

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
Кафедра фізичної географії

На правах рукопису

КОВАЛЬЧУК МАКСИМ РОМАНОВИЧ

ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ ВОДНИЙ РЕЖИМ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО
БУГУ (ВОЛИНСЬКА ОБЛАСТЬ)

Спеціальність: 103 Науки про Землю
Освітньо-професійна програма: Гідрологія

Робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

Науковий керівник:
ПАВЛОВСЬКА ТЕТЯНА СЕРГІЇВНА,
кандидат географічних наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНО ДО ЗАХИСТУ

Протокол № _____

засідання кафедри фізичної географії

від _____ 20____ р.

Завідувач кафедри

проф. Фесюк Василь Олександрович

ЛУЦЬК – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ РІВНИННИХ РІЧОК.....	8
1.1. Чинники формування та річного розподілу водного стоку річок.....	8
1.2. Оцінювання тенденцій коливань річкового стоку.....	12
1.3. Дослідження сучасних змін водного режиму річок.....	15
РОЗДІЛ 2. КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО БАСЕЙНУ.....	18
2.1. Радіаційний і світловий режими.....	18
2.2. Вітровий режим.....	23
2.3. Температура повітря.....	25
2.4. Режим зволоження.....	29
2.5. Тривалість і часові рамки метеорологічних сезонів.....	34
РОЗДІЛ 3. БАГАТОРІЧНА (2001–2020 рр.) ДИНАМІКА ВОДНОГО СТОКУ РІЧОК ЛУГА ТА ЗАХІДНИЙ БУГ	37
3.1. Тенденції змін середньорічного водного стоку.....	37
3.2. Мінливість величин максимальних витрат.....	39
3.3. Динаміка коливань абсолютних мінімумів стоку.....	41
РОЗДІЛ 4. ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ВОДНОГО СТОКУ РІЧОК ЛУГА ТА ЗАХІДНИЙ БУГ	44
4.1. Розподіл водного стоку річок за місяцями	44
4.2. Розподіл водного стоку річок за сезонами	51
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ З ПОКРАЩЕННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ.....	58
ВИСНОВКИ	62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65

АНОТАЦІЯ

Ковальчук М. Р. Внутрішньорічний водний режим річок басейну Західного Бугу (Волинська область)

Кваліфікаційна робота присвячена дослідженню тенденцій змін водного стоку річок басейну Західного Бугу та його внутрішньорічного розподілу (гідропости «Литовеж» і «Володимир») упродовж 2001–2020 рр. у взаємозв'язку з кліматичними характеристиками водозбору. У процесі дослідження виявлено зміни гідрометеорологічних параметрів досліджуваного водозбору: зростають річне значення тривалості сонячного сьйва, середньорічна температура повітря, річна сума опадів, тривалість метеорологічних весни, літа й осені; зменшуються тривалість зими, середньорічний, максимальний та мінімальний стік річок. Найбільші витрати води досліджуваних річок Луга і Західний Буг спостерігаються у березні та квітні, найменші – у вересні. Упродовж 2001–2020 рр. відбувається зменшення витрат води р. Луга в усі місяці року. Тенденції змін витрат води липня–листопада є статистично значущими. Водний стік р. Західний Буг зменшується в усі місяці року, крім січня і червня. Зменшення стоку у серпні, вересні, листопаді є статистично значим. У розподілі витрат води річок за сезонами основна частка стоку припадає на весну, найменша – для літа й осені (р. Луга), осені (Західний Буг). Для обох річок характерним є зменшення середніх витрат води усіх сезонів. Тенденції змін осінніх витрат є статистично значущими для обох гідропостів, для р. Луга статистично значущим є також зменшення літніх витрат. Для р. Луга статистично значимими є зростання частки зимового стоку і зменшення частки осіннього стоку. Для р. Західний Буг характерне зростання часток зимового й літнього стоку, зменшення часток весняного й осіннього стоку, але тенденції цих змін статистично незначущі. Головними причинами зміни внутрішньорічного розподілу водного стоку річок є трансформація кліматичної системи.

Ключові слова: витрата води річки, внутрішньорічний розподіл стоку, водний режим, клімат, межень, паводок, повінь, річковий стік.

SUMMARY

Kovalchuk M. R. Intraannual water regime of the rivers of the Western Bug basin (Volyn region)

The qualification work is devoted to the study of trends in changes in the water flow of the rivers of the Western Bug basin and its intraannual distribution (hydro posts «Lytovezh» and «Volodymyr») during 2001–2020 in connection with the climatic characteristics of the watershed. During the study, changes in the hydrometeorological parameters of the studied watershed were revealed: the annual value of the duration of sunlight, the average annual air temperature, the annual amount of precipitation, the duration of meteorological spring, summer and autumn are increasing; the duration of winter, the average annual, maximum and minimum river flow are decreasing. The highest water flows of the studied rivers Luga and Western Bug are observed in March and April, the lowest in September. During 2001–2020, there is a decrease in the water flow of the river. Luga in all months of the year. Trends in water flow changes in July–November are statistically significant. The water flow of the Western Bug River decreases in all months of the year, except for January and June. The decrease in flow in August, September, and November is statistically significant. In the distribution of river water flows by season, the main share of flow falls on spring, the smallest share is for summer and autumn (Luga River), autumn (Western Bug). Both rivers are characterized by a decrease in average water flows of all seasons. Trends in autumn flow changes are statistically significant for both hydroposts, and for the Luga River, a decrease in summer flow is also statistically significant. For the Luga River, an increase in the share of winter flow and a decrease in the share of autumn flow are statistically significant. For the Western Bug River, an increase in the shares of winter and summer flow, a decrease in the shares of spring and autumn flow are characteristic, but the trends of these changes are statistically insignificant. The main reasons for the change in the intra-annual distribution of river water flow are the transformation of the climate system.

Keywords: river water flow, intra-annual distribution of flow, water regime, climate, low water, flood, river flow.

ВСТУП

Актуальність роботи. Актуальність вивчення водного режиму річок та його коливань у просторі та часі очевидна. Адже значення річок для людської цивілізації неоціненна. Вони виконують низку функцій, серед яких середовищеформувальна, ресурсна, кліматорегулююча, екологічна, рекреаційна. Проте зміна структури землекористування через посилення процесів урбанізації, індустріалізації та сільськогосподарської діяльності є серйозними проблемами, які спричиняють виснаження ресурсів поверхневих і підземних вод, погіршення якості води. Великих збитків зазнають водні ресурси України через ведення військових дій на її території внаслідок повномасштабного вторгнення росії. Крім антропогенної діяльності, на функціонування річок впливають кліматичні зміни. Сукупний вплив антропогенних та кліматичних чинників впливає на живлення річок, активність руслових процесів, зміни внутрішньорічного стоку води й наносів тощо. Оскільки при цьому часто погіршується геоекологічний стан водотоків, посилюються ризики природокористування в басейні, то актуальність досліджень гідрологічного, й зокрема водного режиму річок є високою [16, с. 20; 18, с. 3; 36, с. 5].

Метою роботи є вивчення багаторічної динаміки внутрішньорічного водного стоку річок басейну Західного Бугу в межах Волинської області (р. Луга, гідропост «Володимир» та р. Західний Буг, гідропост «Литовеж») в умовах сучасних кліматичних змін.

Для досягнення поставленої мети нами було визначено такі завдання:

- 1) опрацювати теоретичну базу наукових напрацювань про чинники формування та еволюції водного стоку річок;
- 2) дослідити кліматичні параметри водозбору та їх зміни в часі;
- 3) з'ясувати тенденції багаторічної (2001–2020 рр.) динаміки середньорічних, максимальних, мінімальних витрат води річок Луга і Західний Буг відповідно на гідропостах «Володимир» і «Литовеж»;
- 4) з'ясувати внутрішньорічний розподіл стоку води досліджуваних річок за місяцями;

- 5) з'ясувати внутрішньорічний розподіл стоку води річок за сезонами;
- 6) проаналізувати багаторічні зміни середньомісячних та середніх сезонних витрат води річок;
- 7) обґрунтувати зміни внутрішньорічного стоку річок Луга і Західний Буг у взаємозв'язку гідрологічних та метеорологічних параметрів.

Об'єкт дослідження – річки Луга і Західний Буг (басейн Західного Бугу в межах Волинської області).

Предмет дослідження – багаторічна (2001–2020 р.) динаміка стоку води р. Луга (гідропост «Володимир») і р. Західний Буг (гідропост «Литовеж») та зміни його внутрішньорічного розподілу за місяцями й сезонами в умовах сучасних кліматичних змін.

Наукова новизна роботи. Вперше визначено:

- тенденції багаторічних коливань річних, місячних і сезонних значень тривалості сонячного сяйва, температури повітря, опадів, а також тривалості й хронологічних меж метеорологічних сезонів на метеостанції «Володимир» упродовж 2001–2020 рр.;
- тенденцій багаторічних коливань середньорічного, максимального й мінімального стоку річок Луга (гідропост «Володимир») і Західний Буг (гідропост «Литовеж») за досліджуваний проміжок часу;
- тенденції коливань внутрішньорічного розподілу річкового стоку Луги й Західного Бугу за місяцями й сезонами та кліматичні причини виявлених змін.

Матеріали й методи дослідження. Дане дослідження здійснювалося із застосуванням методів камеральної обробки даних про водний режим річок Луги й Західного Бугу з фондів Волинського обласного центру з гідрометеорології (далі – Волинський ЦГМ): математико-статистичного, графічного й чисельного моделювання, аналізу, синтезу, дедукції, індукції, аналогії.

Апробація роботи. Результати дослідження тенденцій змін гідрологічних параметрів річок Волинської області й басейну Західного Бугу зокрема опубліковано в матеріалах Всеукраїнської науково.-практичної конференції

«Актуальні питання історії України, всесвітньої історії, географії та методик їх викладання» (м. Рівне, 2024 р.) [64] та VII Міжнародної науково-практичної конференції «Ricerche scientifiche e metodi della loro realizzazione: esperienza mondiale e realtà domestiche» (м. Болонья; Італійська Республіка, 2025 р.) [63].

Обсяг і структура роботи. Робота складається зі вступу, 5-ти розділів, висновків, списку використаних джерел (83 найменування), викладена на 50 сторінках друкованого тексту, вміщує 49 рисунків, 13 таблиць. Загальна кількість сторінок – 76.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ РІВНИННИХ РІЧОК

1.1. Чинники формування та річного розподілу водного стоку річок

Річковий стік є надважливим природним ресурсом для соціального та економічного розвитку будь-яких територій – від місцевих територіальних громад до країн та регіонів. Проблема управління водними ресурсами набуває все більшої актуальності в умовах невизначених кліматичних ризиків та зростання антропогенного навантаження. Господарство, суспільство й природне середовище потребують упровадження адаптаційних заходів. Тому вивчення водного режиму річок та його динаміки з часом є актуальним завданням не тільки науковців-гідрологів, а й практиків господарського комплексу, насамперед водного господарства. Це особливо актуально для території України з недостатнім водозабезпеченням.

Крім багаторічних коливань водного стоку річок в гідрології досліджують внутрішньорічний режим стоку – «його розподіл за декадами, місяцями, сезонами чи іншими часовими проміжками» [41, с. 137].

До чинників формування водного стоку річок відносять зональні (клімат) й азональні (геологічна будова, рельєф, гідрографічні гідрогеологічні характеристики басейну, ґрунтово-рослинний покрив, антропогенна діяльність). Внутрішньорічний розподіл водного стоку річок рівнинної частини України залежить від географічної зональності. Водний режим річок нерівномірний протягом року, що зумовлено, головню, внутрішньорічною мінливістю метеочинників. У річному розподілі стоку річок рівнинних територій чітко виражене весняне водопілля та літньо-осіння межень, для гірських річок типовим є паводковий режим. Повінь формується переважно таненням снігу, в цю фазу проходить більше половини річного об'єму води. Після закінчення повені, якщо на її спаді відсутні дощові паводки, настає літньо-осіння межень. У цей період річки живляться переважно підземними водами. Малі, а часом і

середні річки, можуть пересихати. Меженний період часто порушують дощові паводки. Взимку за відсутності рідких опадів настає зимова межень. В останні десятиріччя спостерігається тенденція до зростання витрат і рівнів зимової межені через потепління в холодний період року до «плюсових» температур повітря, а, отже, збільшення частки рідких опадів у структурі живлення річки [20, с. 94; 21, с. 17; 44; 24].

До кліматичних чинників формування внутрішньорічного розподілу стоку відносять прямі стокоутворювальні чинники (опаді та підземні води) й непрямі (температура повітря та ґрунтового покриву, випаровування, дефіцит вологості). Розподіл водного стоку за місяцями й сезонами також залежить від азональних та антропогенних чинників. Значний вплив на регуляцію водного режиму впродовж року мають озера, ставки, водосховища, карстові процеси, лісистість, меліоративні заходи. Для річок зон достатнього та нестійкого зволоження кліматичні характеристики водозбору мають домінуючий вплив на річковий стік. Середній річний стік таких річково-басейнових систем залежить від режиму зволоження та випаровування. Азональні чинники впливають на середньорічні витрати води річок тільки в міру їх впливу на випаровування та опади. На водозборах зони недостатнього зволоження роль місцевих чинників у формуванні середньорічного стоку більш вагома. У випадку, коли річка живиться тільки поверхневими водами, то її стік у повній мірі залежить від чинників підстильної поверхні [24, с. 182; 41, с. 136].

Внутрішньорічний розподіл стоку найбільше залежить кількості опадів й температури атмосферного повітря. Витрати води під час повеней і дощових паводків найбільше визначаються кількістю атмосферних опадів. У межах досліджуваного водозбору головну роль у формуванні стоку мають тало-дощові паводки й повінь. Проникнення вглиб талих і дощових вод сприяє посиленому підживленню підземних горизонтів. Річковий стік під час дощових паводків залежить від інтенсивності та площі охоплення опадів, вбирної та відштовхувальної здатностей ґрунтів, геоморфологічних особливостей поверхні затримувати дощову воду. 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. Водний режим річок безумовно пов'язаний і з температурним режимом повітря, оскільки процеси випаровування мають великий вплив на обсяги та якість водних ресурсів, особливо під час межені [81].

Сьогодні роль кліматичних чинників у формуванні річкового стоку є надзвичайно важливою у світлі сучасних тенденцій інтенсивної трансформації кліматичної системи. Вплив зміни клімату на поверхневі води зумовлений, насамперед, спостережуваним та прогнозованим зростанням температури повітря та мінливістю опадів. Понад 1/6 населення світу проживає в річкових басейнах, річки яких живляться льодовиками або таненням снігу. Сучасні тенденції зміни клімату дають можливість припускати, що змін зазнаватиме сезонний стік, збільшуватиметься частка зимового стоку та, можливо, зменшуватиметься частка меженного стоку в теплий період року. Підвищення рівня моря з високою ймовірністю розширить зони засолення ґрунтових вод та естуаріїв, що призведе до зменшення доступності прісної води для людей та екосистем у прибережних районах. Прогнозується, що збільшення інтенсивності та мінливості опадів збільшить ризики повеней та посух у багатьох районах [4].

Як зазначалося вище, крім клімату, на формування річкового стоку та його розподіл в часі та просторі мають вплив азональні чинники. Велике значення мають геолого-геоморфологічна будова та ґрунтовий покрив, зокрема такі їх характеристики як структурність, водопроникність, колір тощо. Адже від них залежить переведення атмосферних опадів у підземні води, структура живлення річки, водозатримувальна здатність в різні гідрологічні фази. На водний режим річок великий вплив мають піщані й тріщинуваті карстові породи [24, с. 183]. Водовідштовхувальна здатність ґрунтів збільшує обсяги поверхневого стоку та посилює розвиток ерозійних процесів.

Вплив на кліматичні чинники річкового басейну має рельєф. Він значною мірою визначає розподіл опадів на водозборі, температуру повітря, інтенсивність випаровування. Геоморфологічні особливості поверхні впливають на час

добігання поверхневого стоку в русло, його затримування та переведення в підземний стік. Для характеристик річкового стоку особливе значення має глибина ерозійного врізу. У випадку, коли русло не прорізає поверхню до глибини постійного водоносного горизонту, то в живленні річки домінує лише атмосферне живлення, а якщо перерізає один чи декілька водоносних горизонтів, то в живленні річки присутнє й підземне [24, с. 185; 31, с. 115].

На річковий стік впливає рослинність, особливо лісова. Велике значення і трав'яного покриву, який збільшує опір руху води і цим знижує швидкість її збігання по схилу. Взаємодія лісового покриву й води є досить складною і часто суперечливою. Фактично, «не існує універсального рішення», адже на сьогодні існують полярні погляди щодо ролі лісу в запобіганні руйнівним паводкам через потужні зливи. Традиційною є думка, що ліс запобігає водним стихіям. Сніготанення під кронами дерев триває довше, ніж на відкритій місцевості, і це зумовлює зменшення максимальних витрат під час зимових паводків і весняного водопілля. Проте існує думка, що ліси здатні цілком регулювати лише невеликі паводки, а запобігти катастрофічним паводкам не можуть. Категорично висловлюються про водорегулювальну здатність лісу деякі швейцарські вчені, наголошуючи, що вплив лісу недостатній для регулювання паводків. Однак, усі дослідники однаково схильні вважати, що лісові ґрунти трансформують значну частку поверхневого стоку в ґрунтовий, збільшуючи цим підземне живлення річок в меженний період. Тому внутрішньорічний річковий стік лісовкритих басейнів більш рівномірний. Найбільш помітний вплив лісу на річний розподіл стоку річок на важких суглинистих і глинистих ґрунтах, на легких піщаних він менш суттєвий [52, с. 10].

На річковий стік значний вплив мають озера й болота. Талі й дощові води затримується в їхніх улоговинах і лише з часом переводяться в річковий стік. Це зменшує максимальні витрати, але збільшує тривалість повеней і паводків. Якщо басейн розташований у відносно теплих кліматичних умовах і має значну озерність та заболоченість, то річковий стік може знижуватися унаслідок випаровування води поверхні водойм: чим більші площі займають озера й

болота, тим більший їхній регулюючий вплив на річковий стік [31, с. 118; 81, с. 13].

Вагомий і, що важливо, зростаючий вплив на водний режим річок має господарська діяльність у межах водозбору і заплавно-руслових комплексів. Насамперед, аграрна, гірничо-добувна, водогосподарська і лісгосподарська, гідромеліоративна діяльність, особливо спорудження дамб, обвалування, створення ставків, водосховищ, шлюзів, каналів, забір і скид води, перекидання стоку тощо тощо [31, с. 116].

Разом з тим, варто пам'ятати, що в процесі свого розвитку річкові системи сформували унікальні природні структури, які володіють певною стійкістю до впливу чинників зовнішнього середовища. Вони перебувають в певній динамічній рівновазі з довкіллям і при порушенні цієї рівноваги мають здатність її відновлювати. Для збереження стійкості річок необхідно, щоб вони володіли здатністю регулювання стоку, зумовленого різкими змінами в зволоженні басейну. І природа справді створила такі форми регулювання водного стоку: регулювання стоку схилами басейну, річковим руслом та озерами, підземними водами.

1.2. Оцінювання тенденцій коливань річкового стоку

Для управління водними ресурсами та організації раціонального водогосподарського використання річок важливою є інформація про їхній водний режим. Дані про внутрішньорічний розподіл водного стоку актуальна для будівництва й забезпечення роботи гідроелектростанцій, водозабезпечення підприємств різних галузей, проведення гідромеліоративних робіт, реалізації заходів щодо захисту заплавно-руслових комплексів у періоди високої води, забезпечення умов судноплавства тощо [21, с. 16].

Оскільки коливання річкового стоку значною мірою залежить від циклічності сонячної активності, інших геліофізичних процесів, то у водному режимі річок існують певні чергування груп маловодних та багатоводних років.

Характер цього явища непростий через значне число чинників впливу та інерційність геофізичних процесів [41, с. 88].

Ряди спостережень середньорічного стоку води річок нашої країни, переважно, є однорідними в часі та просторі. Такі висновки сформовані завдяки аналізу сумарних кривих, інтегральних кривих відхилень. Винятком є антропогенно змінені річки Приазов'я та Кримського півострова. Однією з проблем дослідження гідрологічних процесів є той факт, що довжина рядів спостережень за середньорічним стоком річок значно коротша довжини рядів спостережень за опадами. Зважаючи на синфазні й синхронні коливання цих гідрометеопараметрів, для виявлення тенденцій багаторічних змін середньорічного річкового стоку можна використовувати ряди спостережень річних сум опадів [20, с. 102, 105].

Для оцінювання просторово-часової мінливості водного стоку рік використовують чимало методів: порівняльний аналіз одночасових графіків, кусково-лінійні тренди, згладжування рядів спостережень, інтегральні криві відхилень, а також аналізи кореляційний, автокореляційний, дисперсійний, спектральний. Хронологічні графіки витрат відображають реальну мінливість водного стоку, але за ними важко встановити фази високої та низької водності річки. Кусково-лінійні тренди теж не завжди дають впевненість у правильності виділення головних і другорядних фаз підйому й спаду. Для виділення фаз високої й низької води застосовують згладжування емпіричних даних (виконується з допомогою многочленів). Серед недоліків цього методу – відсутність чіткості меж між фазами циклів або навіть їх зміщення. Найбільш використовуваним методом для вивчення циклічності коливань гідрометеорологічних параметрів, що дозволяє відстежити якісні та кількісні тенденції змін циклів водності, є метод інтегральної кривої відхилень. Оцінювання хронологічних тенденцій багаторічної динаміки водного стоку можна робити також за допомогою сумарної кривої [20, с. 95; 41, с. 88].

Багато вчених вивчають кількісний вплив різних рушійних чинників на гідрологічні процеси, вдосконалюючи традиційні статистичні методи або

впроваджуючи нові теорії та методи. У кількісних дослідженнях гідрологічних реакцій використовують нелінійні статистичні методи, регресійний аналіз та теорію wavelet завдяки їхнім низьким вимогам до даних та високій практичності. Щоб краще кількісно визначити гідрологічну реакцію кожного чинника зміни стоку басейну, вчені використовують статистичний аналіз (кореляційний аналіз, коефіцієнт пружності, подвійну кумулятивну криву тощо) та гідрологічне моделювання (SWAT, VIC, HBV тощо). Peng Guo, Yingjie Wang, Yilin Yan, Fei Wang, Jiqiang Lyu & others стверджують, що методи статистичного аналізу не можуть достеменно відображати процеси стоку, але можуть бути використані для вивчення змін стоку в річному масштабі. Методи гідрологічного моделювання є складними в обчислювальних операціях та мають високу невизначеність. Тому для всебічного дослідження реакції змін стоку на часові та просторові зміни чинників зовнішнього середовища, вивчення еволюції водних ресурсів водозбору варто застосовувати кілька методів, щоб подолати невизначеність, спричинену одним методом. При вивченні тенденцій гідрологічних та метеорологічних змін застосовують тест Манна-Кендалла (М-К) та непараметричний тест кореляції Спірмена (Sp), ковзний Т-тест (Т-тест). При вивченні гідрологічних процесів М-К-тест може чітко визначити час початку та тривалість різких змін, а ковзний Т-тест (Т-тест) може ефективно контролювати зміни в даних часових рядів [10].

Режим стоку води річок упродовж року вивчають за типовим (або фіктивним) розподілом стоку. Це найчастіше повторюваний для даної річки розподіл стоку впродовж року. Для його створення беруть до уваги моделі типових і характерних за водністю (багато-, середньо-, маловодних) років. Схеми такого типового розподілу складають шляхом усереднення витрат води (частіше за все – середньомісячних) і, часто, виражають їх у процентах від річного значення. Такі схеми мають практичне значення для класифікації річок під час гідрологічного районування території [41, с. 139–140].

Досліджувана річка Західний Буг належить до Західнобугського 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 [21, с. 20].

1.3. Дослідження сучасних змін водного режиму річок

Спостереження за гідрологічними процесами й водними об'єктами здійснювали ще в сиву давнину. Ґрунтовне вивчення середньорічного стоку води річок України було виконано майже сто років тому Д. Кочеріним [42, с. 8]. Узагальнення про річний розподіл водного стоку річок України було здійснено в другій половині ХХ ст. Але в цих дослідження використовувалася інформація коротких рядів спостережень [21, с. 16]. У цей час при вивченні річково-басейнових систем набули широкого впровадження системний і комплексний підхід, математичне моделювання руслових процесів. Гідрологічним дослідженням сприяло розширення мережі гідропостів і водобалансових станцій. До формулювання основних положень сучасної гідрології долучалися напрацювання багатьох вчених, з-поміж яких В. Бондарчук, М. Дмитрієв, О. Козменко, Я. Едельштейн, Ю. Полянський, О. Огієвський, С. Рудницький, Д. Соколовський, С. Соболев, Р. Хортон та інші [37, с. 6–8].

У теперішньому сторіччі у зв'язку з посиленням глобального потепління та антропогенного навантаження водні ресурси стали вважати стратегічними природними ресурсами. В Україні здійснюють дослідження мінливості водного стоку в часі й просторі, його нормативних розрахункових характеристик, якості водних ресурсів та їх стабільності. У цих напрямках відомі напрацювання таких вчених як В. Вишневський, А. Куций, Н. Лобода, Л. Горбачова, Є. Гопченко, В. Гребінь, В. Овчарук, О. Лук'янець, М. Бурлуцька, О. Ободовський, Ю. Ободовський, С. Сніжко, О. Почасвець, М. Романчук, О. Данильченко, Д. Карнаушенко, В. Корнієнко, І. Катинська, Б. Христюк, І. Ковальчук, В. Манівчук, А. Колеснік, О. Коноваленко, А. Траскова, О. Кошкіна, М. Яцюк І. Куприков, С. Курило, К. Данько, Т. Заболотня, В. Пилипюк, Ю. Чорноморець, А. Шерешевський, О. Шевченко, Я. Щегульна, та ін. [7; 14; 24; 26; 33; 37; 39; 42;

48; 49; 51; 53, с. 11–12; 75; 76; 80]. Але в зв'язку з динамічністю гідрометеорологічних характеристик та їх інтенсивними змінами, удосконаленням технологій і методик в науці ці питання залишаються відкритими і вимагають подальших досліджень.

Реакції водного режиму річок на вплив сучасних кліматичних змін досліджували Bisselink B., Camilloni I., V. Barros, S. Moreiras, G. Poveda and J. Tomasella, Pekarova P., Mikláneek P. and Pekár J., Renata J. Romanowicz, Yu C., Yin X., Yang Zh., Dang Zh та інші [1; 2; 9; 11; 13], а також такі українські вчені як Є. Василенко, В. Вишневецький, В. Гребінь, Є. Гопченко, Л. Горбачова, С. Барандіч, В. Овчарук, С. Сніжко, Е. Рахматулліна, В. Войцехович, М. Гопцій, Ю. Чорноморець А. Лобанова, Н. Лобода, Ю. Дідовець, Ю. Божок, Ю. Гоян, Б. Кіндюк, О. Кошкіна, А. Куза, Л. Кущенко, С. Мельник, М. Мартинюк, О. Тодорова, В. Струтинська, Т. Павловська та багато ін. [17; 19; 20; 22; 23; 27; 43; 44; 51; 73].

Результати досліджень внутрішньорічного режиму водного стоку річок відобразили у працях В. Гребінь, О. Ободовський [25], В. Клименко, Л. Іваненко Л. [35], К. Коноваленко, К. Данько, Є. Василенко, В. Дутко [38], Т. Павловська, О. Александрович, О. Попович, Д. Гусєв [58; 61], О. Шевченко, О. Лободзінський, І. Насєдкін, Ю. Чорноморець, В. Шкляренко [82].

Сучасний водний режим річок Волинської області та тенденції його змін під впливом кліматичних чинників досліджували Т. Павловська, І. Ковальчук, В. Мартинюк, М. Федонюк, В. Федонюк, Ю. Білецький, О. Рудик, В. Стельмах, С. Полянський, Є. Щєсюк, Д. Драницький, У. Никонюк, О. Нікон, О. Александрович, О. Попович, Р. Бондарчук, М. Лихач, К. Ляшук, Д. Гусєв, А. Окисюк, М. Ковальчук, О. Попович [8; 28; 37; 47; 55; 56; 58; 60; 61; 62; 64–66; 68], Є. Василенко, В. Гребінь, О. Ободовський, К. Коноваленко, К. Данько, В. Дутко [17; 25; 38], М. Забокрицька, В. Хільчевський, А. Манченко [30],

Басейн Західного Бугу перебуває в сфері інтересів багатьох дослідників, оскільки це транскордонна річка і для управління водними ресурсами необхідно об'єднати зусилля міжнародного товариства науковців, політиків та

господарників (Karpuk, 2015; Khilchevskiy et al., 2016; Tränckner J. et al., 2012; Hagemann N., et al., 2014). Західний Буг та деякі з його приток вивчалися О. Мантуровою (Мантурова, 2001) та О. Лєтицькою (Lietytska et al., 2020).

Значна увага приділяється питанням антропогенного впливу на якість води та екологічну ситуацію в басейні Західного Бугу (Charakterystyka wod, 1999; Bug River Valley, 2002; Tokarchuk, 2011; Татух та ін., 2012; Стародуб та ін., 2013; Джам, Данилюк, 2017). Якість води р. Західний Буг вивчали А.-М. Ertel, А. Lupo, N. Scheifhacken, Т. Bodnarchuk [3].

Морфометричні та гідрографічні характеристики басейну знаходимо у працях М. Забокрицької, В. Хільчевського, А. Манченка, В. Гребеня, М. Мельнійчука [29; 30; 45, с. 32–33; 78].

Гідрологічні та гідрохімічні характеристики річок басейну Західного Бугу відображено у працях Я. Мольчака, Р. Мігаса, І. Мисковець, М. Забокрицької, В. Хільчевського, А. Манченка, В. Гребеня, Н. Петрик та інших [30; 45, с. 31; 79].

Екологічну ситуацію басейну р. Луга охарактеризовали у своїй праці О. Перхач, Ф. Кіпчач, М. Сиротюк [71].

Напрямки використання водних ресурсів басейну р. Західний Буг описано у праці Яков'юка В. [83].

Еколого-геоморфологічне та гідроекологічне дослідження верхньої частини водозбору р. Західний Буг здійснили І. Ковальчук, Л. Курганевич, М. Клименко, Н. Вознюк, заходи щодо поліпшення природокористування в річково-басейновій системі Західного Бугу (в межах Волинської області) розроблялися М. Боярин (2011) [40, с. 164].

РОЗДІЛ 2

КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ДОСЛІДЖУВАНОГО БАСЕЙНУ

2.1. Радіаційний і світловий режими

Головним чинником формування самих річок і їх водного режиму, як відомо, є клімат. Гідрологічні процеси залежать від перенесень тепла та вологи циклонами й антициклонами. На території рівнинної України циклони особливо активні в холодний період року. Весною підсилюється вплив радіаційного режиму та підстильної поверхні. Вплив цих чинників зростає ще більше влітку. У цю пору року активнішими стають антициклони. Циклонічна діяльність знову активізується восени [18, с. 12–13]. У межах досліджуваного басейну провідна роль у формуванні погодних умов та гідрологічних явищ і процесів належить циклонам.

Єдиною метеостанцією у Волинській області, де здійснюються спостереження за сонячною радіацією є метеостанція «Ковель». За рік надходження сумарної сонячної радіації перевищує 90 ккал/см². Пряма сонячна радіація становить менше 50 % сумарної. Причиною цього є значна хмарність. Додатний радіаційний баланс спостерігається зазвичай впродовж дев'яти місяців [54, с. 52].

Однією з характеристик радіаційного і світлового режиму є тривалість сонячного сяйва. Цей показник є важливим параметром при розрахунках енергетичного балансу атмосфери, теплового навантаження на споруди, прогнозуванні врожайності сільськогосподарських культур, стану здоров'я людей і тварин, розробці моделей екосистемних процесів, гідрологічних, біофізичних моделей тощо [34, с. 117].

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. 2.1, табл. 2.1). При цьому тривалість сонячного сяйва влітку та восени теж зростає, а взимку та навесні – зменшується (рис. 2.2, див. табл. 2.1), але 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. 2.3–2.6).

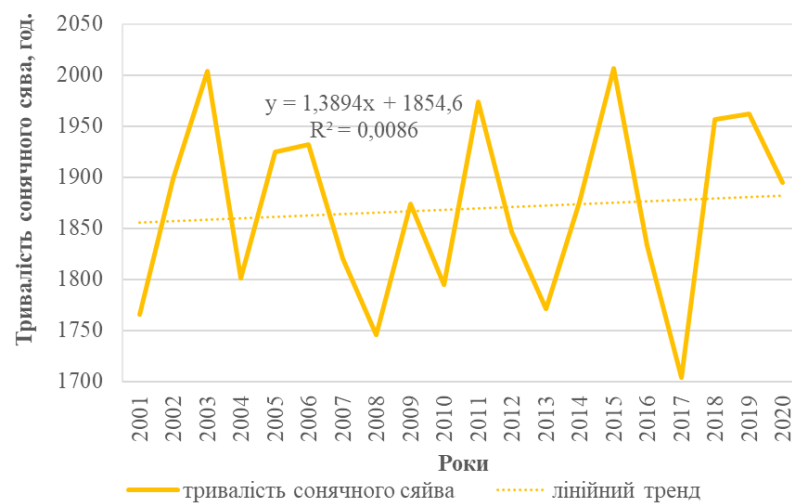


Рис. 2.1. Багаторічна динаміка річних значень тривалості сонячного сяйва на метеостанції «Ковель» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

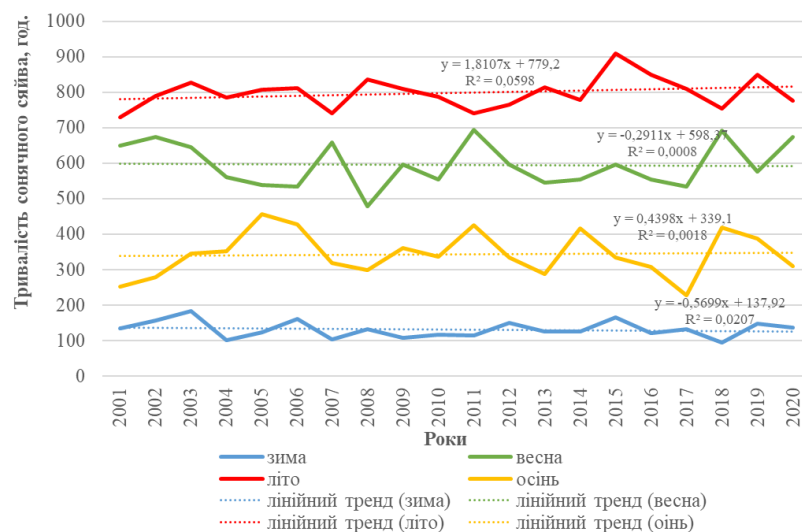


Рис. 2.2. Багаторічна динаміка сезонних значень тривалості сонячного сяйва (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

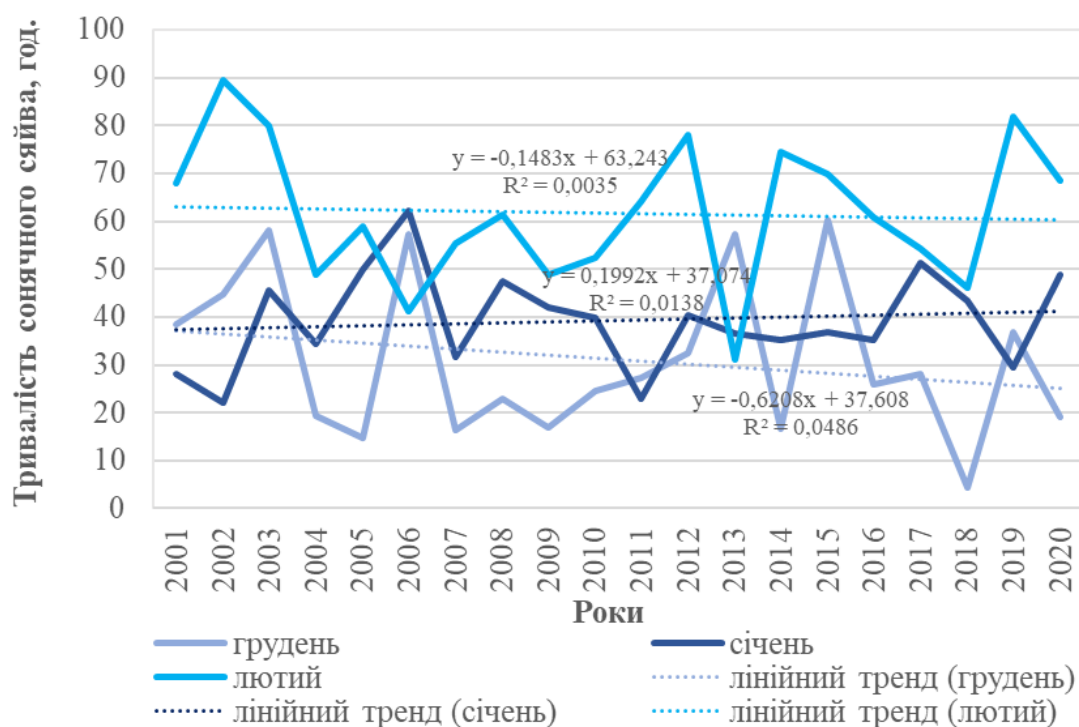


Рис. 2.3. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сяйва зимових місяців (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

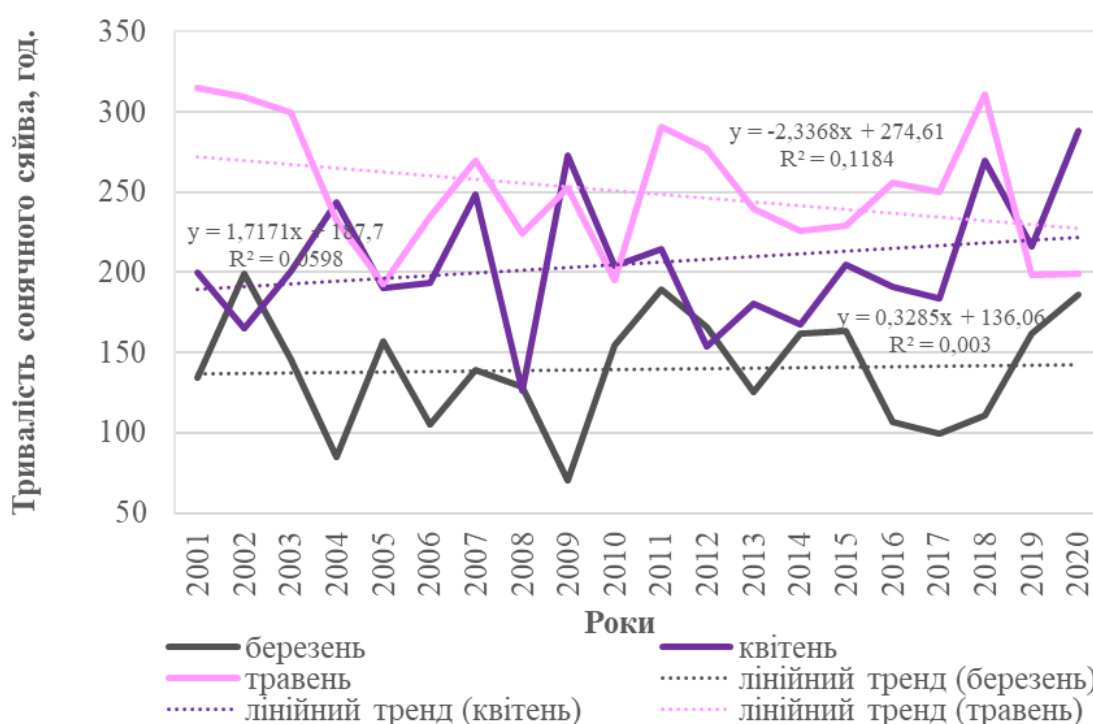


Рис. 2.4. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сяйва весняних місяців (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

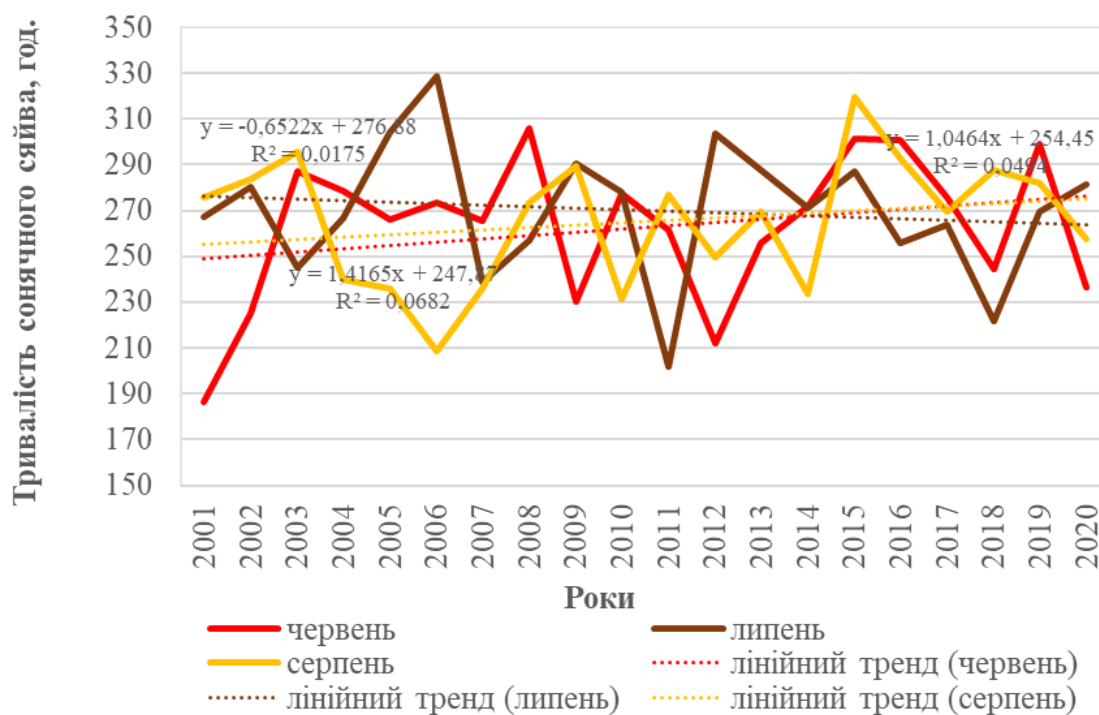


Рис. 2.5. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сйва літніх місяців (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

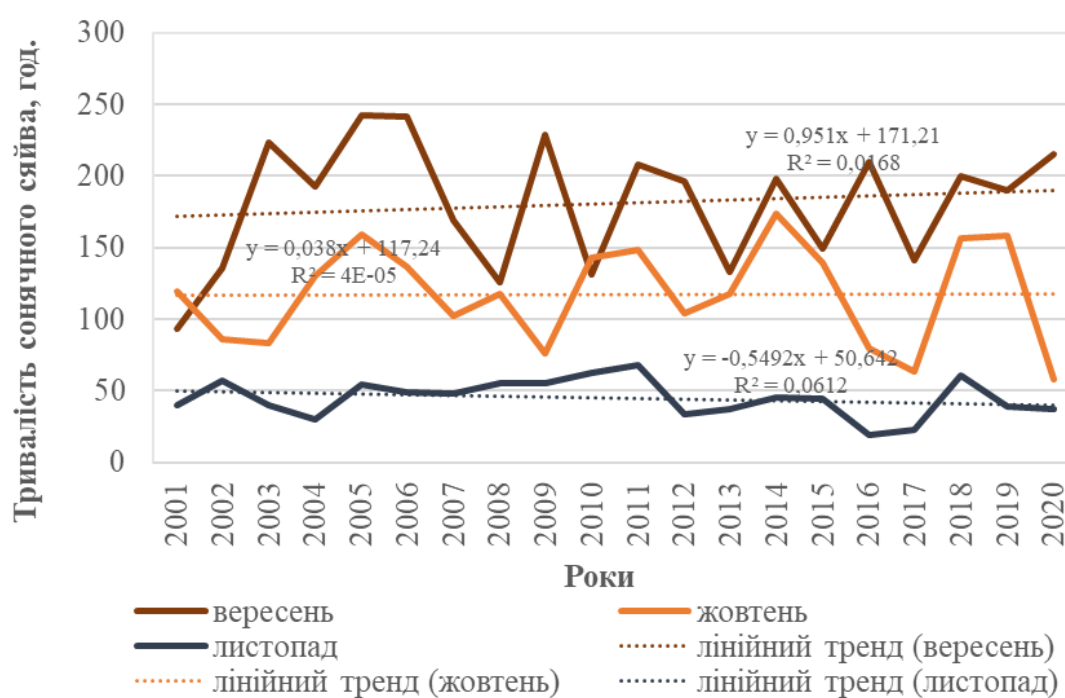


Рис. 2.6. Багаторічна динаміка значень тривалості сонячного сйва осінніх місяців (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 2.1

Значимість виявлених трендів змін значень тривалості сонячного сйва

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо- квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Січень	0,0138	0,117	0,226	0,452	незначимий
Лютий	0,0035	0,059	0,229	0,457	незначимий
Березень	0,003	0,055	0,229	0,457	незначимий
Квітень	0,0598	0,245	0,216	0,431	незначимий
Травень	0,1184	0,344	0,202	0,404	незначимий
Червень	0,0682	0,261	0,214	0,428	незначимий
Липень	0,0175	0,132	0,225	0,451	незначимий
Серпень	0,0494	0,222	0,218	0,436	незначимий
Вересень	0,0168	0,130	0,226	0,451	незначимий
Жовтень	—	—	—	—	—
Листопад	0,0612	0,247	0,215	0,431	незначимий
Грудень	0,0486	0,220	0,218	0,437	незначимий
Зима	0,0207	0,144	0,225	0,449	незначимий
Весна	0,0008	0,028	0,229	0,458	незначимий
Літо	0,0598	0,245	0,216	0,431	незначимий
Осінь	0,0018	0,042	0,229	0,458	незначимий
Річна	0,0086	0,093	0,227	0,455	незначимий

Протягом року найбільше значення тривалості сонячного сйва в Ковелі припадає на липень, а найменше – на грудень (рис. 2.7).

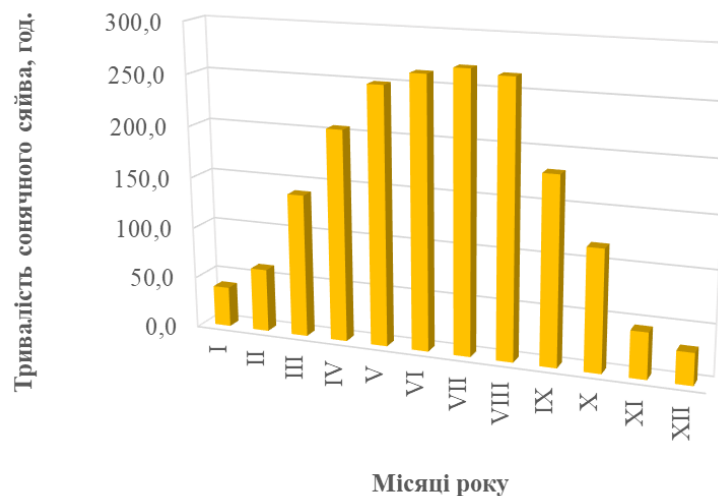


Рис. 2.7. Внутрішньорічний розподіл годин сонячного сйва на метеостанції «Ковель» (визначено й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Радіаційні умови разом з іншими кліматоутворюючими чинниками впливають на температурний, вітровий режим, режим зволоження, хмарності та вологості, що, в свою чергу, відображається згодом у гідрологічних процесах і явищах тієї чи іншої місцевості.

2.2. Вітровий режим

Вітер, його динаміка, напрямок, швидкість значною мірою визначають самоочищувальну здатність атмосфери, визначають процеси розсіювання забруднюючих речовин і домішок в повітрі [70, с. 98].

Енергія вітру витрачається на тертя, перенесення часточок, передається воді, зумовлюючи згінно-нагінні явища у водотоках та водоймах. Вітер впливає на швидкість випаровування води та, як наслідок, гідрохімічний склад поверхневих вод. Разом на з тим, на формування вітрового режиму впливають рослинність (особливо ліс) і рельєф, забудова, а також водні артерії, які можуть створювати аераційні коридори й упливати на динаміку повітряних течій [15; 70, с. 98].

Велике значення має напрям вітру. Вітер певного напрямку несе повітря з відповідними властивостями. У Волинській області, де частково розміщений басейн Західного Бугу, переважають західні вітри. Його повторюваність на Волині становить близько 25 % [18, с. 24]. Вітер із заходу зазвичай приносить вологу, з південного сходу – похолодання в холодний період, з півдня – тепло.

Спостереження за вітровим режимом у досліджуваному басейні здійснюється на метеостанції «Володимир». Вона діє з 1893 року і є найстарішою на Волині. Напрямок вітру визначається і флюгером, і спеціальним приладом «Марк-60».

Як бачимо з рози вітрів, найчастіше на метеостанції «Володимир» спостерігаються вітри західних і північно-західних румбів (рис. 2.8).

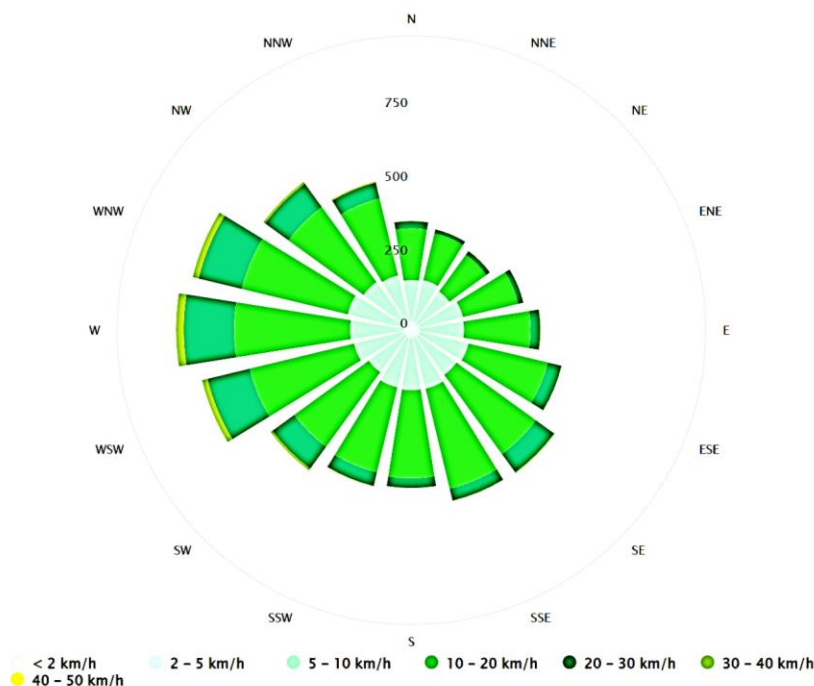


Рис. 2.8. Роза вітрів на метеостанції «Володимир» (за даними [32])

Зазвичай середня швидкість вітру на досліджуваній метеостанції складає близько 10–20 км/год (2,5–5,5 м/с). Найвища швидкість вітру простежується в зимові місяці, а найменша – влітку (рис. 2.9).

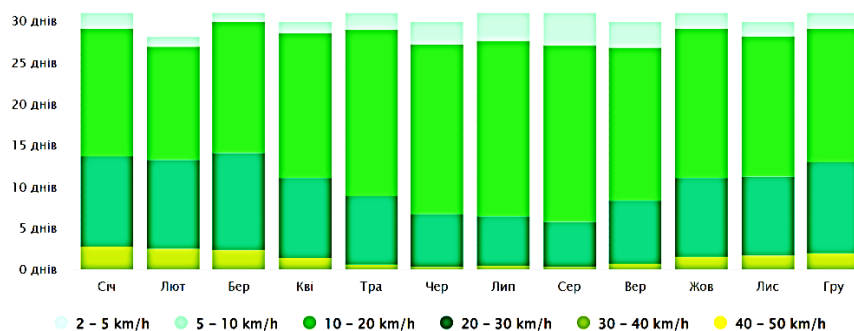


Рис. 2.9. Вітровий режим на метеостанції «Володимир» (за даними [32])

Вітер є одним із головних постачальників вологи і чинником зміни погоди, що суттєво для водного режиму річок.

2.3. Температура повітря

Упродовж 2001–2020 рр. середньорічна температура повітря на метеостанції «Володимир» в середньому становила 8,8°C і коливалася переважно в межах 8,0–10,0°C, зростаючи з часом (лінійний тренд статистично значимий) (рис. 2.10, табл. 2.2). Зростання помітне в усі сезони року й ці зміни є статистично значимими (рис. 2.11, див. табл. 2.2)

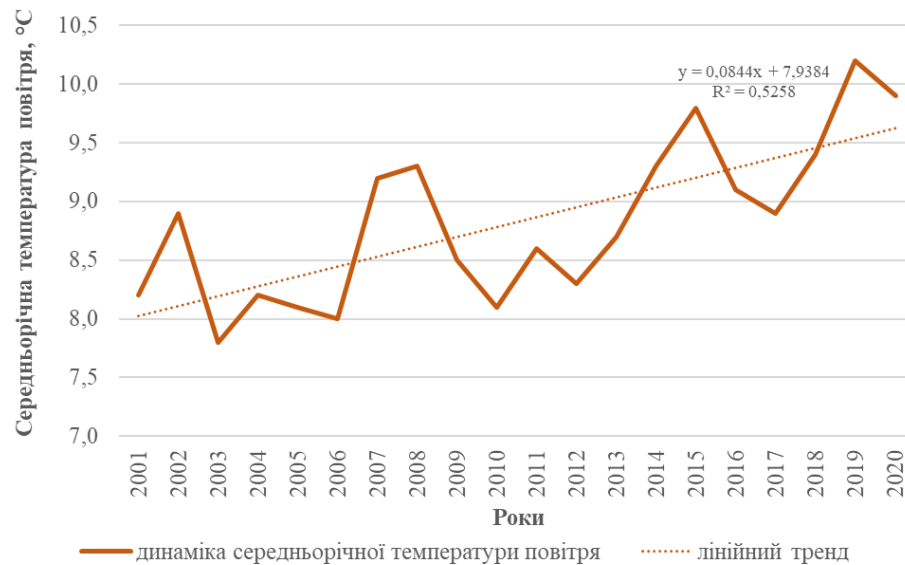


Рис. 2.10. Тенденції змін середньорічних значень температури повітря на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

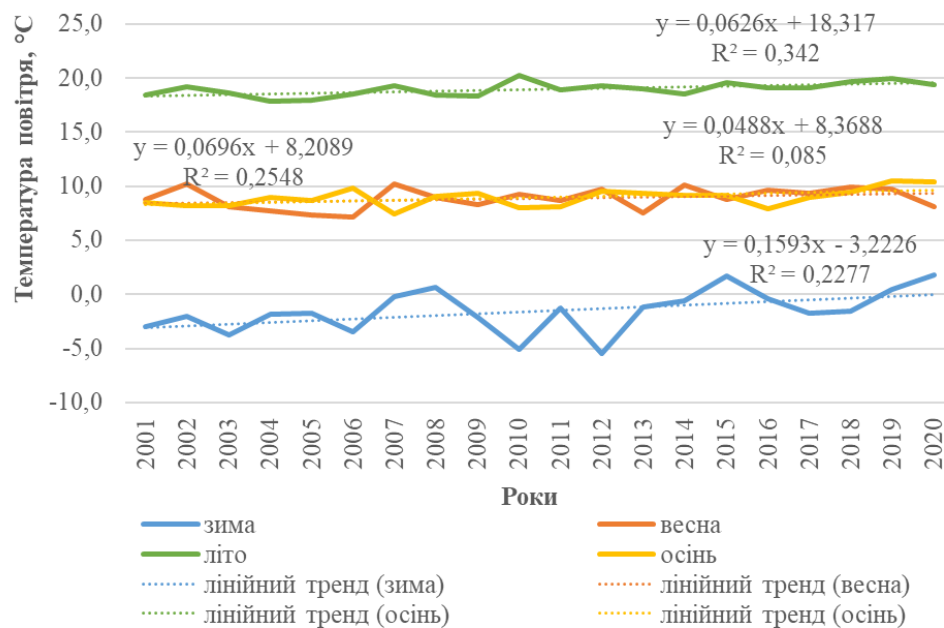


Рис. 2.11. Тенденції змін середніх сезонних значень температури повітря на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

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 (рис. 2.12–2.15, див. табл. 2.2).

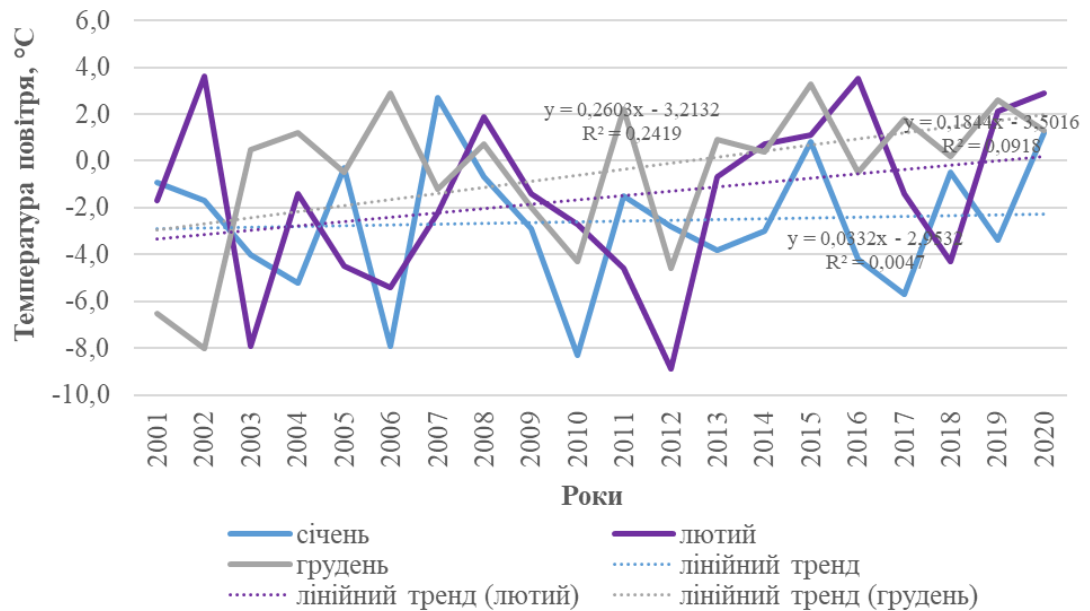


Рис. 2.12. Тенденції змін температури повітря зимових місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

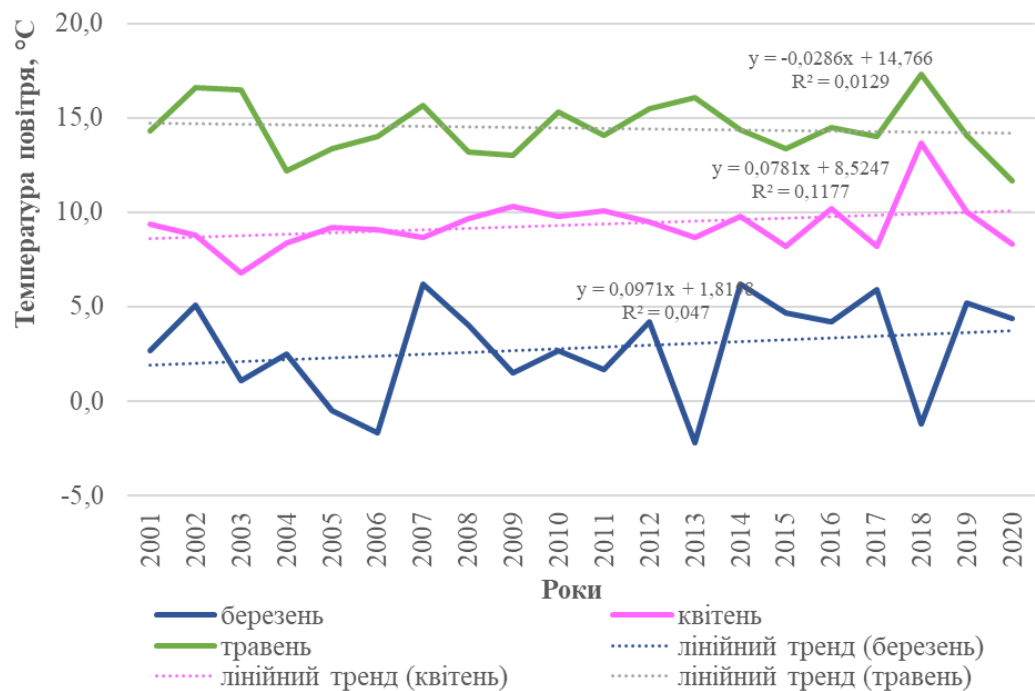


Рис. 2.13. Тенденції змін температури повітря весняних місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

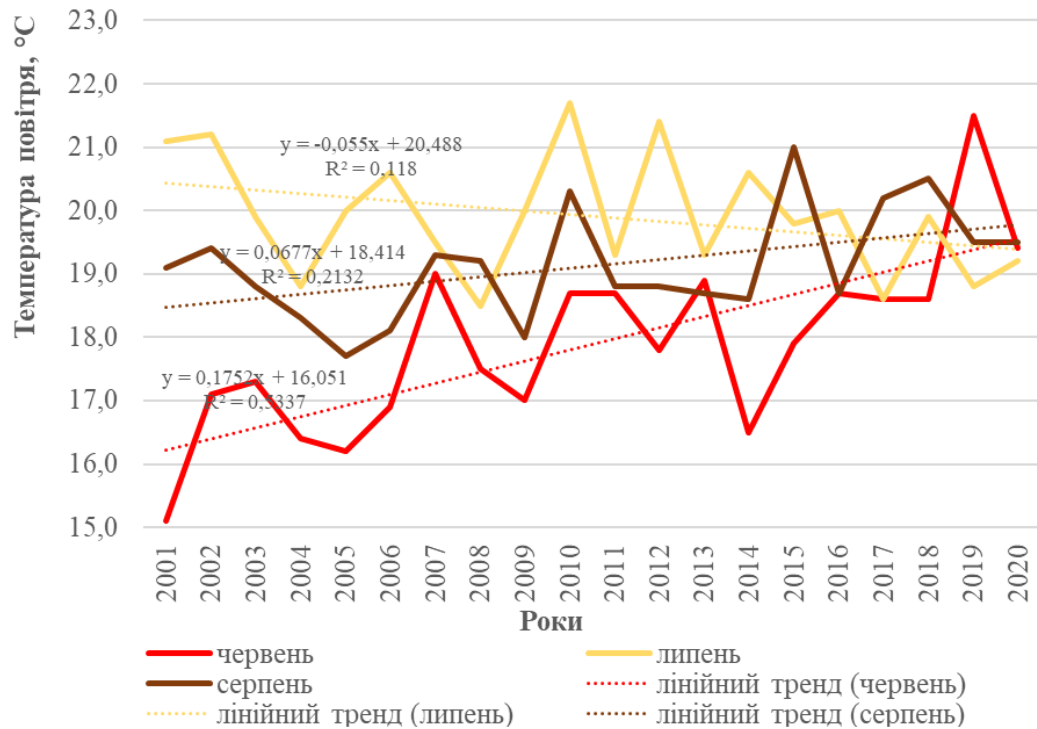


Рис. 2.14. Тенденції змін температури повітря літніх місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

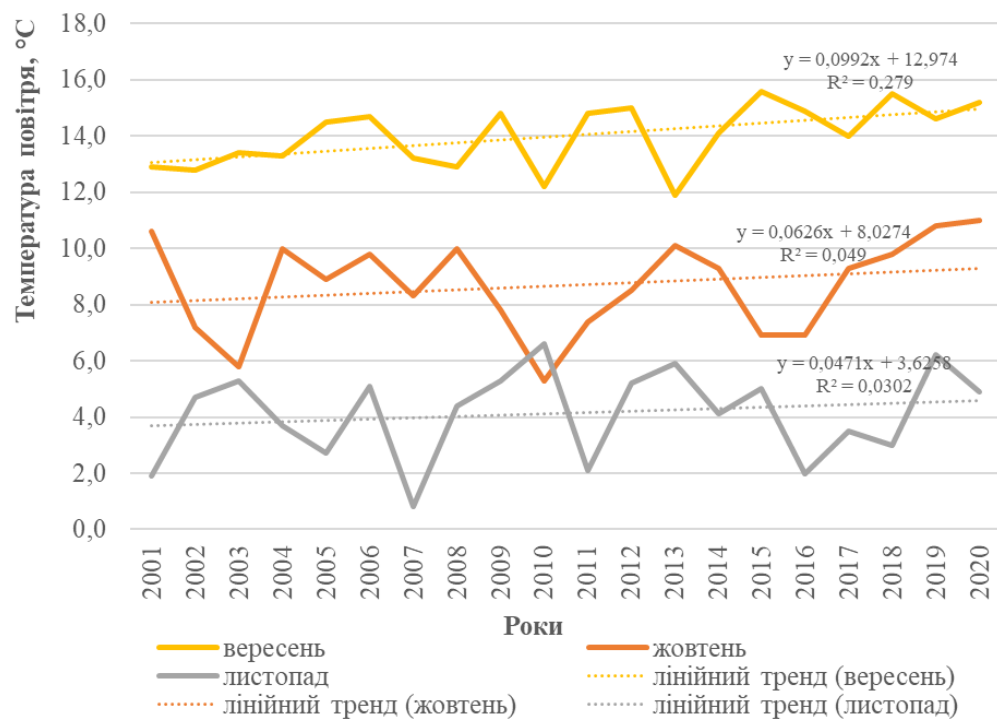


Рис. 2.15. Тенденції змін температури повітря осінніх місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 2.2

Значимість виявлених трендів змін значень температури повітря

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Січень	0,0047	0,069	0,228	0,457	незначимий
Лютий	0,0918	0,303	0,208	0,416	незначимий
Березень	0,047	0,217	0,219	0,437	незначимий
Квітень	0,1177	0,343	0,202	0,405	незначимий
Травень	0,0129	0,114	0,226	0,453	незначимий
Червень	0,5337	0,731	0,107	0,214	значимий
Липень	0,118	0,344	0,202	0,405	незначимий
Серпень	0,2132	0,462	0,181	0,361	значимий
Вересень	0,279	0,528	0,165	0,331	значимий
Жовтень	0,049	0,221	0,218	0,436	незначимий
Листопад	0,0302	0,174	0,222	0,445	незначимий
Грудень	0,2419	0,492	0,174	0,348	значимий
Зима	0,2277	0,477	0,177	0,354	значимий
Весна	0,085	0,292	0,210	0,420	незначимий
Літо	0,342	0,585	0,151	0,302	значимий
Осінь	0,2548	0,505	0,171	0,342	значимий
Середньорічна	0,5258	0,725	0,109	0,218	значимий

Упродовж року найнижчі середньомісячні температури повітря спостерігаються взимку, зокрема, в січні ($-2,6^{\circ}\text{C}$), найвищі – у липні ($19,9^{\circ}\text{C}$) (рис. 2.16).

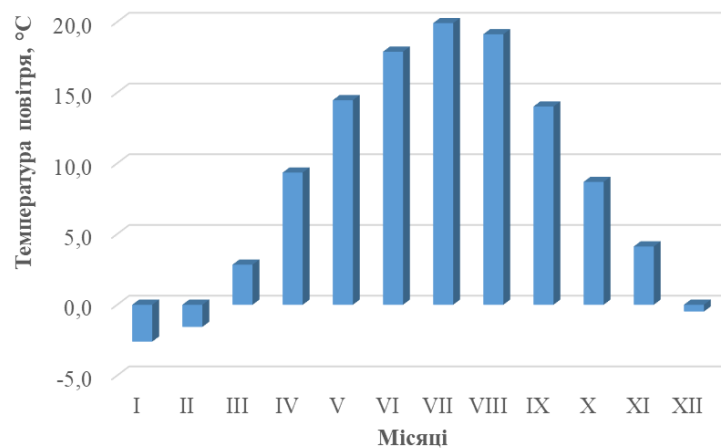


Рис. 2.16. Річний хід температури повітря на метеостанції «Володимир» (за усередненими даними впродовж 2001–2020 рр.)

Як видно на графіках, в досліджувані басейні відбуваються суттєві кліматичні зміни. Зростання температури повітря влітку та восени при інших рівних умовах збільшує дефіцит вологості повітря, посилює випаровування, що призводить до скорочення обсягів річкового стоку. Підвищення температури повітря взимку збільшує частку рідких опадів і частоту відлиг, що сприяє зростанню водного стоку в холодний період [24, с. 182].

2.4. Режим зволоження

Опади у басейні р. Західний Буг приносять переважно вологі морські повітряні маси з Атлантики, а іноді – з Середземномор'я. Певне значення в атмосферному зволоженні мають і процеси внутрішньо-масової конвекції. На метеостанції «Володимир» у середньому за рік випадає 658 мм опадів. Проте з року в рік річна сума опадів змінюється. Найбільш вологим (майже 800 мм) за досліджуваний період був 2007 (796 мм), а найсухішим (менше 500 мм) – 2003 (489 мм) і 2015 (497 мм). Лінійний тренд вказує на зменшення річних сум опадів упродовж 2001–2020 рр. (рис. 2.17), лінійний тренд статистично значимий (табл. 2.3). Взимку кількість опадів незначно зростає, а навесні та влітку – зменшується, восени спрямування змін кількості опадів відсутнє (рис. 2.18). Лінійний тренд зміни кількості опадів влітку є статистично значимим (див. табл. 2.3).

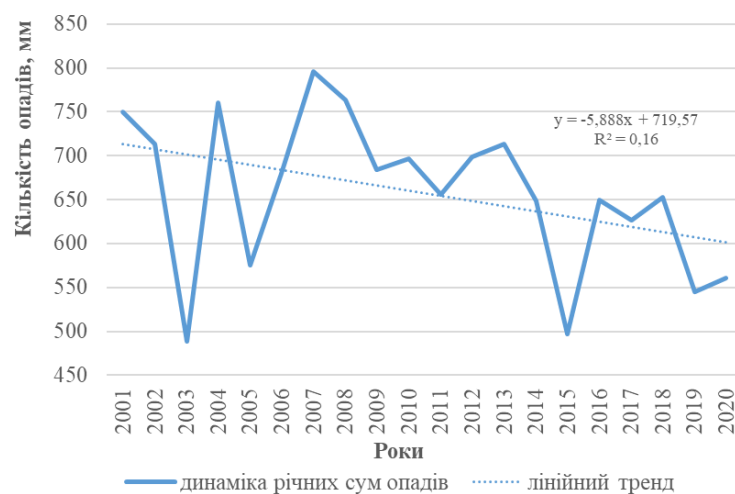


Рис. 2.17. Тенденції змін річних сум опадів на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

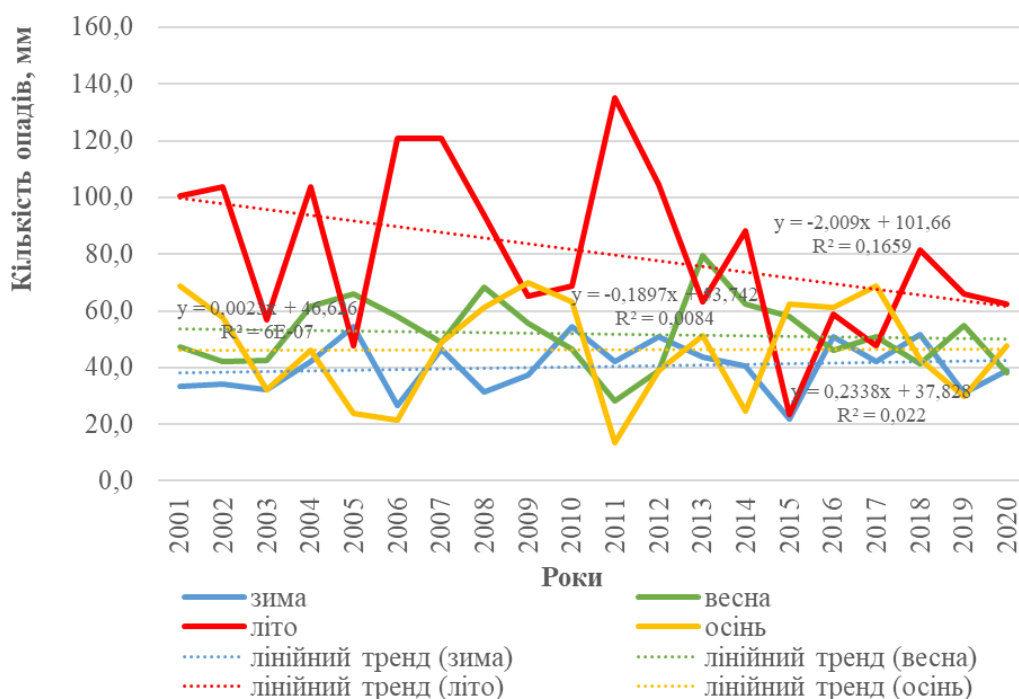


Рис. 2.18. Тенденції змін сезонних сум опадів на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Щодо місячних сум опадів, то зростання характерне для січня, травня, вересня, грудня, а зменшення – в усі інші місяці (рис. 2.19–2.22). Зміни опадів у квітні та грудні є статистично значимими (див. табл. 2.3).

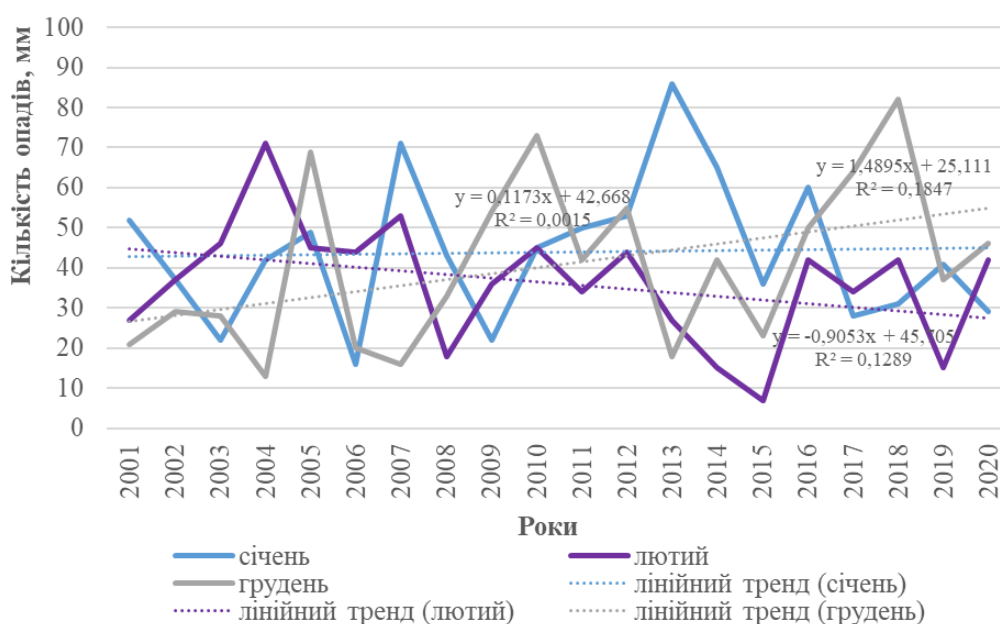


Рис. 2.19. Тенденції змін місячних сум опадів зимових місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

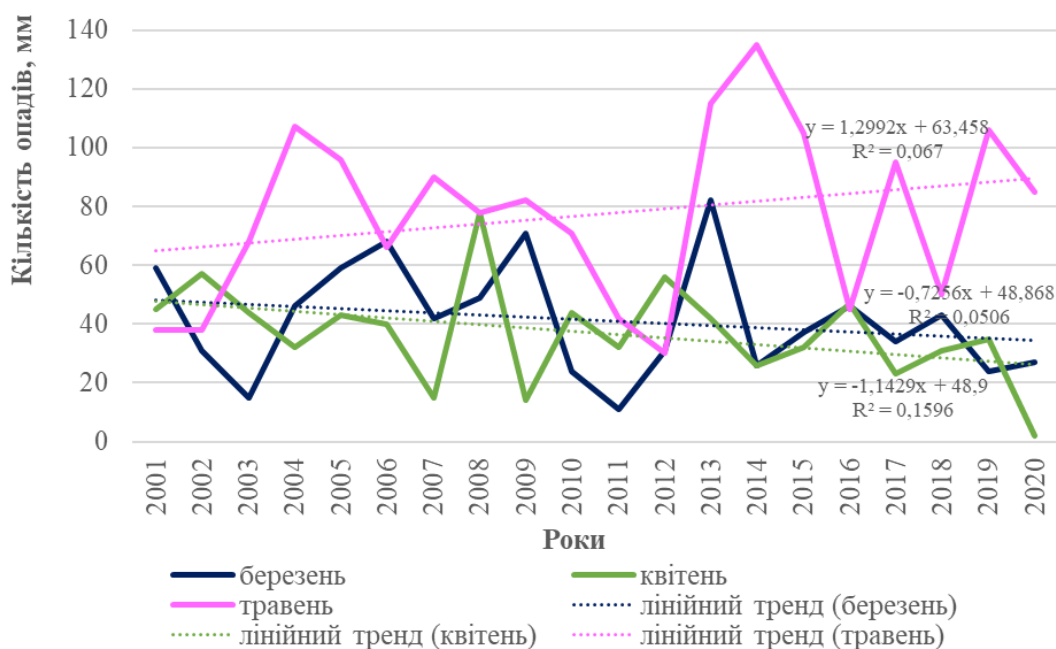


Рис. 2.20. Тенденції змін місячних сум опадів весняних місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

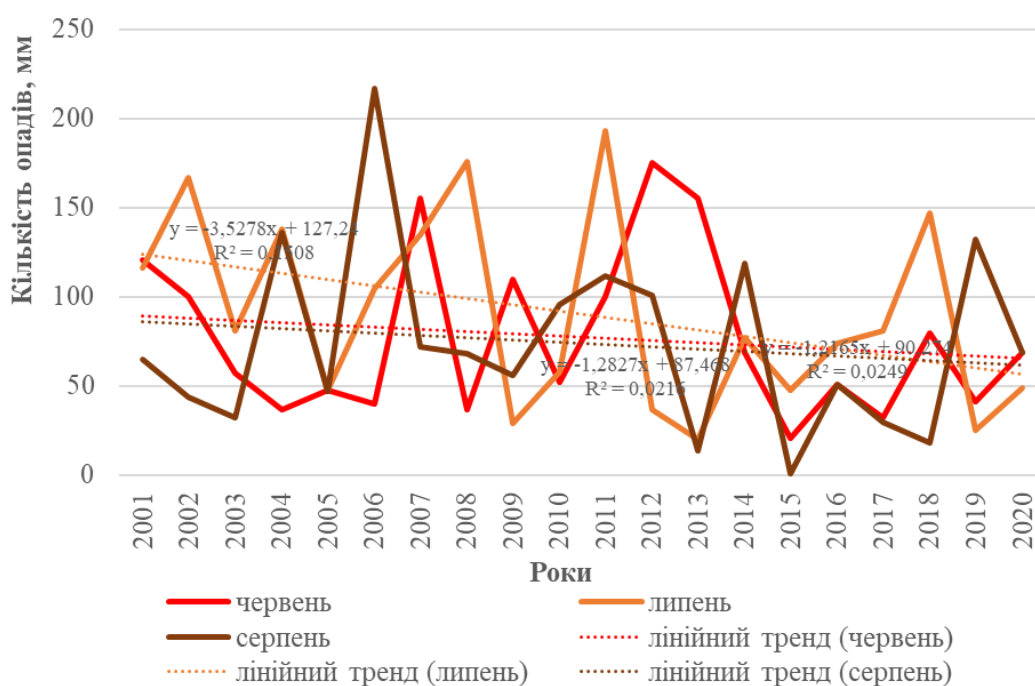


Рис. 2.21. Тенденції змін місячних сум опадів літніх місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

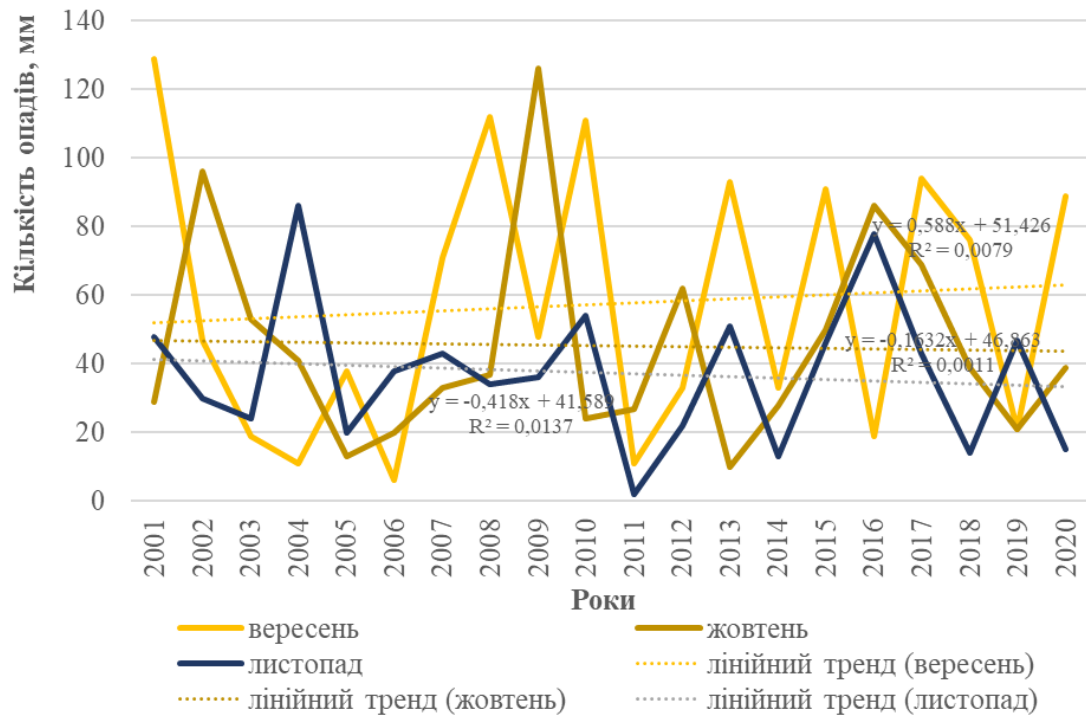


Рис. 2.22. Тенденції змін місячних сум опадів осінніх місяців на метеостанції «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 2.3

Значущість виявлених трендів змін кількості опадів на метеостанції «Володимир»

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Січень	0,0015	0,039	0,229	0,458	незначимий
Лютий	0,1289	0,359	0,200	0,400	незначимий
Березень	0,0506	0,225	0,218	0,436	незначимий
Квітень	0,1596	0,399	0,193	0,386	значимий
Травень	0,067	0,259	0,214	0,428	незначимий
Червень	0,0249	0,158	0,224	0,447	незначимий
Липень	0,1508	0,388	0,195	0,390	незначимий
Серпень	0,0216	0,147	0,224	0,449	незначимий
Вересень	0,0079	0,089	0,228	0,455	незначимий
Жовтень	0,0011	0,033	0,229	0,458	незначимий
Листопад	0,0137	0,117	0,226	0,453	незначимий

Продовження таблиці 2.3

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Грудень	0,1847	0,430	0,187	0,374	значимий
Зима	0,022	0,148	0,224	0,449	незначимий
Весна	0,0084	0,092	0,227	0,455	незначимий
Літо	0,1659	0,407	0,191	0,383	значимий
Осінь	6E-07	—	—	—	—
Річна	0,16	0,400	0,193	0,385	значимий

Упродовж року найбільша кількість опадів на метеостанції «Володимир» випадає у травні, червні, липні, серпні, а найменше — у лютому, квітні й листопаді (рис. 2.23).

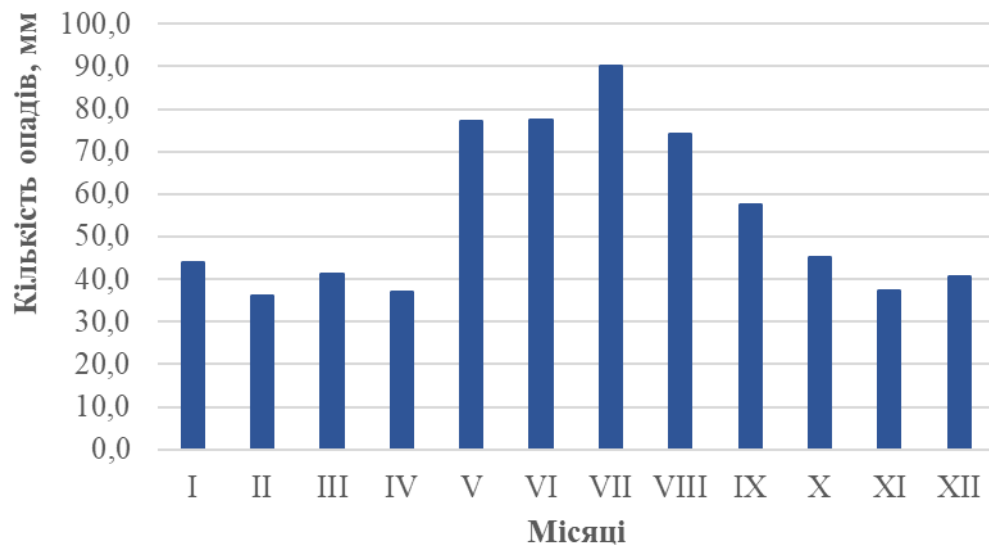


Рис. 2.23. Річний режим опадів на метеостанції «Володимир»
(побудовано за усередненими даними впродовж 2001–2020 рр.)

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 [18, с. 23]. Малосніжними були й наступні зими. Останнім часом взимку відлиги стають звичним явищем і призводять до талопаводків.

2.5. Тривалість і часові рамки метеорологічних сезонів

У середніх широтах Північної півкулі змінилася тривалість сезонів: літо подовжилося, тоді як зима скоротилася, особливо через зміни хронологічних меж весни та осені. Такі зміни тривалості та дат настання природних пір року пояснюються глобальним потеплінням. Навіть якщо теперішні темпи потепління не прискоряться, зміни пір року з часом все одно посилюватимуться. За прогнозами до 2100 року літо триватиме майже півроку, а зима – менше двох місяців. Зміна структури природного року може призвести до порушень сільськогосподарських сезонів, ритму життєдіяльності живих організмів, перебігу гідрологічних процесів та явищ, зростання частоти «хвиль тепла», штормів та лісових пожеж, що посилює екологічні та економічні ризики для людства, впливаючи на комфорт життєдіяльності людини [6; 67 с. 70; 69, с. 297].

У структурі природного року на метеостанції «Володимир» найбільшу частку займає літо – 31 %, найменшу – зима – 18 % (рис. 2.24).

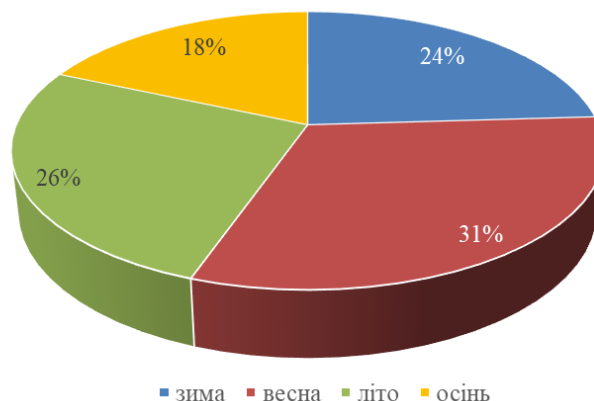


Рис. 2.24. Структура природного року на метеостанції «Володимир» (за даними Волинського ЦГМ)

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. 2.25). Лінійні тренди зростання тривалості літа і зменшення тривалості зими є статистично значимими (табл. 2.4).

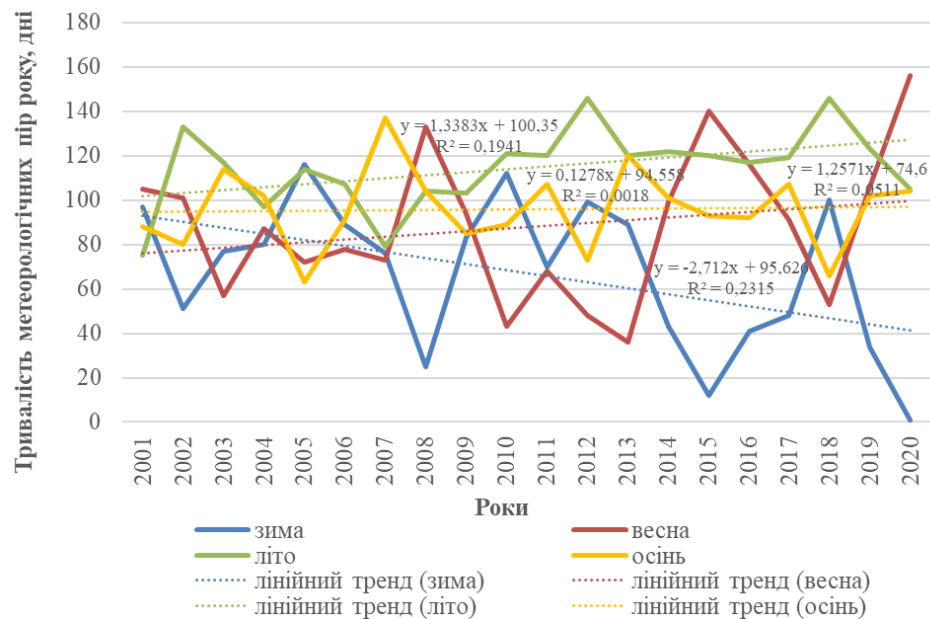


Рис. 2.25. Тенденції змін тривалості метеорологічних пір року на метеостанції «Володимир» упродовж 2001–2020 рр. (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 2.4

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

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значимість лінійного тренду
Зима	0,2315	0,481	0,176	0,353	значимий
Весна	0,0511	0,226	0,218	0,435	незначимий
Літо	0,1941	0,441	0,185	0,370	значимий
Осінь	0,0018	0,042	0,229	0,458	незначимий

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°C. Така практика існує для збереження чотирьохсезонної структури природного року у 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 [77].

РОЗДІЛ 3

БАГАТОРІЧНА (2001–2020 рр.) ДИНАМІКА ВОДНОГО СТОКУ РІЧОК ЛУГА ТА ЗАХІДНИЙ БУГ

3.1. Тенденції змін середньорічного водного стоку

Середньорічні витрати, максимальні й мінімальні витрати води є найважливішими характеристиками водоносності й режиму річкового стоку. Витрати води визначають безпосереднім вимірюванням (об'ємний метод) або опосередкованим обчисленням (наприклад, методи електролітичний, «швидкість–площа»). Максимальний стік – «стік річок в багатоводні періоди року». Мінімальний стік – «найменший стік річок, що спостерігається в маловодний період» [46].

Потенційні водні ресурси річкового басейну характеризує норма річного стоку – «середнє значення річного стоку річки за багаторічний період (не менше двох повних циклів водності при відносно незмінних фізико-географічних умовах та господарській діяльності в басейні)». Цей показник важливий для визначення обсягів стоку розрахункових забезпеченостей, планування й реалізації водогосподарських заходів тощо [74].

Норма середньорічних витрат р. Луга на гідропосту «Володимир» становить 4,26 м³/с, р. Західний Буг на гідропосту «Литовеж» – 32,4 м³/с.

На гідропосту «Володимир» середньорічні витрати перевищували норму упродовж 2003–2013 рр., до 2003 і з 2014 р. – були нижчими норми (рис. 3.1). на гідропосту «Литовеж» середньорічні витрати перевищували норму упродовж 2001, 2006–2014 рр., з 2015 р. – були нижчими норми (рис. 3.2).

Упродовж 2001–2020 рр. простежується тенденція до зменшення середньорічних витрат на обох гідропостах (див. рис. 3.1, 3.2).

Лінійний тренд зміни середньорічних витрат для р. Луга є статистично значущим, для р. Західний Буг – статистично незначущий (табл. 3.1).

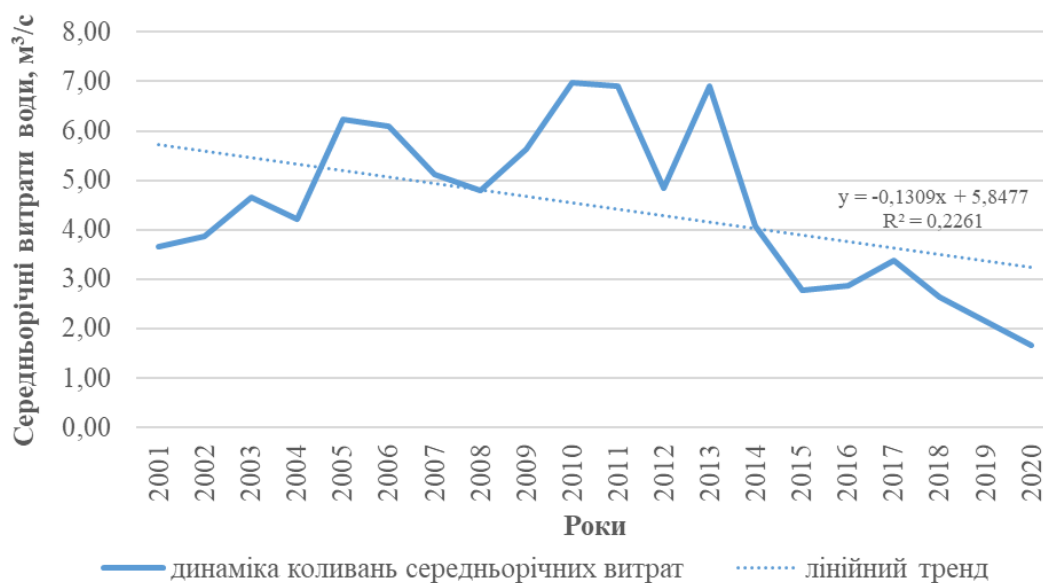


Рис. 3.1. Тенденції коливань середньорічних витрат річки Луга на гідропосту «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

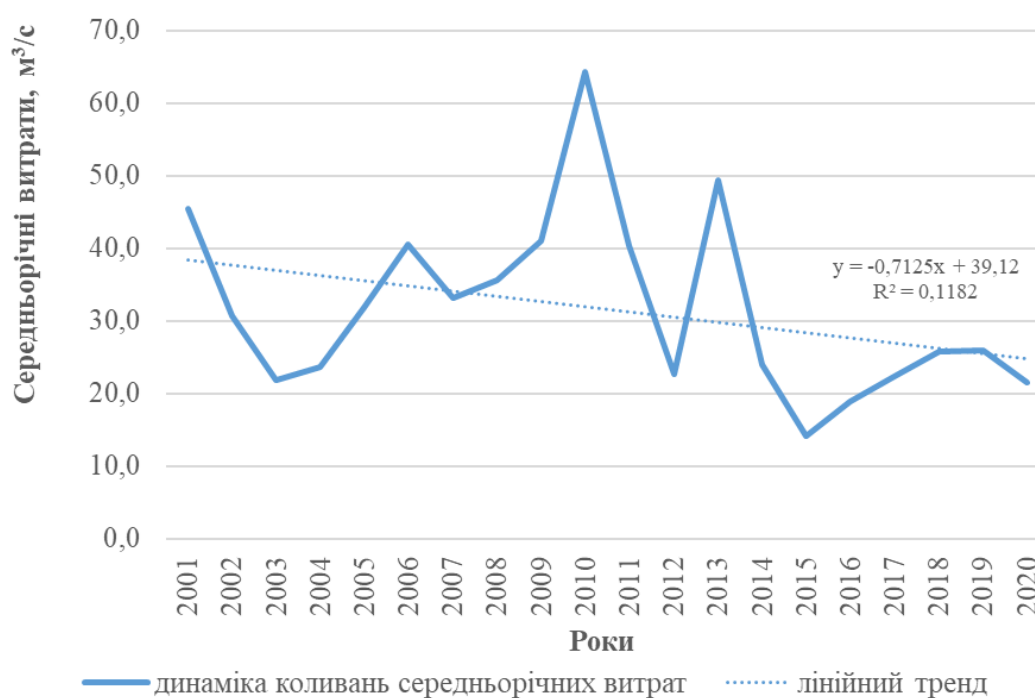


Рис. 3.2. Тенденції коливань середньорічних витрат річки Західний Буг на гідропосту «Литовеж» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 3.1

**Значимість виявлених трендів змін середньорічних значень витрат води
річок Луга і Західний Буг**

Річка	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо- квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Луга	0,2261	0,475	0,178	0,355	значущий
Західний Буг	0,1182	0,344	0,202	0,405	незначущий

Порівнявши коливання річних сум опадів (див. рис. 2.17) і середньорічних витрат (див. рис. 3.1 і 3.2) бачимо, що період вищої водності (2006–2013 рр.) річок співпав з таким же періодом більших річних сум опадів.

3.2. Мінливість величин максимальних витрат

Багаторічна динаміка максимальних витрат має циклічний характер коливань і тенденцію до зниження значень на обох річках (рис. 3.3 і 3.4). Лінійні тренди при цьому статистично значущі (табл. 3.2).

Причиною зменшення максимальних витрат річок можуть бути умови зволоження ґрунтів в осінньо-зимовий період (насамперед, зменшення кількості опадів восени при одночасному зростанні температури повітря в літньо-осінній період), зміна співвідношення твердих і рідких опадів на користь останніх, що не сприяє формуванню снігозапасів узимку і, як наслідок, потужних повеней навесні. Крім того, гідрологічні процеси мають певну інерційність стосовно метеорологічних.

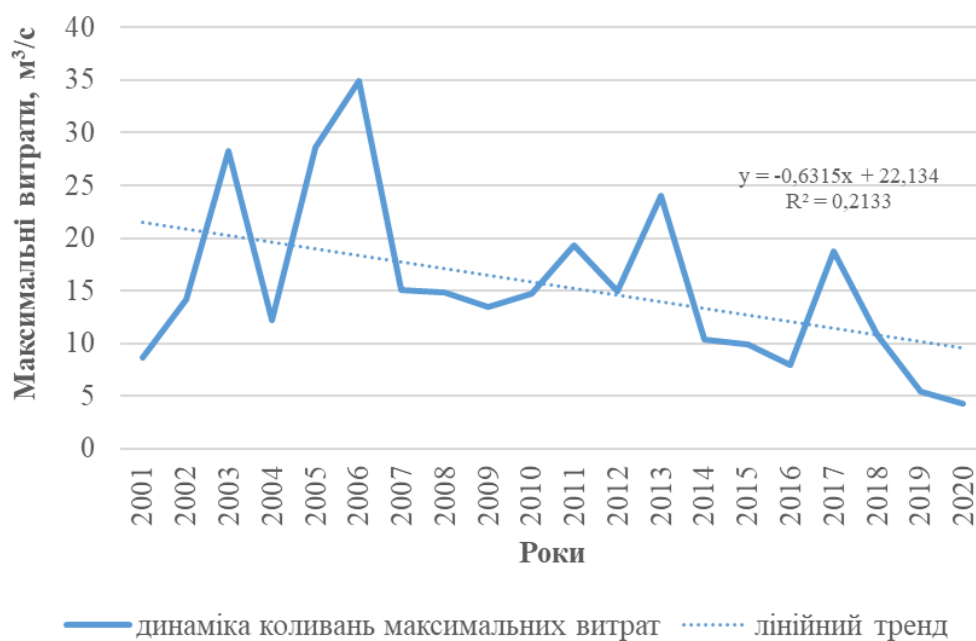


Рис. 3.3. Тенденції коливань максимальних витрат р. Луга на гідропосту «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

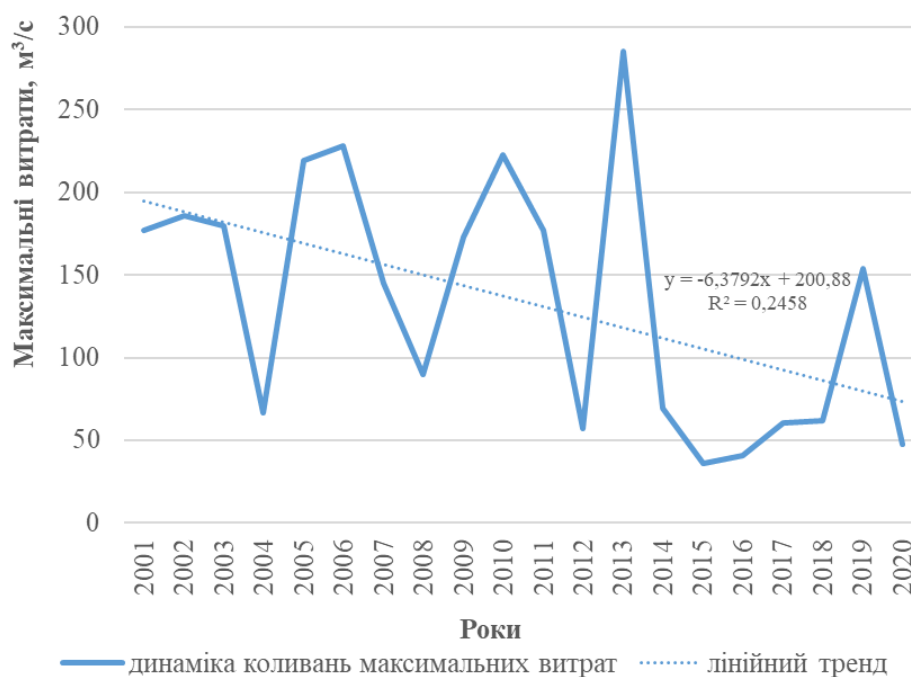


Рис. 3.4. Тенденції коливань максимальних витрат р. Західний Буг на гідропосту «Литовеж» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 3.2

Значимість виявлених трендів змін максимальних витрат води річок Луга і Західний Буг

Річка	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Луга	0,2133	0,462	0,180	0,361	значущий
Західний Буг	0,2458	0,496	0,173	0,346	значущий

Найбільші з максимальних витрат досліджуваних річок були зумовлені весняною повінню. Паводки зазвичай мають нижчі значення екстремальних витрат. За досліджуваний період на р. Західний Буг спостерігалось більше випадків формування максимальних витрат паводками, ніж на р. Луга.

Співставлення графіків динаміки річних сум опадів та максимальних витрат р. Західний Буг демонструє певну відповідність періодів високої водності й вищих річних сум опадів рік, найбільша узгодженість гідрометеорологічних параметрів спостерігається в проміжку 2006–2013 рр. Для р. Луга чіткої узгодженості режиму зволоження й максимальних витрат нема. Це пов'язано з тим, що річка Луга має меншу водність і її функціонування більше залежить від місцевих умов: рельєфу й шорсткості поверхні, а отже, швидкості добігання води, глибини урізу води, а отже частки її підземного живлення тощо.

3.3. Динаміка коливань абсолютних мінімумів стоку

Абсолютні річні мінімуми витрат досліджуваних річок упродовж 2001–2020 рр. відмічалися переважно в літньо-осінню межень, за винятком лише кількох років. Багаторічні коливання абсолютних річних мінімумів стоку води р. Луга та р. Західний Буг мають чітко виражену тенденцію до зменшення величин з часом (рис. 3.5, рис. 3.6). На гідропосту «Володимир» лінійний тренд зменшення мінімального стоку є статистично значущим (табл. 3.3).



Рис. 3.5. Тенденції змін абсолютних річних мінімумів р. Луга на гідропосту «Володимир» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

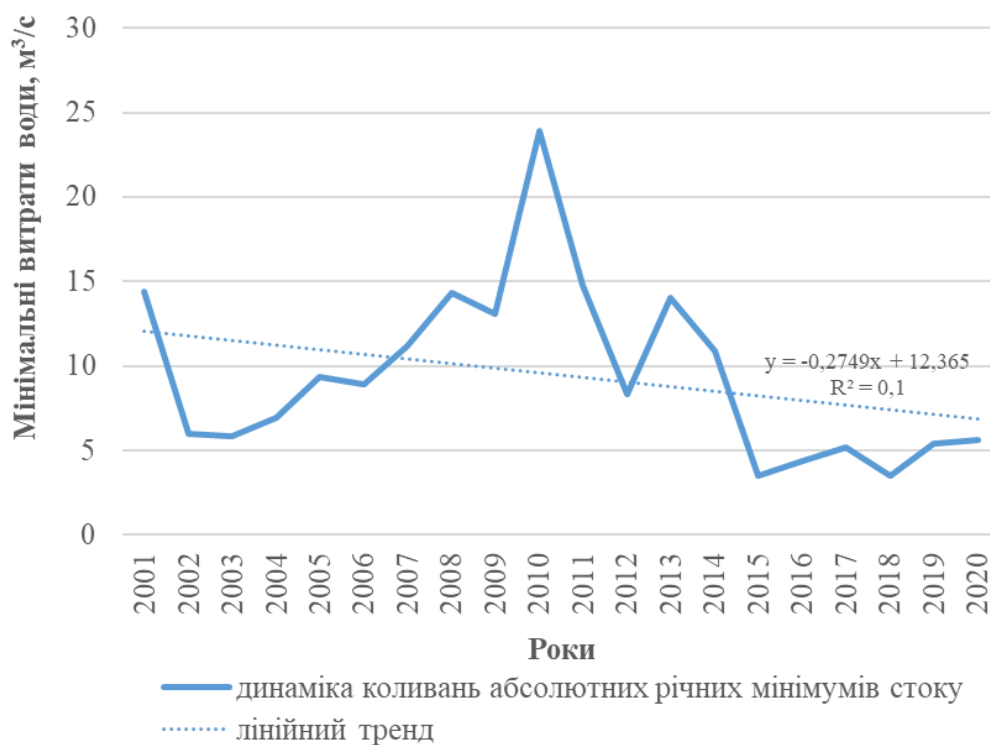


Рис. 3.6. Тенденції змін абсолютних річних мінімумів р. Західний Буг на гідропосту «Литовеж» (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 3.3

**Значимість виявлених трендів змін абсолютних річних мінімумів стоку
води річок Луга і Західний Буг**

Річка	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо- квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Луга	0,2801	0,529	0,165	0,330	значущий
Західний Буг	0,1	0,316	0,206	0,413	незначущий

За рис. 3.5 і 3.6 можна виявити період найбільших величин абсолютних річних мінімумів стоку води, який тривав приблизно з 2004 р. до 2014 р. Невідповідність періоду підвищеної водності й періоду вищих річних сум опадів рік може пояснюватися умовами зволоження ґрунтів, інтенсивністю випаровування, тривалістю сухих періодів, які зумовили мінімальні витрати в період межені або відсутність стоку загалом в цей.

РОЗДІЛ 4

ВНУТРІШНЬОРІЧНИЙ РОЗПОДІЛ ВОДНОГО СТОКУ РІЧОК ЛУГА ТА ЗАХІДНИЙ БУГ

4.1. Розподіл водного стоку річок за місяцями

Водний режим річок Луга і Західний Буг характеризується як повеневий з весняним водопіллям і паводками (літніми, осінніми та зимовими). Весняна повінь найчастіше припадає на останню декаду лютого, першу або другу декаду березня, іноді першу декаду квітня. Весняний підйом рівнів води на р. Західний Буг починається ще при льодоставі (у випадку наявності льодових явищ), за 15–20 днів до скресання. Підйом рівнів води р. Західний Буг після скресання може сягати 3 м за добу. У деякі роки весняна повінь може бути зовсім невираженою. Тривалість повені становить приблизно 30–40 днів. Спадання рівнів весняної повені відбувається повільніше, ніж підйом – середня інтенсивність спадання – 5–10 см за добу. Весняна повінь може продовжуватися до середини травня, після чого, найчастіше розпочинається меженний період, який триває до жовтня, а іноді й до середини листопада. В зимовий період при наявності льодових явищ можуть спостерігатися затори, через які рівень води може підніматися до 2 м. Але льодовий режим річки нестійкий.

На р. Луга весняний підйом рівнів води починається в кінці лютого–на початку березня за кілька днів до скресання, якщо присутній льодостав. Найвищий весняний рівень, досягаючи висоти 2–2,5 м над меженным рівнем, спостерігається зазвичай у середині березня. В окремі роки максимальні витрати весняної повені відмічаються у другій половині лютого або на початку квітня. Спадання рівнів спочатку відбувається доволі інтенсивно, потім сповільнюється і в середині травня настає меженний період. Влітку іноді трапляються дощові паводки, висота яких не перевищує 0,5–1,0 м над меженным рівнем. Осінні підйоми як правило незначні. Зимові паводки характерні для відносно теплих зим. Осінній льодохід спостерігається зрідка й зазвичай нетривалий. За наявності

льодоставу скресання відбувається найчастіше в другій декаді березня. У середині березня річка зазвичай вільна від льоду.

Для дослідження розподілу водного стоку річок Луга і Західний Буг упродовж року ми створили його типовий розподіл (рис. 4.1, 4.2). Для цього ми знайшли середні місячні значення витрат за 20 років, серед яких є середньоводні, багатоводні, маловодні роки, роки з відмінною структурою живлення річки.

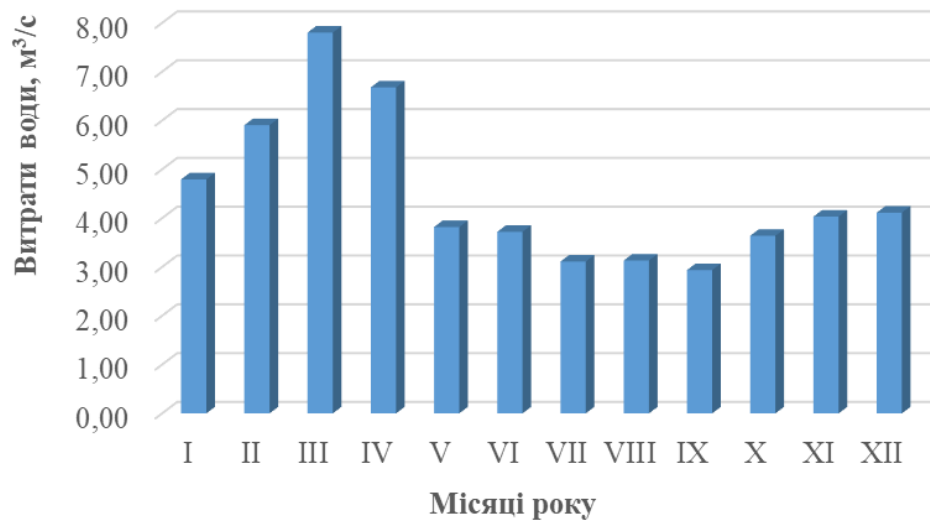


Рис. 4.1. Розподіл водного стоку р. Луга за місяцями, гідропост «Володимир» (визначено й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

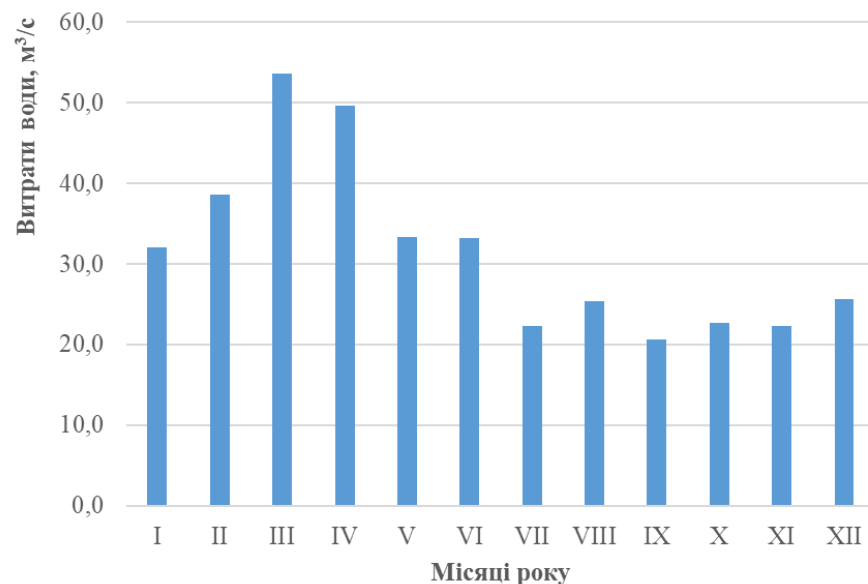


Рис. 4.2. Розподіл водного стоку р. Західний Буг за місяцями, гідропост «Литовеж» (визначено й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

На рис. 4.1 і 4.2 видно, що на обох річках найбільші середньомісячні витрати спостерігаються у березні та квітні, найменші – у вересні.

Для вивчення динаміки змін місячних значень витрат річок Луга і Західний Буг протягом 2001–2020 рр. ми побудували графіки їх багаторічної динаміки та відповідні лінійні тренди (рис. 4.3–4.10).

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 $\beta = 2$) [69, с. 112] (табл. 4.1).

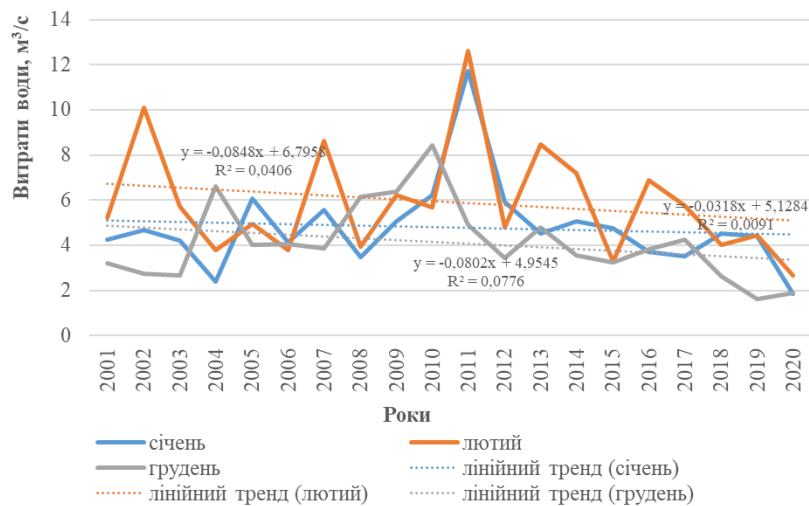


Рис. 4.3. Тенденції змін водного стоку р. Луга в зимові місяці (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

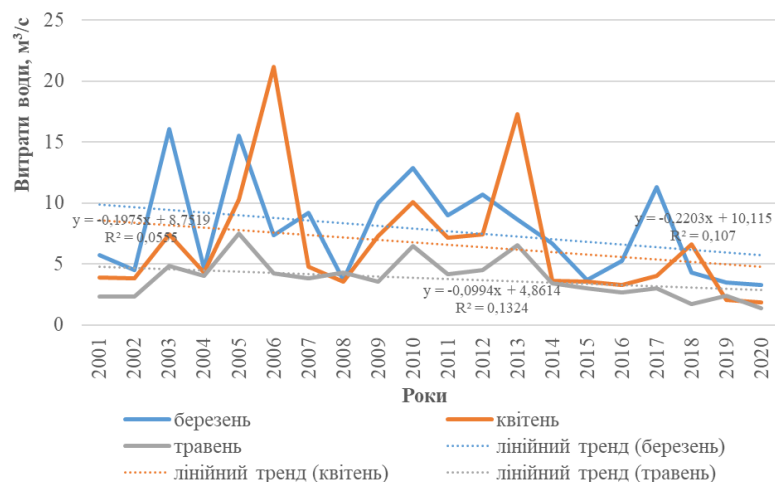


Рис. 4.4. Тенденції змін водного стоку р. Луга у весняні місяці (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

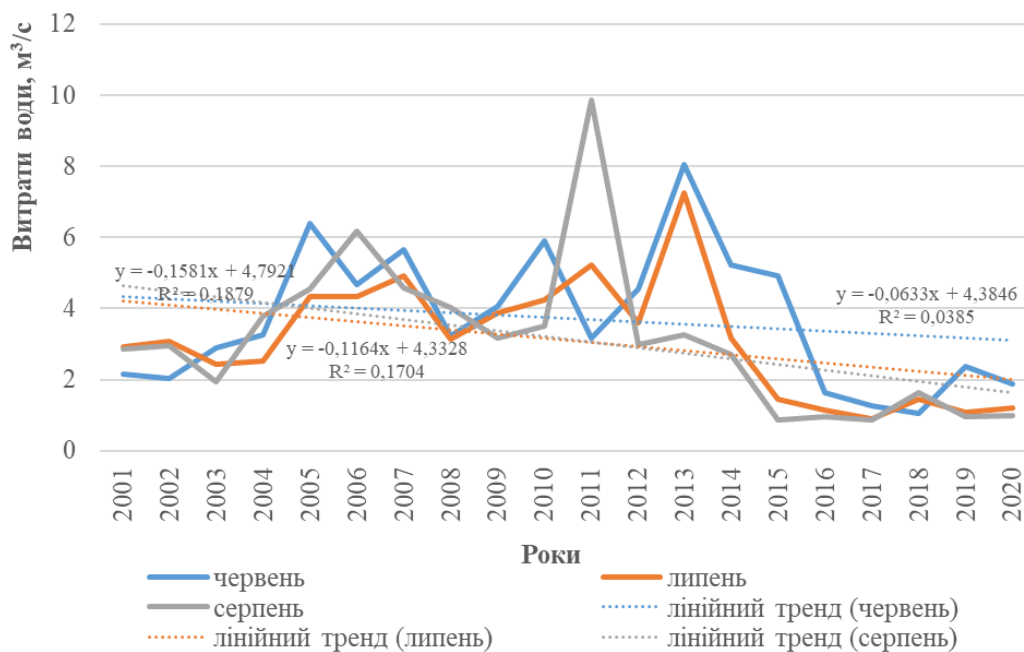


Рис. 4.5. Тенденції змін місячних величин водного стоку р. Луга в літні місяці (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

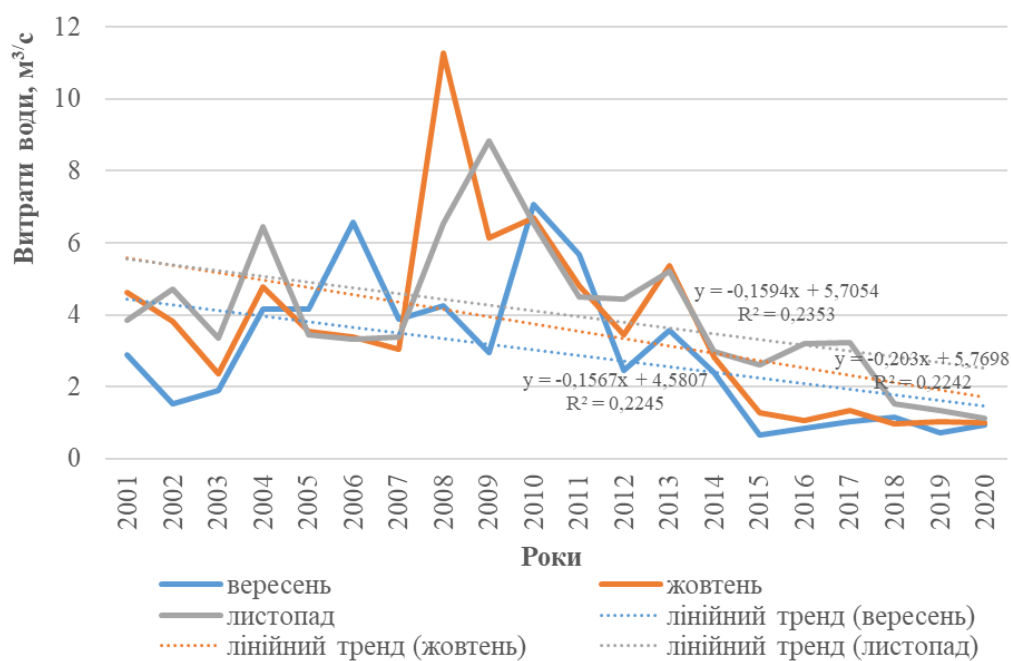


Рис. 4.6. Тенденції змін водного стоку р. Луга в осінні місяці (за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 4.1

Значущість виявлених трендів змін місячних значень витрат води р. Луга

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квдратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Січень	0,0091	0,095	0,227	0,455	незначущий
Лютий	0,0406	0,201	0,220	0,440	незначущий
Березень	0,107	0,327	0,205	0,410	незначущий
Квітень	0,0555	0,236	0,217	0,433	незначущий
Травень	0,1324	0,364	0,199	0,398	незначущий
Червень	0,0385	0,196	0,221	0,441	незначущий
Липень	0,1704	0,413	0,190	0,381	значущий
Серпень	0,1879	0,433	0,186	0,373	значущий
Вересень	0,2245	0,474	0,178	0,356	значущий
Жовтень	0,2242	0,473	0,178	0,356	значущий
Листопад	0,2353	0,485	0,175	0,351	значущий
Грудень	0,0776	0,279	0,212	0,423	незначущий

Водний стік р. Західний Буг зменшується в усі місяці року, крім січня і червня (рис. 4.7–4.10). Зменшення стоку у серпні, вересні, листопаді є статистично значим. В усі інші місяці тенденції змін середніх витрат є незначущими (табл. 4.2).

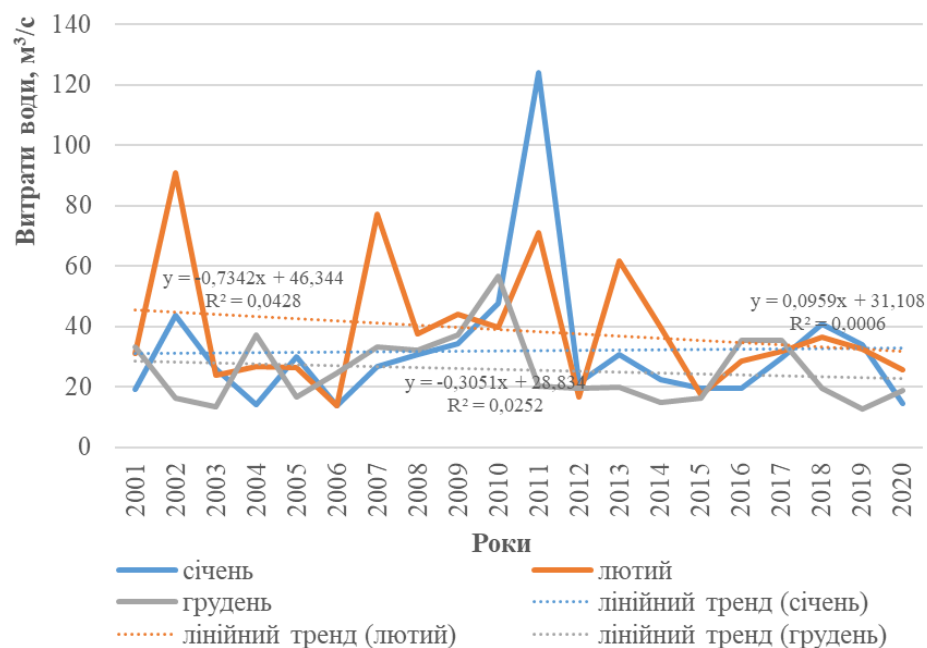


Рис. 4.7. Тенденції змін водного стоку р. Західний Буг в зимові місяці (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

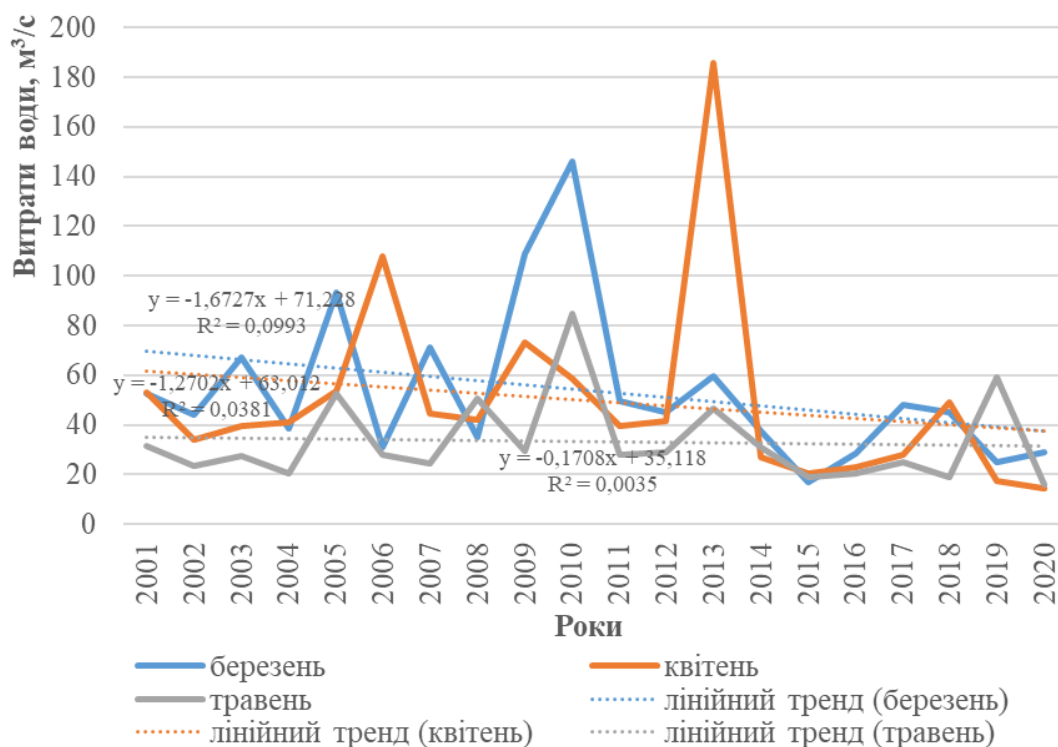


Рис. 4.8. Тенденції змін водного стоку р. Західний Буг у весняні місяці (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

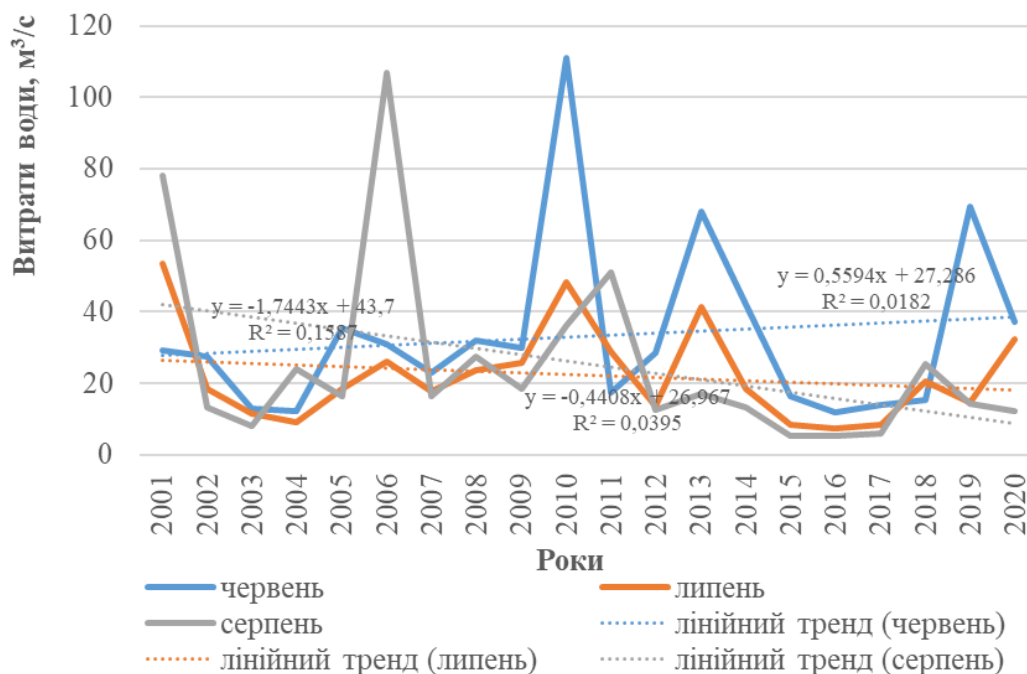


Рис. 4.9. Тенденції змін місячних водного стоку р. Західний Буг в літні місяці (побудовано за даними Волинського ЦГМ)

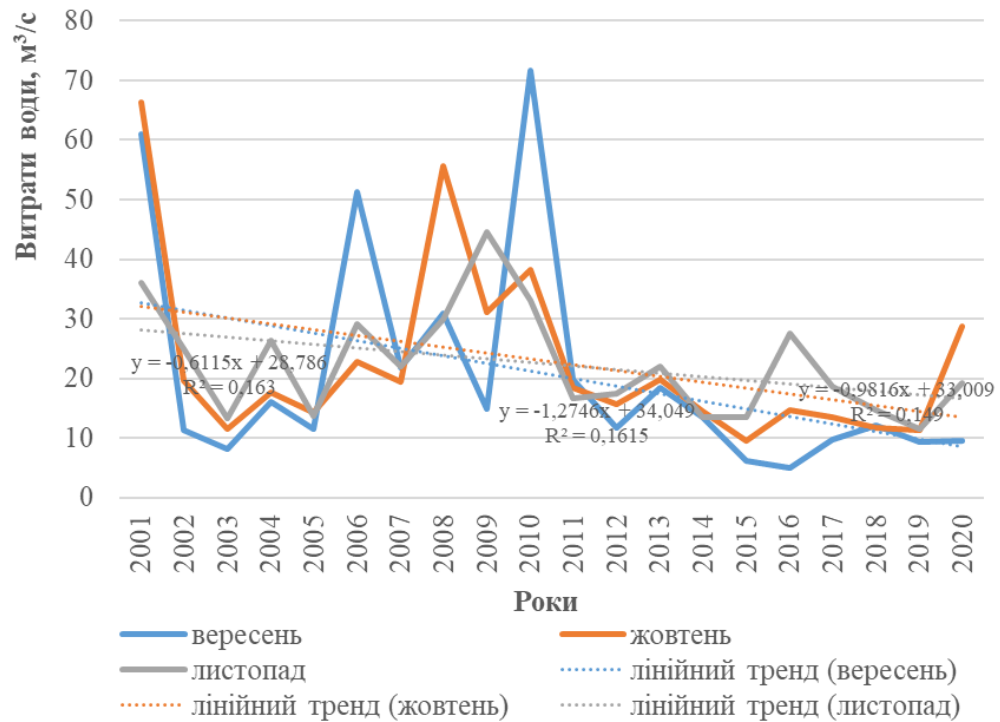


Рис. 4.10. Тенденції змін водного стоку р. Луга в осінні місяці (за даними Волинського ЦГМ)

Таблиця 4.2

Значущість виявлених трендів змін місячних значень витрат води р. Західний Буг

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Січень	0,0006	0,024	0,229	0,459	незначущий
Лютий	0,0428	0,207	0,220	0,439	незначущий
Березень	0,0993	0,315	0,207	0,413	незначущий
Квітень	0,0381	0,195	0,221	0,441	незначущий
Травень	0,0035	0,059	0,229	0,457	незначущий
Червень	0,0182	0,134	0,225	0,450	незначущий
Липень	0,0395	0,199	0,220	0,441	незначущий
Серпень	0,1587	0,398	0,193	0,386	значущий
Вересень	0,1615	0,402	0,192	0,385	значущий
Жовтень	0,149	0,386	0,195	0,390	незначущий
Листопад	0,163	0,404	0,192	0,384	значущий
Грудень	0,0252	0,159	0,224	0,447	незначущий

З аналізу графіків можна зробити висновок, що місячні величини витрат води у зимово-весняний сезон зростають лише у р. Західний Буг у січні. Луга характеризується тенденцією тотального зниження середньомісячних витрат. Зростання місячних значень витрат води у січні може бути пов'язане із суттєвим збільшенням температури повітря й кількості опадів у грудні (див. рис. 2.12, 2.19). Враховуючи інерційність гідрологічних процесів, логічним є певний зсув у часі гідрологічних параметрів відносно метеорологічних.

4.2. Розподіл водного стоку річок за сезонами

За середньомісячними даними водного стоку річок Луга і Західний Буг упродовж досліджуваних двадцяти років ми визначили середні витрати кожного сезону та частки зимового, весняного, літнього й осіннього стоку. Як бачимо з рис. 4.11 та 4.12, основна частка стоку припадає на весну, що зумовлено водопіллям унаслідок сніготанення й рідких опадів. Для р. Луга найменша частка стоку характерна для літа й осені (частки майже рівноцінні), для р. Західний Буг – для осені, що, насамперед, пов'язано із значним випаровуванням у цю пору року через та тенденцією зростання температур повітря в цей період, а також суттєвим зменшенням вологозапасів у ґрунтах через зменшення опадів влітку, а також у жовтні й листопаді (див. рис. 2.21, 2.22).

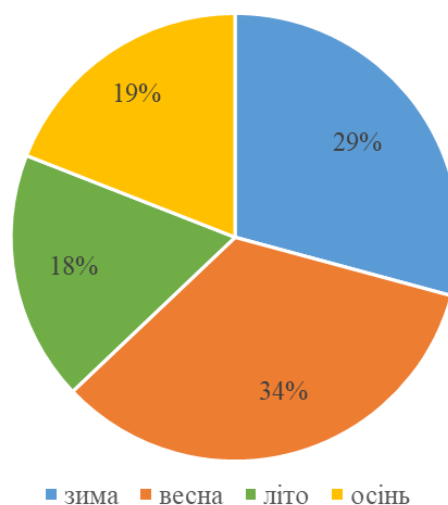


Рис. 4.11. Узагальнена структура розподілу водного стоку р. Луга за сезонами, гідропост «Володимир» (обраховано й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

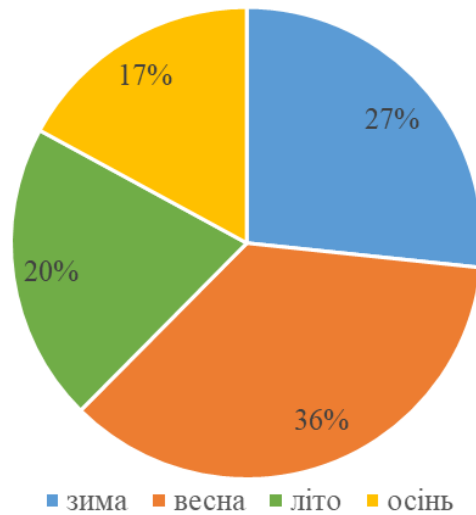


Рис. 4.12. Узагальнена структура розподілу водного стоку р. Західний Буг за сезонами, гідропост «Литовеж» (обраховано й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Аналіз структури сезонного розподілу водного стоку впродовж 2001–2020 рр. дає можливість стверджувати що співвідношення часток сезонного стоку з року в рік змінюється, але домінуючим залишається весняний стік (рис. 4.13, 4.14).

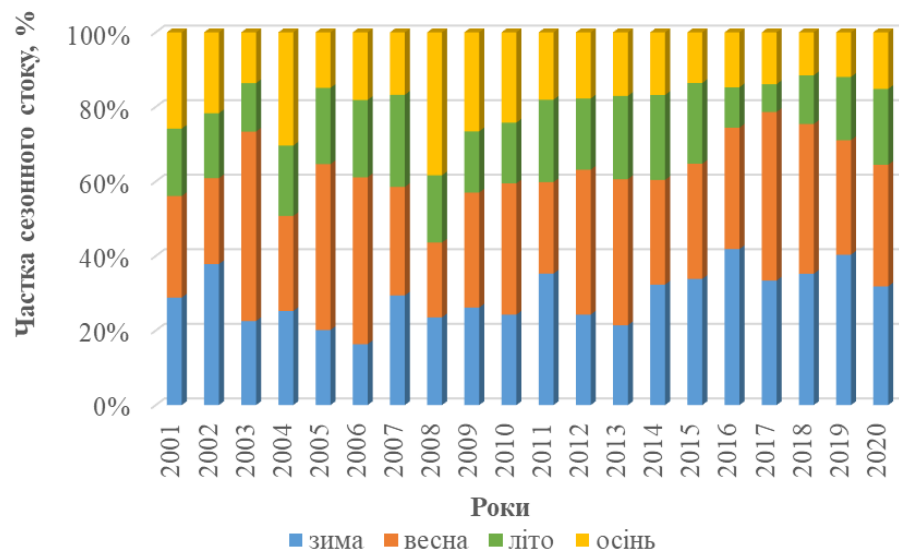


Рис. 4.13. Структура сезонного розподілу водного стоку р. Луга за роками, гідропост «Володимир» (обраховано й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

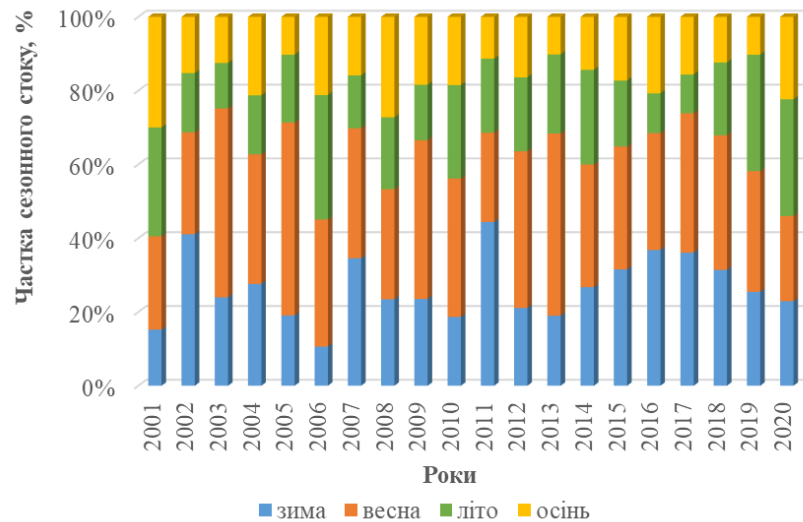


Рис. 4.14. Структура сезонного розподілу водного стоку р. Західний Буг за роками, гідропост «Литовеж» (обраховано й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

Для вивчення динаміки коливань сезонного стоку ми побудували хронологічні графіки і відповідні їм лінійні тренди зміни середніх сезонних значень (рис. 4.15, 4.16) і зміни часток сезонного стоку (4.17, 4.18). Графіки демонструють зменшення усіх середніх сезонних витрат обох річок. Тенденції змін осінніх витрат є статистично значущими для обох гідропостів, для р. Луга статистично значущим є також зменшення літніх витрат (табл. 4.3 і 4.4).

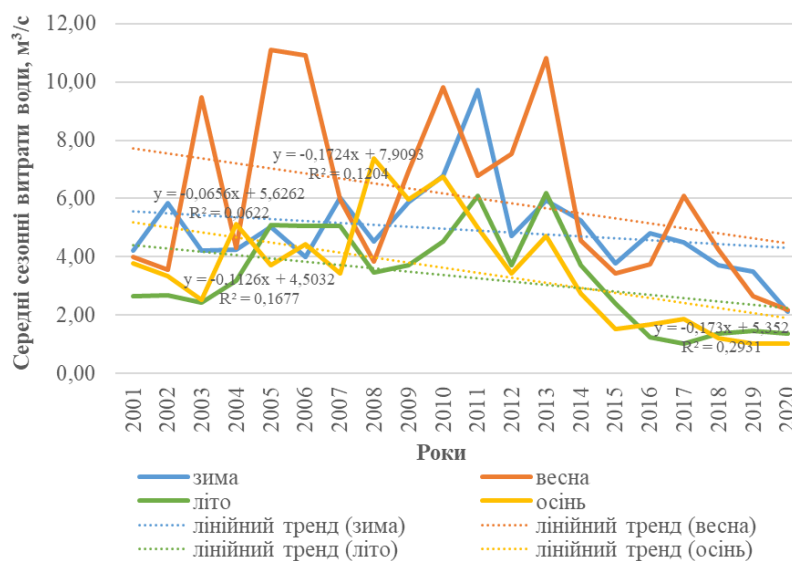


Рис. 4.15. Тенденції змін середніх сезонних витрат води р. Луга впродовж 2001–2020 рр. (визначено й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

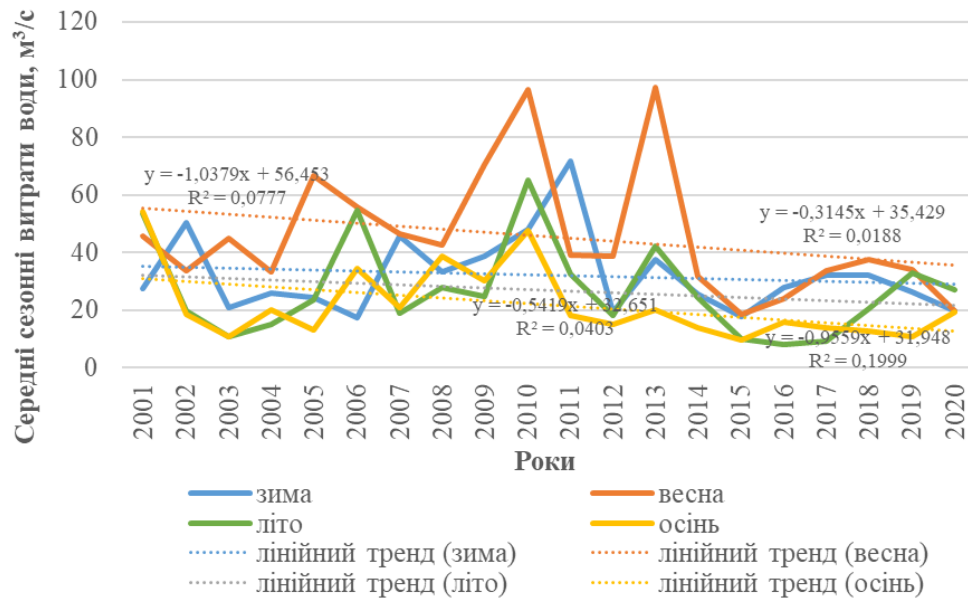


Рис. 4.16. Тенденції змін середніх сезонних витрат води р. Західний Буг впродовж 2001–2020 рр. (визначено й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

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 зимового й осіннього стоку є статистично значимими. Для р. Західний Буг характерне зростання часток зимового й літнього стоку, зменшення часток весняного й осіннього стоку (рис. 4.17 й 4.18), але тенденції цих змін статистично незначущі (табл. 4.6).

Таблиця 4.3

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

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Зима	0,0622	0,249	0,215	0,430	незначущий
Весна	0,1204	0,347	0,202	0,404	незначущий
Літо	0,1677	0,410	0,191	0,382	значущий
Осінь	0,2931	0,541	0,162	0,324	значущий

Таблиця 4.4

**Значимість лінійних трендів змін середніх сезонних значень витрат води р.
Західний Буг**

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Зима	0,0188	0,137	0,225	0,450	незначущий
Весна	0,0777	0,279	0,212	0,423	незначущий
Літо	0,0403	0,201	0,220	0,440	незначущий
Осінь	0,1999	0,447	0,184	0,367	значущий

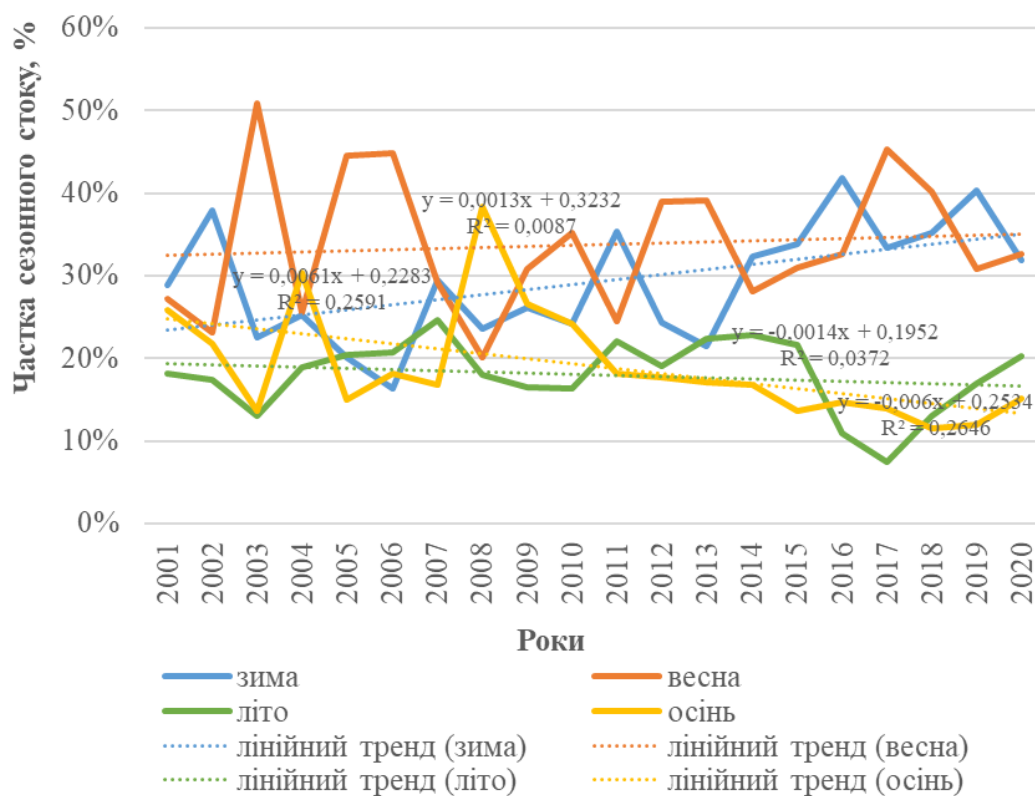


Рис. 4.17. Тенденції змін часток сезонного стоку р. Луга впродовж 2001–2020 рр. (визначено й побудовано за даними Волинського ЦГМ)

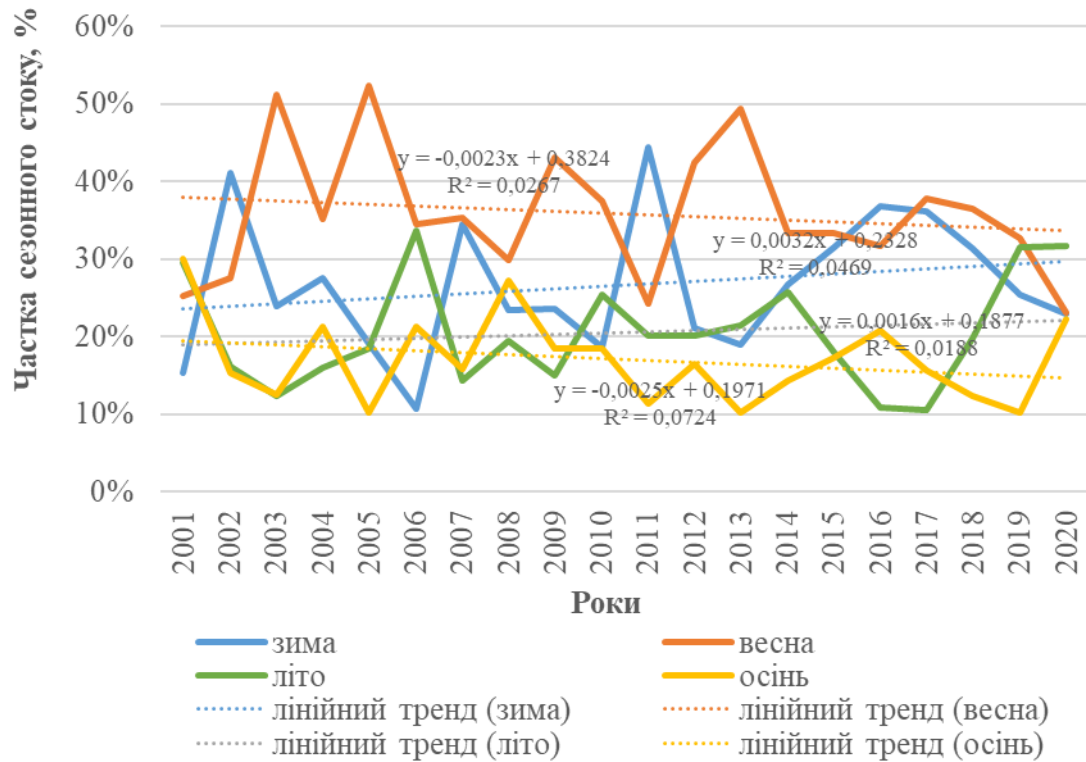


Рис. 4.18. Тенденції змін часток сезонного стоку р. Західний Буг впродовж 2001–2020 рр. (визначено й побудовано за даними ВОЦГМ)

Таблиця 4.5

Значимість лінійних трендів змін часток сезонних витрат води р. Луга

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Зима	0,2591	0,509	0,170	0,340	значущий
Весна	0,0087	0,093	0,227	0,455	незначущий
Літо	0,0372	0,193	0,221	0,442	незначущий
Осінь	0,2646	0,514	0,169	0,337	значущий

Таблиця 4.6

Значимість лінійних трендів змін часток сезонних витрат води р. Західний Буг

Період часу	Вірогідність апроксимації (R^2)	Коефіцієнт кореляції (R)	Середньо-квадратична похибка коефіцієнта кореляції (σ_R)	$2\sigma_R$	Статистична значущість лінійного тренду
Зима	0,0469	0,217	0,219	0,437	незначущий
Весна	0,0267	0,163	0,223	0,447	незначущий
Літо	0,0188	0,137	0,225	0,450	незначущий
Осінь	0,0724	0,269	0,213	0,426	незначущий

Таким чином, можна стверджувати, що сезонна структура водного стоку досліджуваних річок з плином часу змінюється. Частка зимового стоку збільшується у зв'язку з потеплінням зим і зростанням сум опадів (особливо рідких) в цей сезон. Зменшення весняного стоку р. Західний Буг спричинене зменшенням ролі повеней через потепління. Частка осіннього стоку знижується через зменшення опадів влітку і, як результат, зростання сухості і вологопоглинальної здатності ґрунтів під час дощів восени, зменшення кількості опадів у жовтні та листопаді, збільшення випаровування через підвищення температур повітря у цю пору року.

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З ПОКРАЩЕННЯ ГІДРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ РІЧОК БАСЕЙНУ ЗАХІДНОГО БУГУ

Геоєкологічна ситуація в басейні р. Західний Буг визначається якістю компонентів довкілля та їхньою стійкістю до антропогенних навантажень на рівні суббасейнів основних приток [40, с. 164].

Якість річкової води та осаду також залежить від дренажу зливових та стічних вод, а також від точкового та дифузного надходження забруднюючих речовин [5]. Основними джерелами забруднень річок басейну р. Західний Буг є зворотні води підприємств та комунальних господарств Володимирського району, а також забруднені води з території Львівської області. Проте більш складними для дослідження, вимірювань і ліквідації є дифузні забруднення водних об'єктів (змив речовин з поверхні водозбору та ґрунтового шару). До джерел дифузних забруднень р. Західний Буг та її приток відносять сільськогосподарський стік, стік із пасовищ і лісових масивів, із територій населених пунктів, тваринницьких комплексів і промислових майданчиків, атмосферні опади, які потрапляють безпосередньо на водозбірну площу та акваторію водотоків. За вмістом деяких хімічних елементів (азот амонійний, фосфор загальний, хлориди, СПАР) води річок Західний Буг та Луга не відповідають нормам. Найбільші річки річкової системи класифікуються як чисті, проте, за комплексною екологічною оцінкою поверхневих вод річки Західний Буг і Луга належать до слабозабруднених, тому їх використання можливе за попереднього очищення [45, с. 39; план].

Значне забруднення поверхневих вод у басейні річки Західний Буг, спричинено застарілими очисними спорудами або їх перевантаженням, наслідками сільськогосподарської, промислової та гірничо-добувної діяльності (Ертель та ін., 2012; Blumensaat et al., 2013; Tavares Wahren et al., 2012). Органічне забруднення є дуже небезпечним, адже може привести до значних змін кисневого балансу річкових вод і зміни видового складу гідробіонтів.

Поступлення біогенних речовин (насамперед сполук фосфору, нітрогену) є однією з головних причин евтрофікації водотоків. Отже, існує потреба адаптувати управління земельними ресурсами, щоб мінімізувати вимивання поживних речовин та інших хімічних речовин, враховуючи при цьому складність економічних, соціальних та екологічних процесів.

З кожним роком все більше актуалізується проблема управління відходами, їх кількість збільшується, виникають несанкціоновані звалища, залишається гострою проблема поводження з небезпечними відходами. У суббасейнах Західного Бугу на територіях Львівської та Волинської областей міститься понад 200 сміттєзвалищ загальною площею близько 200 га. Переважна більшість з них не мають потрібних дозвільних документів і не відповідає екологічним вимогам [72].

Ще однією з екологічних проблем басейну Західного Бугу є гідроморфологічні зміни, пов'язані з акумуляцією води в ставках та водосховищах вище гребель. Останні забезпечують протипаводковий захист нижче розташованих територій. У басейні Вісли наразі налічується понад 1800 ставків, значна частина з яких має незадовільний технічний стан. Більшість з них мають земляні греблі, деяі розмиті. Водоскидні споруди не відповідають сучасним вимогам. Наявність поперечних руслу споруд призводить до порушення природного руху води й наносів, а також [72].

До чинників негативного впливу природну морфологію русел досліджуваного басейну, берегів, заплав річок відносять також є урбанізацію, протипаводковий захист, сільське господарство, судноплавство. Через ці види діяльності річки на певних ділянках зазнали спрямлення, берегоукріплення, днопоглиблення, заплави розорані [72]. Міський розвиток трансформує гідрологічну систему шляхом будівництва водонепроникних поверхонь та систем дренажу зливових вод [5].

Оскільки водний режим річки значною мірою залежить від умов та чинників, що діють у межах водозбору, то для його оптимізації слід вживати низку заходів, з яких вважаємо необхідними:

1. Відновлювати водоохоронні зони і берегозахисні смуги відповідно до положень «Водного кодексу України».
2. Дотримуватися правового режиму зон санітарної охорони водних об'єктів.
3. Дотримуватися правового режиму зон, визначених для охорони економічно важливих водних видів, що представляють значну економічну цінність.
4. Підпорядкувати басейновому управлінню роботу усіх гідротехнічних споруд.
5. Облаштувати усі джерела в басейні.
6. Відновлювати природне меандрування.
7. Збільшити частку природних угідь басейну.
8. Заборонити розорювання заплав.
9. Укріплювати береги річки для запобігання зсувів та обвалів.
10. Упроваджувати агротехнічні, фітомеліоративні заходи.
11. Не допускати скидів забруднюючих речовин у водні об'єкти, модернізувати очисні споруди.
12. Розчищати русла в місцях інтенсивної евтрофікації.
13. Здійснювати інвентаризацію штучних водойм.
14. Здійснювати заходи і реконструкції чи ренатуралізації меліоративних систем.
15. Оздоровлювати лісові масиви шляхом проведення санітарних рубок та збільшення частки високобонітетних насаджень.
16. Своєчасно ремонтувати дорожнє покриття для уникнення інфільтрації забруднених поверхневих стічних вод.
17. Екологічно безпечно поводитися з відходами.
18. Здійснювати санітарно-гігієнічний моніторинг території.
19. Проводити роз'яснювальну роботу серед населення щодо дотримання режим регульованої господарської діяльності.

20. Розширювати природно-заповідну мережу в межах басейну (нині в басейні Вісли розташовано 13 об'єктів Смарагдової мережі, які займають приблизно 17 % площі водозбору [72]).

Стратегічне управління водними ресурсами на місцевому та національному рівнях із застосуванням басейнового підходу може бути рушійною силою для подолання викликів сучасного етапу кліматичних змін і розвитку суспільства, зокрема шляхом збереження річок, їх ефективного управління та узгодженої регіональної політики.

ВИСНОВКИ

Підсумовуючи дослідження багаторічної (2001–2020 рр.) динаміки й внутрішньорічного розподілу водного стоку р. Луга та Західний Буг можна констатувати:

1. Внутрішньорічний розподіл водного стоку річок залежить, насамперед, від кліматичних чинників, головно, від мінливості впродовж року опадів і випаровування. На особливості розподілу водного стоку за місяцями та сезонами також мають вплив розмір і форма басейну, гідрогеологічні та геоморфологічні умови, озерність, заболоченість, характер ґрунтово-рослинного покриву, лісистість, господарська діяльність у басейні та в межах заплавно-руслових комплексів.
2. Досліджуваний водозбір характеризується зростанням річних значень тривалості сонячного саява, температури повітря, тривалості метеорологічних весни та літа, зменшенням річних сум кількості опадів і тривалості зимового сезону.
3. Взимку зменшується тривалість сонячного саява, зростає температура повітря і кількість опадів. Навесні зменшується тривалість сонячного саява і кількість опадів, зростає температури повітря. Влітку зростає тривалість сонячного саява і температура повітря, зменшується кількість опадів. Восени зростає тривалість сонячного саява, температура повітря, спрямування змін кількості опадів відсутнє.
4. У січні зростають тривалість сонячного саява, температура повітря, кількість опадів. У лютому зменшується тривалість сонячного саява і кількість опадів, зростає температура повітря. У березні зростають тривалість сонячного саява і температура повітря, зменшується кількість опадів. У квітні зростають тривалість сонячного саява і температура повітря, зменшується кількість опадів. У травні зменшуються тривалість сонячного саява і температура повітря, зростає кількість опадів. У червні зростають тривалість сонячного саява і температура повітря, зменшується

кількість опадів. У липні зменшуються тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. У серпні зростають тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зменшується кількість опадів. У вересні зростають тривалість сонячного сяйва і температура повітря, зростає 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 зменшуються тривалість сонячного сяйва, зростають температура повітря і кількість опадів.

5. Норма стоку для р. Луга за весь період спостережень на гідропосту «Володимир» становить $4,26 \text{ м}^3/\text{с}$, для р. Західний Буг – $32,4 \text{ м}^3/\text{с}$.
6. На обох гідропостах досліджуваних річок простежується зменшення середньорічних витрат упродовж 2001–2020 рр. Лінійний тренд зміни середньорічних витрат для р. Луга є статистично значущим, для р. Західний Буг – статистично незначущий.
7. 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.
8. Багаторічна динаміка максимальних витрат має тенденцію до зниження значень на обох річках. Лінійні тренди при цьому статистично значущі.
9. Багаторічні коливання абсолютних річних мінімумів досліджуваних річок теж мають чітко виражену тенденцію до зменшення величин з часом. На гідропосту «Володимир» лінійний тренд зменшення мінімального стоку є статистично значущим.
10. На обох річках найбільші середньомісячні витрати спостерігаються у березні та квітні, найменші – у вересні.
11. Упродовж 2001–2020 рр. відбувається зменшення витрат води річки Луга в усі місяці року. Тенденції багаторічних змін витрат води липня–листопада є статистично значущими. Водний стік р. Західний Буг

- зменшується в усі місяці року, крім січня і червня. Зменшення стоку в серпні, вересні, листопаді є статистично значущим.
12. У сезонному розподілі водного стоку досліджуваних річок основна частка припадає на весну. Для р. Луга найменша частка стоку характерна для літа й осені (частки майже рівноцінні), для р. Західний Буг – для осені.
 13. Для річок Луга і Західний Буг спостерігається зменшення середніх витрат усіх сезонів. Тенденції змін осінніх витрат є статистично значущими для обох гідропостів, для р. Луга статистично значущим є також зменшення літніх витрат.
 14. Для р. Луга помітні тенденції до зростання часток зимового й весняного стоку, зменшення часток літнього й осіннього стоку. Лінійні тренди коливань зимового й осіннього стоку є статистично значимими. Для р. Західний Буг характерне зростання часток зимового й літнього стоку, зменшення часток весняного й осіннього стоку, але тенденції цих змін статистично незначущі.
 15. Частка зимового стоку збільшується у зв'язку з потеплінням зим і зростанням сум опадів (особливо рідких) в цей сезон. Зменшення весняного стоку р. Західний Буг спричинене зменшенням запасу снігу взимку через потепління і зменшення кількості опадів навесні. Частка осіннього стоку знижується через зменшення кількості опадів в літньо-осінній період і збільшення випаровування через підвищення температур повітря в ці сезони.
 16. Основними причинами зміни річного розподілу водного стоку досліджуваних річок за сезонами є: зростання температури повітря майже в усі місяці року, зменшення частки твердих опадів у холодний період року, зростання опадів під час зимової межени (у грудні, січні), зменшення опадів під час періодів весняного водопілля та літньо-осінньої межени (у березні, квітні, червні–серпні, жовтні, листопаді).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. 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.
2. 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.
3. Ertel A.-M., Lupo A., Scheifhacken N., Bodnarchuk T. Heavy load and high potential: Anthropogenic pressures and their impacts on the water quality along a lowland river (Western Bug, Ukraine). *Environmental Earth Sciences*. 2011. 65(5)/ P. 1459–1473. DOI: 10.1007/s12665-011-1289-0
4. Freshwater resources and their management / Jun Asanuma, Richard Betts, Stewart Cohen, Christopher Milly, Mark Nearing, Christel Prudhomme, Roger Pulwarty, Roland Schulze, Renoj Thayyen, Nick van de Giesen, Henk van Schaik, Tom Wilbanks, Robert Wilby; Coordinating Lead Authors: Zbigniew W. Kundzewicz, Luis José Mata. URL: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg2-chapter3-1.pdf> (дата звернення: 27.11. 2024).
5. Gurnell A., Lee M., Souche. Urban Rivers: Hydrology, Geomorphology, Ecology and Opportunities for Change. *Geography Compass*. 2007. 1 (5). P. 1118–1137. DOI:10.1111/j.1749-8198.2007.00058.x
6. Jiamin Wang, Yuping Guan, Lixin Wu, Xiaodan Guan, Wenju Cai, Jianping Huang, Wenjie Dong, Banglin Zhang. Changing Lengths of the Four Seasons by Global Warming. *Geophysical Research Letters*. 2021. Vol. 46. Issue 6. URL: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2020GL091753> (дата звернення: 11.04.2025).
7. Lukianets O., Obodovskyi O., Grebin V., Pochaievets O. Time series analysis

- and forecast estimates of the mean annual water runoff of rivers in of the Prut and Siret basins (within Ukraine). *Electronic book with full papers from XXVIII Conference of the Danubian Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management*. Kyiv, 2019. P. 133–139.
8. Pavlovska, T., Kovalchuk, Iv., Fedoniuk, M., Kovalchuk, Ir., & Fedoniuk, V. (2023, October). Trends in the Development of Deformations of the Turiya Riverbed (Volyn Polissia). In *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023»* (2–4 October 2023, Lviv). European Association of Geoscientists & Engineers. Vol. 2023, No. 1, pp. 1–5. DOI: 10.3997/2214-4609.2023510108
 9. 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.
 10. Peng Guo, Yingjie Wang, Yilin Yan, Fei Wang, Jiqiang Lyu & others. Assessing the Spatiotemporal Variations in the Hydrological Response of the Qin River Basin in Loess Plateau, China. 2024. 16(9), 1603. URL: <https://doi.org/10.3390/rs16091603>
 11. Renata J. Romanowicz. The Influence Of Climate Change On Hydrological Extremes: Floods & Droughts. October 2017. DOI: 10.31988/SciTrends.3899.
 12. Reshetchenko, S. I., Dmitriiev, S. S., Cherkashyna, N. I., & Goncharova, L. D. (2020). Climate indicators of changes in hydrological characteristics (a case of the Psyol river basin). *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Geology. Geography. Ecology"*, (53), 155-168. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2020-53-12>.
 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. Zabolotnia T., Gorbachova L., Khrystyuk B. Estimation of the long-term

- cyclical fluctuations of snow-rain floods in the Danube basin within Ukraine. *Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications*. 2019. Vol. 7 (2). P. 3-11.
15. Агропрогноз: особливості впливу вітру на майбутній урожай. Куркуль: онлайн-асистент фермера. URL: <https://kurkul.com/blog/677-agroprognosz-osoblivosti-vplivu-vitru-na-maybutniy-urojaj> (дата звернення: 11.05.2025).
 16. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Кущ М., Чернохова М., Гавранек М. Україна, шкода довкіллю, екологічні наслідки війни: електронне науково-популярне видання. 2022. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-war-damages-ua-version-04-low-res.pdf>
 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. Вишневський В. І., Куций А. В. Багаторічні зміни водного режиму річок України. Київ: Наукова думка, 2022. 252 с.
 19. 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.
 20. Горбачова Л. О. Багаторічні тенденції річного стоку води річок України та його кліматичних чинників. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 269. С. 94–106.
 21. Горбачова Л. О. Сучасний внутрішньорічний розподіл водного стоку річок України. *Український географічний журнал*, 2015. № 3. С. 16–23.
 22. 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.

23. Гоян Ю. О., Гопцій М. В., Кущенко Л. В. Особливості циклічності у коливаннях мінімального стоку у період межені на території Приазов'я за сучасних кліматичних умов. *Матеріали VIII Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»*. Харків, 2020. С. 52–54.
24. Гребінь В. В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
25. 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.
26. Данильченко О. С., Клок С. В., Карнаушенко Д. П. Динаміка водності річки Сули за даними гідрологічного поста міста Ромни у період з 1979 по 2019 роки. *Наукові записки СумДПУ імені А.С. Макаренка. Географічні науки*. 2022. Т. 2. Вип. 3. С. 8-18.
27. 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.
28. 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.
29. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К. Західний Буг. *Енциклопедія сучасної України* / ред. кол.: І. М. Дзюба [та ін.]; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001–2025.

30. Забокрицька М. Р., Хільчевський В. К., Манченко А. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу на території України. Київ: Ніка-центр, 2006. 184 с.
31. Загальна гідрологія: підручник / В. К. Хільчевський, О. Г. Ободовський, В. В. Гребінь та ін. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с.
32. Змодельовані історичні дані клімату і погоди для Volodymyr-Volynskyi. *Meteoblue*. URL: https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/climatemodelled/%d0%92%d0%be%d0%bb%d0%be%d0%b4%d0%b8%d0%bc%d0%b8%d1%80_ukraine_689378 (дата звернення: 29.05.2025).
33. Катинська І. В. Середньорічний стік і його мінливість на річках Закарпаття: дисертація на здоб. наук. ступ. к.г.н. за спец. 11.00.07 – Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. Одеський державний екологічний університет Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2017. 22 с.
34. Кихтенко Я. В., Тимофєєв В. Є. Порівняння супутникових та наземних даних спостережень тривалості сонячного сяйва на прикладі території України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2022. № 3 (65). С. 117–126.
35. Клименко В., Іваненко Л. Особливості внутрішньорічного розподілу стоку малих річок (на прикладі річки Уда). *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2018. (28). С. 40–47.
36. Ковальчук І. П., Ковальчук А. І., Ковальчук І. В., Царик Л. П., Павловська Т. С., Пилипович О. В. Концептуальні засади досліджень геоєкологічного стану річково-басейнових систем та їх цифрового атласного картографування. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка*. Серія: Географія. Тернопіль: СМП «Тайп». № 2 (55). 2023. С. 4–16.
37. Ковальчук І. П., Павловська Т. С. Річково-басейнова система Горині: структура, функціонування, оптимізація: монографія. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. 244 с.

38. 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.
39. Кошкіна О. В. Чинники, параметри та сучасні тенденції максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Десна: дисертація канд. геогр. наук. Київ, 2017. 236 с.
40. Курганевич Л., Вербенець Л. Оцінка антропогенного навантаження на річково-басейнову систему Рати. *Вісник Львівського університету. Серія географічна*. 2014. Випуск 47. С. 164–170.
41. Лобода Н. С., Овчарук В. А. Гідрологічні розрахунки: Конспект лекцій. Одеса: Вид-во 2005. 175 с.
42. Лук'янець О. І., Ободовський О. Г., Гребінь В. В. та ін. Просторові закономірності зміни середнього річного стоку води річок України. *Український географічний журнал*. 2021. № 1. С. 6–14.
43. 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.
44. 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.
45. Мельнічук М. М., Горбач В. В. Сучасний стан басейну річки Західний Буг у межах Волинської області. *Вісник ОНУ. Сер.: Географічні та геологічні науки*. 2020. Т. 25. Вип. 2(37). С. 30–41.
46. Мисковець І. Я., Мольчак Я. О. Гідрологія: навчальний посібник. Луцьк: ІВВ ЛНТУ, 2022. 318 с.
47. 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.
48. Ободовський О. Г., Курило С. М., Манівчук В. М., Данько К. О., Щегульна

- Я. О., Ободовський Ю. О. Гідрометеорологічні умови формування та прогноз максимальних витрат води весняного водопілля у верхній течії р. Чорна Тиса. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2010. Т. 3. С. 67–75.
49. Ободовський О. Г., Лук'янець О. І., Коноваленко О. С., Корнієнко В. О. Середній річний водний стік річок Українських Карпат та особливості його територіального розподілу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Вип. 4. С. 25–32.
 50. Овчарук В. А. Максимальний стік весняного водопілля рівнинних річок України: монографія. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2020. 300 с.
 51. Овчарук В. А., Гопченко Є. Д., Траскова А. В. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер. Харків: ФОП Панов А.М., 2017. 252 с.
 52. Олійник В. С. Дискусійні питання лісової гідрології. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2014. Т.3 (34). С. 8–15.
 53. Павельчук Є. М., Сніжко С. І. Гідролого-гідрохімічні характеристики річок Житомирського Полісся в умовах глобального. Житомир: В-во «Волинь», 2017. 244 с.
 54. Павловська Т. С. Географія Волинської області: навч. посіб./за ред. проф. І. П. Ковальчука. Луцьк: Вежа-Друк, 2019. 212 с.
 55. Павловська Т. С., Білецький Ю. В., Щесюк Є. Р. Багаторічні (1963–2020 рр.) коливання максимального стоку р. Прип'ять (гідропост „Люб'язь”). *Інноваційні тенденції сьогодення в сфері природничих, гуманітарних та точних наук: матеріали III Міжнародної наукової конференції (м. Рівне, 29 вересня, 2023 р.) / Міжнародний центр наукових досліджень. Вінниця: Європейська наукова платформа, 2023. С. 186–190.*
 56. 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.
57. Павловська Т. С., Федонюк М. А., Рудик О. В. Температурний режим повітря у Волинській області: хронологічний та хорологічний аспекти. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2023. Вип. 1. С. 39–48. DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2023.1.04>
 58. 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.
 59. Павловська Т. С., Білецький Ю. В., Валянський С. В. Просторовий розподіл і режим випадання атмосферних опадів у Волинській області. *Географічний часопис Волинського національного університету імені Лесі Українки*. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2024. Вип. 3. С. 13–23. DOI <https://doi.org/10.32782/geochasvnu.2024.3.02>
 60. 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.*
 61. Павловська Т. С., Гусев 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.*

62. 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>
63. 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*: збірник матеріалів VII Міжн. наук.-практ. конф. (м. Болонья; Італійська Республіка, 2025 р.). 2025. С. 615–619. DOI 10.36074/logos-06.06.2025.124
64. 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.
65. 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. [https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-12\(43\)-307-319/](https://doi.org/10.52058/2695-1592-2024-12(43)-307-319/)
66. 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.
67. Павловська Т., Білецький Ю., Ступницька М. Тривалість й часові рамки кліматичних сезонів на метеостанції Ковель. *Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів*: матеріали V Міжнар. наук.-практ. інтернет-

- конференції (м. Луцьк, 8–9 квітня 2021 р.)/за ред. Ю. М. Барського, С. О. Пугача. Луцьк: ПП Іванюк В. П., 2021. С. 70–72.
68. 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.
 69. Павловська Т., Мельничук М., Гарасимяк Л. Тривалість й часові рамки метеорологічної весни у Волинській області на початку ХХІ сторіччя. *Rozwój nowoczesnej edukacji i nauki – stan, problemy, perspektywy. Tom X: Efekty uczestnictwa w rozwoju nauk i edukacji na odległość*/[Red.: J.Grzesiak, I.Zymomrya, W.Ilnytskyj]. Konin – Użhorod – Chersoń: Poswit, 2021. 297–299 s.
 70. Панькевич А. С., Федонюк В. В. Роль вітрового режиму у формуванні екологічно сприятливого мікроклімату міського середовища у Луцьку. *Екологія, природокористування та охорона навколишнього середовища: прикладні аспекти*: матер. VI Всеукр. наук.-практ. заоч. конф. (м. Київ, 16 травня 2023 р.) / за заг. ред. Х.С. Мітюшкіної. Київ: МДУ, 2023. С. 97–100.
 71. Перхач О. Кіпчак Ф., Сиротюк М. Екологічна ситуація басейну річки Луга Волинської області. *Конструктивна географія і геологія*. 2016. № 1. С. 222–231.
 72. План управління річковим басейном Вісли (2025–2030). 2022. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/11/Persha-chastyna-Visla_PURB_23082022.pdf
 73. Рахматулліна Е. Р. Гідрологічний режим річок басейну Південного Бугу в зимовий період в умовах змін клімату: дис. ... канд. геогр. наук. Київ: 2015. 257 с.
 74. Сливка П. Д., Гопчак І. В. Методичні вказівки до виконання гідрологічних розрахунків в курсових та розрахунково-графічних роботах з дисциплін

- «Інженерна гідрологія» та «Водні ресурси» для студентів усіх спеціальностей НУВГП денної та заочної форми навчання. Рівне, 2009. 48 с.
75. Сніжко С., Яцюк М., Купріков І., Шевченко О. та ін. Оцінка можливих змін водних ресурсів місцевого стоку в Україні в ХХІ столітті. *Водне господарство України*. 2012. № 6 (102). 8–15 с.
 76. Сніжко С. І., Ободовський О. Г., Шевченко О. Г. та ін. Регіональна оцінка зміни водного стоку річок Українських Карпат під впливом зміни клімату. *Український географічний журнал*. 2020. № 2. С. 20–29.
 77. 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.).
 78. Хільчевський В. К., Гребінь В. В., Забокрицька М. Р. Оцінка гідрографічної мережі району річкового басейну Вісли (Західного Бугу та Сяну) на території України згідно типології Водної рамкової директиви ЄС. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 1. С. 29–41.
 79. Хільчевський В. К., Забокрицька М. Р., Петрик Н. В. Гідрохімія транскордонної річки Західний Буг на території України. *Географія та туризм*. 2018. Вип. 44. С. 120–131.
 80. Чорноморець Ю. О., Лук'янець О. І. Вплив сучасних змін у співвідношенні сніго-дощового живлення річок на структуру водного балансу їх басейнів (на прикладі річкового басейну Ворскли). *Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія*. 2019. № 4 (55). С. 40—52.
 81. Шакірманова Ж. Р., Бурлуцька М. Е. Гідрологічні розрахунки і прогнози: конспект лекцій. Одеса, 2016. 158 с.
 82. Шевченко О. Л., Лободзінський О. В., Наседкін І. Ю., Чорноморець Ю. О., Шклярєнко В. В. Розчленування гідрографів річок з урахуванням даних гідрогеологічних спостережень. *Геологічний журнал*. 2024. № 1 (386). С. 32–46. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2024.1.288190>

83. Яков'юк В. Еколого-економічна оцінка транскордонних водних ресурсів басейну річки Західний Буг. *Суспільно-географічні чинники розвитку регіонів*: Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Луцьк, 2016 р.). Луцьк: ПП Іванюк В. П., 2016. URL: <https://konfgeolutsk.wordpress.com/2016/11/> (дата звернення: 11.04.2025 р.).