРА ГІДРОЛОГІЇ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЇ

Кафедра гідрології та гідроекології (початкова назва – гідрології суші) створена у 1949 р. на географічному факультеті Київського національного університету імені Тараса Шевченка. У 1976 р. кафедра отримала назву – гідрології та гідрохімії, з 2002 р. – кафедра гідрології та гідроекології.

НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЛАБОРАТОРІЯ ГІДРОЕКОЛОГІЇ ТА ГІДРОХІМІЇ

Науково-дослідна лабораторія (початкова назва – гідрохімії) створена при кафедрі гідрології суші географічного факультету у 1970 р. за ініціативи її наукового керівника В.І. Пелешенка. У 1971 р. вона отримала статус проблемної науково-дослідної лабораторії гідрохімії. У 1992 р. перейменована - науково-дослідна лабораторія гідроекології та гідрохімії. Зараз науковим керівником лабораторії є В.К. Хільчевський.

Колектив кафедри і лабораторії вивчає хімічний склад природних вод України, антропогенний вплив на якість поверхневих вод (зокрема, басейну Дніпра), хімічний склад водойм-охолоджувачів АЕС.