ODDÍL 8.
ZEMĚPIS

§8.1 ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧКИ ЛУГА (БАСЕЙН ЗАХІДНОГО БУГУ, ВОЛИНСЬКА ОБЛАСТЬ, УКРАЇНА) І ТЕНДЕНЦІЇ ЙОГО ЗМІН УПРОДОВЖ 2001−2020 РР.

(**Павловська Т.С.,** Волинський національний університет імені Лесі Українки, **Стельмах В.Ю.,** Волинський національний університет імені Лесі Українки, **Жданюк Б.С.,** Дубенська філія вищого навчального закладу «Відкритий університет розвитку людини “Україна”», **Бондарчук С.П.,** Луцький національний технічний університет, **Ковальчук М.Р.,** Волинський національний університет імені Лесі Українки)

Вступ. Річки, як відомо, дуже динамічні та мінливі системи. Їхні гідрологічні параметри змінюються упродовж року і за більш тривалі проміжки часу в силу як природних, так і господарських чинників. На ритмічність гідрологічних процесів, обсяги річкового стоку та його розподіл упродовж року найбільший вплив мають кількість опадів, температура повітря, випаровуваність, а також морфологічні, морфометричні, гідрографічні, гідрогеологічні характеристики водозбірного басейну. Значну роль відіграють озера, ставки, водосховища, карстові процеси, лісистість, меліоративні та водогосподарські заходи на водозборі та в межах заплавно-руслових комплексів. Залежно від інтенсивності й масштабу такого впливу можуть змінюватися головні характеристики функціонування річки і чим меншою вона є, тим більшою буде залежність її гідрологічного режиму від характеру й інтенсивності процесів на водозборі [1, с. 180−185; 2, с. 136; 3,

с. 33; 4, с. 49–33, 64]. Ті з річок, які мають режим функціонування близький до природного, володіють високою здатністю до саморегуляції і їхня біота адаптована до щорічних екстремумів коливань водності. В антропогенно змінених річках механізми саморегуляції можуть бути значно порушені.

Як відомо, на водний стік річок (особливо малих) зон достатнього та нестійкого зволоження домінантний вплив мають кліматичні характеристики водозбору. Оскільки досліджувана річка Луга, яка є притокою транскордонної річки Західний Буг у межах Волинської області (остання входить до зони достатнього зволоження в Україні [5]) належить саме до такої категорії річок за розміром басейну [3, с. 27], то вивчення тенденцій мінливості її водного режиму в умовах сучасних кліматичних трансформацій є актуальною задачею для прогнозування геоекологічного стану річки та розробки заходів з адаптації населення та господарського комплексу до сучасних змін у природі.

Індикатором активності річки в часі та просторі є її водний режим. Головними характеристиками водоносності й режиму річкового стоку є середньорічні, максимальні й мінімальні витрати води. Внутрішньорічний розподіл стоку найбільше залежить від кількості опадів й температури атмосферного повітря. У межах досліджуваного водозбору головну роль у формуванні стоку мають повінь і тало-дощові паводки. Витрати води під час повеней і дощових паводків найбільше визначаються кількістю атмосферних опадів. У кліматичних умовах досліджуваного водозбору формування стоку значною мірою залежить від снігового покриву. Температурний режим впливає на процеси танення снігу, замерзання та скресання рік, рух води в руслі, випаровування з поверхні водозбору та водного дзеркала (особливо в меженний період). На кліматичні чинники формування річкового стоку опосередкований вплив мають особливості підстильної поверхні, які

визначають умови стікання води й втрати стоку. Проникнення вглиб талих і дощових вод сприяє посиленому підживленню підземних горизонтів. Річковий стік під час дощових паводків залежить від інтенсивності та площі охоплення опадів, водовідштовхувальної здатності ґрунтів, водозатримувальної здатності поверхні. Екстремальні значення витрат води під час паводків і повеней значною мірою залежать від ступеня зволоження ґрунтів в передуючий осінній період і глибини його промерзання в холодну пору року [6, с. 315].

Річковий стік є надважливим природним ресурсом для соціального та економічного розвитку будь-яких територій – від місцевих територіальних громад до країн і регіонів. Тому наукові завдання з вивчення тенденцій змін стоку води малих річок, від яких залежить управління водними ресурсами середніх і великих рік набувають все більшої актуальності в умовах невизначених кліматичних ризиків та зростання антропогенного навантаження [7; 8].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах глобального потепління та зростання антропогенного навантаження водні ресурси стали вважати стратегічними природними ресурсами. Реакції водного режиму річок на вплив сучасних кліматичних змін досліджували B. Bisselink [9], I. Camilloni, V. Barros, S. Moreiras, G. Poveda, J. Tomasella [10], P. Pekarova, P. Miklánek, J. Pekár [11], R. Romanowicz [12], C. Yu, X. Yin, Zh. Yang, Zh. Dang [13] та інші. G. Blöschl, J. Hall, A. Viglione та співавтори [14] виявили, що кліматичні зміни по-різному впливають на паводки у різних регіонах Європи. L. Gudmundsson, S. Seneviratne, X. Zhang [15] досліджували глобальні тенденції змін стоку річок під впливом антропогенно зумовлених кліматичних змін. A. Teuling, R. Uijlenhoet, B. van den Hurk [16] вивчали вплив змін клімату, лісовідновлення та урбанізації на евапотранспірацію та

річковий стік у Європі, підтвердивши значущість температурних змін для водного балансу річкових басейнів.

В Україні питання впливу кліматичних змін на водний режим річок вивчали такі вчені як Є. Василенко, В. Гребінь, О. Ободовський [1; 14; 18], В. Вишневський, А. Куций [19], Є. Гопченко, В. Овчарук, М. Гопцій, О. Тодорова, М. Мартинюк [20; 21] Л. Горбачова, С. Барандіч [22; 23; 24], Ю. Дідовець, С. Сніжко, V. Krysanova, A. Bronstert, А. Лобанова, Є. Павельчук, М. Яцюк, І. Купріков, О. Шевченко [25; 26; 27], С. Мельник, Н. Лобода [28], Е. Рахматулліна [31] та інші.

Тенденції змін стоку річок Волинської області в умовах сучасних кліматичних трансформацій відобразили у працях В. Гребінь, О. Ободовський [18], К. Коноваленко, К. Данько, Є. Василенко, В. Дутко [30], І. Нетробчук, С. Полянський, З. Карпюк, Р. Качаровський, А. Повзун, І. Теребейчик, В. Ковтунович, Г. Пилипчук [31], Т. Павловська, І. Ковальчук, О. Мартинюк, Ю. Білецький, О. Рудик, С. Полянський, В. Стельмах, Р. Бондарчук, М. Лихач, Л. Жайворонок, С. Грудік, У. Никонюк, Д. Гусєв, Є. Щесюк, Д. Драницький, О. Нікон, О. Александрович, О. Попович, Ю. Попович, Р. Геналюк, К. Ляшук, М. Мельничук, А. Октисюк, М. Ковальчук, М. Мороз [3; 6; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47] та інші.

Про функціонування р. Луга знаходимо інформацію в публікаціях таких науковців як М. Забокрицька, В. Хільчевський, П. Манченко [48], І. Нетробчук [49], Т. Павловська, О. Александрович, О. Попович, М. Ковальчук [37; 43], О. Перхач, Ф. Кіптач, М. Сиротюк [50], В. Стельмах [51].

Метою роботи є вивчення багаторічної динаміки внутрішньорічного водного стоку річок р. Луга (гідропост «Володимир», басейн р. Західний Буг) в умовах сучасних кліматичних змін.

Дане дослідження здійснювалося із застосуванням методів камеральної обробки даних про водний режим річки Луги з фондів Волинського обласного центру з гідрометеорології: математико-статистичного, графічного й чисельного моделювання, аналізу, синтезу, дедукції, індукції, аналогії.

Виклад основного матеріалу. Оскільки гідрологічні процеси залежать, насамперед, від перенесень тепла та вологи, ми проаналізували тенденції змін річних, сезонних і місячних значень таких метеопараметрів як тривалість сонячного сяйва (на Волині спостереження здійснюються лише на метеостанції «Ковель»), температура повітря, опади, відносна вологість повітря, тривалість і хронологічні межі метеорологічних пір року на метеостанції «Володимир» (розташована в басейні досліджуваної річки).

Середнє значення тривалості сонячного сяйва за 2001−2020 рр. складає 1869 годин. Значення цього показника щороку досить мінливе, бо залежить не лише від тривалості дня, а й хмарності та прозорості атмосфери. Найбільші річні значення тривалості сонячного сяйва (понад 2000 год) на метеостанції «Ковель» були в 2003 і 2015 рр. із досліджуваних, а найменші (менше 1750 год.) – у 2008 і 2017 рр.

З плином часу річна тривалість сонячного сяйва дещо зростає − лінійний тренд демонструє тенденцію до збільшення величин, але не є статистично значимим (рис. 1, табл. 1). При цьому тривалість сонячного сяйва влітку та восени теж зростає, а взимку та навесні – зменшується (рис. 2, див. табл. 1).

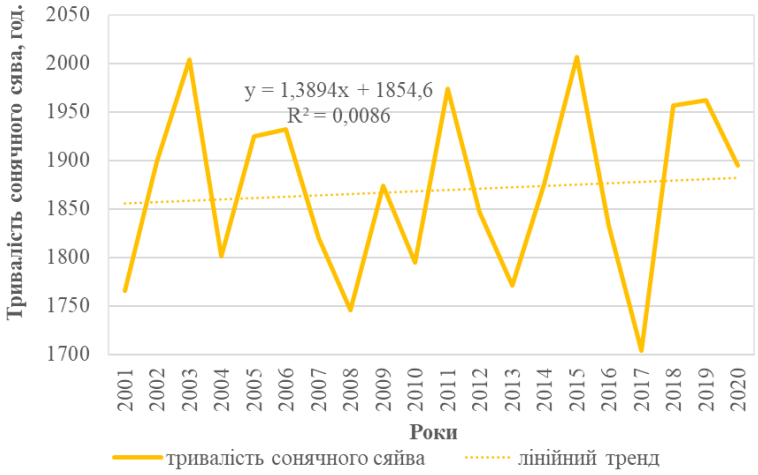


Рис. 1. Багаторічна динаміка річних значень тривалості сонячного сяйва

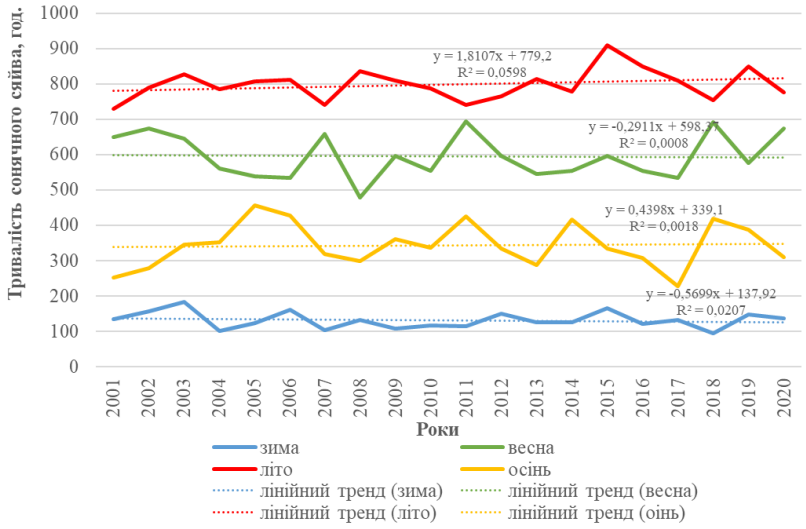


Рис. 2. Багаторічна динаміка сезонних значень тривалості сонячного сяйва

Виявлені тенденції не є статистично значимими, як і тенденції зміни місячних значень тривалості сонячного сяйва: у січні, березні, квітні, червні, серпні, вересні вони зростають, а в лютому, травні, липні, листопаді, грудні – вони зменшуються. У жовтні спрямування змін значень показника за досліджуваний період відсутні (рис. 3−6).

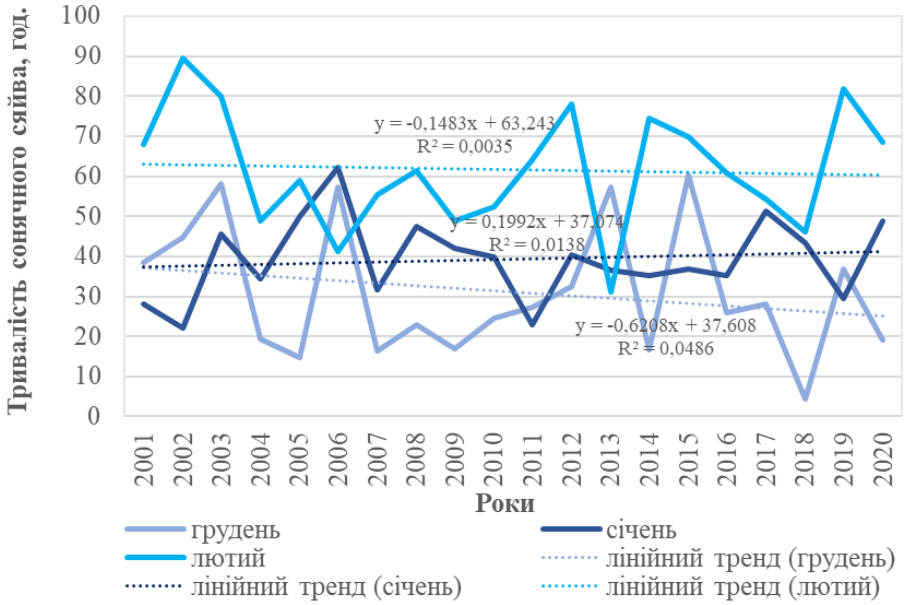


Рис. 3. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сяйва зимових місяців

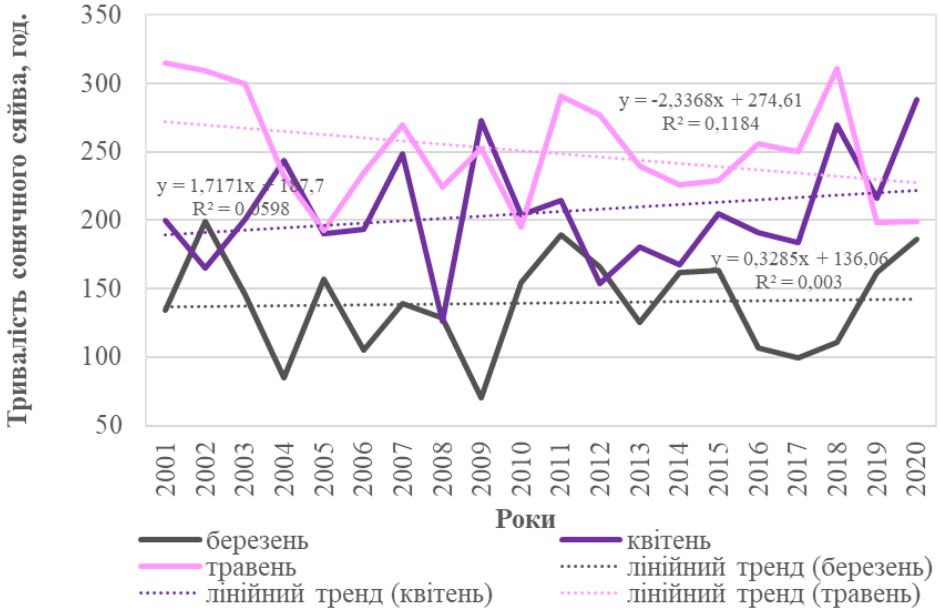


Рис. 4. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сяйва весняних місяців

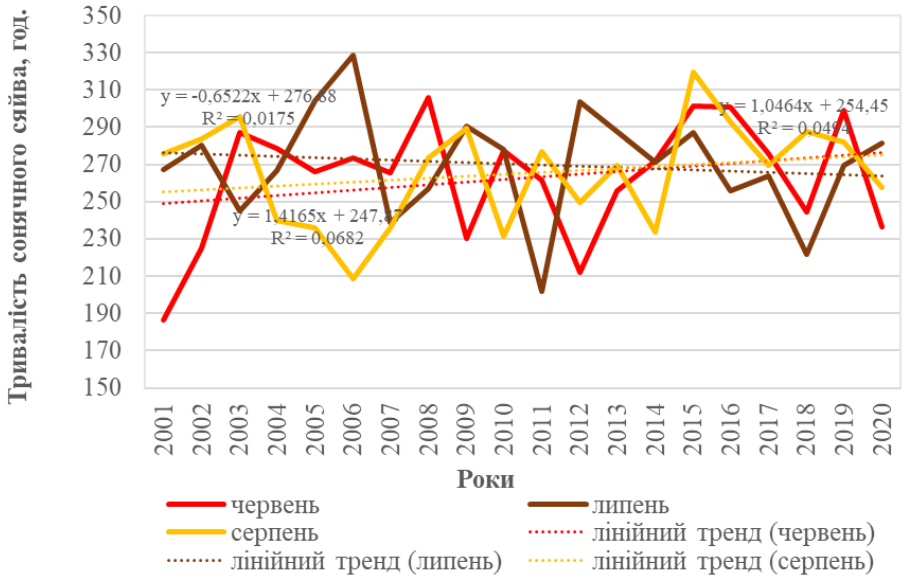


Рис. 5. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сяйва літніх місяців

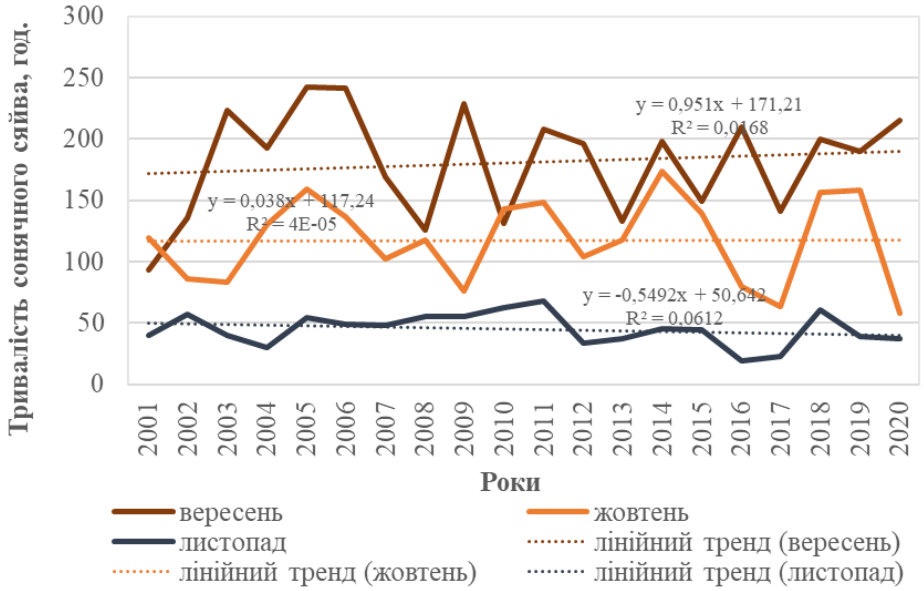


Рис. 6. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сяйва осінніх місяців

Місячні значення тривалості сонячного сяйва характеризуються значними коливаннями упродовж багаторічного періоду. Найбільша мінливість цього показника спостерігається у весняні місяці, що пов'язано з нестабіль-

ністю погодних умов у перехідний сезон. Влітку коливання тривалості сонячного сяйва є меншими через більшу стабільність атмосферних процесів.

Таблиця 1

Значимість виявлених трендів змін значень тривалості сонячного сяйва на метеостанції «Ковель»

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Січень	y = 0,1992x + 37,074 R^2 = 0,0138	0,117	0,226	0,452	незначимий
Лютий	y = -0,1483x + 63,243 R^2 = 0,0035	0,059	0,229	0,457	незначимий
Березень	y = 0,3285x + 136,06 R^2 = 0,003	0,055	0,229	0,457	незначимий
Квітень	y = 1,7171x + 187,7 R^2 = 0,0598	0,245	0,216	0,431	незначимий
Травень	y = -2,3368x + 274,61 R^2 = 0,1184	0,344	0,202	0,404	незначимий
Червень	y = 1,4165x + 247,87 R^2 = 0,0682	0,261	0,214	0,428	незначимий
Липень	y = -0,6522x + 276,88 R^2 = 0,0175	0,132	0,225	0,451	незначимий
Серпень	y = 1,0464x + 254,45 R^2 = 0,0494	0,222	0,218	0,436	незначимий
Вересень	y = 0,951x + 171,21 R^2 = 0,0168	0,130	0,226	0,451	незначимий
Жовтень	y = 0,038x + 117,24 R^2 = 4E-05	–	–	–	–

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Листопад	y = -0,5492x + 50,642 R^2 = 0,0612	0,247	0,215	0,431	незначимий
Грудень	y = -0,6208x + 37,608 R^2 = 0,0486	0,220	0,218	0,437	незначимий
Зима	y = -0,5699x + 137,92 R^2 = 0,0207	0,144	0,225	0,449	незначимий
Весна	y = -0,2911x + 598,37 R^2 = 0,0008	0,028	0,229	0,458	незначимий
Літо	y = 1,8107x + 779,2 R^2 = 0,0598	0,245	0,216	0,431	незначимий
Осінь	y = 0,4398x + 339,1 R^2 = 0,0018	0,042	0,229	0,458	незначимий
Рік	y = 1,3894x + 1854,6 R^2 = 0,0086	0,093	0,227	0,455	незначимий

*Примітка: * – блакитним кольором показано тенденцію до зростання величин, жовтим – до зниження; відсутність кольору означає відсутність вираженої тенденції змін величин досліджуваного параметра.*

Протягом року найбільше значення тривалості сонячного сяйва спостерігається в липні, а найменше – в грудні (рис. 7).

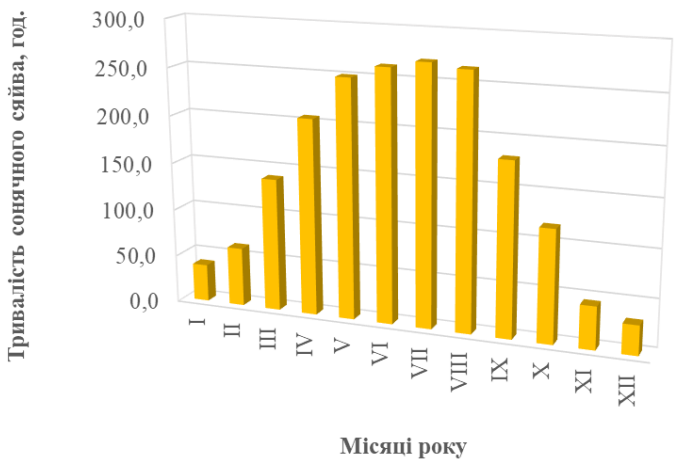


Рис. Внутрішньорічний розподіл тривалості сонячного сяйва (побудовано за усередненими даними впродовж 2001–2020 рр.)

Упродовж 2001–2020 рр. середньорічна температура повітря на метеостанції «Володимир» в середньому становила 8,8°С і коливалася переважно в межах 8,0–10,0°С, зростаючи з часом (лінійний тренд статистично значимий (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32]) (рис. 8, табл. 2). Зростання помітне в усі сезони року й ці зміни є статистично значимими (рис. 9, див. табл. 2).

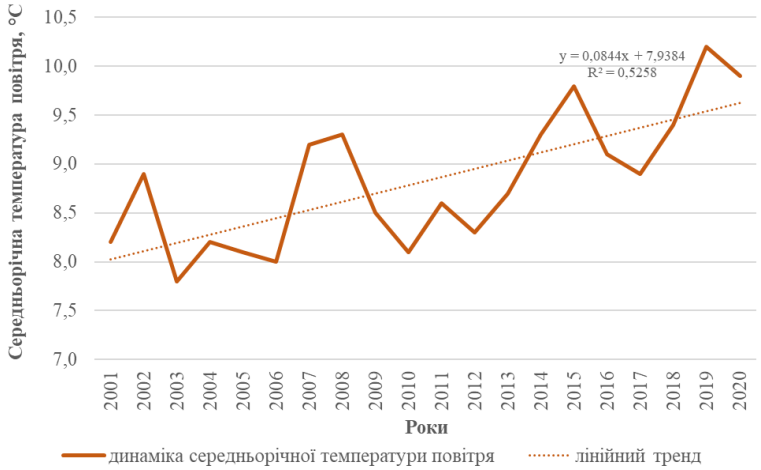


Рис. 8. Тенденції змін середньорічних значень температури повітря

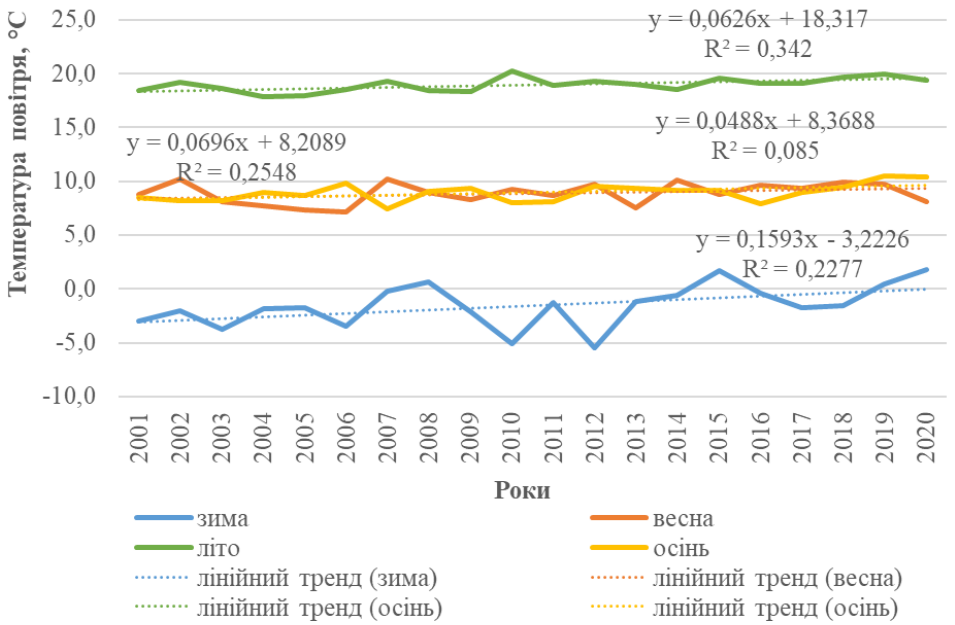


Рис. 9. Тенденції змін середніх сезонних значень температури повітря

У грудні, січні, лютому, березні, квітні, червні, серпні, вересні, жовтні й листопаді простежується зростання температури повітря, а в травні й липні − зменшення. Тенденції змін температури повітря в червні, серпні, вересні, грудні є статистично значимими (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (рис. 10−13, див. табл. 2).

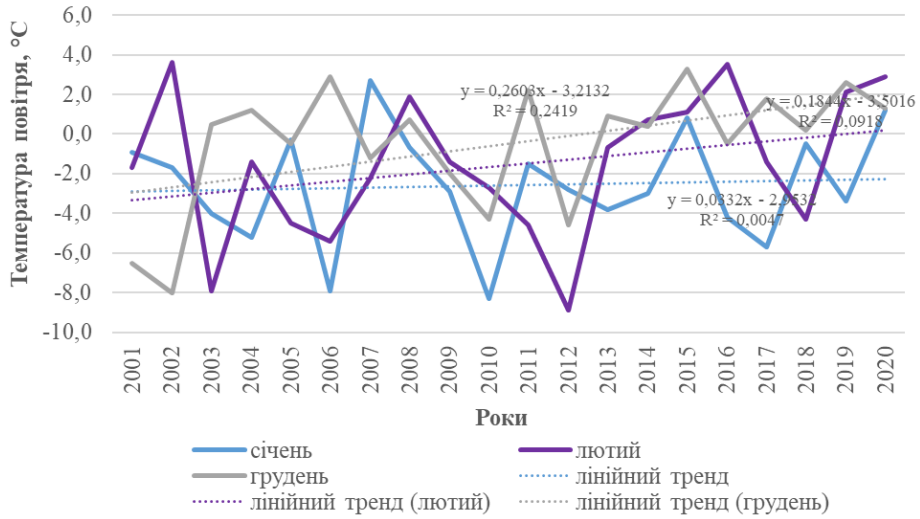


Рис. 10. Тенденції змін температури повітря зимових місяців

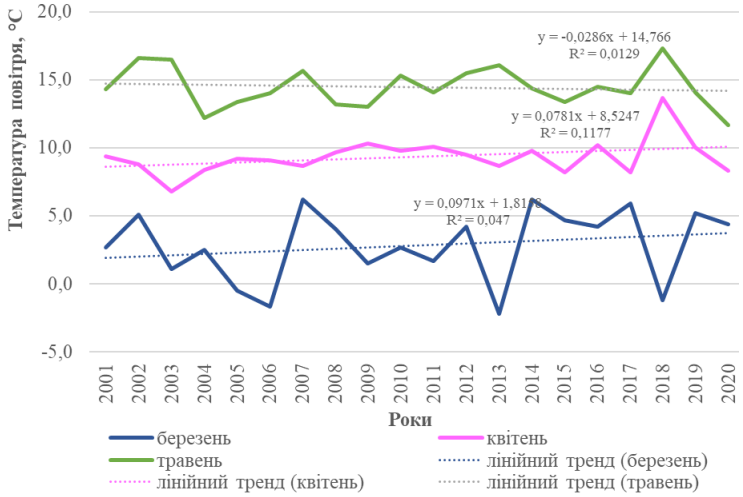


Рис. 11. Тенденції змін температури повітря весняних місяців

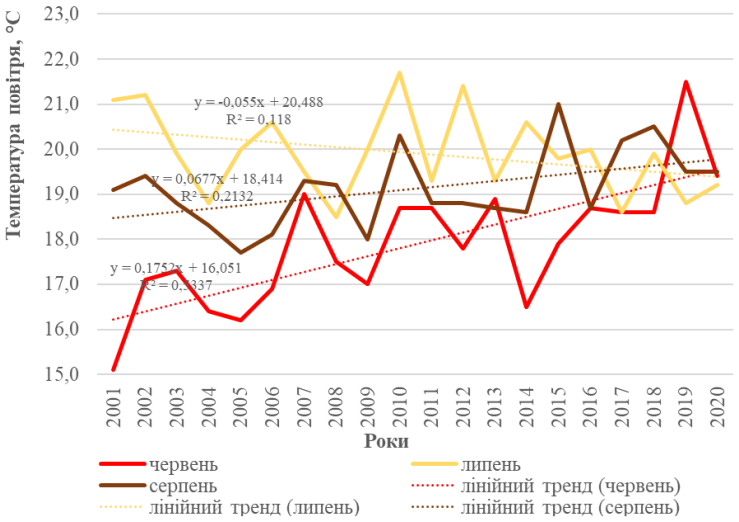


Рис. 12. Тенденції змін температури повітря літніх місяців

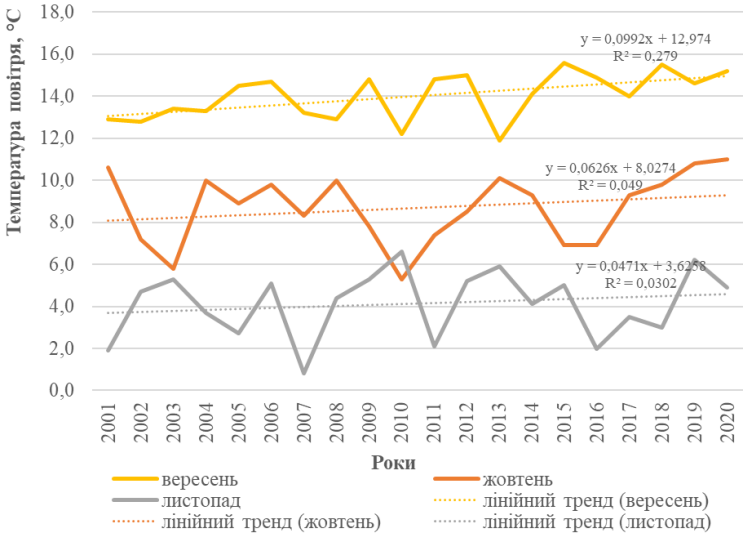


Рис. 13. Тенденції змін температури повітря осінніх місяців

Таблиця 2

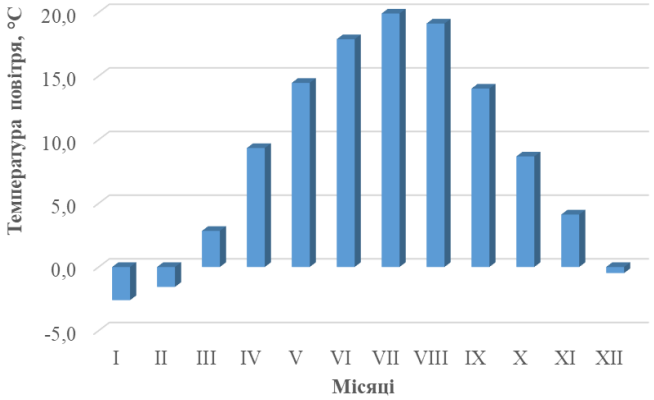
Значимість виявлених трендів змін значень температури повітря на метеостанції «Володимир»

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Січень	y = 0,0332x - 2,9532 R^2 = 0,0047	0,069	0,228	0,457	незначимий
Лютий	y = 0,1844x - 3,5016 R^2 = 0,0918	0,303	0,208	0,416	незначимий
Березень	y = 0,0971x + 1,8158 R^2 = 0,047	0,217	0,219	0,437	незначимий
Квітень	y = 0,0781x + 8,5247 R^2 = 0,1177	0,343	0,202	0,405	незначимий
Травень	y = -0,0286x + 14,766 R^2 = 0,0129	0,114	0,226	0,453	незначимий
Червень	y = 0,1752x + 16,051 R^2 = 0,5337	0,731	0,107	0,214	значимий
Липень	y = -0,055x + 20,488 R^2 = 0,118	0,344	0,202	0,405	незначимий
Серпень	y = 0,0677x + 18,414 R^2 = 0,2132	0,462	0,181	0,361	значимий
Вересень	y = 0,0992x + 12,974 R^2 = 0,279	0,528	0,165	0,331	значимий
Жовтень	y = 0,0626x + 8,0274 R^2 = 0,049	0,221	0,218	0,436	незначимий
Листопад	y = 0,0471x + 3,6258 R^2 = 0,0302	0,174	0,222	0,445	незначимий
Грудень	y = 0,2603x - 3,2132 R^2 = 0,2419	0,492	0,174	0,348	значимий
Зима	y = 0,1593x - 3,2226 R^2 = 0,2277	0,477	0,177	0,354	значимий
Весна	y = 0,0488x + 8,3688 R^2 = 0,085	0,292	0,210	0,420	незначимий

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Літо	y = 0,0626x + 18,317 R^2 = 0,342	0,585	0,151	0,302	значимий
Осінь	y = 0,0696x + 8,2089 R^2 = 0,2548	0,505	0,171	0,342	значимий
Рік	y = 0,0844x + 7,9384 R^2 = 0,5258	0,725	0,109	0,218	значимий

*Примітка: * – блакитним кольором показано тенденцію до зростання величин, жовтим – до зниження величин досліджуваного параметра.*

Упродовж року найнижчі середньомісячні температури повітря спостерігаються взимку, зокрема, в січні (-2,6°C), найвищі – у липні (19,9°C) (рис. 14).



14. Річний хід температури повітря (побудовано за усередненими даними впродовж 2001–2020 рр.)

Опади в досліджуваний басейн приносять переважно вологі морські повітряні маси з Атлантики, а іноді – з Середземномор'я. Певне значення в атмосферному зволоженні мають і процеси внутрішньомасової конвекції. На

метеостанції «Володимир» у середньому за рік випадає 658 мм опадів. Проте з року в рік річна сума опадів змінюється. Лінійний тренд вказує на зменшення річних сум опадів упродовж 2001–2020 рр. (рис. 15), лінійний тренд статистично значимий (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (табл. 3).

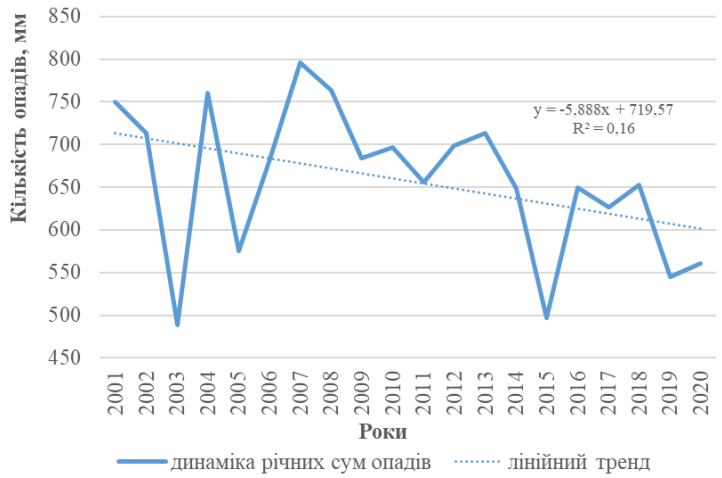


Рис. 15. Тенденції змін річних сум опадів

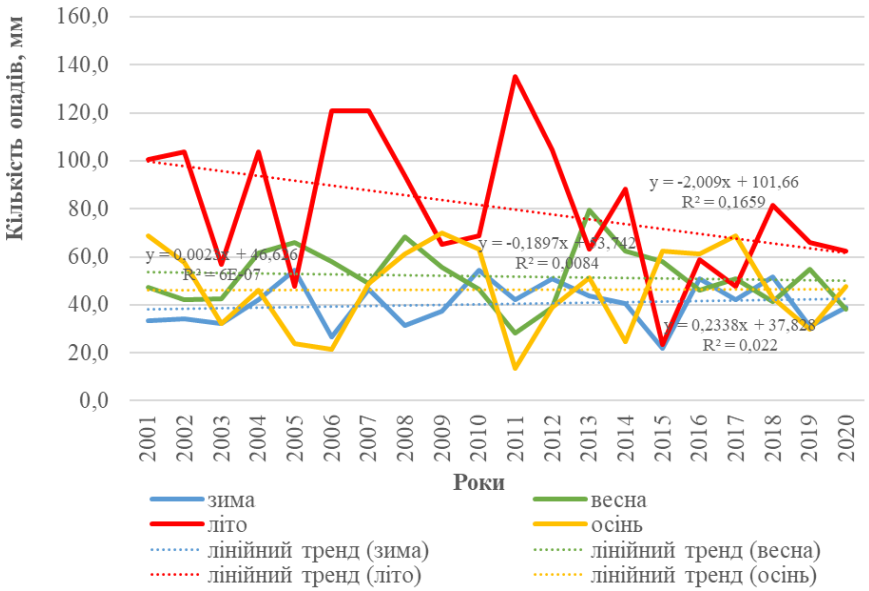


Рис. 16. Тенденції змін сезонних сум опадів

Щодо місячних сум опадів, то зростання характерне для січня, травня, вересня, грудня, а зменшення – в усі інші місяці (рис. 17–20). Тенденції змін кількості опадів у квітні та грудні є статистично значимими (див. табл. 3).

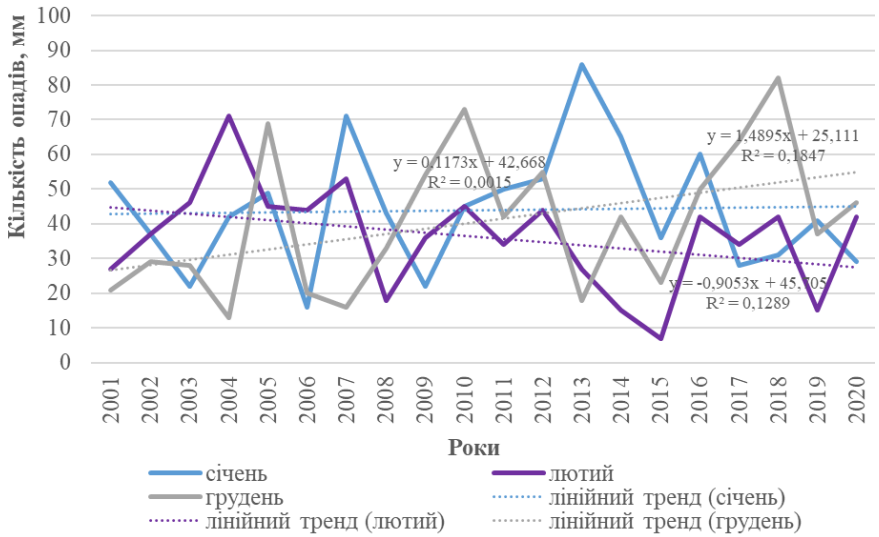


Рис. 17. Тенденції змін місячних сум опадів зимових місяців

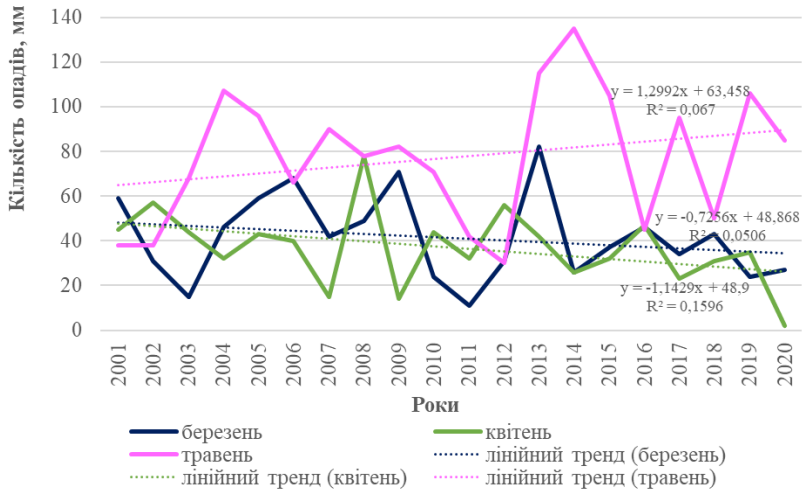


Рис. 18. Тенденції змін місячних сум опадів весняних місяців

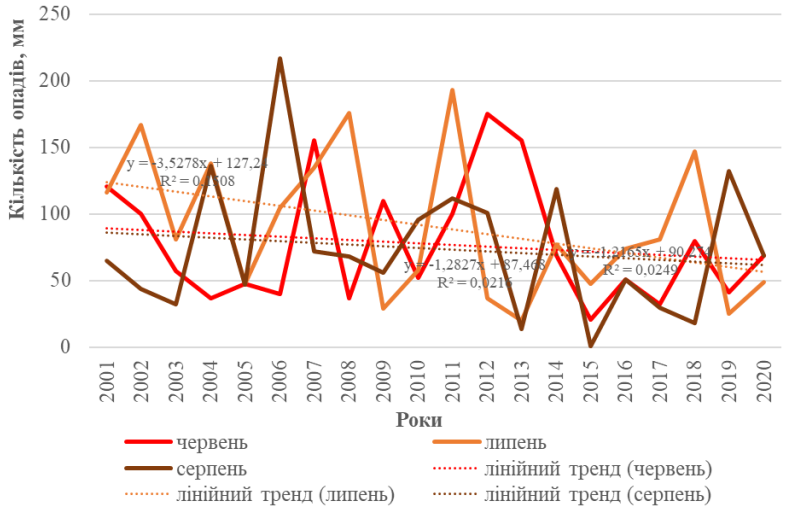


Рис. 19. Тенденції змін місячних сум опадів літніх місяців

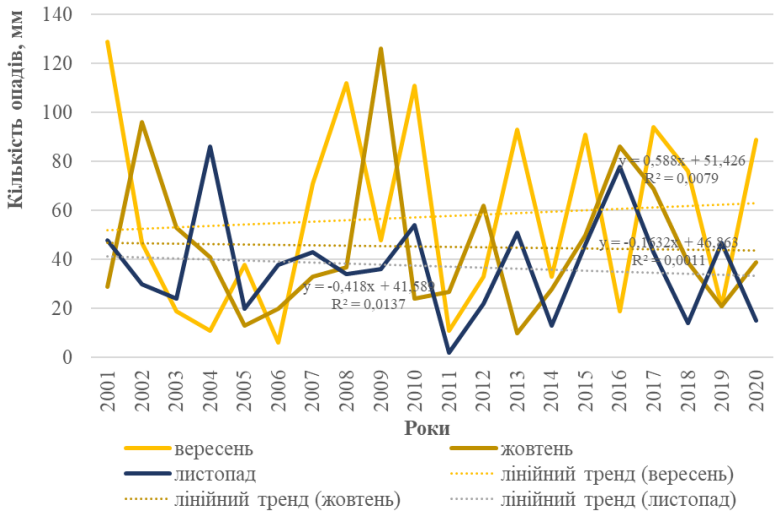


Рис. 20. Тенденції змін місячних сум опадів осінніх місяців

Таблиця 3

Значущість виявлених трендів змін кількості опадів на метеостанції «Володимир»

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Січень	y = 0,1173x + 42,668 R^2 = 0,0015	0,039	0,229	0,458	незначимий
Лютий	y = -0,9053x + 45,705 R^2 = 0,1289	0,359	0,200	0,400	незначимий
Березень	y = -0,7256x + 48,868 R^2 = 0,0506	0,225	0,218	0,436	незначимий
Квітень	y = -1,1429x + 48,9 R^2 = 0,1596	0,399	0,193	0,386	значимий
Травень	y = 1,2992x + 63,458 R^2 = 0,067	0,259	0,214	0,428	незначимий
Червень	y = -1,2165x + 90,274 R^2 = 0,0249	0,158	0,224	0,447	незначимий
Липень	y = -3,5278x + 127,24 R^2 = 0,1508	0,388	0,195	0,390	незначимий
Серпень	y = -1,2827x + 87,468 R^2 = 0,0216	0,147	0,224	0,449	незначимий
Вересень	y = 0,588x + 51,426 R^2 = 0,0079	0,089	0,228	0,455	незначимий
Жовтень	y = -0,1632x + 46,863 R^2 = 0,0011	0,033	0,229	0,458	незначимий
Листопад	y = -0,418x + 41,589 R^2 = 0,0137	0,117	0,226	0,453	незначимий
Грудень	y = 1,4895x + 25,111 R^2 = 0,1847	0,430	0,187	0,374	значимий
Зима	y = 0,2338x + 37,828 R^2 = 0,022	0,148	0,224	0,449	незначимий

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Весна	y = -0,1897x + 53,742 R^2 = 0,0084	0,092	0,227	0,455	незначимий
Літо	y = -2,009x + 101,66 R^2 = 0,1659	0,407	0,191	0,383	значимий
Осінь	y = 0,0023x + 46,626 R^2 = 6E-07	–	–	–	–
Рік	y = -5,888x + 719,57 R^2 = 0,16	0,400	0,193	0,385	значимий

*Примітка: * – блакитним кольором показано тенденцію до зростання величин, жовтим – до зниження; відсутність кольору означає відсутність вираженої тенденції змін величин досліджуваного параметра.*

Упродовж року найбільша кількість опадів на метеостанції «Володимир» випадає у травні, червні, липні, серпні, а найменше – у лютому, квітні й листопаді (рис. 21).

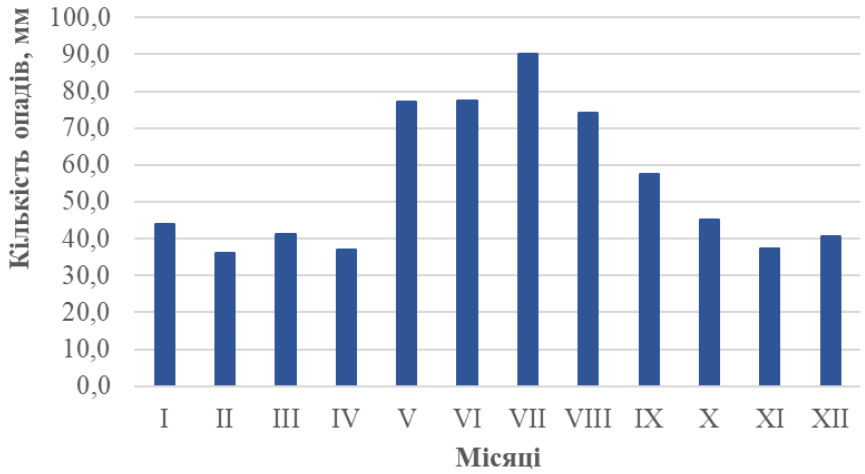


Рис. 21. Річний режим опадів

(побудовано за усередненими даними впродовж 2001–2020 рр.)

Помітною тенденцією стає зменшення частки твердих опадів. Середня висота снігового покриву в останній день декади спостережень на майданчику в холодний період року становить зазвичай 2–7 см, максимальна може сягати 40 см. Середня кількість днів із сніговим покривом на метеостанції «Володимир» за весь період спостережень становить 72. Найбільша кількість днів зі снігом (141) була взимку 1995/1996 рр. Зима 2019/2020 рр. була майже безсніжною й незвично теплою. Як наслідок, більшість річок країни не мали повені (увесь 2020 р. виявився маловодним [19, с. 23]. Малосніжними були й наступні зими. Останнім часом взимку відлиги стають звичним явищем і призводять до тало-дощових паводків.

У структурі природного року на метеостанції «Володимир» найбільшу частку займає літо – 31 %, найменшу – зима – 18 % (рис. 22).

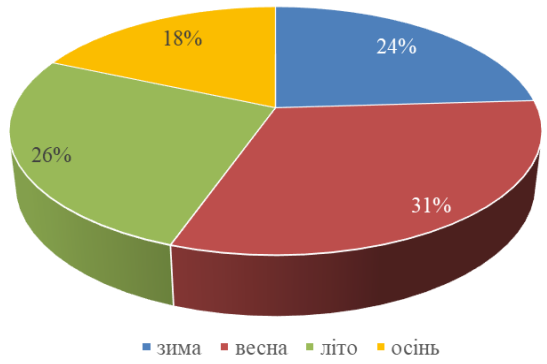


Рис. 22. Структура природного року на метеостанції «Володимир»

Тривалість природних пір року є мінливою в часі. Протягом 2001–2020 рр. тривалість весни змінювалася в діапазоні від 36 (у 2013 р.) до 156 днів (у 2020 р.), літа – від 75 (у 2001 р.) до 146 (у 2012 і 2018 рр.) днів, осені – від 63 днів (у 2005 р.) до 137 (у 2007 р.), зими – від 4 днів (у 2019/2020 рр.) до 126 (у 2005/2006 рр).

Упродовж досліджуваного періоду тривалість зими суттєво знижується, а інших пір року – зростає (рис. 23). Лінійні тренди зростання тривалості літа

і зменшення тривалості зими є статистично значимими (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (табл. 4).

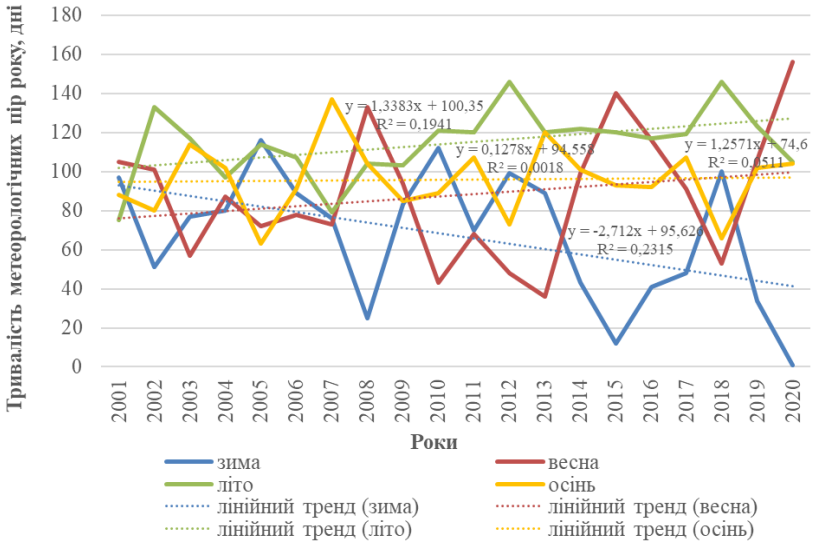


Рис. 23. Тенденції змін тривалості метеорологічних пір року

Таблиця 4

Значущість виявлених трендів змін тривалості метеорологічних пір року на метеостанції «Володимир»

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Зима	y = -2,712x + 95,626 R^2 = 0,2315	0,481	0,176	0,353	значимий
Весна	y = 1,2571x + 74,6 R^2 = 0,0511	0,226	0,218	0,435	незначимий
Літо	y = 1,3383x + 100,35 R^2 = 0,1941	0,441	0,185	0,370	значимий
Осінь	y = 0,1278x + 94,558 R^2 = 0,0018	0,042	0,229	0,458	незначимий

*Примітка: * – блакитним кольором показано тенденцію до зростання величин, жовтим – до зниження величин досліджуваного параметра.*

Упродовж 2001–2020 рр. весна розпочиналася в різні місяці: найраніше – 10.01.2015 р, найпізніше – 30.03.2013 р. В останнє десятиліття весна все частіше починається в січні – на початку лютого. Літо в більшості випадків розпочинається в травні, іноді на початку червня або в кінці квітня. Найраніше за досліджуваний період літо розпочалося 27.04.2012 р., а найпізніше – 15.06.2001 р. Ознаки осені зазвичай з'являються в жовтні. Саме тоді часто буває явище «бабиного літа». Зима все частіше розпочинається в кінці грудня (2003, 2004, 2006, 2008, 2011, 2013–2015, 2017 рр., 2017, 2019, 2020 рр.). Найраніше розпочалася зима 2005/2006 рр. – 11 листопада, найпізніше – 31 грудня 2011, 2013 і 2020 рр. Упродовж календарного 2020 р. налічувався лише 1 день зими, та і цей день, позначений 31 грудня, фіксується зимовим навіть за наявності середньодобових температур вище 0°С. Така практика існує для збереження чотирьохсезонної структури природного року в помірному кліматі: за умови панування плюсових температур після 31 грудня ця дата залишається умовно «зимовою» для початку відліку природного року, тривалість якого визначають від першого дня зими до останнього дня осені [52].

Виявлені тенденції змін метеорологічних характеристик відображають регіональні прояви кліматичних змін, які спостерігаються у помірній зоні Європи. Зростання температури повітря, особливо в зимовий період, та зменшення тривалості зимового сезону є характерними ознаками сучасних кліматичних трансформацій. Зменшення частки твердих опадів і скорочення періоду сталого снігового покриву ймовірно впливає на формування весняного водопілля та загальну водність річок.

Досліджувана річка Луга протікає на території Володимирського району Волинської області, є правою притокою річки Західний Буг (басейн річки Вісли), має площу водозбору понад 1300 км^2, а довжину – 89,1 км. Долина

річки трапецієподібна, вкрита лучною рослинністю, має помірно круті схили висотою 5–15 м. Заплава переважно двохстороння, де-не-де заболочена. Русло прямолінійне, піщане, місцями замулене й зарослe водяною рослинністю. Береги переважно пологі, висотою до 2 м, складені суглинками, порослі лучною рослинністю. Дно річки рівне, піщане, на окремих ділянках мулисте. Гідропост «Володимир» розташований на південно-західній околиці міста за 1450 м нижче моста дороги Володимир – Львів [37; 43].

Хоча кожна річка є унікальним гідрологічним об'єктом, все ж річкові системи демонструють повторювані гідрологічні закономірності, які виникають через спільні подібності кліматичних режимів і характеристик ландшафту. Ці повторювані гідрологічні режими сприяли гідрологічній класифікації річок, за якою річки групуються на основі подібності гідрологічної поведінки. Досліджувана річка Луга належить до Західнобузького гідрологічного району. Для річок цього району водогосподарський рік триває з лютого до січня наступного року, нелімітуючий період − впродовж лютого−липня, лімітуючий період – з серпня по січень, нелімітуючий сезон – з листопада по січень, а лімітуючий сезон – з серпня по жовтень [23, с. 20].

Оскільки середньорічні, максимальні й мінімальні витрати води є найважливішими характеристиками водоносності й режиму річкового стоку, ми проаналізували багаторічну динаміку цих гідрологічних параметрів р. Луга. Норма середньорічних витрат р. Луга на гідропосту «Володимир» становить 4,26 $м^3/с$. Середньорічні витрати перевищували норму упродовж 2003−2013 рр., а до 2003 і з 2014 р. – були нижчими норми (рис. 24). Упродовж 2001−2020 рр. простежується тенденція до зменшення середньорічних витрат, лінійний тренд є статистично значущим (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (див. рис. 24, табл. 5).

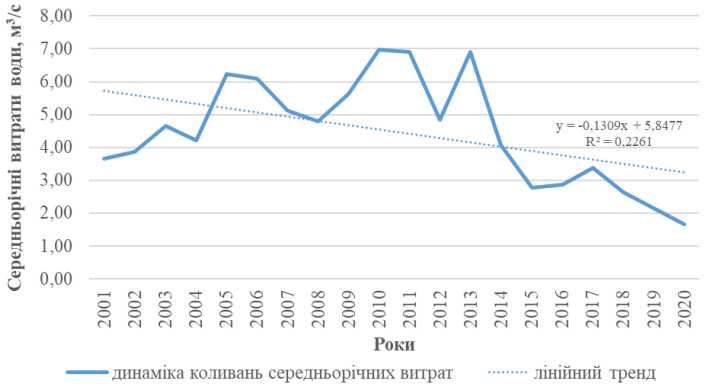


Рис. 24. Тенденції коливань середньорічних витрат річки Луга на гідропосту «Володимир»

Багаторічна динаміка максимальних витрат має тенденцію до зниження значень (рис. 25). Лінійний тренд при цьому статистично значущий (див. табл. 5). Найбільші з максимальних витрат досліджуваної річки були зумовлені весняною повінню.

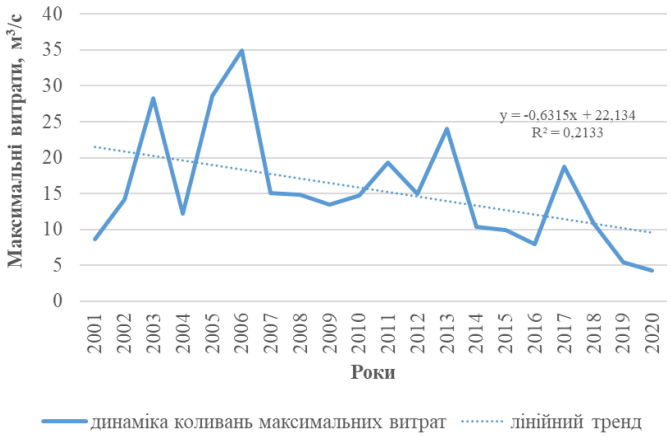


Рис. 25. Тенденції коливань максимальних витрат р. Луга на гідропосту «Володимир»

Абсолютні річні мінімуми витрат досліджуваної річки упродовж 2001–2020 рр. відмічалися переважно в літньо-осінню межень, за винятком лише кількох років. Багаторічні коливання абсолютних річних мінімумів

стоку води р. Луга мають чітко виражену тенденцію до зменшення величин з часом (рис. 26). Лінійний тренд зменшення мінімального стоку є статистично значущим (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (див. табл. 5).

Рис. 26. Тенденції змін абсолютних річних мінімумів р. Луга на гідропосту «Володимир»

Таблиця 5

Значимість виявлених трендів змін середньорічних, максимальних витрат і абсолютних річних мінімумів стоку води р. Луга

Гідрологічна характеристика	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Середньорічні витрати	y = -0,1309x + 5,8477 R^2 = 0,2261	0,475	0,178	0,355	значущий
Максимальні витрати	y = -0,6315x + 22,134 R^2 = 0,2133	0,462	0,180	0,361	значущий
Абсолютні річні мінімуми стоку	y = -0,0815x + 2,7097 R^2 = 0,2801	0,529	0,165	0,330	значущий

*Примітка: * – жовтим кольором показано тенденцію до зниження величин досліджуваного параметра.*

Для дослідження розподілу водного стоку річок Луга упродовж року ми створили його типовий розподіл (рис. 27). Для цього ми знайшли середні місячні значення витрат за 20 років.

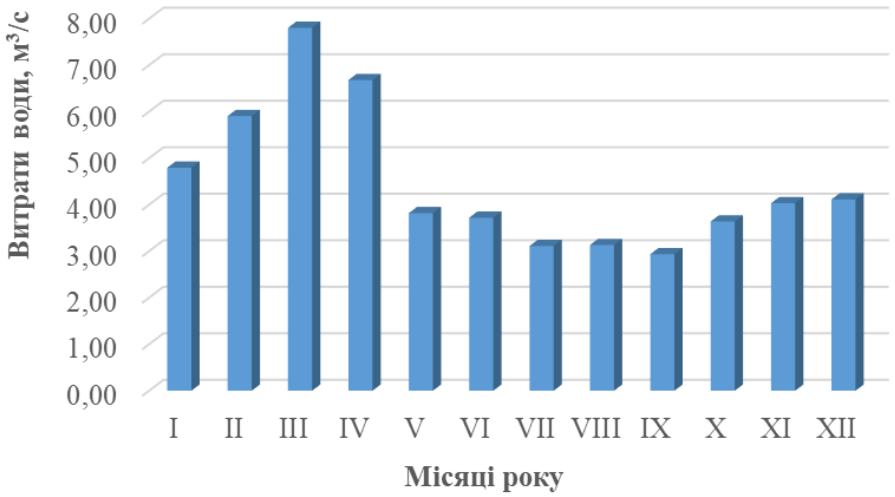


Рис. 27. Розподіл водного стоку р. Луга за місяцями, гідропост «Володимир»

Як бачимо на рисунку 27, найбільші середньомісячні витрати спостерігаються у березні та квітні, найменші – у вересні.

Для вивчення динаміки змін місячних значень витрат річки Луга протягом 2001–2020 рр. ми побудували графіки їх багаторічної динаміки та відповідні лінійні тренди (рис. 28–31).

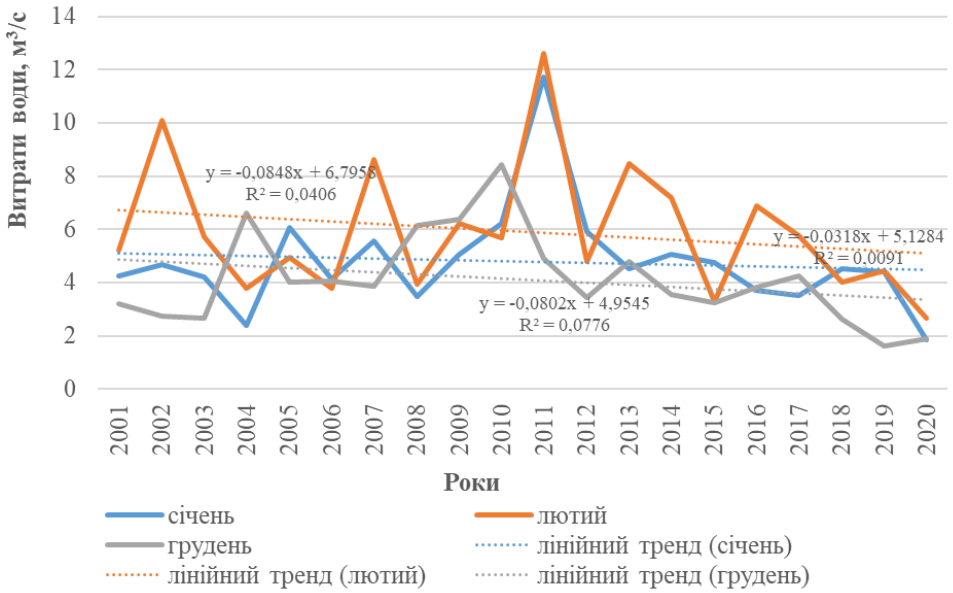


Рис. 28. Тенденції змін водного стоку р. Луга в зимові місяці

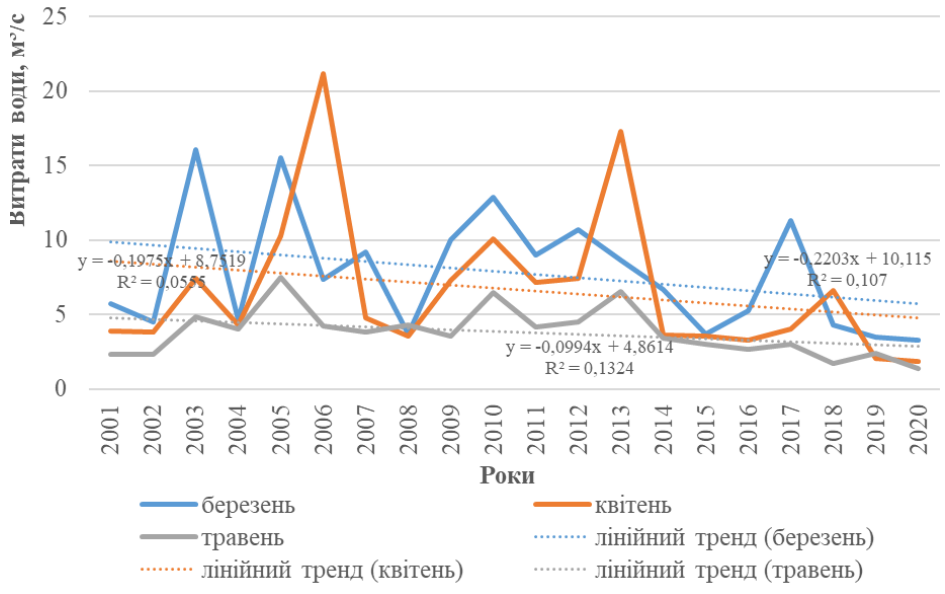


Рис. 29. Тенденції змін водного стоку р. Луга у весняні місяці

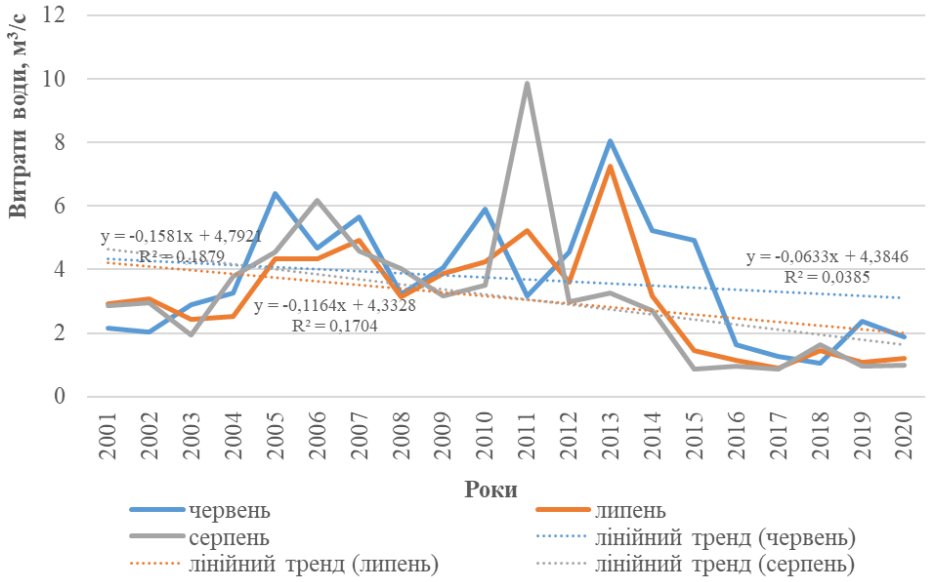


Рис. 30. Тенденції змін водного стоку р. Луга в літні місяці

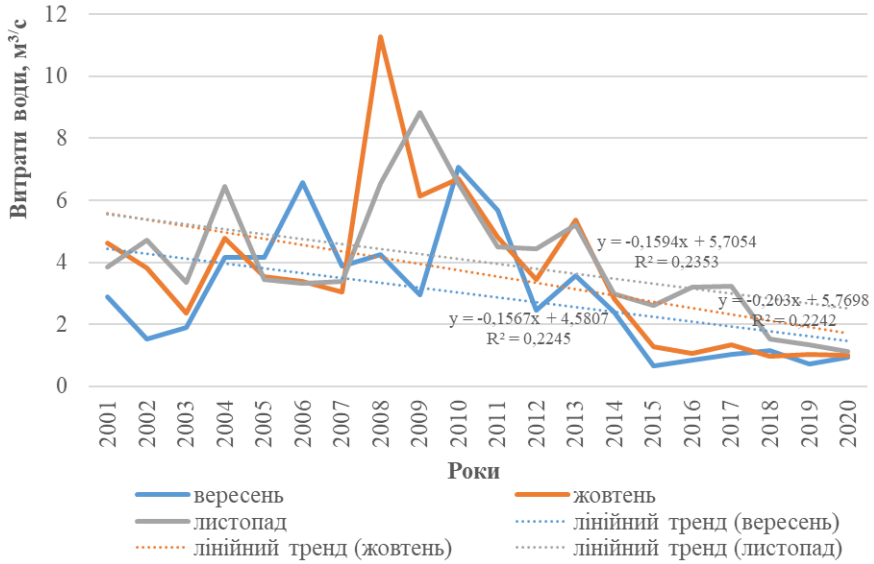


Рис. 31. Тенденції змін водного стоку р. Луга в осінні місяці

Упродовж 2001–2020 рр. відбувається зменшення витрат води річки Луга в усі місяці року. Тенденції багаторічних змін витрат води липня–листопада є статистично значущими (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (табл. 6).

Таблиця 6

Значущість виявлених трендів змін місячних значень витрат води р. Луга

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Січень	y = -0,0318x + 5,1284 R^2 = 0,0091	0,095	0,227	0,455	незначущий
Лютий	y = -0,0848x + 6,7958 R^2 = 0,0406	0,201	0,220	0,440	незначущий
Березень	y = -0,2203x + 10,115 R^2 = 0,107	0,327	0,205	0,410	незначущий
Квітень	y = -0,1975x + 8,7519 R^2 = 0,0555	0,236	0,217	0,433	незначущий
Травень	y = -0,0994x + 4,8614 R^2 = 0,1324	0,364	0,199	0,398	незначущий
Червень	y = -0,0633x + 4,3846 R^2 = 0,0385	0,196	0,221	0,441	незначущий
Липень	y = -0,1164x + 4,3328 R^2 = 0,1704	0,413	0,190	0,381	значущий
Серпень	y = -0,1581x + 4,7921 R^2 = 0,1879	0,433	0,186	0,373	значущий
Вересень	y = -0,1567x + 4,5807 R^2 = 0,2245	0,474	0,178	0,356	значущий
Жовтень	y = -0,203x + 5,7698 R^2 = 0,2242	0,473	0,178	0,356	значущий
Листопад	y = -0,1594x + 5,7054 R^2 = 0,2353	0,485	0,175	0,351	значущий
Грудень	y = -0,0802x + 4,9545 R^2 = 0,0776	0,279	0,212	0,423	незначущий

*Примітка: * – жовтим кольором показано тенденцію до зниження величин досліджуваного параметра.*

За середньомісячними даними водного стоку річки Луга упродовж досліджуваних двадцяти років ми визначили середні витрати кожного сезону та частки зимового, весняного, літнього й осіннього стоку. Як бачимо з рис. 32, основна частка стоку припадає на весну, що зумовлено водопіллям

унаслідок сніготанення й рідких опадів, найменша частка стоку характерна для літа й осені (частки майже рівноцінні).

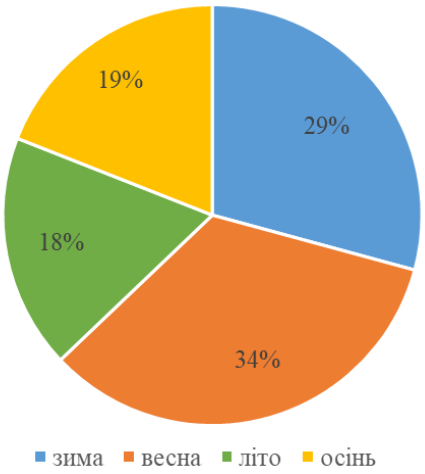


Рис. 32. Узагальнена структура розподілу водного стоку р. Луга за сезонами, гідропост «Володимир»

Спостережувані зміни сезонної структури стоку річки Луга відображають загальні закономірності трансформації гідрологічного режиму малих річок під впливом кліматичних змін. Зростання частки зимового стоку та зменшення літньо-осіннього стоку є характерними ознаками адаптації річкових систем до сучасних кліматичних умов, що спостерігаються у багатьох регіонах Європи з подібними кліматичними характеристиками. Така трансформація гідрологічного режиму може вимагати перегляду підходів до управління водними ресурсами та розробки адаптаційних заходів для забезпечення сталого водокористування.

Для вивчення динаміки коливань сезонного стоку ми побудували хронологічні графіки і відповідні їм лінійні тренди зміни середніх сезонних значень (рис. 33) і зміни часток сезонного стоку (рис. 34). Графіки демонструють зменшення усіх середніх сезонних витрат. Тенденції змін осінніх і літніх витрат є статистично значущими (виконується умова $R/\sigma R \geq \beta$ при 5%-ому рівні значимості або при 95%-ій довірчій межі $\beta = 2$) [50, с. 32] (табл. 7).

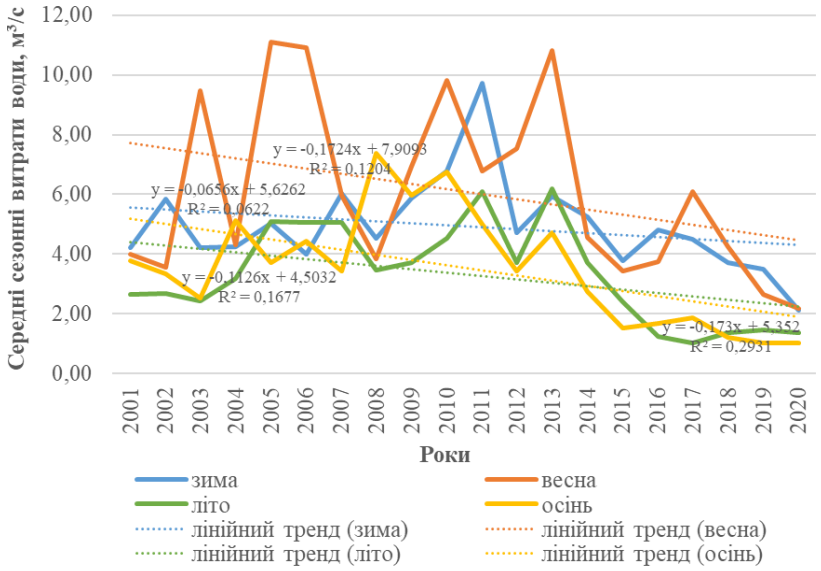


Рис. 33. Тенденції змін середніх сезонних витрат води р. Луга

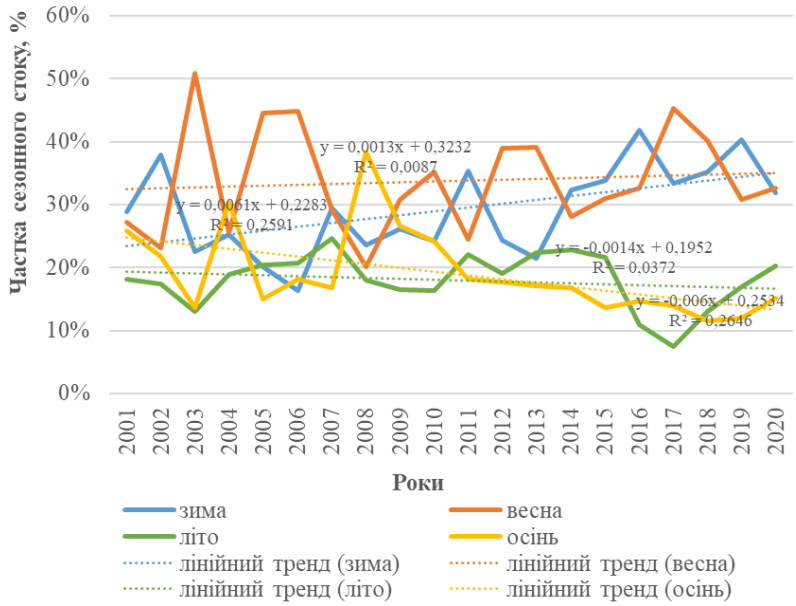


Рис. 34. Тенденції змін часток сезонного стоку р. Луга

Щодо часток сезонного стоку, то для р. Луга помітні тенденції до зростання частки зимового й весняного стоку, зменшення часток літнього й осіннього стоку. Лінійні тренди коливань часток зимового й осіннього стоку є статистично значимими (табл. 8).

Таблиця 7

Значимість лінійних трендів змін середніх сезонних значень витрат води р. Луга

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Зима	y = -0,0656x + 5,6262 R^2 = 0,0622	0,249	0,215	0,430	незначущий
Весна	y = -0,1724x + 7,9093 R^2 = 0,1204	0,347	0,202	0,404	незначущий
Літо	y = -0,1126x + 4,5032 R^2 = 0,1677	0,410	0,191	0,382	значущий
Осінь	y = -0,173x + 5,352 R^2 = 0,2931	0,541	0,162	0,324	значущий

*Примітка: * – жовтим кольором показано тенденцію до зниження величин досліджуваного параметра.*

Таблиця 8

Значимість лінійних трендів змін часток сезонних витрат води р. Луга

Період часу	Рівняння тренду* і вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Зима	y = 0,0061x + 0,2283 R^2 = 0,2591	0,509	0,170	0,340	значущий
Весна	y = 0,0013x + 0,3232 R^2 = 0,0087	0,093	0,227	0,455	незначущий
Літо	y = -0,0014x + 0,1952 R^2 = 0,0372	0,193	0,221	0,442	незначущий
Осінь	y = -0,006x + 0,2534 R^2 = 0,2646	0,514	0,169	0,337	значущий

*Примітка: * – блакитним кольором показано тенденцію до зростання величин, жовтим – до зниження величин досліджуваного параметра.*

Таким чином, можна стверджувати, що сезонна структура водного стоку досліджуваної річки з плином часу змінюється. Частка зимового стоку збільшується у зв'язку з потеплінням зим і зростанням сум опадів (особливо рідких) в цей сезон. Частка осіннього стоку знижується через зменшення опадів влітку і, як результат, зростання сухості й вологопоглинальної здатності ґрунтів під час дощів восени, зменшення кількості опадів у жовтні та листопаді, збільшення випаровування через підвищення температур повітря у цю пору року. Тенденції зменшення стоку влітку та восени є загрозливими для функціонування річки, оскільки в ці сезони триває літньо-осіння межень і це може призвести до обміління річки та її евтрофікації. Зважаючи на структуру землекористування у басейні (рис. 35), ці висновки можуть бути вірогідними в найближчій перспективі. Несприятливими для збереження водності річки є низький рівень лісистості водозбору (15%), висока частка антропогенно змінених угідь, особливо ріллі (62%).

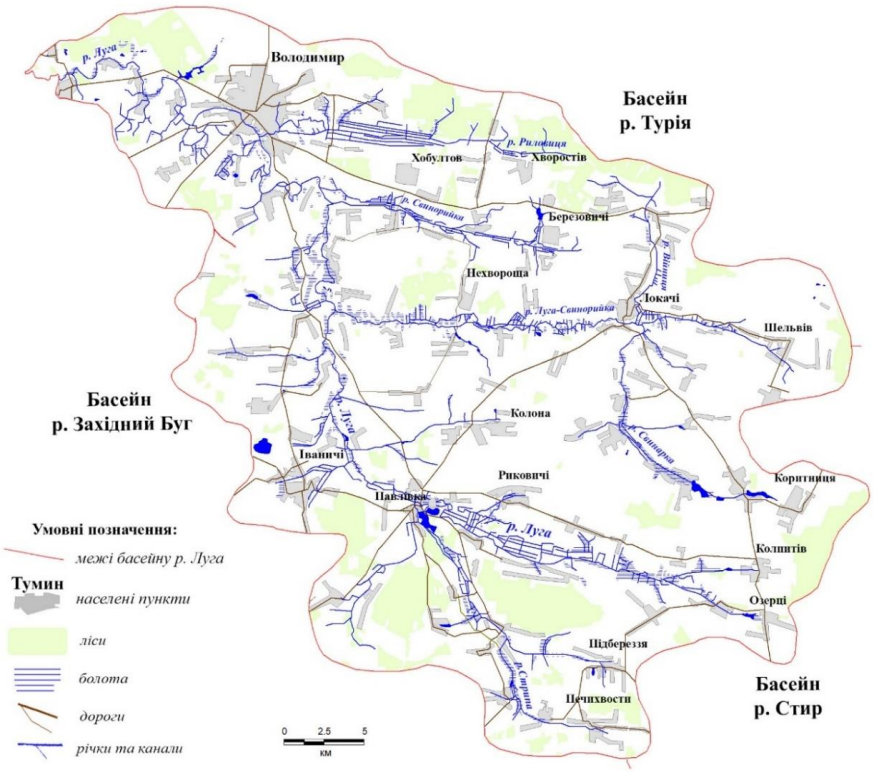


Рис. 35. Структура землекористування у басейні р. Луга

Висновки. Досліджуваний водозбір характеризується зростанням річних значень тривалості сонячного сяйва, температури повітря, тривалості метеорологічної весни й літа, зменшенням річних сум опадів і тривалості зимового сезону.

Взимку зменшується тривалість сонячного сяйва, зростає температура повітря і кількість опадів. Навесні зменшується тривалість сонячного сяйва і кількість опадів, зростає температура повітря. Влітку зростає тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. Восени зростає тривалість сонячного сяйва, температура повітря, спрямування змін кількості опадів відсутнє.

У січні зростають тривалість сонячного сяйва, температура повітря, кількість опадів. У лютому зменшуються тривалість сонячного сяйва і кількість опадів, зростає температура повітря. У березні зростають тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. У квітні зростають тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. У травні зменшуються тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зростає кількість опадів. У червні зростають тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. У липні зменшуються тривалість сонячного сяйва, температура повітря, кількість опадів. У серпні зростають тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. У вересні зростають тривалість сонячного сяйва, температура повітря, кількість опадів. У жовтні відсутні спрямування змін тривалості сонячного сяйва, зростає температура повітря, зменшується кількість опадів. У листопаді зменшуються тривалість сонячного сяйва і кількість опадів, зростає температура повітря. У грудні зменшується тривалість сонячного сяйва, зростають температура повітря і кількість опадів.

Упродовж 2001–2020 рр. відбувається зменшення середньорічних, максимальних і мінімальних витрат р. Луга. Лінійні тренди статистично значущі. Багаторічні коливання середньорічного стоку річок узгоджуються з коливаннями річних сум опадів. Період вищої водності (2006–2013 рр.) річок співпадає з таким же періодом вищих річних сум опадів.

Найбільші середньомісячні витрати води р. Луга спостерігаються у березні та квітні, найменші – у вересні. Упродовж 2001–2020 рр. відбувається зменшення витрат води річки Луга в усі місяці року. Тенденції багаторічних змін витрат води липня–листопада є статистично значущими.

У сезонному розподілі водного стоку досліджуваної річки основна частка припадає на весну, найменша – на літо й осінь. Спостерігається зменшення середніх витрат усіх сезонів. Тенденції змін осінніх і літніх витрат є статистично значущими. При цьому помітна динаміка зростання часток зимового й весняного стоку, зменшення часток літнього й осіннього стоку. Лінійні тренди коливань часток зимового й осіннього стоку є статистично значимими.

Основними причинами зміни річного розподілу водного стоку досліджуваної річки за сезонами є: зростання температури повітря майже в усі місяці року, зменшення частки твердих опадів у холодний період року, зростання кількості опадів під час зимової межені (у грудні, січні), зменшення кількості опадів в періоди весняного водопілля та літньо-осінньої межені (у березні, квітні, червні–серпні, жовтні, листопаді).

Результати дослідження демонструють тенденції змін водного режиму річки Луга, пов’язані із сучасними кліматичними умовами в регіоні. Виявлені закономірності зменшення водного стоку річки, зміни його сезонного розподілу вказують на необхідність подальшого моніторингу гідрологічного режиму та розробки адаптаційних заходів для забезпечення сталого функціонування річкової екосистеми.

Список використаних джерел:

1. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.

2. Лобода Н. С., Овчарук В. А. Гідрологічні розрахунки: Конспект лекцій. Одеса: Вид-во 2005. 175 с.

3. Павловська Т. С. Гідрологія річок: навчальний посібник. Луцьк: Вежа-Друк, 2023. 156 с.

4. Шакірзанова Ж. Р., Бурлуцька М. Е. Гідрологічні розрахунки і прогнози: конспект лекцій. Одеса, 2016. 158 с.

5. Гаврилюк А. В Україні майже не лишилося зони достатнього зволоження. *AgroTimes.* URL: https://agrotimes.ua/agronomiya/v-ukrayini-majzhe-ne-lyshylosya-zony-dostatnogo-zvolozhennya/

6. Павловська Т. С., Стельмах В. Ю., Полянський С. В., Попович О. В. Сезонний розподіл водного стоку р. Стир (гідропост Луцьк) та його багаторічна динаміка. *Věda a perspektivy.* 2024. № 12(43). С. 307−319. DOI: https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-12(43)-307-319/

7. Бондарчук С. П., Шолуха О. І. Моніторинг якості поверхневих вод в басейні річки Західний Буг та результати його проведення. *Екологічні проблеми Волині*: матеріали Круглого столу. Луцьк: ПП Іванюк В.П., 2014. С.91–95.

8. Бондарчук С. П., Соніч І. І. Визначення антропогенного навантаження і оцінка екологічного стану території басейну річки Західний Буг. Шляхи модернізації екологічного стану та мінімізації антропогенного навантаження. *Студентський науковий вісник.* Серія «Природничі та технічні науки». Науковий збірник. Випуск 33/ Луцьк: ІВВ Луцького НТУ, 2019. С.230–236 с.

9. Bisselink B. et al. Impact of a changing climate, land use, and water usage on water resources in the Danube river basin / Publications Office of the European Union, Luxembourg. P. 3–70. DOI: 10.2760/89828.

10. Camilloni I., V. Barros, S. Moreiras, G. Poveda and J. Tomasella: Floods and Droughts. In: Adaptation to Climate Change Risks in Ibero-American Countries − RIOCCADAPT Report [Moreno, J.M., C. Laguna-Defi or, V. Barros, E. Calvo Buendía, J.A. Marengo, and U. Oswald Spring (eds.)], McGraw Hill, Madrid, Spain, 2020. PP. 371−396.

11. Pekarova P., Miklánek P. and Pekár J. Spatial and temporal runoff oscillation analysis of the main rivers of the world during the 19th -20th centuries. Journal of Hydrology. 2003. Vol. 274. P. 62−79.

12. Renata J. Romanowicz. The Influence Of Climate Change On Hydrological Extremes: Floods & Droughts. October 2017. DOI: 10.31988/ SciTrends.3899.

13. Yu C., Yin X., Yang Zh., Dang Zh. Assessment of the degree of hydrological indicators alteration under climate change. In Proceedings of the 2017 6th International Conference on Energy and Environmental Protection (ICEEP 2017). Advances in Engineering Research (AER). Atlantis Press, 2017. Vol. 143. P. 210−216.

14. Blöschl G., Hall J., Viglione A., Perdigão R. A. P., Parajka J., Merz B., Lun D., Arheimer B., Aronica G. T., Bilibashi A., Boháč M., Bonacci O., Borga M., Čanjevac I., Castellarin A., Chirico G. B., Claps P., Frolova N., Ganora D., Gorbachova L., Gül A., Hannaford J., Harrigan S., Kireeva M., Kiss A., Kjeldsen T. R., Kohnová S., Koskela J. J., Ledvinka O., Macdonald N., Mavrova-Guirguinova M., Mediero L., Merz R., Molnar P., Montanari A., Murphy C., Osuch M., Ovcharuk V., Radevski I., Salinas J. L., Sauquet E., Šraj M., Szolgay J., Volpi E., Wilson D., Zaimi K., Živković N. Changing climate both increases and decreases European river floods. Nature. 2019. Vol. 573. P. 108−111. DOI: https://doi.org/10.1038/ s41586-019-1495-6

15. Gudmundsson L., Seneviratne S. I., Zhang X. Anthropogenic climate change detected in European renewable freshwater resources. Nature Climate Change. 2017. Vol. 7. P. 813−816. DOI: https://doi.org/10.1038/nclimate3416

16. Teuling A. J., de Badts E. A. G., Jansen F. A., Fuchs R., Buitink J., Hoek van Dijke A. J., Sterling S. M. Climate change, reforestation/afforestation, and urbanization impacts on evapotranspiration and streamflow in Europe. Hydrology and Earth System Sciences. 2019. Vol. 23. P. 3631−3652. DOI: https://doi.org/10.5194/hess-23-3631-2019

17. Василенко Є. В., Гребінь В. В. Сучасні зміни живлення річок басейну Прип'яті (в межах України). URL: https://uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/poster_3/Vasylenko.pdf

18. 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.

19. Вишневський В. І., Куций А. В. Багаторічні зміни водного режиму річок України. Київ: Наукова думка, 2022. 252 с.

20. Гопченко Є. Д., Овчарук В. А., Гопцій М. В., Тодорова О. І. Статистичні параметри часових рядів максимального стоку весняного водопілля в басейні Дніпра в умовах мінливості клімату. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія.* 2018. № 4 (51). С. 47−55.

21. Мартинюк М. О., Овчарук В. А. Просторова і часова мінливість максимального стоку в басейні Вісли в умовах кліматичних змін. *Екологічні науки,* 48 (3). 2023. С. 148−155.

22. Горбачова Л. О. Багаторічні тенденції річного стоку води річок України та його кліматичних чинників. *Наукові праці УкрНДГМІ.* 2016. Вип. 269. С. 94−106.

23. Горбачова Л. О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. *Український географічний журнал,* 2015. № 3. С. 16−23.

24. Горбачова Л. О., Барандіч С. Л. Просторово-часова мінливість максимального стоку води весняного водопілля та паводків змішаного походження річок України. *Наукові праці УкрНДГМІ.* 2016. Вип. 269. С. 107−114.

25. Дідовець Ю., Сніжко С., Krysanova V., Bronstert A., Лобанова А. Еколого-гідрологічне моделювання річкового стоку в умовах зміни клімату за допомогою чисельної моделі SWIM. *Перший Всеукр. гідрометр. з'їзд з міжн. участю:* збірник тез доповідей (м. Одеса, 22−23 березня 2017 р.). Одеса: Одеський державний екологічний університет, 2017. С. 130−131.

26. Павельчук Є. М., Сніжко С. І. Гідролого-гідрохімічні характеристики річок Житомирського Полісся в умовах глобального. Житомир: В-во «Волинь», 2017. 244 с.

27. Сніжко С., Яцюк М., Купріков І., Шевченко О. та ін. Оцінка можливих змін водних ресурсів місцевого стоку в Україні в XXI столітті. *Водне господарство України*. 2012. № 6 (102). 8−15 с.

28. Мельник С. В., Лобода Н. С. Оцінка змін характеристик стоку лівобережних приток верхнього Дністра в умовах потепління. *Український гідрометеорологічний журнал.* 2021. № 27. С. 55−65.

29. Рахматулліна Е. Р. Гідрологічний режим річок басейну Південного Бугу в зимовий період в умовах змін клімату: дис. … канд. геогр. наук. Київ: 2015. 257 с.

30. Коноваленко К. Ю., Данько К. Ю., Василенко Є. В., Дутко В. О. Закономірності внутрішньорічного розподілу стоку річки Стир та особливості його змін. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. Київ, 2011. Т. 1 (22). С. 80–87.

31. Нетробчук І., Полянський С., Карпюк З., Качаровський Р., Повзун А., Теребейчик І., Ковтунович В., Пилипчук Г. Водний стік р. Вижівка (1947–2020 рр.): живлення, внутрішньорічний розподіл, динаміка. *Věda a perspektivy.* 2024. № 4(35). С. 401−417.

32. Драницький Д. С., Павловська Т. С. Багаторічна (1992–2021 рр.) динаміка абсолютних річних мінімумів стоку води річки Турія. *Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень:* матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конфер. аспірантів і студентів (м. Луцьк, 16–17 травня 2023 року). Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2023. С. 153–156.

33. Никонюк У. С., Ногачевський В. В., Павловська Т. С. Внутрішньорічний розподіл водного стоку р. Стир (гідропост Луцьк, 2020 рік). *Universum*. 2024. № 4. С. 242–248.

34. Павловська Т., Білецький Ю., Геналюк Р., Мороз М. Багаторічна динаміка річкового стоку Стоходу (гідропост Малинівка). *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки.* Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2020. № 5 (409). С. 23–28.

35. Павловська Т., Драницький Д. Внутрішньорічний розподіл водного стоку р. Турія (гідропост Ковель) та тенденції його змін упродовж 2001–2020 рр. *Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy. Tom 12: Wyzwania i możliwości nauki i edukacji w kontekście aktualnych trendów [monografia zbiorowa]* / [Redakcja naukowa: J. Grzesiak, I. Zymomrya, V. Ilnytskyj]. Konin – Użhorod – Przemyśl – Mikołajów: Poswit, 2024. С. 156–174.

36. Павловська Т., Полянський С., Попович Ю. Багаторічні (1947–2019 рр.) коливання максимального стоку р. Стир (гідропост «Луцьк»). *Вітчизняна наука на зламі епох: проблеми та перспективи розвитку*: матеріали Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Переяслав, 17 листопада 2020 р.). Переяслав, 2020. Вип. 65. С. 35–37.

37. Павловська Т. С., Александрович О. В., Попович О. В. Внутрішньорічний розподілу стоку річки Луга (гідропост Володимир, 2020 рік). *The current state of development of world science: characteristics and features*: collection of scientific papers «SCIENTIA» with Proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference, December 15, 2023. Lisbon, Portuguese Republic: International Center of Scientific Research. P. 304–307.

38. Павловська Т. С., Бондарчук Р. І., Лихач М. І., Ляшук К. М. Багаторічна динаміка річкового стоку Турії (гідропост Ковель). *Сучасна наука та освіта Волині:* зб. матеріалів наук.-практ. конф. 22 листопада 2018 р., м. Володимир-Волинський/упоряд., гол. ред. Б. Є. Жулковський. Луцьк: Волиньполіграф, 2018. С. 242–246.

39. Павловська Т. С., Гусєв Д. О. Внутрішньорічний розподіл водного стоку р. Вижівка у 2020 р. (гідропост Стара Вижівка). *Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції розвитку:* матеріали XL-ої Міжнародної науково-практичної конференції / за ред. І.В. Жукової, Є. О. Романенка. м. Салоніки (Греція): ГО «ВАДНД», 07 січня 2024 р. С. 346–351.

40. Павловська Т. С., Драницький Д. С., Нікон О. Є. Багаторічна динаміка середньорічних витрат води річки Турія (басейн Прип'яті). *Наукові відкриття та фундаментальні наукові дослідження: світовий досвід*: матеріали II Міжнародної наукової конференції (м. Вінниця, Міжнародний центр наукових досліджень, 5 травня 2023 р.). Вінниця: Європейська наукова платформа, 2023. С. 205–210.

41. Павловська Т. С., Жайворонок Л. В., Білецький Ю. В., Грудік С. В. Багаторічна динаміка річкового стоку Стоходу (гідропост Любешів). *Природа Західного Полісся і прилеглих територій*: зб. наук. праць / за заг. ред. Ф. В. Зузука. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2019. № 16. С. 44–50.

42. Павловська Т. С., Ковальчук І. П., Мартинюк В. О., Рудик О. В. Циклічні коливання середньорічних витрат р. Стохід (права притока Прип'яті). *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 4. С. 22–29. DOI: https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.4.02

43. Павловська Т. С., Ковальчук М. Р. Тенденції багаторічних (2001–2020 рр.) коливань витрат води р. Луга (басейн Західного Бугу). *Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche*: Raccolta di articoli scientifici «ΛΌΓΟΣ» con gli atti della VII Conferenza scientifica e pratica internazionale, Bologna, 6 giugno, 2025. Bologna-Vinnytsia: Associazione Italiana di Storia Urbana & UKRLOGOS Group LLC, 2025. С. 615–619. DOI 10.36074/logos-06.06.2025.124

44. Павловська Т. С., Мельничук М. А., Рудик О. В., Білецький Ю. В. Багаторічна (1970–2020 рр.) динаміка мінімального стоку річки Стохід (гідропости «Любешів» і «Малинівка»). *Шацьке поозер'я в контексті змін клімату:* зб. матер. VI Міжнар. наук.-практ. конф., присвяченої 70-річчю від дня народження проф. Петліна В. М. (смт Світязь, 1–3 жовтня 2021 р.)/ за заг. ред. В. О. Фесюка. Луцьк: ВНУ ім. Лесі Українки, 2021. С. 48–52.

45. Павловська Т. С., Октисюк А. М., Ковальчук М. Р. Мінливість середньорічних витрат річки Прип'ять (гідропост Люб'язь). *Актуальні питання історії України, всесвітньої історії, географії та методик їх викладання:* матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. (м. Рівне, 27 травня 2024 р.) / Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука». Рівне, 2024. С. 135–139.

46. Павловська Т. С., Щесюк Є. Р. Багаторічні коливання водності р. Прип'ять (гідропост Річиця). *Сучасні аспекти модернізації науки: стан, проблеми, тенденції розвитку:* матеріали XL-ої Міжнародної науково-практичної конференції / за ред. І. В. Жукової, Є. О. Романенка. м. Салоніки (Греція): ГО «ВАДНД», 07 січня 2024 р. С. 352–358.

47. Стельмах В. Ю. Аналіз гідрографічної мережі та сучасного гідрологічного режиму річки Стир (2020–2022 рр.). *Український журнал природничих наук,* 2024. № 8. С. 119–130. DOI: https://doi.org/10.32782/naturaljournal.8.2024.13.

48. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ: Ніка-Центр, 2006. 184 с.

49. Нетробчук І. М. Геоекологічний стан басейну р. Луга. *Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки.* Луцьк. 2011. 176−182

50. Перхач О. Кіптач Ф., Сиротюк М. Екологічна ситуація басейну річки Луга Волинської області. *Конструктивна географія і геологія*. 2016. № 1. С. 222−231.

51. Стельмах В. Ю. Оцінка антропогенного навантаження на басейн р. Луга. *Молода наука Волині: пріоритети та перспективи досліджень: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції студентів та аспірантів* (Луцьк, 16-17 травня 2011 р.). Луцьк, 2011. С. 235-327.

52. Феркаляк В. НПП «Верховинський»: архівний сайт. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. URL: https://nppver.at.ua/news/rik_kalendarnij_chi_rik_fenologichnij/2019-03-19-711 (дата звернення: 14.05.2025 р.).

53. Звіт про науково-дослідну роботу «Проведення просторового аналізу змін водного режиму басейнів поверхневих водних об'єктів на території України внаслідок зміни клімату». 2013. УкрГМІ. 228 с.

Vydavatel:

Mezinárodní Ekonomický Institut s.r.o.
se sídlem V Lázních 688, Jesenice 252 42
IČO 03562671 Česká republika

MODERNÍ ASPEKTY VĚDY

Svazek LVIII mezinárodní kolektivní monografie

Podepsáno k tisku 10. červenec 2025
Formát 60x90/8. Ofsetový papír a tisk
Headset Times New Roman.
Mysl. tisk. oblouk. 8.2. Náklad 100 kopií.