

Міністерство освіти і науки України
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Географічний факультет
Кафедра гідрології та гідроекології

На правах рукопису

УДК 556.06

**ОЦІНКА ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ПОВІТРЯ ТА
ВОДИ В БАСЕЙНІ ПІВДЕННОГО БУГУ**

Галузь знань 10 – Природничі науки
Спеціальність 103 – Науки про Землю
Освітньо-наукова програма –
Гідрологія та інтегроване управління водними ресурсами

Кваліфікаційна робота магістра

Студента 2 курсу магістратури
Таррафа Сулеймана Таммамовича

Науковий керівник:
доктор геогр. наук, професор,
зав. кафедри гідрології та гідроекології
Гребінь В.В.

Київ - 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ	4
1.1. Геолого-геоморфологічна характеристика та рельєф	4
1.2. Ґрунтово-рослинний покрив	6
1.3. Кліматична характеристика	9
1.4. Загальна характеристика гідрологічного режиму	11
Висновки до розділу 1	14
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ	15
2.1 Використані дані та їх аналіз	15
2.2. Методи оцінки багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик	17
2.3. Оцінювання взаємозв'язку гідрометеорологічних характеристик	19
Висновки до розділу 2	20
РОЗДІЛ 3. ТЕРМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ПРИЗЕМНОГО ШАРУ АТМОСФЕРИ	22
3.1. Аналіз термічного режиму повітря в межах басейну	22
3.2. Термічний режим води річок басейну та тенденції його змін	26
3.3. Оцінка взаємозв'язку температури повітря та води річок басейну	30
Висновки до розділу 3	34
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	37

ВСТУП

Температура води є однією із важливих складових, що характеризує загальний природний стан річки. Природне значення температури води проявляється через вплив її на швидкість проходження процесів життєдіяльності у гідробіонтів. Також від температури води залежить її якість, хімічний склад, кисневий режим, біохімічне споживання кисню і самоочищення води, перенесення завислих наносів.

Термічний режим річок визначається, переважно, радіаційним балансом водної поверхні, при цьому основним джерелом тепла для водної поверхні є сонячна радіація.

За даними багатьох вітчизняних та закордонних дослідників, саме зростання середньорічної температури приземного шару повітря впродовж останніх десятиліть, зокрема і на території України, призвело, відповідно, до зростання показників температури води річок. Отже, актуальність досліджень термічного режиму водних об'єктів зростає останнім часом у зв'язку із змінами клімату.

Об'єктом досліджень є річки басейну Південного Бугу.

Предметом дослідження є термічний режим річок басейну Південного Бугу у взаємозв'язку із термічним режимом нижнього шару атмосфери.

Мета роботи полягає у дослідженні взаємозв'язку температури повітря та води річок басейну.

Основними завданнями роботи є:

- дослідження умов формування термічного режиму річок басейну;
- аналіз попередніх та сучасних досліджень термічного режиму річок;
- дослідження багаторічних та внутрішньорічних змін температури води річок басейну;
- оцінка взаємозв'язку температури повітря та води річок басейну.

РОЗДІЛ 1. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ РІЧОК БАСЕЙНУ ПІВДЕННОГО БУГУ

Південний Буг є найбільшою річкою, басейн якої повністю розташований в межах України (рис. 1.1). Площа басейну річки – 63700 км², довжина 806 км, середній похил – 0,40 ‰. Південний Буг бере початок на Волино-Подільській височині поблизу с. Холодець Хмельницької області і впадає в Дніпро-Бузький лиман Чорного моря [5].



Рис. 1.1. Басейн річки Південний Буг [14]

1.1. Геолого-геоморфологічна характеристика та рельєф

Басейн Південного Бугу розташований в межах трьох геоструктурних районів: верхня частина басейну розміщена на Волино-Подільській височині, середня його частина знаходиться в межах Придніпровської височини, нижня течія належить до Причорноморської низовини.

В межах Волино-Подільської і Придніпровської височини рельєф басейну рівнинний; тут водозбір являє собою плато, сильно розчленоване глибоко врізаними річковими долинами і балками, сильно еродований. У

верхній частині водозбір розчленований мережею ярів та балок, глибина ерозії 50-100 м. В середній частині водозбору глибина ерозії сягає 100-200 м, а густота яруго-балочної мережі 0,50-1,0 км/км². Для нижньої частини водозбору характерними є плоский рельєф (рис. 1.2) з численними западинами-блюдцями. Рівнина середньо розчленована з глибиною ерозії 50-100 м, густота яруго-балочної мережі 0,50-0,75 км/км².

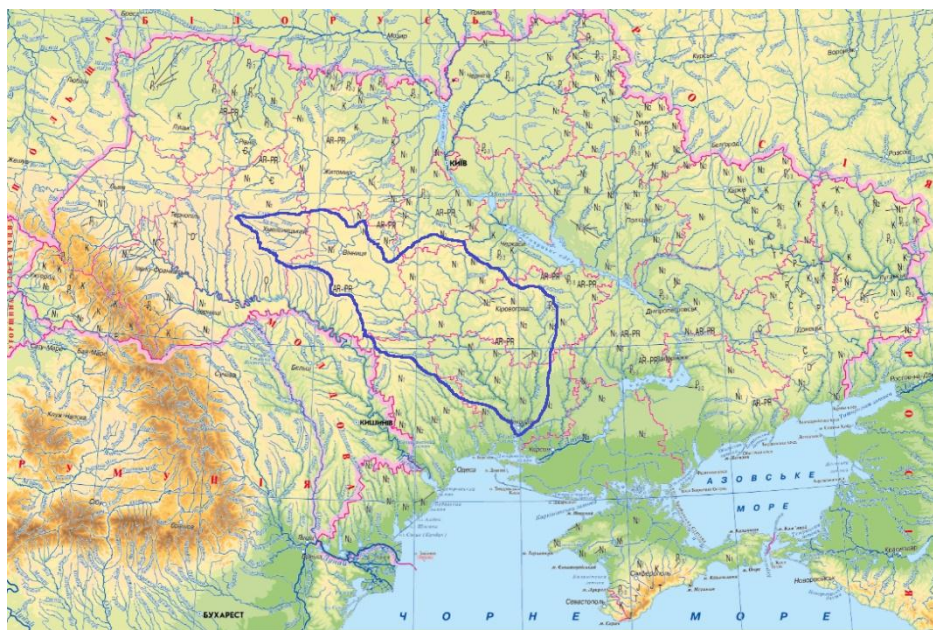


Рис. 1.2. Рельєф та геологічна будова басейну Південного Бугу [14]

В основі плато залягають древні кристалічні породи (граніти, гнейси), в багатьох місцях виходять на денну поверхню, але часто перекриті пластом морських і континентальних третинних відкладів (піски, глини, мергелі).

Верхню частину геологічного розрізу складають четвертинні відкладення. Розповсюджені вони усюди і відсутні лише на невеликих ділянках, де оголюються корінні породи [5].

Із сучасних геологічних процесів в межах басейну Південного Бугу найбільшого поширення набула ерозійна діяльність, заболоченість, зсувні процеси, еолова діяльність, ерозія землі і локально-карстові явища [5].

Завдяки різноманітності порід, що складають плато, долини річок, що протікають по Придніпровській височини, або вузькі (0,2 - 0,8 км) V-образні,

або широкі (2,5 - 5 км) трапецеїдальних (басейни річок середньої течії Південного Бугу, а також верхні і частково середні течії річок Інгулу, Громоклеї, Мертвоводу і Гнилого Єланцю). Там, де кристалічні породи вкриті товщею четвертинних відкладень незначною (або виходять на денну поверхню), долини утворюють ущелини (річки Південний Буг). Схили висотою 15 - 60 м, помірно круті та круті, місцями дуже круті (річки Синюха, Інгул), рідше пологі, переважно опуклі, сильно розсічені, розорані або задерновані. Заплава переважно вузька (0,1 - 0,3 км) і тільки в низов'ях розширюється до 1 - 3 км, рівна, суха, лугова, місцями пересічена старицями, заболочена, грудкувата (річки Кодима, Інгул). Русла річок звивисті, мало розгалужені, шириною від 10 - 30 до 50 - 90 м. Ухили рік невеликі (0,8 - 1,4 ‰). Береги круті і обривисті висотою від 0,2 - 2 до 3 - 4 м, місцями зливаються зі схилами долин [8].

1.2. Ґрунтово-рослинний покрив

За характером ґрунтового покриву басейн Південного Бугу відноситься до лісостепу та степу [5].

Поверхневий покрив складається із лесів і лесоподібних суглинків, чим пояснюється перевага пилюватих легко-суглинистих і піщано-середньо-суглинистих ґрунтів. Ґрунти переважно сірі опідзолені, у верхів'ї місцями чорноземні.

Ґрунти в верхній частині басейну представлені світло-сірими суглинками. Центральну частину басейну вкривають малогумусні чорноземи. На підвищених місцях рельєфу залягають опідзолені чорноземи [5].

Сучасний ґрунтовий покрив верхньої та середньої частин басейну Південного Бугу сформувався під впливом взаємодії ґрунтоутворюючих порід, рослинного покриву, рельєфу, клімату та господарської діяльності людини. В основному ґрунти сформувалися на карбонатних лесових відкладах.

На рівнинних ділянках басейну під покривом степової рослинності утворились чорноземи глибокі, а на ділянках під лісовою рослинністю виникли

лесові опідзолені ґрунти. На алювіальних відкладах в долинах річок утворилися лучні та торфово-болотні ґрунти [5].

Світло-сірі, темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи опідзолені поширені в верхній і середній частині басейну. Світло-сірі ґрунти найбільше опідзолені та найменш гумусовані серед лісостепових опідзолених ґрунтів. Гумусо-елювіальний горизонт чорноземів опідзолених неглибокий (до 35 см) [5].

На південь від лінії, що проходить через м. Балту – м. Вознесенськ розташована зона різнотрав'яного степу. Ґрунтовий покрив тут представлений чорноземами, сформованими на важких суглинисто-лесових породах. В районі нижче м. Вознесенська до с. Олександрівка Миколаївської області переважають чорноземи мало та середньо-гумусні, важко та легко-суглинисті. В пониззі Південного Бугу вони переходять в чорноземи слабо-солонцюваті та каштанові ґрунти [6].

Рослинність. Одним із основних чинників, від яких залежить гідрологічний режим басейну, нарівні з кліматичними, ґрунтово-геологічними і геоморфологічними є рослинний покрив. Рослинність кількісно та якісно перерозподіляє опади, що поступають на землю, і дуже змінює гідрологічний режим території [5].

Більша частина басейну Південного Бугу знаходиться в межах лісостепової зони і має досить багатий і різноманітний рослинний світ, що зумовлено передусім сприятливим кліматом, рельєфом та родючими ґрунтами. Природна рослинність займає тут 12 % усієї площі. Із них 9 % припадає на ліси, близько 2 % на луки, 1 % – на болота. Орними землями зайнято близько 70 %, під водними об'єктами знаходяться 2 %, на урбанізовані землі припадає до 5 % [5].

Рослинність північно-західної частини басейну представлена молодими і середньовіковими широколистяними лісами, які розташовані окремими масивами. Найбільш поширеними породами дерев є дуб, граб, ясен, клен, липа, в'яз, вільха. З кущів можна зустріти ліщину, шипшину, жимолость та інші (рис. 1.3).

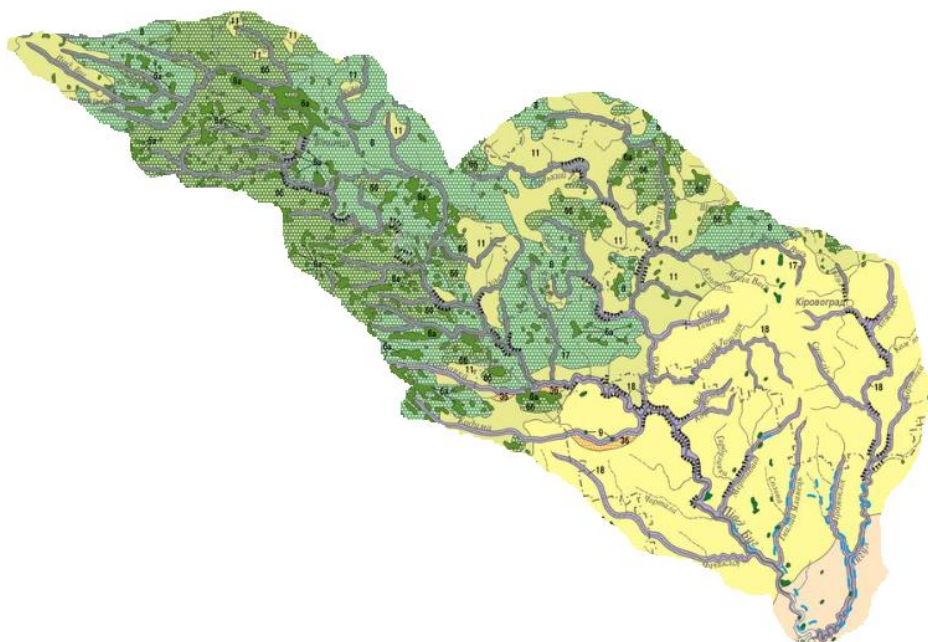


Рис. 1.3. Рослинний покрив басейну Південного Бугу [13]

На південь ліси поступово змінюються на лісостеп і степ, спочатку ковилово-різнотравний, а потім ковилово-типчаковий. Степова рослинність представлена засушливими бобово-злаковими різнотравними асоціаціями - тимофійкою, фіалкою, суницею, медункою, пирієм, волошкою, ковилою, кропивою та ін.

Всі ліси, розташовані в басейні, розподілені на дві групи. В першу групу входять зелені зони навколо міст, інших населених пунктів і промислових підприємств, ґрунтозахисні лісосмуги, водоохоронні прибережні захисні смуги, а також захисні лісові смуги уздовж залізних та шосейних доріг. До другої групи відносяться експлуатаційні ліси, де допускається рубка, але не більше річного приросту. Ліси першої групи займають в басейні Південного Бугу 73% загальної площі лісового фонду, ліси другої групи – 27% [5].

На частині басейну Південного Бугу, що зайняті орними землями, обробляються, вирощують культурні види рослин: пшеницю, цукрові буряки, кукурудзу, жито, горох, гречку, картоплю та інші.

У флорі басейну є ряд ендемічних видів (рослини, що зустрічаються тільки на даній території): волошка савранська, козельці великі та інші. Можна знайти і реліктові види: хвощ великий, бруслина мала, медунка м'якенька та

інші. Для їх збереження створюються нові об'єкти природно-заповідного фонду.

1.3. Кліматична характеристика

У формуванні клімату басейну Південного Бугу важливу роль відіграє циркуляція атмосфери, з якою пов'язані переміщення повітряних мас з Атлантики, Арктики і Середземномор'я [1].

У верхів'ї та середній частині басейну клімат помірно-континентальний. Клімат південних районів знаходиться під впливом Чорного моря і в нижній течії річки повільно переходить у посушливий [9].

Значна протяжність території басейну з північного заходу на південний схід спричиняє помітні відмінності у розподілі температури повітря (рис. 1.4). Середня річна температура повітря змінюється від 7,1 до 10,0°C. Середня багаторічна температура повітря у верхній і середній частинах басейну коливається у межах 7,1–8,1°C. Максимальна температура влітку сягає 39°C, мінімальна — до -38°C. Для цієї частини басейну зимовий сезон характеризується опадами у вигляді снігу, частими туманами. Середня висота снігового покриву становить від 10 до 15 см. В окремі роки зима буває стійкою й суворою [9].

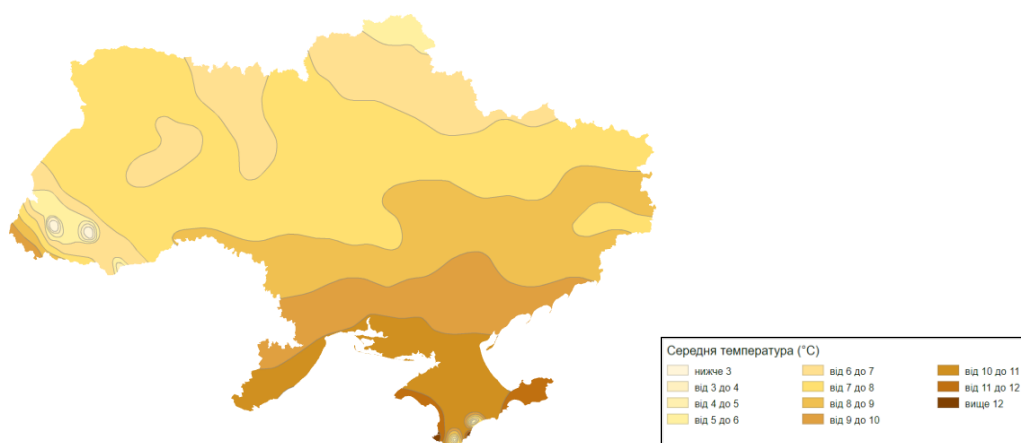


Рис. 1.4. Розподіл середньої річної температури повітря на території басейну Південного Бугу [12]

Весна вирізняється різким переходом від потепління до похолодання, від сухої погоди до дощової. У травні починає розвиватися грозова діяльність. Погодні умови літнього сезону відзначаються значним підвищенням температури, великою кількістю ясних днів, збільшенням кількості опадів, активною грозовою діяльністю. Для осіннього сезону (особливо другої його половини) притаманні часті похмурі дні, тривалі опади й тумани [9].

Річна норма опадів у верхній та середній частинах басейну становить від 669 до 550 мм, поступово зменшуючись із півночі на південь (рис. 1.5).

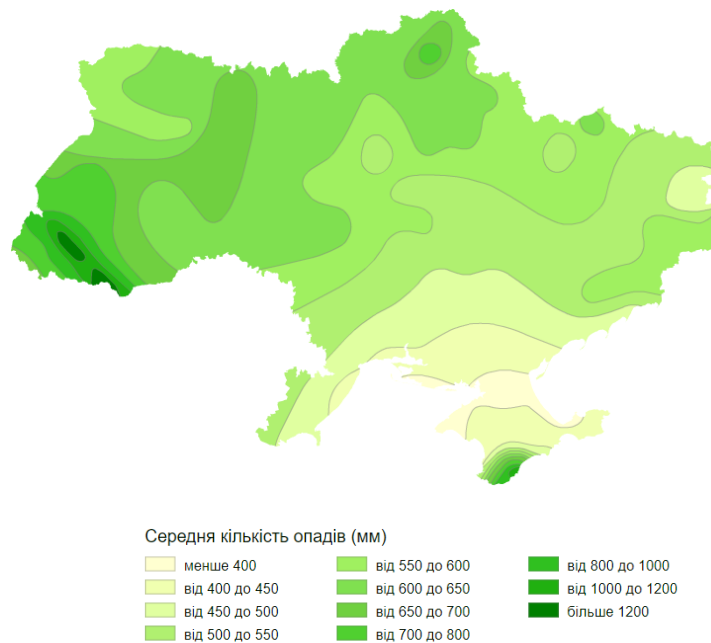


Рис. 1.5. Середня річна кількість опадів на території басейну Південного Бугу [12]

Нижня частина басейну р. Південний Буг розташована у межах степової зони України з помірно-континентальним кліматом, для якої притаманні тепле літо і м'яка нестійка зима. Середньорічна температура повітря тут коливається від 8,0 до 10,0°C. Максимальна температура повітря (до 40°C) спостерігається у липні-серпні, мінімальна температура (до мінус 35°C) відмічається в січні [5].

У нижній частині басейну сніговий покрив установлюється у другій половині грудня і руйнується в кінці лютого — на початку березня. Середня

висота снігового покриву — 5–8 см. Глибина промерзання ґрунту в середній та нижній частинах басейну — 20–50 см.

Річна кількість опадів у нижній частині басейну становить від 470 до 540 мм. Відносна середньорічна вологість повітря — 60–65% [5].

Норми випаровування з водної поверхні у верхів'ї й середній частині басейну складають 530–625 мм, у пониззі — 800–900 мм (рис. 1.5).

Переважаючими вітрами у басейні є вітри північно-західних напрямів. Середньорічна швидкість вітру — 3,0–4,4 м/с, максимальна — перевищує 30 м/с [5].

1.4 Загальна характеристика гідрологічного режиму

Водний режим річок басейну визначається кліматичними, гідрогеологічними, орографічними і гідрографічними особливостями. Виходячи з цього, в басейні Південного Бугу виділено два гідрологічних райони – Подільський і Причорноморський.

Подільський район характеризується яскраво вираженим весняним водопіллям і низькою меженню, яка порушується літніми та зимовими паводками. Підземний стік порівняно невеликий. Найбільш сприятливі умови поверхневого живлення спостерігаються у верхній течії річки, де середні багаторічні суми опадів досягають 600-650 мм, втрати вологи на випаровування найменші, зважаючи на помірний температурний режим в теплий період року. В міру просування до гирла умови поверхневого живлення погіршуються, особливо на виході басейну з лісостепової зони нижче гирла р. Синюхи.

Причорноморський район характеризується недостатньою зволоженістю, більшим випаровуванням, що зумовлює незначну водність річок, велика кількість яких має періодичний стік.

Значний вплив на природний стік басейну Південного Бугу, особливо в його південній частині, має господарська діяльність, яка перерозподіляє стік протягом року завдяки зарегульованості його ставками та водосховищами.

Водний режим Південного Бугу характеризується нерівномірністю розподілу стоку протягом року та по території басейну. Весною спостерігається пік повені, а в решту часу року стійка низька межень з незначним збільшенням її восени та окремі зимові відлиги. Річний стік р. Південний Буг (56 %) формується у верхів'ї лісостепової частини басейну при площі водозбору лише 38,6 % від загальної площі басейну. Стік степової частини басейну (31 %) складає всього 17,5 % від річного стоку всієї ріки [22].

Найбільш повноводні місяці - березень і квітень, у багатоводний період 5 % забезпеченості їх частка в загальному розподілу стоку протягом року складає 32,4 та 12,54 % відповідно (табл. 1.1). В середні (p=50%) та маловодні (p=95%) роки частка березневих витрат зменшується до 22,3-18,6 %, натомість дещо зростає частка квітневих витрат, яка складає близько 14 % [23].

Таблиця 1.1. Внутрішньорічний розподіл витрат води (Q, м³/с) річки Південний Буг – г/п Олександрівка по місяцях водогосподарського року (III-II) та їх частка від стоку за рік (%), [5]

Водність року	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II
Багатоводний рік												
Q	652,3	249,9	104	141,2	96,8	67	140,6	90,7	72,4	189	123,8	92,9
%	32,4	12,5	5,1	6,9	4,7	3,3	6,9	4,4	3,5	9,3	6,0	4,5
Середній рік												
Q	241,3	146,9	76,7	76,8	51,8	40,1	83,1	64,7	51,1	110,2	75,6	62,9
%	22,3	13,5	7,1	7,1	4,8	3,7	7,6	5,9	4,8	10,2	7,0	5,8
Маловодний рік												
Q	101,6	73,7	53,6	37,6	29,3	22,8	39,6	32,6	23,3	55,6	41,6	33,6
%	18,6	13,5	9,8	6,9	5,4	4,2	7,2	6,0	4,3	10,2	7,6	6,1

Також, в окремі роки, багатоводним буває лютий місяць. Найбільш маловодні місяці: липень, серпень. У багатоводний період загальна їх частка у стоку не перевищує 8 %, а в середні і маловодні роки вона збільшується до 8,5 - 9,6 % [22].

Мінімальний стік формується у зиму та літньо-осінню межень. У зиму межень, найменші модулі стоку спостерігаються у січні, змінюючись

від $0,65 - 0,25 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ у верхній та середній частинах басейну Південного Бугу і різко зменшуючись, до $0,05 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$, на річках нижньої частини басейну. У грудні мінімальні модулі стоку 95% забезпеченості дещо більші, змінюючись від верхів'їв до нижньої частини басейну з $1,0-0,6$ до $0,2 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ [5].

Майже такої ж величини мінімальні модулі стоку 95% забезпеченості спостерігаються і у лютому – $1,2-0,2 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$. Таким чином, мінімальні витрати та, відповідно, мінімальні модулі стоку річок Південного Бугу формуються у січні місяці [5].

У літньо-осінню межень мінімальні модулі стоку 95% забезпеченості формуються у липні - вересні. У верхів'ях Південного Бугу (до м. Вінниця) вони мають величини $0,8-0,4 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$, а у середній та нижній частинах басейну зменшуються до $0,2-0,1 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ і досягають майже нульових значень у басейнах річок, які розташовані нижче м. Вознесенськ (р. Мертвовід та інші малі притоки Південного Бугу в межах степової зони). У червні, жовтні та листопаді мінімальні модулі стоку дещо підвищуються (від $1,2-0,6$ до $0,4-0,2 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ відповідно, від верхньої частини басейну до середньої та нижньої). Таким чином, для басейну Південного Бугу, особливо у середній та нижній його частинах, характерною рисою є формування мінімальних витрат та модулів стоку протягом досить значного відтинку часу в літньо-осінню межень – від липня по жовтень включно, тобто протягом чотирьох місяців [5].

Найбільш значні за величинами мінімальні модулі стоку 95% забезпеченості спостерігаються у березні – квітні, під час весняного водопілля, змінюючись від $1,8-1,0$ у верхів'ях, до $0,6-0,4 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$, у нижній частині басейну р. Південний Буг.

У розподілі мінімальних річних модулів стоку річок басейну Південного Бугу 95% забезпеченості, як і для розподілу середньомісячних величин, спостерігається чітко виявлена просторова закономірність – більші величини модулів формуються у верхів'ях басейну, до м. Вінниця ($0,35-0,1 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$), різко зменшуються у середній частині басейну, до м. Вознесенськ ($0,05 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$), а у нижній частині басейну досягають практично нульових значень. Подібна

закономірність пояснюється зміною фізико-географічних та геолого-гідрогеологічних чинників у напрямку від верхньої до нижньої частин басейну Південного Бугу.

Висновки до розділу 1

Басейн Південного Бугу розташований в межах трьох геоструктурних районів: верхня частина басейну розміщена на Волино-Подільській височині, середня його частина знаходиться в межах Придніпровської височини, нижня течія належить до Причорноморської низовини.

Сучасний ґрунтовий покрив верхньої та середньої частин басейну Південного Бугу сформувався під впливом взаємодії ґрунтоутворюючих порід, рослинного покриву, рельєфу, клімату та господарської діяльності людини. В основному ґрунти сформувалися на карбонатних лесових відкладах.

На рівнинних ділянках басейну під покривом степової рослинності утворились чорноземи глибокі, а на ділянках під лісовою рослинністю виникли лесові опідзолені ґрунти. На алювіальних відкладах в долинах річок утворилися лучні та торфово-болотні ґрунти.

Значна протяжність території басейну з північного заходу на південний схід спричиняє помітні відмінності у розподілі температури повітря. Середня річна температура повітря змінюється від 7,1 до 10,0°C. Середня багаторічна температура повітря у верхній і середній частинах басейну коливається у межах 7,1–8,1°C. Максимальна температура влітку сягає 39°C, мінімальна — до -38°C. Для цієї частини басейну зимовий сезон характеризується опадами у вигляді снігу, частими туманами.

Найбільш сприятливі умови поверхневого живлення спостерігаються у верхній течії річки. В міру просування до гирла умови поверхневого живлення погіршуються, особливо на виході басейну з лісостепової зони нижче гирла р. Синюхи. Значний вплив на природний стік басейну Південного Бугу, особливо в його південній частині, має господарська діяльність, яка перерозподіляє стік протягом року завдяки зарегульованості його ставками та водосховищами.

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ОЦІНКИ

Інформаційною базою дослідження слугували дані, отримані насамперед у результаті багаторічних спостережень гідрологічних постів та метеостанцій Гідрометеорологічної служби України та відомчі матеріали Держводагентства [16]. Для оцінки та аналізу термічного режиму річок басейну Південного Бугу в умовах потепління клімату по середніх річках з порівняно невеликим господарським впливом створена відповідна база даних, яка включає наступні характеристики: середньомісячні та річні значення температури води. Паралельно з даними гідрологічними характеристиками оброблялись і метеорологічні – середньомісячні та річні значення температури повітря по метеостанціях, що розташовані в межах басейну річки Південного Бугу. Ці гідрологічні та метеорологічні показники вибрані з «Гідрологічних щорічників» та «Метеорологічних щомісячників».

2.1 Використані дані та їх аналіз

Ряди спостережень формувались з використанням даних по 14 метеостанціях та 40 гідрологічних постах, з них 17 постів закриті з різних причин та 23 пости, спостереження на яких здійснюються до теперішнього часу (табл. 2.1) Гідрологічні пости розташовані на 19 річках басейну Південного Бугу та охоплюють період спостережень з 1946 по 2020 роки. Вибір 1946 року в якості початкового для досліджень обумовлений тим, що саме з цього року Гідрометслужба проводить регулярні та, головне, безперервні спостереження за температурою води на гідрологічних постах басейну [10].

Таблиця 2.1 Основні характеристики гідрологічних постів, що здійснюють спостереження в басейні Південного Бугу [10]

№ п/п	Річка – пост	Відстань від гирла, км	Площа водозбору, км ²	Відмітка «0» поста, м БС	Дата відкриття (поновлення), рік
1	р. Південний Буг – с. Пирогівці	730	827	268,79	1963
2	р. Південний Буг –	654	4000	243,87	1926

	с. Лелітка				
3	р. Південний Буг – с. Селище	550	9100	224,93	2001
4	р. Південний Буг – с. Тростянчик	370	17400	138,59	1927
5	р. Південний Буг – с. Підгір'я	219	24600	70,01	1924
6	р. Південний Буг – м. Первомайськ	194	44000	54,93	1945 (1979)
7	р. Південний Буг – смт Олександрівка	132	46200	-3,02	1923
8	р. Південний Буг – с. Прибужани	104	46700	-4,76	1886
9	р. Іква – смт Стара Синява	12	439	262,25	1939
10	р. Згар – смт Літин	36	692	259,44	1912
11	р. Рів – с. Демидівка	7,4	1130	228,32	1915
12	р. Соб – с. Зозів	102	92,5	235,14	1945
13	р. Савранка – с. Осички	6,1	1740	90,02	1933
14	р. Кодима – с. Катеринка	12	2390	68,34	1925 (1930)
15	р. Синюха – с. Синюхин Брід	12	16700	59,39	1924
16	р. Гнилий Тікич – смт Лисянка	75	1450	137,33	1944
17	р. Велика Вись – с. Ямпіль	10	2820	104,72	1925
18	р. Ятрань – с. Покотилове	4,6	2140	90,60	1915 (1930)
19	р. Чорний Ташлик – с. Тарасівка	18	2230	85,58	1932
20	р. Мертвовід – с. Крива Пустош	88	252	94,17	1948
21	р. Інгул – м. Кіровоград	316	840	99,46	1944 (1967)
22	р. Інгул – с. Седнівка	205	4770	54,71	1932
23	р. Інгул – с. Новогорожене	118	6670	7,98	1925

На головній річці басейну розташовано 9 гідрологічних постів, а більша частина постів рівномірно розташована по головних притоках Південного Бугу (рис.2.1). Отже, довжина рядів спостережень за температурою повітря та температурою води річок басейну Південного Бугу становить 75 років по всіх метеорологічних станціях та більшості гідрологічних постів, оскільки обраний період дослідження сягав з 1946 по 2020 роки. На декількох гідрологічних постах спостереження почали проводитись пізніше. Так, наприклад, пост

р. Південний Буг – с. Пирогівці – з 1964 р., пост р. Мертвовід – с. Крива Пустош – з 1948 р.

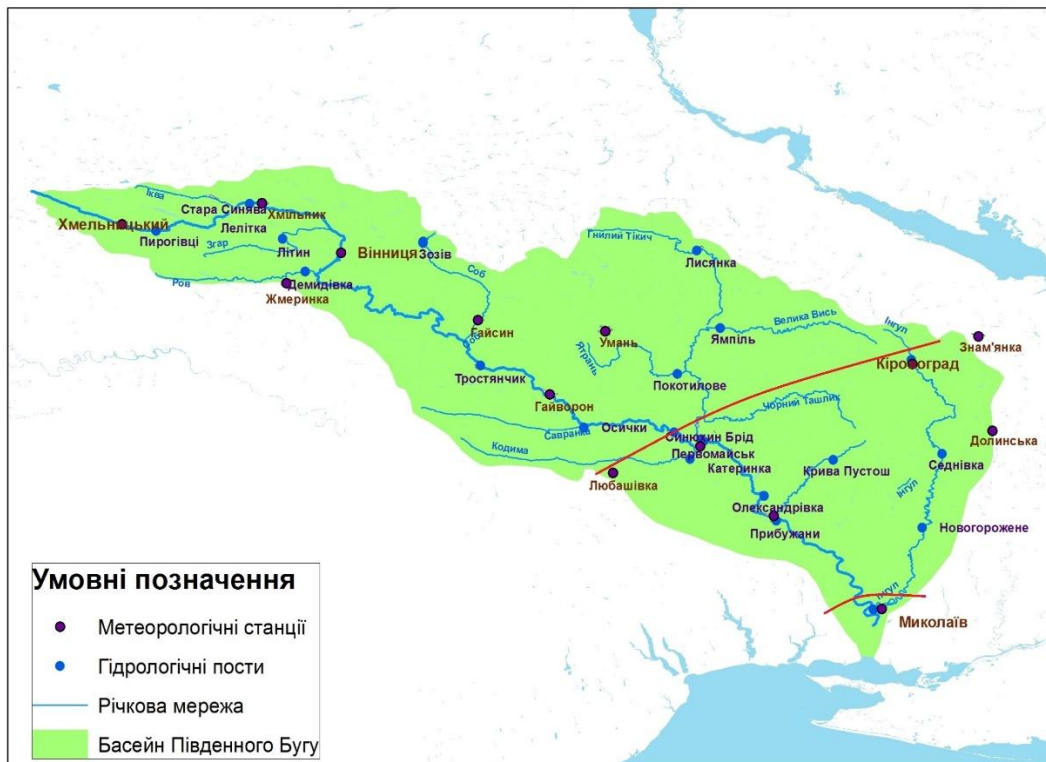


Рис. 2.1. Розташування метеостанцій та гідрологічних постів, обраних для дослідження, в межах басейну річки Південний Буг [19]

2.2. Методи оцінки багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик

Для аналізу було використано гідролого-генетичний метод, який включає аналіз різницевої інтегральних кривих, сумарних інтегральних кривих та інші.

В основі побудови сумарних кривих лежить вісь ординат зі шкалою для зростаючих значень досліджуваної характеристики та вісь абсцис – з роками, які послідовно йдуть в календарному порядку. В результаті послідовного накопичення досліджуваної величини отримуємо сумарну криву. Будь-яка ордината такої кривої безпосередньо дає кількісне значення у певний момент часу.

$$W = \sum_{t=1}^T w(t), \quad (2.1)$$

де W – сумарне значення досліджуваної характеристики за період часу T ;

$w(t)$ – досліджувана характеристика t -го року.

Якщо на сумарній кривій не буде виявлено жодної переломної точки, то можна стверджувати, що процес формування досліджуваного значення є стаціонарним, і навпаки.

Різницеві інтегральні криві, або сумарні криві відхилень від середнього, звичайно, виражаються у модульних коефіцієнтах:

$$K_i = Q_i / Q_{\text{сєр}}, \text{ тоді } \Sigma(K_i - 1) = f(i), \quad (2.2)$$

де K_i – модульний коефіцієнт;

Q_i – значення i -го члену ряду;

$Q_{\text{сєр}}$ – середнє арифметичне значення.

Таким чином, інтегральні криві дають на кінець кожного i -го року зростаючу суму відхилень від середнього багаторічного значення, або норми ($K_{\text{сєр}}=1$). Величина відхилення за певний інтервал часу характеризується тангенсом кута нахилу до горизонтальної прямої, що сполучає точки початку та кінця інтервалу, і чисельно визначається шляхом ділення різниці кінцевої (I_k) і початкової (I_n) ординат кривої на кількість років в інтервалі $n > 1$, тобто $K_{\text{сєр}} - 1 = (I_k - I_n) / n$. Тому ділянка інтегральної кривої з нахилом угору та з додатнім значенням ($K_{\text{сєр}} - 1$) відповідає багатоводній фазі циклічних коливань стоку (або загалом фазі підвищених значень), а ділянка з нахилом униз та з від'ємним значенням ($K_{\text{сєр}} - 1$) відповідає маловодній фазі (або фазі понижених значень). Таким чином, тангенс кута нахилу будь-якої ділянки інтегральної кривої, а відповідно, і величини ($K_{\text{сєр}} - 1$) та $K_{\text{сєр}}$ не залежать від початкового моменту її побудови, а лише від прийнятого співвідношення вертикального і горизонтального масштабів [8]. Тому положення вісі абсцис немає жодного значення, і при знаходженні ($K_{\text{сєр}} - 1$) ми можемо вимірювати величини ординат I_k та I_n від будь-якої горизонтальної лінії. Таким чином, вертикальна шкала навіть не потрібна, а потрібен лише вертикальний масштаб, який відкладається

від будь-якого положення нуля. Однак для зручності співставлення циклічних коливань на різних пунктах, з різними періодами спостережень, положення вісі абсцис краще встановлювати із загальної для всіх умови рівності додатних і від'ємних відхилень від вісі, для чого усі ординати кривої зрізаються на величину, $a = \Sigma/n$, де Σ являє собою алгебраїчну суму усіх ординат початкової інтегральної кривої, n – кількість років ряду [7].

Крім того, для виключення впливу мінливості, інтегральні криві, при їх співставленні між собою, наводяться у нормованих відхиленнях (тобто приводяться до $Cv = 1$).

2.3 Оцінювання взаємозв'язку гідрометеорологічних характеристик

Гідрологічні явища, як правило, обумовлені досить великою кількістю факторів, повне врахування яких практично неможливо і більшості випадків недоцільно. Тому при встановленні різного роду причинно-наслідкових зв'язків в аналіз включають лише ті фактори, які на підставі загальних фізичних міркувань про закономірності та особливості утворення стоку можуть розглядатися як головні, що вносять основний вклад у процеси формування гідрологічних характеристик. Ці головні фактори не визначають основний вид зв'язку, а менш впливові та менш суттєві причини утворюють поле розсіяння [7].

Важливою обставиною, яка дозволяє використовувати статистичні зв'язки для розрахунку та прогнозу характеристик гідрологічного режиму є прийняття гіпотези сталості (або стаціонарності) комплексу умов, які обумовлюють ці зв'язки. При вивченні статистичних зв'язків взагалі та між гідрометеорологічними змінними зокрема звичайно застосовують так звані кореляційні зв'язки, які представляють собою зв'язки між визначеними фіксованими значеннями однієї величини (аргументу) і відповідними їм умовними середніми значеннями іншої (функції). Очевидно, що кореляційні зв'язки являють собою часткову форму вираження статистичних зв'язків. Вони полягають в становленні імовірнісних залежностей між двома або більше

змінними, які у даному процесі або зв'язані як причина і наслідок, або є наслідком загальної причини. Параметри часу і простору являються тією ланкою, яка пов'язує змінні, але звичайно вони виключаються у процесі побудови зв'язку. У результаті цього одна змінна (Y) виражається в залежності від іншої ($X1$) або інших ($X1, X2, X3 \dots$). Змінна Y умовно називається залежною змінною, в той час як інші – незалежними. Іноді змінна, яка повинна бути передбачена на основі зв'язку, називається предиктантом (звичайно це змінна Y або її функція), а вихідні незалежні змінні ($X1, X2, X3 \dots$) – предикторами.

Кореляційні зв'язки виражаються у формі кореляційних рівнянь або рівнянь регресії, які бувають лінійними і нелінійними [7].

Найбільше застосування у практиці гідрологічних розрахунків та прогнозів отримала парна кореляція (лінійна кореляція між двома змінними).

Парна кореляція може бути подана у вигляді графічної залежності або визначена аналітично. Виявлення зв'язку між гідрометеорологічними характеристиками здійснюється на основі співставленням двох сукупностей.

Висновки до розділу 2

Ряди спостережень формувались з використанням даних по 14 метеостанціях та 40 гідрологічних постах, з них 17 постів закриті з різних причин та 23 пости, спостереження на яких здійснюються до теперішнього часу. Гідрологічні пости розташовані на 19 річках басейну Південного Бугу та охоплюють період спостережень з 1946 по 2020 роки. Вибір 1946 року в якості початкового для досліджень обумовлений тим, що саме з цього року Гідрометслужба проводить регулярні спостереження за температурою води на гідрологічних постах басейну.

Для аналізу було використано гідролого-генетичний метод, який включає аналіз різницевих інтегральних кривих, сумарних інтегральних кривих та інші.

Для оцінки взаємозв'язку температури повітря та води річок басейну використано найбільш застосовану у практиці гідрологічних розрахунків –

парну кореляція (лінійна кореляція між двома змінними).

Парна кореляція може бути подана у вигляді графічної залежності або визначена аналітично. Виявлення зв'язку між гідрометеорологічними характеристиками здійснюється на основі співставленням двох сукупностей.

РОЗДІЛ 3. ТЕРМІЧНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ЯК ВІДОБРАЖЕННЯ ТЕРМІЧНОГО РЕЖИМУ ПРИЗЕМНОГО ШАРУ АТМОСФЕРИ

3.1. Аналіз термічного режиму повітря в межах басейну

Для оцінки наявних тенденцій у коливаннях середньорічної температури повітря в межах басейну для кожної метеостанції, дані якої використано для аналізу, було побудовано відповідні сумарні інтегральні криві. В якості прикладу на рис. 3.1 наведено сумарну інтегральну криву коливань середньої річної температури повітря за багаторічний період по метеостанції м. Хмільник. Як видно з рисунку відхилення інтегральної кривої від прямої лінії спостерігається з 2011 року і по теперішній час (2020 р.).

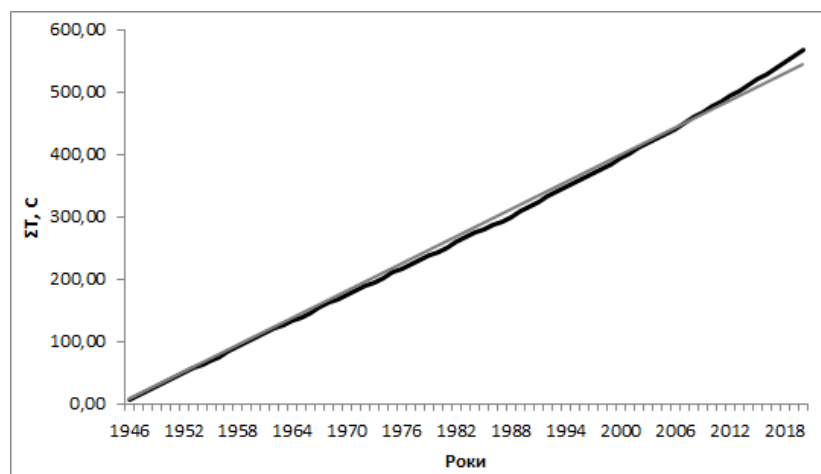


Рис. 3.1. Сумарна інтегральна крива коливань середньої річної температури повітря за даними метеостанції м/с Хмільник

Аналогічні зміни прослідковуються при аналізі сумарної інтегральної кривої багаторічних коливань середньої річної температури повітря по м/с Гайворон (рис. 3.2). Початок додатних відхилень від прямої лінії також відноситься до 2011 року.

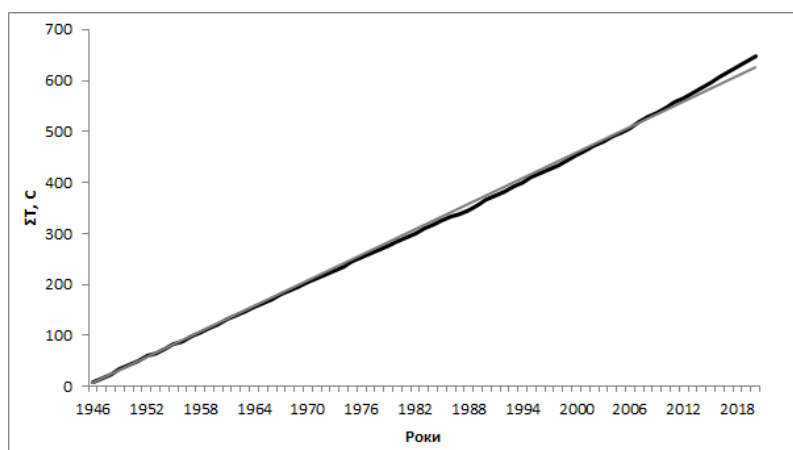


Рис. 3.2. Сумарна інтегральна крива коливань середньої річної температури повітря за даними метеостанції м/с Гайворон

В той же час дослідження, проведені по метеостанціях, розташованих в південній частині басейну (Первомайськ, Любашівка, Вознесенськ, Долинська, Миколаїв), демонструють дещо інші результати. Наприклад, аналіз сумарної інтегральної кривої середньої річної температури повітря по м/с Вознесенськ (рис. 3.3) свідчить про відсутність значимих відхилень від прямої лінії, тобто про відсутність статично значимих змін у багаторічних коливаннях зазначених характеристик.

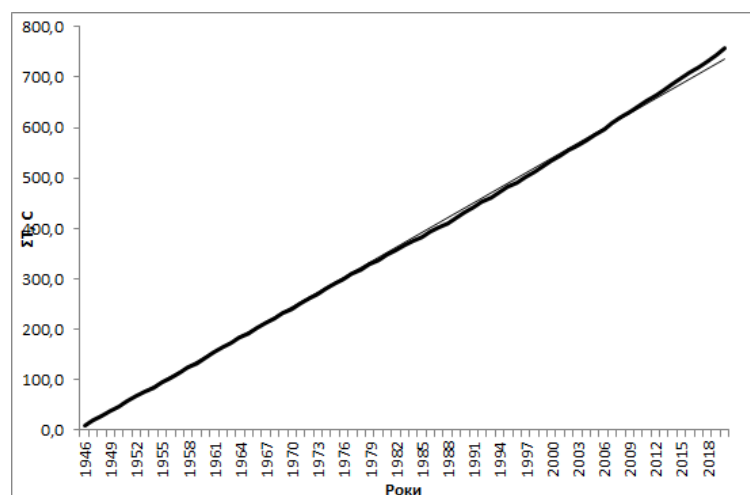


Рис. 3.3. Сумарна інтегральна крива коливань середньої річної температури повітря за даними метеостанції м/с Вознесенськ

Слід зазначити, що використання для аналізу багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик сумарних інтегральних кривих пов'язане з певним суб'єктивізмом.

Більш надійним інструментом аналізу багаторічних коливань гідрометеорологічних елементів є різницеві інтегральні криві відхилень від середнього багаторічного значення. Зазначений метод дослідження дозволяє чітко визначити періоди зростання або зменшення певної характеристики та встановити чіткі межі окремих періодів [6].

Опрацювавши дані по 14 метеостанціях з періодом спостережень близько 75 років (взято період безперервних спостережень після Другої світової війни), було виявлено, що додатні відхилення середньої річної температури повітря від кліматичної норми в цілому для території басейну річки Південний Буг, почали проявлятися з кінця 80-х років минулого століття. Заради об'єктивності, нами наведено різницеві інтегральні криві коливань середньорічної температури повітря по трьом метеостанціям, розташованим у верхній, середній та нижній частинах басейну (рис. 3.4).

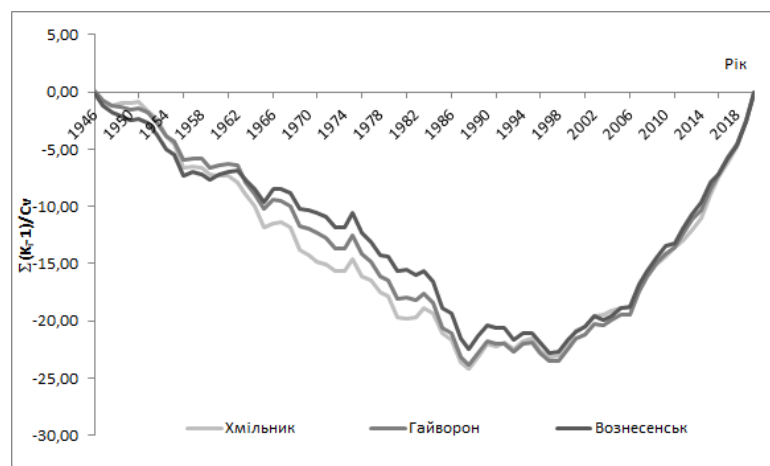


Рис. 3.4. Різницеві інтегральні криві коливань середньорічної температури повітря по окремих метеостанціях басейну річки Південний Буг

Для більш детального аналізу внутрішньорічних змін температури повітря в сучасний період побудовано різницеві інтегральні криві відхилень від середнього багаторічного значення температури повітря по метеостанціях досліджуваного басейну за різні періоди року (рис. 3.5-3.9).

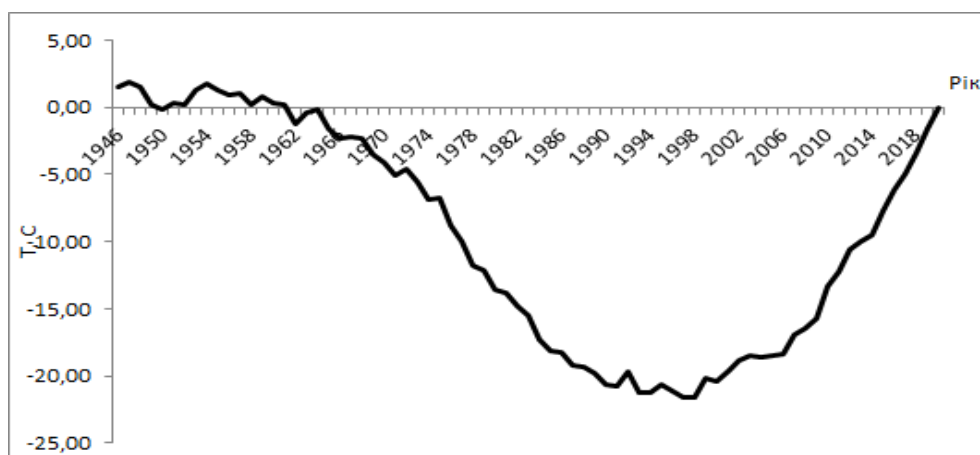


Рис. 3.5. Різницева інтегральна крива багаторічних коливань середньої температури повітря літнього сезону за даними м/с Хмельник

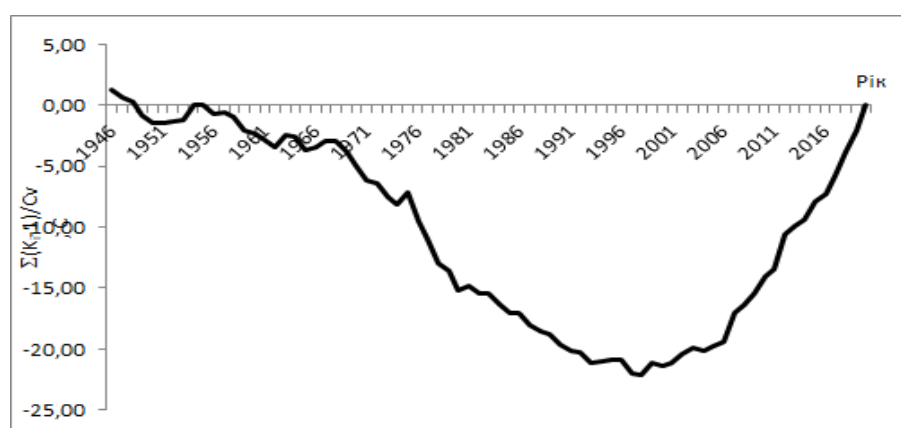


Рис. 3.6. Різницева інтегральна крива багаторічних коливань середньої температури повітря теплого періоду року за даними м/с Гайворон

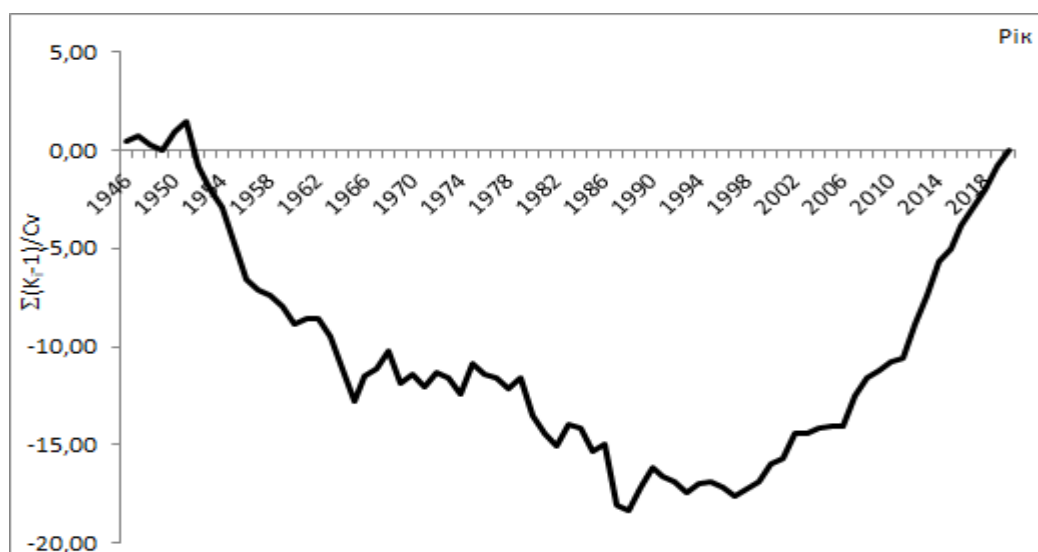


Рис. 3.7. Різницева інтегральна крива багаторічних коливань середньої температури повітря весняного сезону за даними м/с Вознесенськ

Опубліковані раніше (зокрема, у роботах Рахматулліної Е., Докус А. та ін.) результати досліджень по басейну Південного Бугу свідчать, що додатні відхилення від середнього багаторічного значення середніх температур зимового сезону та холодного періоду року в цілому починаються з кінця 80-х років минулого сторіччя, аналогічно до середніх річних температур [9,19].

Результати наших досліджень (рис. 3.5 – 3.7) свідчать, що для літнього сезону та теплого періоду року (період літньо-осінньої межени) подібні відхилення спостерігаються лише з другої половини 1990-х років, що пояснюється особливостями розвитку синоптичної ситуації у східній частині Європи (праці Мартазінової В. та ін [1]). Але аналіз багаторічних коливань середніх сезонних температур повітря по метеостанціях басейну свідчить, що додатні зміни середньої річної температури повітря в межах басейну перш за все обумовлені потеплінням холодного періоду року (січень-квітень), вплив якого на зростання середньорічної температури повітря є вирішальним. Це підтверджується і іншими дослідниками [8,20,23].

3.2. Термічний режим води річок басейну та тенденції його змін

Оцінювання тенденцій у багаторічних коливаннях температури води річок басейну також проводилося нами з використанням апарату сумарних та різницевих інтегральних кривих. Для оцінки тенденцій змін середньорічної температури води було побудовано сумарні інтегральні криві для всіх гідрологічних постів басейну. На рис. 3.8 в якості прикладу наведено сумарну інтегральну криву коливань середньої річної температури води р. Південний Буг – с. Тростянець за багаторічний період. Як видно з рисунку, відхилення інтегральної кривої від прямої лінії також (як і для температури повітря) спостерігається з 2011 року і по теперішній час (2020 р.).

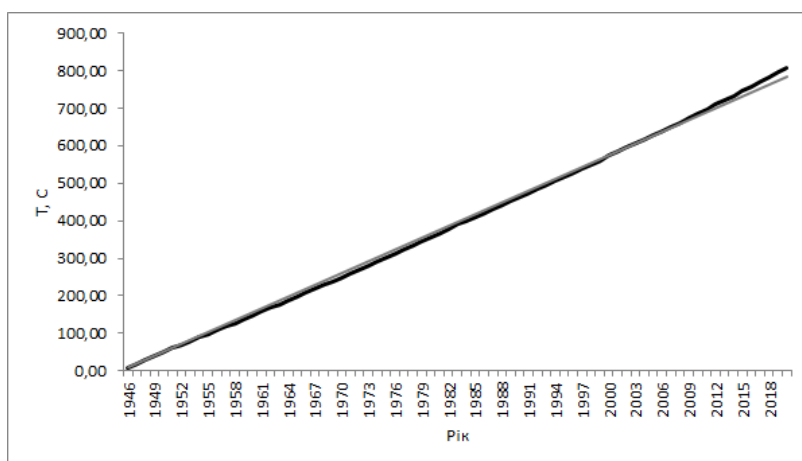


Рис. 3.8. Сумарна інтегральна крива коливань середньої річної температури води р. Південний Буг – с. Тростянець

Аналогічні зміни прослідковуються при аналізі сумарної інтегральної кривої багаторічних коливань середньої річної температури води р. Південний Буг – с. Прибужани (рис. 3.9). Початок додатних відхилень від прямої лінії також відноситься до 2011 року.

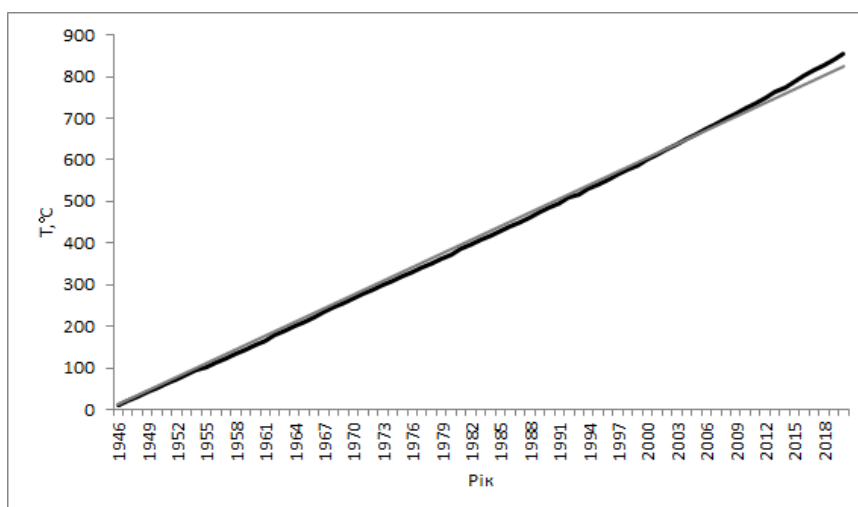


Рис. 3.9. Сумарна інтегральна крива коливань середньої річної температури води р. Південний Буг – с. Прибужани

В той же час аналіз сумарної інтегральної кривої середньої річної температури води р. Іква- смт Стара Синява (рис. 3.10) свідчить про відсутність значимих відхилень від прямої лінії, тобто про відсутність статистично значимих змін у багаторічних коливаннях зазначених характеристик.

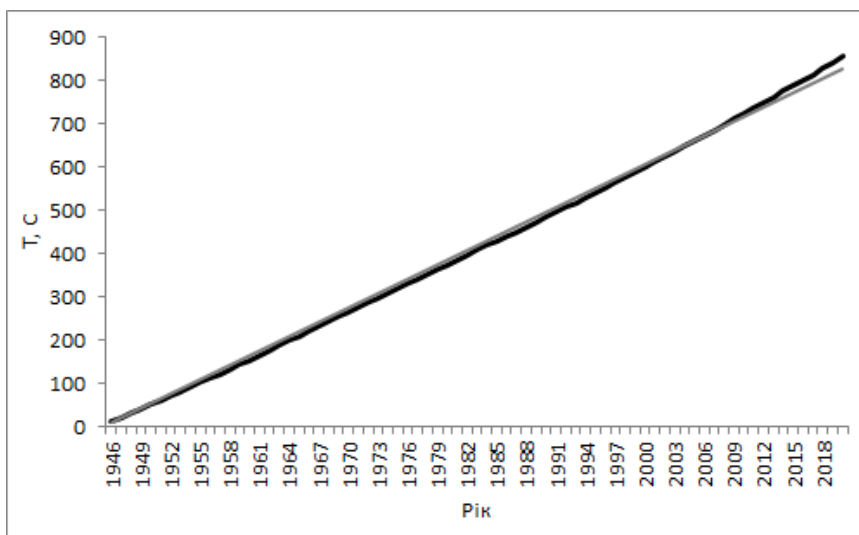


Рис. 3.10. Сумарна інтегральна крива коливань середньої річної температури води р. Іква- смт Стара Синява

Для більш об'єктивного аналізу зазначених змін нами побудовано різницеві інтегральні криві відхилень від середнього багаторічного значення температури води річок досліджуваного басейну за різні періоди року (рис. 3.11-3.14).

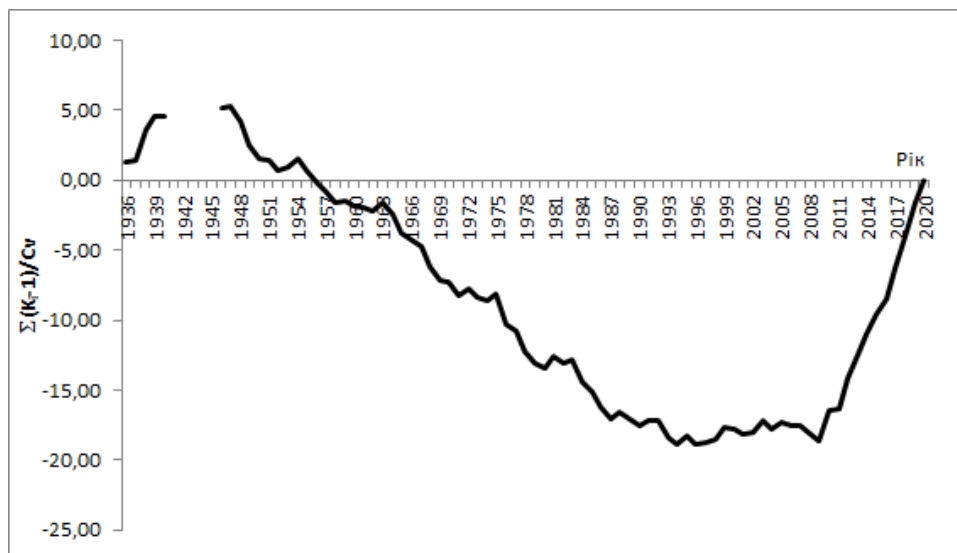


Рис. 3.11. Різницева інтегральна крива багаторічних коливань середньої температури води літнього сезону р. Південний Буг – с. Тростянчик

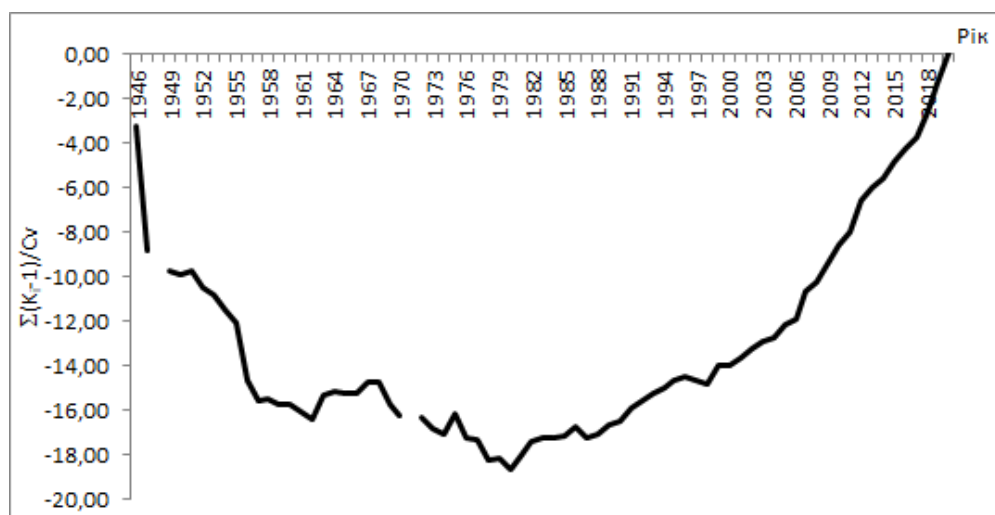


Рис. 3.12. Різницева інтегральна крива багаторічних коливань середньої температури води теплового періоду року р. Іква – смт Стара Синява

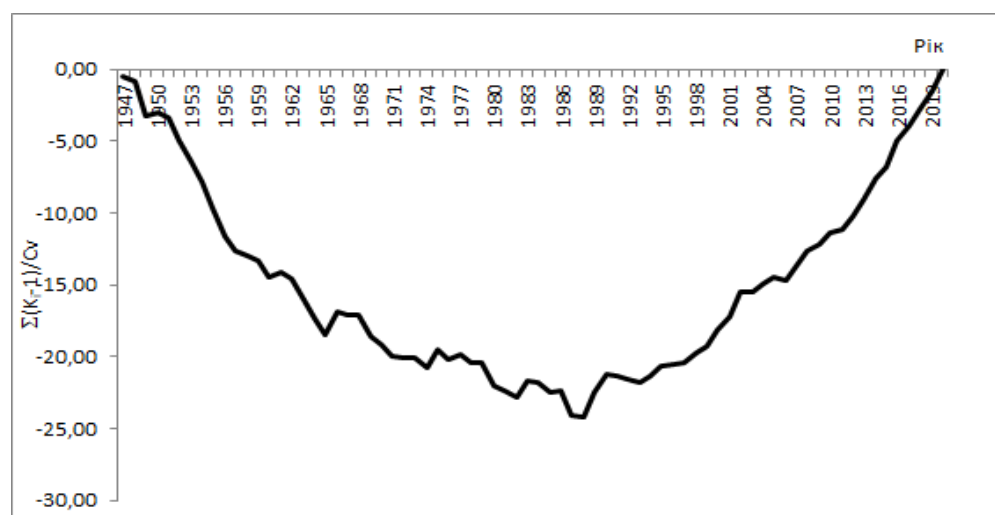


Рис. 3.13. Різницева інтегральна крива багаторічних коливань значень середньої температури води весняного сезону р. Південний Буг – с. Прибужани

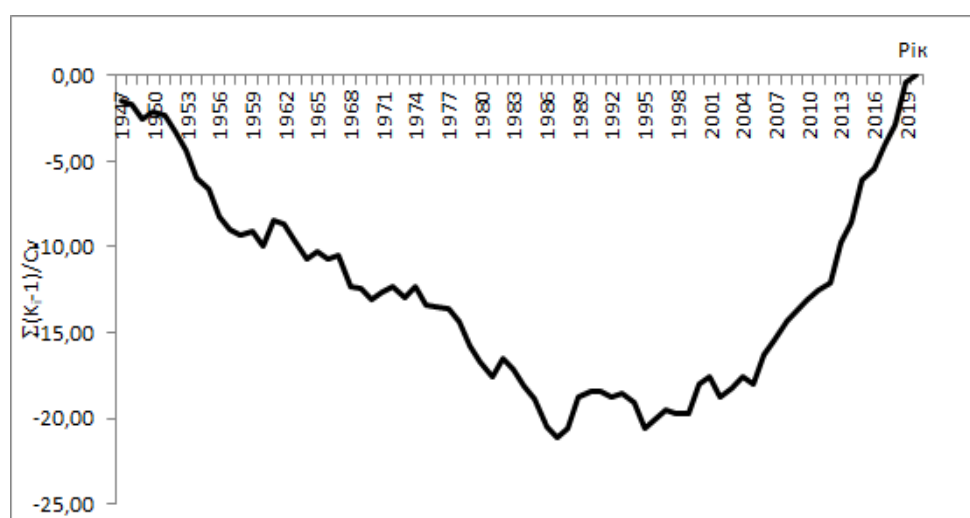


Рис. 3.14. Різницева інтегральна крива коливань значень середньої температури води холодного періоду року р. Рів – с. Демидівка

Як свідчить аналіз рисунків додатні відхилення від середнього багаторічного значення середніх температур води весняного сезону та холодного періоду року (листопад – квітень) починаються з кінця 80-х років минулого сторіччя, аналогічно до середніх річних температур води (рис. 3.7).

Для літнього сезону та теплого періоду року в цілому (період літньо-осінньої межени) подібні відхилення у значеннях температури води спостерігаються лише з другої половини 1990-х років.

3.3. Оцінка взаємозв'язку температури повітря та води річок басейну

Проведені дослідження дають змогу прослідкувати тісний взаємозв'язок багаторічних коливань температури води та повітря в межах басейну Південного Бугу. Як свідчать результати, наведені у підрозділах 3.1 – 3.2, в більшості випадків спостерігається синхронність у фазах коливань температури води та приземного шару повітря в басейні як за рік в цілому так і для окремих його сезонів та періодів. Це підтверджується шляхом сумісного аналізу побудованих різницевих інтегральних кривих середніх річних температур повітря та води по окремих метеостанціях та гідрологічних постах басейну (рис. 3.17-3.18).

Від 1989 р. в межах басейну Південного Бугу спостерігається тенденція до зростання середньої річної температури води річок, яка обумовлена відповідним зростанням середньої річної температури повітря (рис. 3.15).

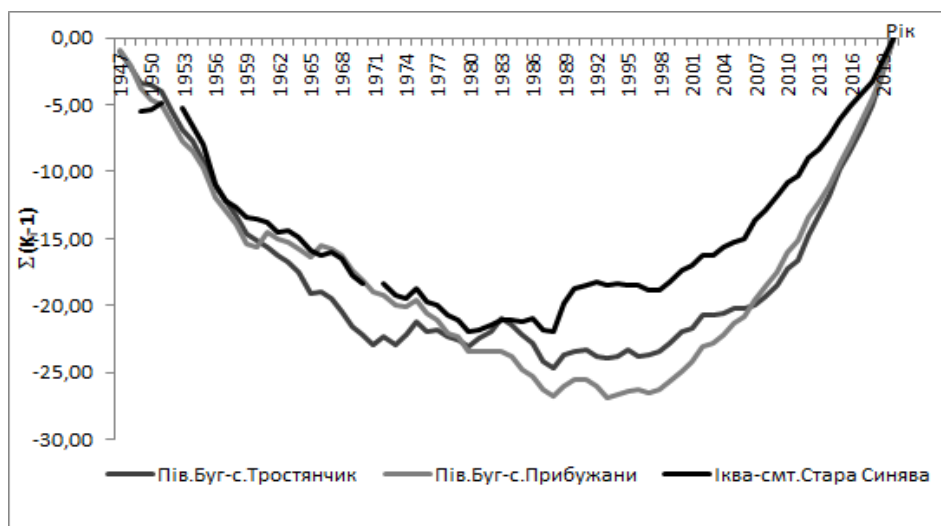


Рис. 3.15. Різницеві інтегральні криві багаторічних коливань середньої річної температури води річок басейну

Для підтвердження залежності температури води від температури повітря побудовано залежності (рис. 3.16-3.18), розраховано рівняння регресії та визначено кореляційний зв'язок між цими характеристиками в межах басейну як для окремих сезонів, так і за рік в цілому (табл.3.1).

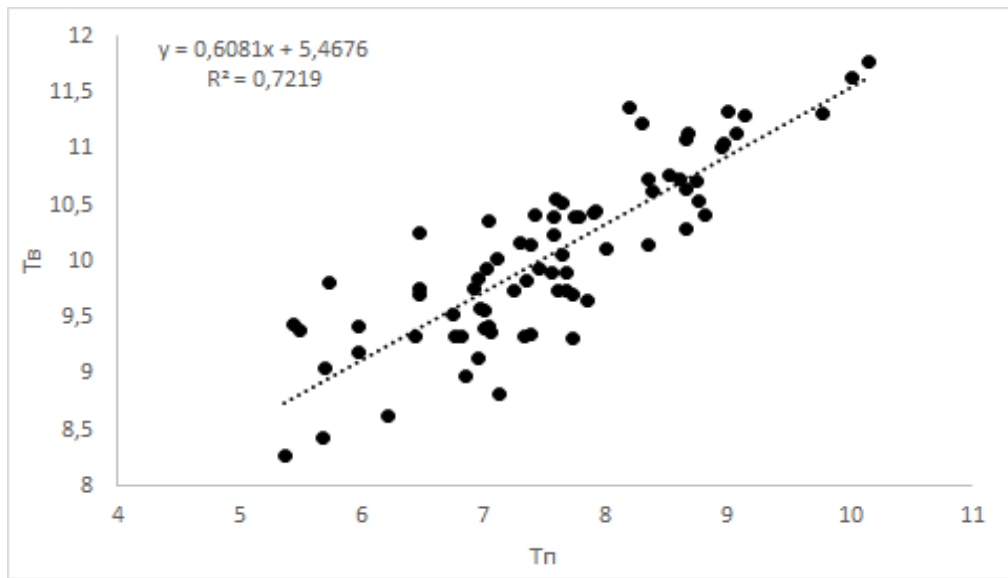


Рис. 3.16. Рівняння зв'язку між середніми річними значеннями температури повітря по м/с Хмільник та температури води по гідропосту р. Південний Буг – с. Лелітка

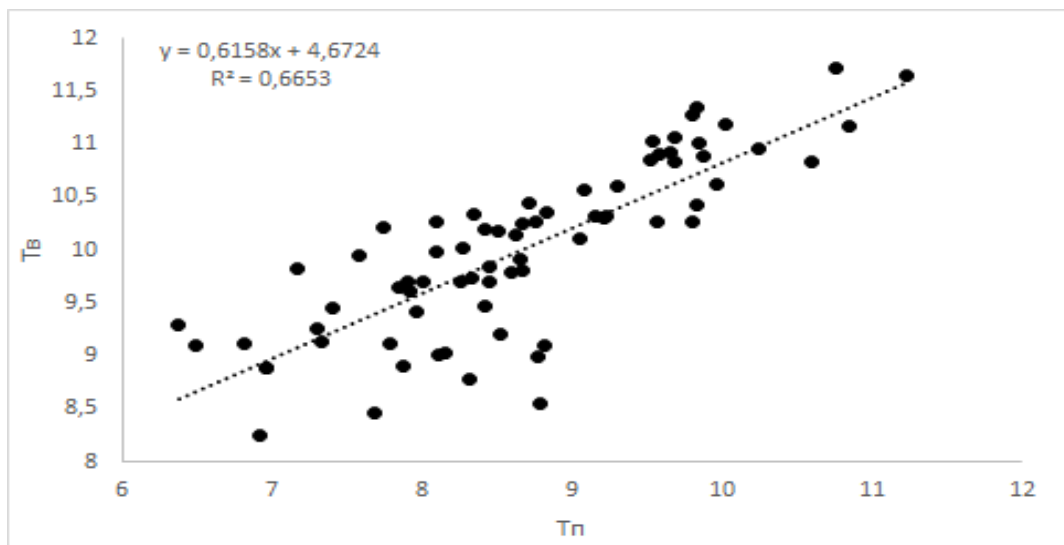


Рис. 3.17. Рівняння зв'язку між середніми значеннями температури повітря зимового сезону по м/с Гайворон та температури води зимового сезону по гідропосту р. Савранка – с. Осички

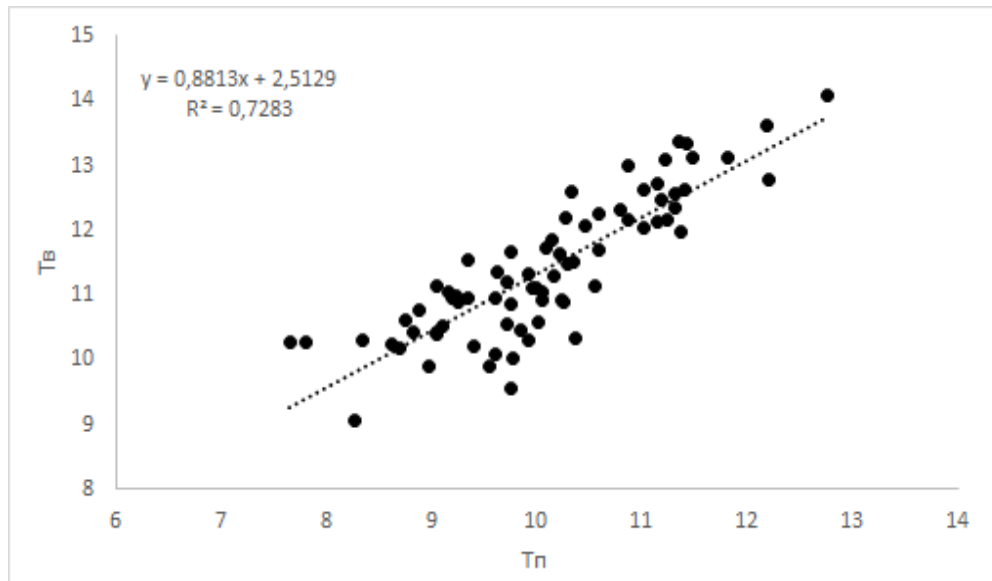


Рис. 3.18. Рівняння зв'язку між середніми річними значеннями температури повітря по м/с Вознесенськ та температури води по гідропосту р. Піденний Буг– с. Прибужани

Аналіз отриманих залежностей та результатів, наведених у таблиці 3.1 свідчить, що для більшості сезонів (крім зими), зв'язок між значеннями температури повітря та води для окремих гідрологічних постів басейну та розташованих поруч метеостанцій є тісним ($r > 0,7$). Виключенням є зимовий сезон. Поясненням цього є те, що температура повітря взимку може набувати значень менше 0°C , а температура води не опускається нижче цієї позначки. Оскільки протягом переважної частини року зв'язок є тісним, то і для року в цілому така залежність також характеризується високими коефіцієнтами кореляції.

Таблиця 3.1. Рівняння регресії та коефіцієнти парної кореляції між середніми сезонними та річними температурами води по окремих гідрологічних постах та розташованих в межах їх водозборів метеостанцій

Річка-пост - метеостанція	Сезони								Рік	
	Зима		Весна		Літо		Осінь			
	$y=ax+b$	r	$y=ax+b$	r	$y=ax+b$	r	$y=ax+b$	r	$y=ax+b$	r
р. Південний Буг – с. Лелітка – м/с Хмільник	$y = 0,133x + 0,915$	0,66	$y = 0,887x + 2,265$	0,89	$y = 0,7072x + 8,06$	0,84	$y = 0,8217x + 3,284$	0,90	$y = 0,6081x + 5,4676$	0,85
р. Савранка - с. Осички – м/с Гайворон	$y = 0,1659x + 1,12$	0,65	$y = 0,726x + 3,262$	0,81	$y = 0,6631x + 6,89$	0,75	$y = 0,8332x + 2,357$	0,86	$y = 0,6158x + 4,6724$	0,82
р. Південний Буг - с. Прибужани – м/с Вознесенськ	$y = 0,218x + 1,110$	0,62	$y = 0,977x + 0,345$	0,87	$y = 0,741x + 7,000$	0,79	$y = 1,0635x + 0,754$	0,85	$y = 0,8813x + 2,5129$	0,85

Висновки до розділу 3

Для оцінки тенденцій у коливаннях середньорічної температури повітря побудовано сумарні та різницеві інтегральні криві для окремих метеостанцій басейну. Аналіз отриманих залежностей свідчить, що відхилення сумарної інтегральної кривої від прямої лінії по більшості метеостанцій спостерігається з 2011 р. і по теперішній час (2020 р.).

Додатні відхилення від середнього багаторічного значення середніх температур зимового сезону та холодного періоду року (листопад-квітень) починаються з кінця 80-х років минулого сторіччя, аналогічно до середніх річних температур.

Для літнього сезону та теплого періоду року (травень-жовтень) подібні відхилення спостерігаються лише з другої половини 1990-х років, що пояснюється особливостями розвитку синоптичної ситуації в межах Східної Європи.

Для об'єктивного аналізу тенденцій у коливаннях температури води річок басейну за багаторічний період нами побудовано різницеві інтегральні криві відхилень від середнього багаторічного значення температури води річок досліджуваного басейну за різні періоди року.

Як свідчить аналіз рисунків додатні відхилення від середнього багаторічного значення середніх температур води весняного сезону та холодного періоду року (листопад – квітень) також починаються з кінця 80-х років минулого сторіччя, аналогічно до середніх річних температур води.

Для літнього сезону та теплого періоду року в цілому (період літньо-осінньої межени) подібні відхилення у значеннях температури води спостерігаються лише з другої половини 1990-х років.

В цілому для року та для більшості сезонів (крім зими), зв'язок між значеннями температури повітря та води для басейну є тісним ($r > 0,7$). Виключенням є зимовий сезон. Поясненням цього є те, що температура повітря взимку може набувати значень менше 0°C , а температура води не опускається нижче цієї позначки.

ВИСНОВКИ

1. Водний режим Південного Бугу характеризується нерівномірністю розподілу стоку протягом року та по території басейну. Весною спостерігається пік повені, а в решту часу року стійка низька межень з незначним збільшенням водності восени та під час зимових відлиг. Основний об'єм річного стоку р. Південний Буг (56 %) формується у верхів'ї лісостепової частини басейну при площі водозбору лише 38,6 % від загальної площі басейну. Стік степової частини басейну (31 %) складає всього 17,5 % від об'єму річного стоку всієї ріки.
2. Для досліджень використано дані по 14 метеостанціях та 40 гідрологічних постах, з них 17 постів закриті з різних причин у попередні роки та 23 пости, спостереження на яких здійснюються до теперішнього часу. Гідрологічні пости розташовані на 19 річках басейну Південного Бугу та охоплюють період спостережень з 1946 по 2020 роки. Вибір 1946 року в якості початкового для досліджень обумовлений тим, що саме з цього року Гідрометслужба проводить регулярні спостереження за температурою води на гідрологічних постах басейну. Також використано дані по 14 метеостанціях, рівномірно розташованих в межах басейну. Період спостережень по метеостанціях також взято з 1946 по 2020 рр. (75 років).
3. Для аналізу було використано гідролого-генетичний метод, який включає аналіз сумарних інтегральних кривих та різницевих інтегральних кривих коливань гідрометеорологічних характеристик. Для оцінки взаємозв'язку температури повітря та води річок басейну використано найбільш застосовану у практиці гідрологічних розрахунків – парну кореляція (лінійна кореляція між двома змінними).
4. Додатні відхилення від середнього багаторічного значення середніх температур зимового сезону та холодного періоду року (листопад-квітень) починаються з кінця 80-х років минулого сторіччя, аналогічно до середніх річних температур. Для літнього сезону та теплого періоду року (травень-жовтень) подібні відхилення спостерігаються лише з другої половини 1990-х

років, що пояснюється особливостями розвитку синоптичної ситуації в межах Східної Європи.

5. Як свідчить аналіз отриманих результатів додатні відхилення від середнього багаторічного значення середніх температур води весняного сезону та холодного періоду року (листопад – квітень) також починаються з кінця 80-х років минулого сторіччя, аналогічно до середніх річних температур води. Для літнього сезону та теплого періоду року в цілому (період літньо-осінньої межени) подібні відхилення у значеннях температури води спостерігаються лише з другої половини 1990-х років.

6. В цілому для року та для більшості сезонів (крім зими), зв'язок між значеннями температури повітря та води для басейну є тісним ($r > 0,7$). Виключенням є зимовий сезон. Поясненням цього є те, що температура повітря взимку може набувати значень менше 0°C , а температура води не опускається нижче цієї позначки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Балабух В.О., Малицька Л.В. Оцінювання сучасних змін термічного режиму України. Геоінформатика. 2017. 4(64). С. 34-49.
2. Вишневський В. І. Багаторічні зміни водного режиму річок України / В. І. Вишневський, А. В. Куций. – Київ: Накова думка, 2022. – 252 с.
3. Вишневський В.І Гідрологічні характеристики річок України / В.І. Вишневський, О.О. Косоцький. – К. : Ніка-Центр, 2003. – 324 с.
4. Водний фонд України. Штучні водойми. Водосховища і ставки / В.В. Гребінь, В.К. Хільчевський, В.А. Сташук, О.В. Чунар'єв, О.Є. Ярошевич / За ред. В.К. Хільчевського, В.В. Гребеня. – К.: Інтерпрес, 2014. – 163 с.
5. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / Хільчевський В.К., Чунар'єв О.В., Ромась М.І. та ін.; [за ред. В.К. Хільчевського]. – К. : Ніка-Центр, 2009. – 184 с.
6. Горбачова Л.О. Багаторічні тенденції річного стоку води річок України та його кліматичних чинників. Наук. праці УкрНДГМІ. 2016. Вип. 269. С. 94-106.
7. Горбачова Л.О. Гідролого-генетичний аналіз просторово-часових закономірностей водного стоку річок України: методологія, тенденції, прогноз: дис... д-ра геогр. наук. Київ: 2017. 399 с.
8. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). – К.: Ніка-Центр, 2010. – 315 с.
9. Докус А.О. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг: дисертація канд. геогр. наук. Одеса, 2020. 392 с.
10. Жовнір В.В. Оцінка однорідності характеристик термічного режиму води і повітря в межах басейну Південного Бугу / В.В.Жовнір, В.В. Гребінь, Е.Р. Рахматуліна // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т. 2 (37). – с. 86-93.
11. Жовнір В.В., Гребінь В.В. Термічний режим річок басейну Південного Бугу в умовах сучасних змін клімату // Тези доповідей Першого

- Всеукраїнського гідрометеорологічного з'їзду / Одеський державний екологічний ун-т. – Одеса: ТЕС, 2017. – с. 120-121.
12. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К.: Вид. Раєвського, 2003. 343 с.
 13. Мокін В.Б. Екологічний атлас басейну річки Південний Буг / В.Б.Мокін, Є.М. Крижановський. – Вінниця: Ветландс Інтернешнл, 2009. – 20 с.;
 14. Національний атлас України. К.: ДНВП «Картографія», 2007. 439 с.
 15. Осадчий В.І. Ресурси та якість поверхневих вод України в умовах антропогенного навантаження та кліматичних змін // Вісник НАН України. – 2017. - № 8. – С. 29-46.
 16. Офіційний сайт Басейнового управління водних ресурсів річки Південний Буг / <http://www.buvr.vn.ua>.
 17. План управління річковим басейном Південного Бугу: аналіз стану та першочергові заходи / Під заг. ред. С. Афанасьєва, А. Петерс, В. Сташука і О. Ярошевича. К.: НВП «Інтерсервіс», 2014. 188 с.
 18. Приходькіна В.С. Особливості максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг та його розрахункові характеристики. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 «Науки про Землю». – Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, Київ, 2021.
 19. Рахматулліна Е.Р. Гідрологічний режим річок басейну Південного Бугу в зимовий період в умовах змін клімату: дис. ... канд. геогр. наук. К.: 2015. 257 с.
 20. Струтинська В.М. Термічний та льодовий режим річок басейну Дніпра з другої половини ХХ століття / В.М. Струтинська, В. В. Гребінь. – К.: Ніка-Центр, 2010. – 196 с.
 21. Схема гідрологічного районування України / [Л. Г. Будкіна, Л. М. Козинцева, С. П. Пустовойт, В. Г. Келембет] // Географічні дослідження на Україні. – 1969. – Вип.1. – С. 157-172.

22. Чунарьов О. В. Оцінка впливу господарської діяльності на водоресурсний потенціал басейну Південного Бугу / О. В. Чунарьов // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2007. – Т. 13. – С. 158-165.
23. Шакірманова Ж. Р. Довгострокове прогнозування характеристик весняного водопілля в басейні р. Південний Буг : монографія / Ж. Р. Шакірманова, А. О. Докус. Одеський державний екологічний ун-т. – Одеса.- 2021. – 243 с.
24. Gorbachova L., Prykhodkina V., Khrystiuk V. Spring Flood Frequency Analysis in the Southern Buh River Basin, Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geocology. 2021. Vol. 30 (2). P. 250-260.