

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології

Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Оцінка біоти річки Десна та заходи покращення її екологічного стану»

Будік Юлія Володимирівна

Київ 2025 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2025 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

«Оцінка біоти річки Десна та заходи покращення її екологічного стану»

Виконав студент групи ТЗНСс-22

Спеціальність: 183 «Технології
захисту навколишнього середовища»

Будік Ю.В.

Керівники: к.т.н., доц. Жукова О.Г.

Київ 2025 р

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: інженерних систем та екології

Кафедра: технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

Освітній рівень: бакалавр

Спеціальність: 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ткаченко Т.М. _____

„___” _____ 2025 року

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

_____ Будік Юлія Володимирівна _____

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи: «Оцінка біоти річки Десна та заходи покращення її екологічного стану»

2. затверджена наказом ректора КНУБА № _____ від «__» _____ 20__ р.

2. Керівники роботи: к.т.н., доц. Жукова О.Г.

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ. Гідроекологічна характеристика місця росташування р.Десна. Просторово-часові тенденції основних гідрометеорологічних характеристик весняних водопіль. Вплив кліматичних чинників на формування гідрографів весняного водопілля. Екологічна оцінка якості вод р.Десна. Оцінка екологічного стану зоопланктону р. Десни. Висновки. Список використаної літератури.

5. Графічний матеріал: дипломна робота містить 18 рисунків та 16 таблиць з вихідними даними та розрахунками.

6. Календарний план виконання роботи: а) наукова частина;
б) практична частина.

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Вступ	
Гідроекологічна характеристика місця росташування р. Десна	
Просторово-часові тенденції основних гідрометеорологічних характеристик весняних водопілля	
Вплив кліматичних чинників на формування гідрографів весняного водопілля	
Екологічна оцінка якості вод р. Десна	
Оцінка екологічного стану зоопланктону р. Десни	
Висновки	
Список використаної літератури	
Остаточне оформлення роботи	
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	
Попередній захист роботи на кафедрі	

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			

8. Дата видачі завдання _____

Зав. Кафедри

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Реферат

Робота викладена на 128 сторінках друкованого тексту, містить 18 рисунків та 16 таблиць. Перелік посилань включає 87 джерел.

В нинішній час в умовах загального зарегулювання рівнинних річок України р. Десна залишилась єдиним крупним водотоком з практично незмінним гідрологічним режимом. Антропогенний вплив в межах української частини басейну Десни досить помірний і механізми самоочищення річки на теперішній час ще діють, але в найближчому майбутньому ситуація може погіршитись, тому всебічне вивчення всього природного комплексу в басейні Десни має неабияке значення. Макрозообентос є однією з найважливіших ланок будь-якої гідроекосистеми, оскільки більшість сучасних методик визначення якості води базується на показниках угруповань донних безхребетних. В той же час, на сучасному етапі він є найменш вивченою природною складовою басейну Десни. Тому дослідження донної фауни саме цієї річки досить актуальне.

Важливість досліджуваної теми також полягає в тому, що екологічний стан річки Десна в Україні погіршується через нераціональне використання водних ресурсів, значний вплив техногенних факторів, що становить серйозну загрозу для поточних та майбутніх поколінь

Ключові слова: екологічна безпека, водний басейн, екосистема, водопілля, якість води, зообентос, біота.

Abstract

The work is presented on 127 pages of printed text, contains 18 figures and 16 tables. The list of references includes 87 sources.

At present, in the conditions of general regulation of the plain rivers of Ukraine, the Desna River has remained the only large watercourse with a practically unchanged hydrological regime. Anthropogenic impact within the Ukrainian part of the Desna basin is quite moderate and the self-purification mechanisms of the river are still operating at present, but in the near future the

situation may worsen, therefore a comprehensive study of the entire natural complex in the Desna basin is of great importance. Macrozoobenthos is one of the most important links of any hydroecosystem, since most modern methods of determining water quality are based on indicators of benthic invertebrate communities. At the same time, at the present stage it is the least studied natural component of the Desna basin. Therefore, the study of the benthic fauna of this particular river is quite relevant.

The importance of the topic under study also lies in the fact that the ecological state of the Desna River in Ukraine is deteriorating due to the irrational use of water resources, the significant impact of technogenic factors, which poses a serious threat to current and future generations.

Keywords: ecological safety, water basin, ecosystem, water meadow, water quality, zoobenthos, biota.

Зміст

	Вступ.....	8
Розділ 1	Гідроекологічна характеристика місця розташування р.Десна.....	11
1.1.	Фізико-географічна характеристика території розташування р. Десна.....	11
1.2.	Кліматична характеристика території розташування р.Десна.....	20
1.3.	Рельєф	28
1.4.	Характеристика гідрологічних та гідрохімічних показників р. Десна.....	32
Розділ 2	Просторово-часові тенденції основних гідрометеорологічних характеристик весняних водопіль..	36
Розділ 3	Вплив кліматичних чинників на формування гідрографів весняного водопілля.....	58
Розділ 4	Екологічна оцінка якості вод р.Десна.....	70
4.1.	Якісна характеристика стану водних екосистем р.Десна.....	78
4.2.	Оцінка кількісного та якісного стану вод р.Десна.....	80
Розділ 5	Оцінка екологічного стану зоопланктону р. Десни.....	99
	Висновки	118
	Список використаної літератури.....	120

Вступ

Актуальність роботи. В нинішній час в умовах загального зарегулювання рівнинних річок України р. Десна залишилась єдиним крупним водотоком з практично незмінним гідрологічним режимом. Антропогенний вплив в межах української частини басейну Десни досить помірний і механізми самоочищення річки на теперішній час ще діють, але в найближчому майбутньому ситуація може погіршитись, тому всебічне вивчення всього природного комплексу в басейні Десни має неабияке значення. Макрозообентос є однією з найважливіших ланок будь-якої гідроекосистеми, оскільки більшість сучасних методик визначення якості води (деякі з них рекомендовані ВРД ЄС) базується на показниках угруповань донних безхребетних. В той же час, на сучасному етапі він є найменш вивченою природною складовою басейну Десни. Тому дослідження донної фауни саме цієї річки досить актуальне.

Важливість досліджуваної теми також полягає в тому, що екологічний стан річки Десна в Україні погіршується через нераціональне використання водних ресурсів, значний вплив техногенних факторів, що становить серйозну загрозу для поточних та майбутніх поколінь.

Оцінка якості поверхневих вод заснована на екологічній класифікації, що включає набір гідрофізичних, гідрохімічних та гідробіологічних показників, які відображають характеристики водних екосистем. Ця класифікація, що базується на інтегральному показнику забруднення, виступає критерієм для оцінки якості поверхневих вод і є частиною нормативної бази для оцінки стану навколишнього середовища та впливу людської діяльності на природу. Екологічну оцінку здійснювали за допомогою інтегрального показника забруднення вод. Екологічні ризики, пов'язані з господарською діяльністю в Київській та Черкаській областях, вимагають застосування комплексного підходу для аналізу тривалих

тенденцій та закономірностей змін у якісних показниках поверхневих вод річки Десна.

Аналіз нинішнього екологічного стану вод Десни на території України показує, що негативні зміни у річці продовжуються. Річка страждає від забруднення хімічними речовинами, що потрапили до водойм через зливи стічних вод від промислових об'єктів, що призвело до втрати її природної функції.

Проблема якісного та кількісного виснаження водних ресурсів щороку загострюється. Стан водної екосистеми річки Десна в областях, де розташовані очисні споруди, свідчить про зростаюче техногенне навантаження, що спричиняє її деградацію. Для поліпшення ситуації важливо визначити пріоритетні напрями екологічної діяльності. Актуальним залишається аналіз стану вод Десни та ефективності роботи очисних споруд, які впливають на поверхневі води.

Метою досліджень є оцінка екологічного стану вод та бентосу річки Десна.

Об'єкт дослідження: закономірності формування різноманіття зообентосу у руслі, заплавних водоймах та гирлових ділянках приток Десни та оцінка їхнього сучасного екологічного стану в басейні річки.

Предмет дослідження: басейн річки Десна.

Методи дослідження: аналіз, порівняння, синтез і систематизація; узагальнення науково-теоретичних і дослідних даних; системний підхід, методи спостереження та порівняння.

Практичне значення одержаних результатів. Отримані дані про видовий склад, динаміку кількісних показників, біоіндикаційні характеристики донних угруповань ширше розкривають їх роль у процесах функціонування прісноводних біоценозів. Результати роботи можуть бути використані для прогнозування змін в екосистемах, які зазнають антропогенного впливу, що призводить до змін у видовому складі та кількісних показниках популяцій домінуючих видів макрозообентосу.

Завдання роботи:

- дослідити багаторічні зміни якісного складу та структурнофункціональних характеристик макрзообентосу різних ділянок басейну Десни на основі аналізу літературних джерел та власних досліджень;
- встановити домінуючі групи макрзообентосу в руслі Десни з урахуванням біотопічної приналежності та описати основні ценози донної фауни річкової екосистеми;
- дати характеристику екологічному стану річки Десна;
- запропонувати заходи щодо покращення екологічного стану водного басейну.

Розділ 1

Гідроекологічна характеристика місця росташування р.Десна

1.1. Фізико-географічна характеристика території розташування р. Десна

Річка Десна є найбільшою лівобережною притокою річки Дніпро з довжиною 1130 км. За обсягом водозбору вона посідає друге місце (89 174 км²) після річки Прип'ять (104 720 км²). В межах України довжина Десни становить 591 км, з ухилом русла 1 м/км.

Басейн річки Десна в Україні охоплює площу 34,2 тис. км², розподілений між областями: Чернігівською – 22,7 тис. км², Сумською – 10,8 тис. км² та Київською – 0,7 тис. км². Згідно з гідрографічним районуванням, басейн Десни належить до суббасейну першого порядку в басейні Дніпра і має значний водноресурсний потенціал та роль у соціальному і економічному розвитку країни.

На своєму шляху Десна має 18 правих приток, серед яких найбільші – Судость (197 км) та Снов (199 км), і 13 лівих приток, з основними - Сейм (597 км) і Остер (137 км). Загалом водозбірний басейн річки нараховує 292 річки.

У басейні річки Десна, що охоплює Чернігівську, Сумську та Київську області, протікає 1158 малих річок з загальною довжиною 7065 км. Також у басейні нараховується 1648 природних озер з загальною площею водного дзеркала 6999,5 га та об'ємом 139,47 млн м³.

Згідно з даними Державної гідрометеорологічної служби Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи, середня багаторічна витрата води річки Десни протягом періоду спостережень з 1884 по 2010 роки становить 329 м³/с. Найвища витрата води зафіксована 18 квітня 1917 року і склала 8029 м³/с, тоді як найнижча – 36,0 м³/с, була зафіксована з 14 по 21 вересня

1891 року [5]. За даними за 2011 рік, середня витрата води річки Десни становить 244 м³/с. Річний стік води Десни в середньоводний рік складає 10,229 км³, а в маловодний рік – 6,242 км³.



Рис.1.1. Фізико-географічне розташування р.Десна

У басейні річки Десни протягом середньоводного року формується приблизно 22% поверхневого стоку річки Дніпро та близько 15% стоку усіх річок, що є її основними притоками [6-8].

Середня глибина річки Десни на більшій частині її протяжності в Україні коливається від 2 до 4 метрів, а максимальна глибина досягає 17 метрів. Живлення річки переважно снігове, що є типовим для цього регіону. Гідрологічний режим Десни визначається весняною повінню з широкими розливами, а також низьким літнім меженням. Амплітуда коливань рівня води становить від 3 до 4 метри.

Десна замерзає у грудні, а лід сходить у березні. Основний напрямок течії річки меридіональний — з півночі на південь. Проте, на деяких ділянках річка змінює свій напрям: від гирла річки Столбянки до міста Брянськ течія

має південно-східний напрямок, а від села Гостра Лука до міста Чернігова — південно-західний.



Рис. 1.2. Карта розміщення метеорологічних станцій у межах та поза межами басейну р. Десна

Річка Десна є основною водною артерією Лівобережного Полісся. Згідно з фізико-географічним районуванням, басейн Десни в межах України належить до Чернігівського і Новгород-Сіверського Полісся, які є частинами Поліської провінції [9]. Чернігівське Полісся — це фізико-географічна область у зоні мішаних лісів, що простягається від Дніпра на заході до її східної межі, що проходить поблизу гирла річки Ревна. Територія лежить на північно-західній частині Придніпровської низовини і зливається з Полісько-Прип'ятською низовиною на півночі Києва. Поверхня регіону має загальний похил з півночі на південь із висотними показниками від 178 м у с. Лемеші до 95 м у гирлі Десни.

Геоморфологічно, Чернігівське Полісся являє собою низовинну моренно-зандрову рівнину з невеликими лесовими островами, розчленовану

численними долинами [10-11]. Клімат регіону помірно континентальний з високою вологістю і слабкими вітрами. Зима характеризується більш низькими температурами порівняно з західними областями та тривалим сніговим покривом.

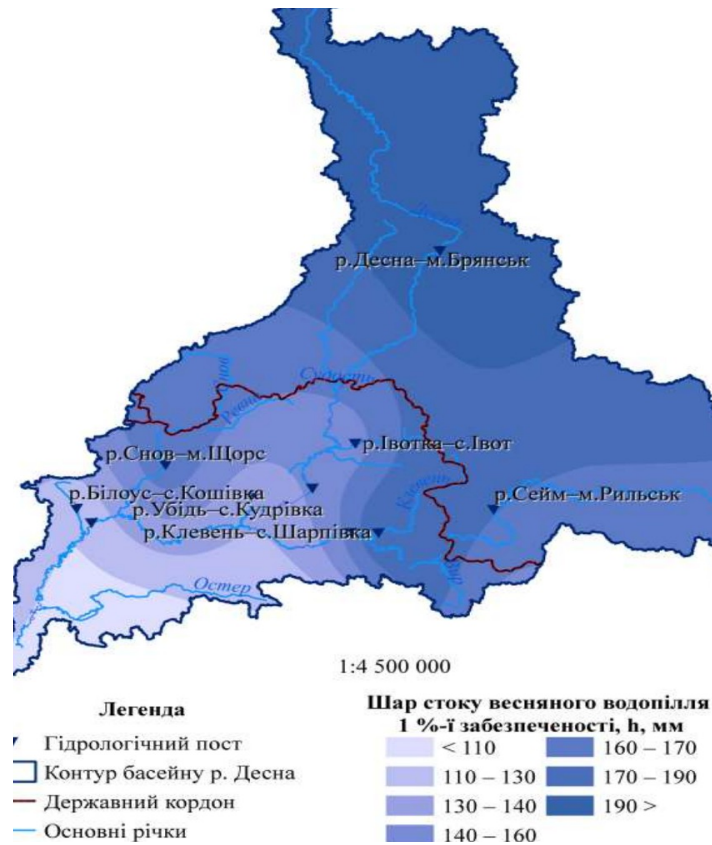


Рис. 1.3. Просторовий розподіл шару стоку весняного водопілля 1% забезпеченості в басейні р. Десна

Річкова мережа Чернігівського Полісся густа, з річками, що мають невелике падіння, спокійну течію і меандрування. У долинах річок знаходиться багато заплавних озер. Заболоченість території велика, із значною площею торф'яних боліт, переважно низовинного типу. Найбільші болота включають Замглай, Остерське, Сновське, Смолянка, Доч-Гали, Видра та Паристе, більшість з яких меліоровані для аграрного використання. Грунтовий покрив Чернігівського Полісся домінують дерново-підзолисті ґрунти, а також значні території займають болотні та сірі лісові ґрунти, останні з яких є найбільш родючими. Однією з особливостей природних умов регіону є наявність засолених ґрунтів, зокрема лучних содових солончаків та

солонців, які зустрічаються переважно на лесових “островах” на терасах, де ґрунтові води знаходяться близько до поверхні.

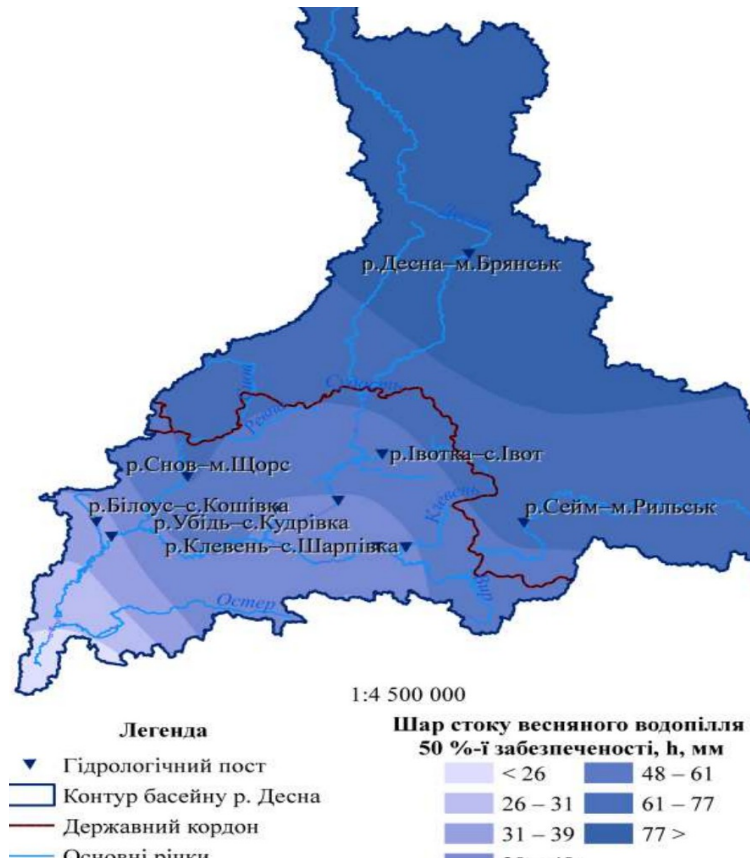


Рис. 1.4. Просторовий розподіл шару стоку весняного водопілля 50% забезпеченості в басейні р. Десна

Лучні солонцюваті та осолоділі ґрунти характерні для долин Десни. Площа лісів у Чернігівському Поліссі становить 15-18%, що є одним з найменших показників серед поліських областей. Преобладають соснові та дубово-соснові ліси, менш поширені листяні ліси. Регіон також є східною межею суцільного поширення граба.

Найбільші лісові масиви збереглися у межиріччі Десни, на лівобережній терасі Замглаю, та у межиріччі Снова і Десни. Великі площі також займають заплавні та суходільні луки, а болотні масиви покриті рослинністю, яка вологолюбна, включаючи різні види осоки, очерет, рогіз, ситник та інші.

Ландшафтна структура області відрізняється тим, що 63% території є поліськими місцевостями, а понад 18% мають лісостепові риси. У регіоні

також широко розвинені надзаплавно-терасові місцевості з дерново-середньопідзолистими ґрунтами.

У регіоні Чернігівського та Новгород-Сіверського Полісся широкі смуги лучно-болотних місцевостей простягаються вздовж річок Дніпро, Десна, Снов, Сейм та інших. Ці території активно використовуються під сільськогосподарські угіддя, а ліси на них збереглись лише невеликими масивами. Значно більше залісені перші надзаплавні тераси, де переважають борові та суборові ліси.

Своєрідність цього регіону також проявляється у піщано-болотних долинах, які є типовими для північно-східної частини Чернігівського Полісся на межі з Новгород-Сіверським Поліссям, особливо у межиріччі Снову і Десни. Ці місцевості характеризуються лучно-болотними утвореннями в сучасних заплавах річок, займаючи значні площі і піднімаючись на 1,5-2 м над рівнем води. Заплави багаті озерами, старицями, протоками та замкнутими зниженнями.

Заплавні луки мають велике господарське значення, а характерні для регіону лесові "острови" на вододілах і терасах часто перетворюються на сільськогосподарські угіддя з розвиненою яружною ерозією. Ці лесові "острови" в основному покриті лісостеповими ландшафтами із сірими лісовими ґрунтами.

Новгород-Сіверське Полісся, яке займає східну частину Українського Полісся, охоплює північно-східну частину Чернігівської області та північно-західну частину Сумської області. Ландшафти цього регіону мають перехідний характер від поліських до північнолісостепових, демонструючи унікальне поєднання природних зон.

Новгород-Сіверське Полісся відзначається унікальними природними умовами, що значно відрізняються від Чернігівського за своїм геоструктурним положенням. Регіон має іншу геологічну будову, яка впливає на рельєф, гідрологічні умови та процеси ґрунтоутворення. Зокрема, для області характерні породи крейдового віку, такі як мергель і крейда. Ці

породи, які часто відслонюються у річкових долинах, високо підняті над місцевим базисом ерозії і на них часто збереглися палеогенові відклади з невеликою потужністю.

Частина Новгород-Сіверського Полісся є еродованою височиною, де річкові долини глибоко врізаються в корінні породи, створюючи яри і балки. На крейдових відкладах сформувалися карстові форми рельєфу, такі як лійки і провали. Глибинна водна ерозія активно розвивається на лесових "островах" і в прирічкових місцевостях моренно-зандрових рівнин, особливо на правобережжі Десни.

Ерозійна діяльність особливо активна на правобережжях річок Снов, Білоус, Убедь, Десна, де еродовані лесові рівнини з ґрунтами, пошкодженими ярами і балками, є дуже поширеними. Рівень місцевого базису ерозії у Новгород-Сіверщині (правобережжя Десни) коливається від 50 до 85 метрів, що сприяє великій густоті яружно-балкової мережі з індексом 1-1.2 км/км², значно перевищуючи показники в інших поліських областях.

Ерозійні процеси в Новгород-Сіверському Поліссі набирають найбільшої інтенсивності під час сніготанення та сильних злив. Інтенсивне змивання зменшує вміст гумусу в ґрунтах, видаляє рухливі поживні речовини, знижує водотривкість структури і зв'язність ґрунтів, що негативно впливає на їх якість і продуктивність.

Клімат у цьому регіоні відрізняється від інших поліських областей більшою континентальністю, що сприяє вищим температурним контрастам між зимою та літом. Ліси та чагарники займають близько 33% території регіону, серед яких переважають субори та сугрудки, які є типовими для цих місць. Значна частина земель, близько 46%, використовується під сільськогосподарські угіддя.

Ландшафт регіону переважно складається з моренно-зандрових місцевостей з дерново-слабокідзолістими та середньокідзолістими ґрунтами, що покривають субори та бори. Яружно-балкові ландшафтні

форми розвинені не лише на лесових "островах", але й на підвищених ділянках крейдових порід, де часто зустрічаються яри, балки, лощини та делювіальні схили зі змитими ґрунтами.

Заплавні місцевості в долині Десни дуже різноманітні і своєрідні, з шириною від 1 до 4 км. На цих територіях поширені мокрі та сухі луки, болота, озера, стариці, лісові та чагарникові ділянки, які формують унікальні екосистеми [9].

Головна річка Чернігівщини – [Десна](#), яка тече з північного сходу на південний захід. Її ліві притоки – [Сейм](#), [Доч](#), [Остер](#); праві – [Убідь](#), [Мена](#), [Снов](#), [Білоус](#).

Відповідно до класифікації річок України, річки області поділяються на великі річки довжиною 657,6 км, середні – 767,4 км та малі – 4374,8 км.

Корисні копалини області – вуглеводні, [торф](#), [фосфорити](#), [крейда](#), [вапняки](#), [каолін](#).

Близько 4,5 % території Чернігівщини становлять торф'яники. Найбільші з них – Замглай, Остерське, Сновське, Смолянка. Ґрунти в північній (поліській) частині чернігівських земель переважно дерново-підзолисті, а також сірі й світло-сірі опідзолені та торф'яно-болотисті; у смузі лісостепу – [чорноземи](#).

Область лежить у зонах мішаних лісів і лісостепу. Загальна площа земель лісового фонду становить 740,2* тис. га, у тому числі вкритих лісовою рослинністю – 659,9* тис. га. Відсоток вкритих лісом площ у різних районах неоднаковий: лісистість у північній частині – 20-41% від загальної площі району, південних – 7-20%.

На півночі Чернігівщини переважають мішані ліси – [сосна](#), [дуб](#), [береза](#), [осика](#), [чорна вільха](#), [граб](#) (лише в західній частині), [тополя](#); в південному лісостепу – невеликі, переважно, дубові ліси.

Басейн річки Десни характеризується як підвищена, слабохвиляста рівнина з висотою приблизно 200 метрів над рівнем моря і з легким ухилом з

північного сходу на південний захід. Заплава річки належить до типу заплавного лучно-болотного ландшафту, який є типовим для цього регіону.

Згідно з геоботанічним районуванням, заплава Десни відноситься до Поліської підпровінції Східноєвропейської провінції широколистяних лісів, що входить до складу Чернігівсько-Новгород-Сіверського (Східнополіського) геоботанічного округу. У цьому окрузі виділяють вісім геоботанічних районів, кожен з яких має свої унікальні рослинні спільноти та екосистеми.

Територія долини річки Десна відзначається значною протяжністю та включає в себе різноманітність біотопів. Зокрема, тут присутні типові заплавні екосистеми, які охоплюють заболочені луки, прирічкові лісосмуги, а також соснові бори та різні типи широколистяних і мішаних лісів. На Новгород-Сіверському Поліссі можна знайти азональні степові ділянки та кальцифільні рослинні угруповання, що розташовані на виходах крейди. Заплава Десни також вирізняється своєю різноманітністю, включаючи велику кількість стариць та озер, що разом з варіативністю глибини та швидкості течії створює унікальні умови для існування безхребетних.

Очікується, що на території долини Десни може бути виявлено близько тисячі видів безхребетних. Деякі з цих видів добре досліджені та широко поширені по всьому регіону, в той час як екологічні особливості багатьох інших залишаються недостатньо вивченими. Важливим завданням є ідентифікація рідкісних видів, занесених до Червоної книги України та міжнародних червоних списків. Часто такі види виконують роль індикаторів, а їх присутність дозволяє оцінювати ідентичність біотопу та рівень його антропогенного впливу.

Збереження природної мозаїки ландшафтів в заплавах Десни не тільки підтримує популяції місцевих та глобально рідкісних видів, а й може свідчити про присутність видів, що раніше вважалися зниклими в цьому регіоні або не були виявлені через недостатні дослідження. Втім, охорона безхребетних представляє певні складнощі, зокрема, через труднощі з

розробкою та впровадженням специфічних охоронних програм, спрямованих на певний вид. Часто захист безхребетних зводиться до охорони їхніх біотопів. Також важливими є індикаторні види, які можуть дати цінну інформацію про стан екосистем, до яких належать бабки, поширені у всіх біотопах долини Десни і пов'язані з її заплавою.

На території заплави річки Десни в Україні зафіксовано 50 видів бабок, що становить 68% від загальної кількості видів бабок, зареєстрованих в Україні. Серед них 6 видів знаходяться під охороною: *Calopteryx virgo* та *Anax imperator* внесені до Червоної книги України; *Aeshna viridis*, *Stylurus flavipes*, *Leucorrhinia caudalis*, *Leucorrhinia pectoralis* внесені до Додатків Бернської конвенції. Захист цих видів є критично важливим для збереження біологічної різноманітності та екологічної стабільності заплавних біотопів річки Десни.

1.2. Кліматична характеристика території розташування р.Десна

Середньорічна температура повітря становить 6-8° тепла. За останні роки спостережень виявляється чітка тенденція до підвищення середньорічної температури повітря, головним чином за рахунок зимових місяців. Середня температура найхолоднішого місяця року (січень) становить 6-7° морозу, найтеплішого місяця (липень) досягає 19-20° тепла, але в окремі роки температура повітря помітно відхиляється від цих величин. Різниця в середньорічній температурі повітря північної і південної частини області складає біля 1°. Абсолютний максимум температури повітря 41,4° тепла зафіксований у серпні 2010 року метеостанцією Семенівка, абсолютний мінімум 40,2° морозу спостерігався у січні 1987 року на метеостанції Нові Млини Борзнянського району (станція закрита у 1988 році).

Тривалість періоду з середньодобовою температурою повітря нижче 0° на території області за рік становить в середньому 104-119 днів, а вище 0° – 246-261 день.

Середня дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0° в бік підвищення (початок весни) спостерігається у період 28 лютого – 5 березня, у північно-східних та східних районах 9-13 березня. Середня дата стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0° у бік зниження (початок зими) спостерігається 23-25 листопада, у східних та північно-східних районах 19-21 листопада.

Стійкий сніговий покрив утворюється у другій половині листопада або у першій половині грудня. Середня висота снігового покриву 8-16 см. Максимальної висоти 43-59 см сніговий покрив досягав у першій десятиденці березня 1987 року. Глибина промерзання ґрунту дуже різна і в найбільш холодні та малосніжні зими (1986 рік) у північних та південно-східних районах ґрунт промерзав на 140-150 см. В останні 10 років інколи стійкий сніговий покрив не встановлювався, а ґрунт промерзав слабо, або навіть взагалі не промерзав.

На території області випадає в середньому 594-676 мм опадів за рік. Найбільша місячна кількість опадів припадає на червень - липень, найменша – на січень - березень. Найбільша добова кількість опадів іноді сягає 100-140 мм.

Річний розподіл напрямків вітру на території області нерівномірний. Найчастіше повторюються західні та південні вітри. В холодний період року переважають вітри південно-західного та південного напрямків, а в теплий – західного та північно-західного. Середня річна швидкість вітру становить 3-4 м/с. За рік може спостерігатися до 20 днів з максимальною швидкістю вітру 15 м/с і більше.

Чернігівська область належить до зони достатнього зволоження. Середня річна відносна вологість повітря складає 75-80 % (від 50-70 % у липні-серпні до 80-95 % взимку). Протягом року спостерігається від 20 до 44 днів з відносною вологістю повітря 30 % і менше.

Особливості фізико-географічного розташування території Чернігівщини та сезонних атмосферних процесів над нею обумовлюють

виникнення таких небезпечних явищ погоди як сильний вітер, хуртовини, ожеледь, тумани в зимовий період та сильні опади, грози, град влітку.

Чернігівська область розташована в басейні річки Дніпро в суббасейнах Верхнього Дніпра, річки Десна та суббасейні Середнього Дніпра.

Басейн річки Десна розташований у помірному кліматичному поясі, де чітко виражені всі чотири пори року. Зима триває з останньої декади листопада до кінця лютого, зі середньодобовими температурами нижче 0 °С та формуванням стійкого снігового покриву. Зимові місяці характеризуються хмарною погодою з опадами у вигляді снігу та дощу, особливо під час проходження циклонів.

Літо в басейні Десна тепле з середньою температурою найтеплішого місяця (липень) приблизно 19,4 °С. Опади, які становлять від 590 до 640 мм на рік, переважно приносять західні і північно-західні вітри.

Весняні заморозки закінчуються у першій половині квітня, а осінні починаються вже на початку жовтня, що сприяє тривалому вегетаційному періоду. Такі кліматичні умови забезпечують сприятливі умови для розвитку різноманітної рослинності та рекреаційної діяльності. Клімат, світло та вологість повітря в басейні Десна створюють оптимальні умови для цілорічного рекреаційного використання, що разом із соціально-економічними умовами регіону підкреслює його потенціал як важливого рекреаційного ресурсу.

У ході роботи виявлено недоцільність інтерполяції усереднених норм суми опадів за період весняного водопілля, як непрямого методу визначення цього показника в суббасейнах, неохоплених гідрометеорологічними спостереженнями. Адже в гідрології дати й тривалість, за яку сумується кількість опадів, визначаються даними гідрологічного поста за період водопілля та входженням/невходженням метеорологічної станції в той чи інший суббасейн гідрологічного поста, як окремий часовий зріз. Ситуацію вичерпно ілюструє рис. 1.5, на якому чітко простежується ця залежність у

центральной части бассейна р. Десна, суббассейн гидрологического поста притоки I-го порядка р. Івотка, метеорологическая станция Дружба (54,8 мм осадков за 44 дня водопілля).

Таблиця 1.1. Параметри клімату м. Чернігів

Клімат Чернігова									
Показник	Січ.	Трав.	Че рв.	Серп.	Ве р.	Жо вт.	Лис т.	Гру д.	Рік
Абсолютний максимум, °C	8	32	32	32	30	25	14	11	32
Середній максимум, °C	-3	19	22	22	17	11	3	0	11
Середня температура, °C	-5	14	17	17	13	7	1	-2	7
Середній мінімум, °C	-8	8	12	12	8	3	-1	-5	3
Абсолютний мінімум, °C	-35	0	2	2	-3	-10	-22	-26	-35

Тобто, такі дані не можуть бути поширеними на іншу, окрім цієї, структуру суббасейнового розподілу, вони є нерепрезентативними для інших суббасейнів. Ситуацію не вирішує й приведення даних до єдиної тривалості водопілля, адже будуть ураховуватися ті опади, що не є чинником формування водопілля в конкретному суббасейні.

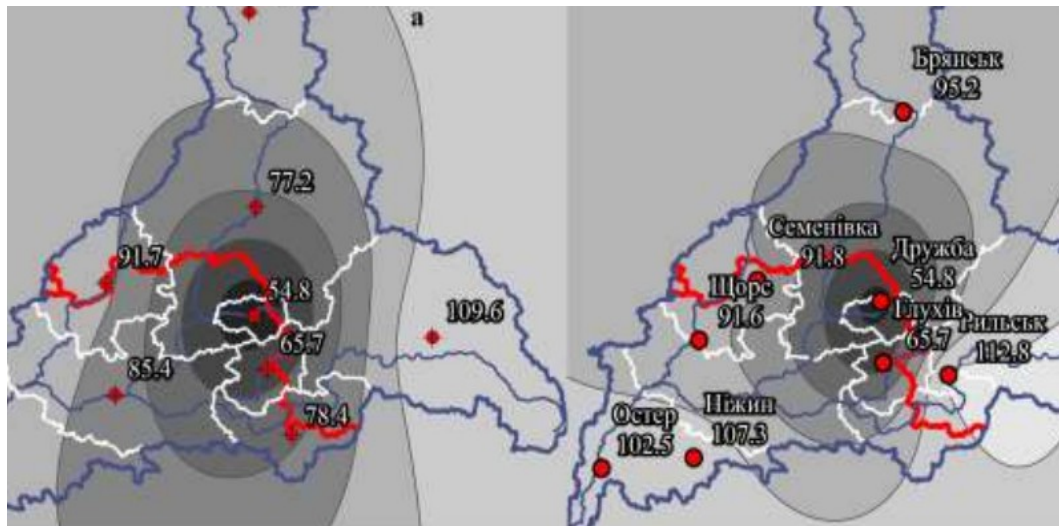


Рис. 1.5. Карта упередженого розподілу суми опадів (мм) за період весняного водопілля на гідрологічних постах басейну р. Десна: а) на основі середніх значень по суббасейнах гідрологічних постів; б) на основі усереднених багаторічних норм метеорологічних станцій

Найбільша норма суми опадів за весняне водопілля спостерігалася в суббасейні р. Сейм (на гідрологічному посту р. Сейм – м. Рильськ) і становила 102 мм, найменша – в басейні р. Івотка (на гідрологічному посту р. Івотка – с. Івот) 54,8 мм, що пояснюється коротшою тривалістю водопілля. Отже, менші за площею басейни річок мають відповідно коротші за тривалістю весняні водопілля і, як наслідок, менша кількість опадів за водопілля випала на водозбірну площу.

Максимальні запаси води в снігу та дати їх настання мають властивість монотонно змінюватись із північного сходу на південний захід по території басейну. Розподіл норм максимальних запасів води в снігу залежить від зональної зміни кліматичних характеристик та орографічної конфігурації басейну річки Десни. Північно-східна частина басейну характеризується нижчими температурами повітря взимку та пізнішим переходом температури

повітря через 0°C, саме тому тут спостерігаються найбільші запаси води в снігу й відповідно пізніше настає водопілля.

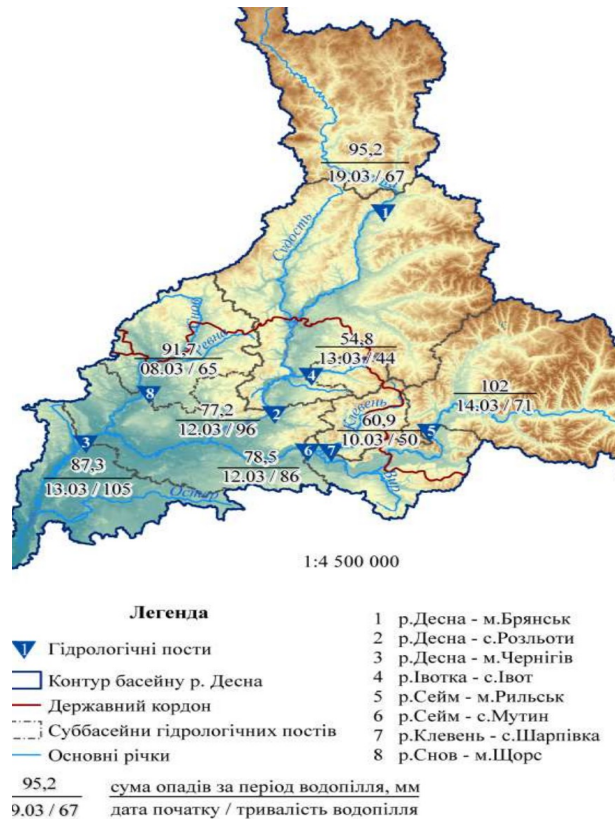


Рис. 1.6. Карта норм сум опадів за весняне водопілля в басейні р. Десна, мм

Характер розподілу максимальних запасів води в снігу до певної міри віддзеркалює збільшення середньої висоти водозбору з переходом від Поліської низовини до Середньоруської височини в північно-східній частині басейну. На карті максимальних запасів води в снігу найбільша кількість спостерігається в північній частині басейну і становить понад 80 мм (м. Брянськ – 81,7 мм). Значення по басейну максимальних запасів води в снігу коливаються в межах 80 мм і більше на північному сході та 50 мм і менше на південному заході досліджуваної території (рис. 5.4). Найменша кількість максимальних запасів води в снігу становить 48,6 мм на метеорологічній станції Ніжин.

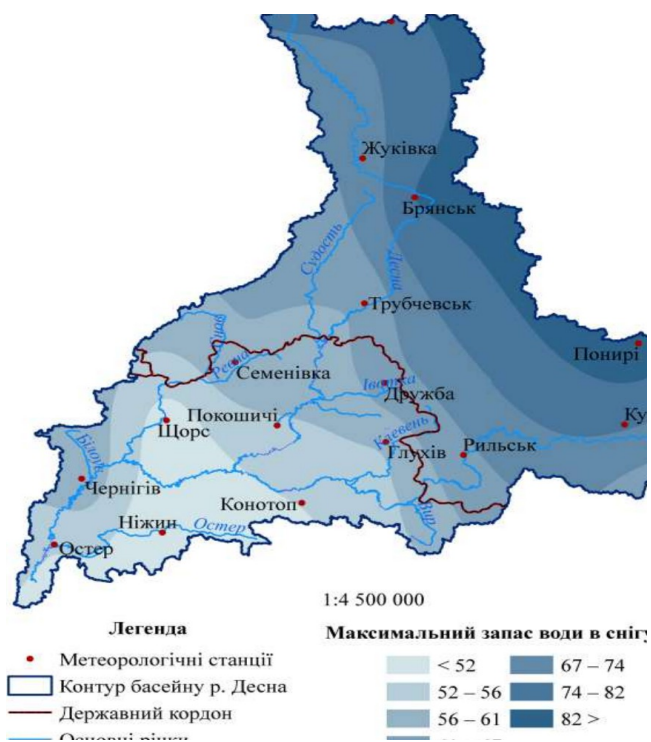


Рис. 1.7. Карта норми максимального запаса води в снігу в межах басейну р. Десна, мм



Рис. 1.8. Карта норми дат настання максимального запаса води в снігу в межах басейну р. Десна



Рис. 1.9. Карта норми сум від'ємних температур повітря в басейні р. Десна, °С



Рис. 1.10. Карта норми сум додатних температур повітря за зимовий період в басейні р. Десна, °С

1.3. Рельєф

Земельному фонду Чернігівщини характерна певна двоїстість: з одного боку ґрунти області відмічаються достатньою родючістю, з іншого – їм притаманні процеси деградації, які охоплюють майже всю територію. В цьому важливу роль відіграють фактори, що пов'язані з використанням земель.

Ґрунтовий покрив області представлений такими ґрунтами як дерновопідзолисті, які займають 30 % орних земель (432,5 тис. га), сірі лісові та дернові ґрунти – 19 % (277,8 тис. га), темно-сірі ґрунти та чорноземи опідзолені – 13 % (189,9 тис. га), чорноземи типові, лучно-чорноземні та лучні ґрунти – 38 % (540,6 тис. га) [1]. Вони значно різняться за морфологічними ознаками, умовами залягання та фізико-хімічними властивостями.

Великою тектонічною структурою, яка тут проходить, є Дніпровсько-Донецька западина. Східчасті скиди і флексури складають її окремі елементи. Кристалічний фундамент залягає дуже глибоко (10-20 км), в південному напрямку глибина залягання зменшується. Осадкові утворення представлені нижнім карбоном – четвертинними відкладами. Більшу частину опадів становлять кам'яновугільні теригенні опади. Опади триасової системи представлені континентальними, кольоровими, запісоченими глинами. Нижня і середня юра представлена глинисто-піщаними опадами морського походження. Верхню юру складають континентальні піски, глини, вуглисті породи. Її верхня пачка складена гравелітами і вапняком морського походження. Нижнемілкові опади представлені піском і глинистим піщаником терригенного походження. Верхньокрейдові відклади вже складені глауконітовим піском і піщаником морського походження, поступово зверху переходять у мергельно-крейдянні опади (сеноман-маастритський вік). Відклади палеогену і неогену представлені піском і буро-

червоним суглинком. Породи четвертинного віку пов'язані з різними рельєфоутворюючими факторами.

Лесові ґрунти і лесовидні суглинки приурочені до давніх річкових терас і до вододільним частин. Вони розділені похованими ґрунтами на шари, що утворилися в різний час. Алювіальні відклади поширені в терасах і притоках річок. Також є опади елювіального і делювіального походження. Потужність відкладень четвертинного часу може варіювати від декількох метрів до п'ятдесяти метрів і більше. Розвинені такі інженерно-геологічні процеси, як зсуви, осипи і обвали.

Також на території Сумської та Чернігівської областей простягається Українське Полісся з різноманітними природними пейзажами, обумовлених геологією місцевості. Це підняття, горби, дюни, складені воднольодовиковими пісками. Поліська ж низовина являє собою вирівняну піщану поверхню з піднесеними острівцями, складеними лессовими породами.

Річкові долини широкі, іноді глибокі – в місцях, де річка врізається в породи кристалічного фундаменту. У руслах річок багато боліт. В локальних місцях Поліської низовини є височини, наприклад р. Золотуха недалеко від р. Ромни.

У складі низовини наступні форми рельєфу: моренна, морено-зандрова, зандрова, алювіальна, тераси річкових долин, лесові. Ландшафт слабоволнистий, низинний. Знижені місця покриті лессовими породами. Заплави річок складені алювіальними відкладами голоценового часу.

Основні водоносні горизонти пов'язані з породами кайнозойського мезозойського часу. По течії р. Десна нижче Чернігова розвинена заболоченість території, також на східній закруті річки проявляються карстові процеси. Височини схильні до процесу ерозії, утворення ярів. Це все вказує на важливість проведення комплексу робіт - геологія ділянки Чернігів.

Теригенні сірокольорові породи палеогенового віку незгідно лежать на породах мезозойського віку. Ці опади різні за складом, які утворилися в найрізноманітніших умовах, виходять на поверхню в долинах річок, в балках

та ярах. В центрі западини вони вкриті потужними шарами неогену і четвертички. Нижня частина палеогену представлена піском, піщаником, алевритом, глинисто-піщаними породами. Оголюються вони по берегах р. Псел. Потужність відкладень – десятки метрів.

Їх покривають глина, мергель з лінзами піску і пісковика еоценового віку. Піски кварцового складу. У канівському ярусі вони дрібно-і тонкозернисті, київський ярус характеризується середньозернистим піском. В пісках київського ярусу присутня глиниста складова у вигляді невеликих прошарків. За фізико-механічними властивостями глинисті породи палеогенового віку відносяться до слабо/середньо стиснутих ґрунтів.

Четвертинні породи накопичувалися в результаті дії льодовиків, піддавалися тектонічним переміщенням, розмивалися водою. В основному ці опади утворилися в результаті руху льодовика, і його танення. Потужність досягає сорока – вісімдесяти метрів. Відкладення окського і дніпровського зледеніння не розчленовані. Вони зустрічаються повсюдно на глибині тридцять – п'ятдесят метрів, їх потужність сильно варіює – досягає до 50м. Товща складається з піщано-гравійного матеріалу, присутні також галька і валуни, прошаруй супіски, суглинку і глини. Переважає піщаний матеріал. Майже повсюдно зустрічаються відкладення дніпровської морени потужністю десять - двадцять метрів, вони тільки розмиті в місцях розвитку терас. Морена ділиться на два шари, які часто розділені прошарками піску. Нижня частина представлена глинистим, субпіщаним і субглинистим матеріалом бурувато-жовтувато-червонуватого кольору з прошарками піску з уламками гравію, валунів. Глинистий матеріал твердий або напівтвердий, тугопластичний. Верхня частина з більш піщаним матеріалом.

Геологічний розріз в районі Чернігова представлений п'ятнадцятиметровим шаром алювіальних верхньочетвертинних відкладень: темно-сірий супісок, дрібно, середньозернисті піски, зверху лежать техногенні опади. Безнапірні ґрунтові води розкриваються на глибині 4-5 м, але в результаті сезонних коливань можуть піднятися на висоту 0,5 м.

Територія потенційно схильна до підтоплень. Причиною служать і лесовидні суглинки (хороший водоупір) та витoki води з водопроводів, і відсутність зливної каналізації.

На Придніпровській піднесеності різноманітні форми рельєфу відіграють важливу роль у формуванні ландшафту.

Основні типи включають:

1) водно-ерозійні та водно-аккумулятивні форми рельєфу:

- ці форми характеризуються стародавніми річковими долинами, які були утворені на поверхні кристалічних та осадових порід. Вік деяких долин датується мезозойським періодом, їх довжина може перевищувати 200 км;

- антропогенні річкові долини часто визначаються геологічною структурою і складом покривних порід.

2) льодовикові та водно-льодовикові форми:

- ці форми відображають вплив льодовикових процесів на морфологію рельєфу;

3) денудаційні, обвальні, просадочно-суффузійні форми:

- різні процеси денудації, обвалення та суффузії також внесли свій вклад у формування рельєфу цієї території.

Характеристика річкових долин:

- на кристалічному фундаменті формуються вузькі, каньйоноподібні ділянки долин з високими до 30-40 метрів скелястими берегами, часто мають проривний характер, особливо в місцях, де кристалічні породи виступають ближче до поверхні;

- на схилах щита долини стають ширшими, терасовані, зі значними алювіальними відкладеннями.

Розвиток балок та ярів:

- у місцях високого залягання кристалічних порід формуються неглибокі балки і яри, що є важливим для розуміння гідрографічних процесів на піднесеності.

Ці різноманітні форми рельєфу і морфологічні характеристики визначають унікальний ландшафт Придніпровської височини, що має значний вплив на різноманітність екосистем, гідрологію та землекористування регіону.

На Придніпровській височині рельєф визначається різноманітністю форм, зокрема глибокими балками, що врізаються в водоносні горизонти, перетворюючись на долини з постійними водотоками.

Льодовикові та водно-льодовикові форми широко поширені, особливо у зандровій зоні, де відкладення формують поверхню. У лесовій зоні льодовикові відкладення частково прикриті лісовидними суглинками, відіграють ключову роль у формуванні антропогенових шарів.

Денудаційні форми тісно пов'язані з кристалічними породами Українського щита, особливо в місцях, де вони залягають неглибоко. На межиріччях ці форми представлені горбами, грядами і виходами гранітів, що іноді піднімаються на 20-25 м над околицями.

Обвальні та просадочно-суфозійні форми мають два види:

- обвальні форми поширені на схилах річкових долин і балок, де зсуви ґрунту часті;

- просадочно-суфозійні форми, які характерні для слабо дренованих ділянок височини, складених лесовими породами.

Вони мають овальну форму і формуються через схильність лесових порід до просідання.

Ці геологічні та морфологічні характеристики відіграють ключову роль у формуванні унікального ландшафту Придніпровської піднесеності, впливаючи на екосистеми, водні ресурси та землекористування регіону.

1.4. Характеристика гідрологічних та гідрохімічних показників р.Десна

Більша частина земель долини річки Десни використовується для сільськогосподарських потреб. Заплавні луки переважно задіяні під сінокіс або випас худоби, при цьому більшість цих земель належить до сільськогосподарських і часто є розпайованими. Найближчі до населених пунктів ділянки зазвичай використовуються як пасовища. Весняний період характеризується повенями, що періодично підтоплюють ці землі, обмежуючи їх використання. На жаль, систематичний догляд за лучними угіддями відсутній, що веде до перевипасу та розповсюдження небажаних видів рослин [20].

Крім того, традиційне спалювання сухостою, яке проводять місцеві жителі восени та навесні, ще більше погіршує стан цих земель. Багато місцевих мешканців вважають, що випалювання допомагає швидшому росту нових рослин, проте насправді це призводить до значних втрат біорізноманіття. Пожежі в суху погоду часто перекидаються на заплавні ліси, знищуючи не тільки середовища існування тварин, але й самі тварини, що призводить до значного скорочення біологічного різноманіття в регіоні.

Заплава річки Десни традиційно використовується для полювання, особливо в мисливські сезони, що робить ці землі популярними мисливськими угіддями. Проте, відсутність ефективного контролю призводить до зростання браконьєрства, особливо під час періодів міграції птахів. Важливо відзначити, що деякі мігруючі види, як червоновола казарка, перебувають під загрозою зникнення. Некваліфіковані мисливці часто не розрізняють види птахів і полюють на всіх, що призводить до загрози для популяцій рідкісних видів. В Україні весняне полювання на птахів заборонене, і будь-яка така активність є незаконною.

Десна також є важливим місцем для риболовлі, але нерідко місцеві жителі вдаються до незаконних методів лову, включно з використанням сіток і електролову. Ці методи не лише заборонені, але й катастрофічно впливають на фауну річки, вбиваючи невелику рибу та інших водних істот у значній кількості. Такі дії призводять до відчутного зменшення популяцій риб,

погіршуючи стан місцевих водних ресурсів і загрожуючи біорізноманіттю регіону.

Річка Десна є важливим джерелом питної води для мільйонів громадян, зокрема жителів таких міст як Київ, Чернігів, Новгород-Сіверський та Короп. З огляду на світові прогнози, які передбачають майбутню глобальну кризу з питною водою, збереження природного стану Десни набуває особливої актуальності. Інтегритет заплави річки має ключове значення для забезпечення якісної води мільйонам людей.

Основне забруднення вод Десни в Чернігівській області походить від місцевих комунальних підприємств, які складають 98% загального обсягу забруднюючих стоків. Також значний вклад у забруднення роблять підприємства м'ясо-молочної та переробної промисловості. Велике навантаження від недостатньо очищених стічних вод відчувають малі притоки Десни, зокрема річки Білоус та Стрижень у м. Чернігів. Знищення заплавних функцій Десни не тільки погіршує якість води, але й порушує конституційні права громадян на безпечне і здорове довкілля.

У Чернігівській області основні джерела забруднення річки Десна включають комунальні підприємства такі як "Чернігівводоканал" у місті Чернігів, "Бахмач-водсервіс" та "Бахмач-м'ясо" в місті Бахмач, а також "Новгород-Сіверський сирзавод" у місті Новгород-Сіверський. У 2021 році до водойм басейну Десни було скинуто 131,4 млн м³ стічних вод, з яких 32,2 млн м³ були недостатньо очищені. Це становить 25,2% від загального об'єму стоку.

Хоча у 2021 році ситуація забруднення трохи покращилася в порівнянні з попереднім роком завдяки ремонтним роботам на очисних спорудах, якість води в річках Білоус та Стрижень все ще залишається на рівні помірного забруднення. За індексом забруднення води (ІЗВ) річка Білоус має індекс 1,621, а річка Стрижень — 1,582, що відповідає 3-му класу якості води.

Слід зауважити, що для покращення стану річки Стрижень необхідно побудувати нові очисні споруди для зливових вод з урбанізованих територій Чернігова. Тим часом річка Десна показує високий потенціал водних ресурсів і здатність до природного відновлення та самоочищення, що дозволяє вважати її умови екологічно збалансованими і сприятливими для підтримки "доброго" стану водного середовища.

У Броварському та Вишгородському районах Київської області водні ресурси річки Десна перебувають під меншим промисловим тиском, що забезпечує їх відносно вищий стан чистоти порівняно з іншими регіонами. Однак, заплавні землі річки, які є надзвичайно цінними для збереження біорізноманіття та природних екосистем, все частіше піддаються загрозам зміни їх цільового призначення під житлове та дачне будівництво. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України №87 від 31.01.2001, заплави визначаються як зони можливого затоплення, і землі тут переважно належать до сільськогосподарського призначення.

На жаль, процеси зміни цільового призначення цих земель активізувались, що загрожує цілісності заплавних ландшафтів. Наприклад, у Броварському районі відбувається розподіл земель запасу, з зміною їх цільового призначення. Заплава Десни також містить численні заплавні озера, кожне з яких згідно з Водним Кодексом України має бути захищено 100-метровою прибережною смугою, яка є частиною водного фонду і не може бути змінена.

Ці дії можуть негативно вплинути на природні процеси річки та її здатність до самоочищення, що важливо з огляду на водопостачання багатьох міст. Незважаючи на юридичні обмеження і значимість заплави для збереження біологічного різноманіття та якості питної води, нестача належного контролю і зростання порушень можуть призвести до незворотних змін у цій чутливій екосистемі.

Розділ 2

Просторово-часові тенденції основних гідрометеорологічних характеристик весняних водопілля

Річки України протікають у різних фізико-географічних зонах, що й обумовлює особливості як їхнього водного режиму, так і формування небезпечних гідрологічних явищ. Так, для рівнинних річок, до яких відноситься басейн річки Десна, головною фазою водного режиму є весняне водопілля, об'єм якого формується під впливом різних кліматичних чинників (температура повітря, атмосферні опади, випаровування тощо). В умовах глобальних та регіональних змін клімату важливо мати уявлення про їхній вплив на водний режим річок. Особливо важливо мати знання про зміни максимального стоку річок, оскільки високі водопілля призводять до негативних наслідків, а саме підтоплення населених пунктів, руйнування гідротехнічних споруд, мостів тощо, що завдає значні матеріальні збитки державам та населенню.

У зв'язку з відсутністю даних спостережень в окремі роки та відсутністю доступу до даних по території Російської Федерації після розпаду Радянського Союзу, було здійснено відновлення та подовження рядів спостережень (максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля) за даними річок-аналогів методом парної регресії [99, 102] (табл. 2.1).

Згідно з поданою інформацією в таблиці 3.1, найдовший спільний ряд спостережень (85 років) мають пункти р. Десна – м. Чернігів та р. Сейм – с. Мутин. Найкращий коефіцієнт кореляції за максимальними витратами води мають пункти р. Сейм – с. Мутин та р. Сейм – м. Рильськ і становить 0,92. Нажаль, для пункту р. Білоус – с. Кошівка не вдалося підібрати річку-аналог для відновлення максимальних витрат води весняного водопілля.

Таблиця 2.1. Відомості про відновлення та приведення до багаторічного періоду максимальних витрат води та шару стоку весняного водопілля в басейні р. Десна

		$n \geq 10$	$K \geq 0,1$	$K/O_k \geq 2$	відновлено
Максимальні витрати води весняного водопілля					
Десна – с. Розльоти	р. Десна – м. Чернігів	62	0,90	22,7	1884-1935, 1941-195
Сейм – с. Мутин	р. Десна – м. Чернігів	85	0,89	24,0	1884-1925
Снов – м. Щорс (с. Носівка)	р. Сейм – с. Мутин	55	0,77	11,9	1926-1955
	р. Десна – м. Чернігів	55	0,70	9,5	1884-1925
Клевень – с. Шарпівка	р. Сейм – с. Мутин	65	0,88	20,0	1926-1930, 1941-195
	р. Десна – м. Чернігів	65	0,85	17,5	1884-1925
Лотка – с. Івот	р. Снов – м. Щорс (с. Носівка)	52	0,74	10,4	1956-1958
Убідь – с. Кудрівка	р. Сейм – с. Мутин	54	0,72	9,8	1926-1956
Сейм – м. Рильськ	р. Сейм – с. Мутин	44	0,92	21,6	1926-1934, 1941, 1944, 1981-2010
	р. Десна – м. Чернігів	44	0,85	14,1	1884-1925
Десна – м. Брянськ	р. Десна – с. Розльоти	32	0,89	15,2	1981-2010

Річка-пункт	Річка-аналог				Роки, які було відновлено
		$n \geq 10$	$R \geq 0,7$	$k/\delta_k \geq 2$	
Шар стоку за період весняного водопілля					
Десна – с. Розльоти	р. Десна – м. Чернігів	62	0,91	23,4	1884-1935, 1941-1953
Сейм – с. Мутин	р. Десна – м. Чернігів	85	0,83	18,6	1884-1925
Снов – м. Щорс (с. Носівка)	р. Десна – м. Чернігів	55	0,76	11,4	1884-1955
Клевень – с. Шарпівка	р. Сейм – с. Мутин	65	0,88	20,5	1926-1930, 1941-1955
	р. Десна – м. Чернігів	65	0,80	14,2	1884-1925
Івотка – с. Івот	р. Десна – м. Чернігів	52	0,76	11,1	1884-1958
Убідь – с. Кудрівка	р. Сейм – с. Мутин	54	0,75	11,0	1926-1956
Сейм – м. Рильськ	р. Сейм – с. Мутин	44	0,90	18,7	1926-1934, 1941,1943, 1981-20
	р. Десна – м. Чернігів	44	0,81	12,0	1884-1925
Десна – м. Брянськ	р. Десна – с. Розльоти	32	0,87	13,7	1981-2010

Із подовженням рядів їх тривалість на більшості гідрологічних постах становить 127 років, що дає можливість більш детально виконати оцінювання просторово-часових закономірностей максимального стоку води весняного водопілля в басейні р. Десна.

У роботах [73, 74] виконано оцінку однорідності рядів максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля за сумарною кривою. Приклад таких кривих наведено на рис. 2.1 для гідрологічних постів басейну р. Десна. Вигляд сумарних кривих максимальних витрат води весняного водопілля може викликати деякі сумніви і вказувати на неоднорідність чинників їхнього формування. Для всіх обраних пунктів спостережень у басейні р. Десна графіки сумарних кривих максимальних витрат води мають переломну точку, після якої відмічаються зміни тенденцій максимального стоку води.

З рисунків видно, що на всіх пунктах спостережень сумарні значення витрат води відхиляються від прямої лінії та мають дугоподібний вигляд кривої з переломною точкою в 1970 році. Сумарні криві шарів стоку за період весняного водопілля (рис. 2.1) мають менші відхилення від прямої лінії, оскільки ця характеристика відзначається меншою амплітудою коливання ніж максимальні витрати води. Отже, її відхилення від прямої лінії менш помітні, однак їх напрям також має спадаючий вигляд, що вказує на зменшення шарів стоку весняного водопілля в останні роки. Однак відмінні тенденції шарів стоку спостерігаються на двох гідрологічних постах (р. Десна – м. Брянськ та р. Десна – с. Розльоти), де відмічається відхилення від прямої лінії в бік збільшення максимального стоку води.

Оцінювання стаціонарності рядів максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля виконано шляхом оцінки статистичної значимості лінійних трендів на основі значимості коефіцієнта кореляції (R) при 5 % рівні значимості. Багаторічна мінливість максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р. Десна на 9 пунктах спостережень має статистично

значимі тренди, що свідчить про порушення стаціонарності процесів формування стоку весняного водопілля (рис. 2.2, табл. 2.2).

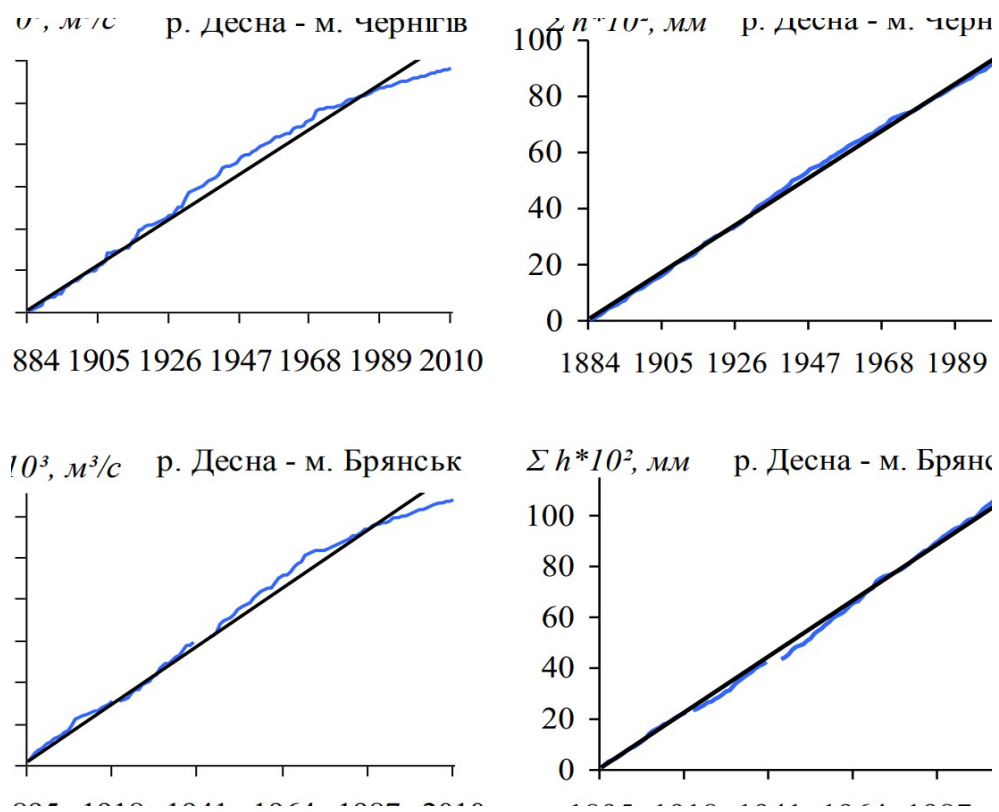


Рис. 2.1. Сумарні криві максимальних витрат води та шарів стоку води весняного водопілля в басейні р. Десна

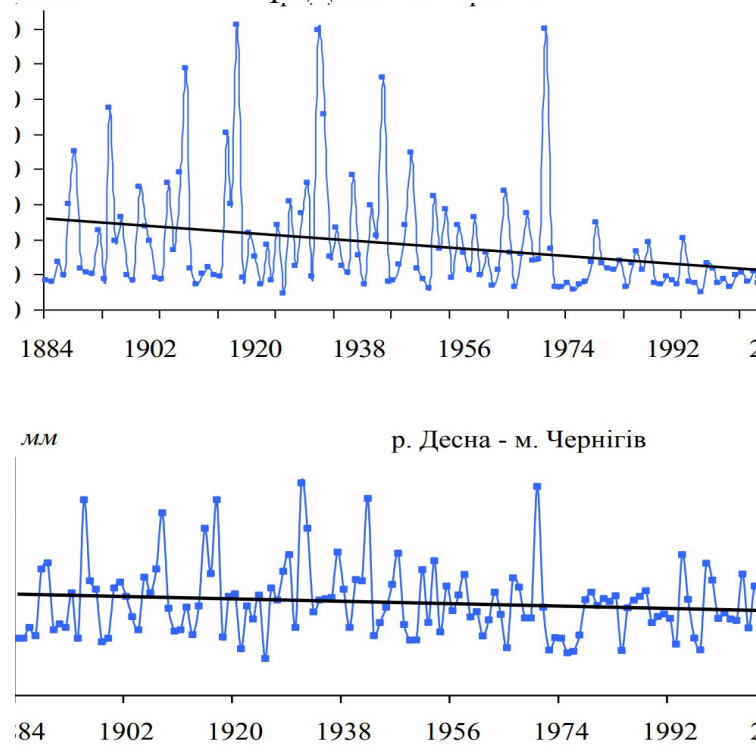


Рис. 2.2. Багаторічна мінливість та лінійні тренди максимальних витрат води (Q) та шарів стоку (h) весняного водопілля на гідрологічному посту р.

Десна – м. Чернігів

Згідно з рисунком 2.2 всі пункти спостережень за максимальними витратами води в басейні р. Десна мають спадаючий напрям лінії тренду, окрім р. Білоус – с. Кошівка, що свідчить про зменшення максимальних витрат води весняного водопілля в останні роки.

Пункт р. Білоус – с. Кошівка характеризується відсутністю статистично значимого тренду при 5 %-му рівні значимості (табл. 2.2) та не має відхилення лінії тренду. Однорідність стоку в даному пункті, в порівнянні зі всіма іншими пунктами, які мають тенденцію до зниження максимального стоку (рис. 2.2), пояснюється коротким рядом спостережень, тривалістю 26 років (1984-2010 рр.), а також тим, що в 1970 р. на річках басейну р. Десна спостерігалися найбільші максимальні витрати води за весь період спостережень. Відсутність максимального значення в пункті р. Білоус – с. Кошівка й обумовила зміну в тенденції стоку. Нажаль, не можливо підібрати річку-аналог для даного пункту та провести оцінювання тенденцій із подовженням ряду.

Багаторічні тенденції шару стоку за період весняного водопілля в басейні р. Десна на 5 гідрологічних постах мають значимі тренди при 5%-му рівні значимості (рис. 2.2, табл. 2.3). На хронологічних графіках шару стоку на рис. 2.2, як і на графіках максимальних витрат води, відмічається напрям лінії тренду в бік зменшення стоку на всіх обраних гідрологічних постах у басейні р. Десна, окрім пунктів р. Десна – м. Брянськ та р. Десна – с. Розльоти. Така ж тенденція підтверджується виглядом сумарної кривої шарів стоку, що зазначено вище (рис. 2.1). Для пункту р. Білоус – с. Кошівка подовжено ряд спостережень за шарами стоку весняного водопілля, що не можливо було виконати для відновлення максимальних витрат води. Отримано, що із подовженням даних ряд став неоднорідним.

Таблиця 2.2. Оцінка значимості лінійних трендів максимальних витрат води весняного водопілля в басейні р.

Десна

Річка-пункт	Період	Рівняння тренду	R^2	R	σ_R	$2\sigma_R$	$3\sigma_R$	Резулт
Десна – м. Брянськ	1895-2010	$y = -0,0068x + 1,4022$	0,1039	0,322	0,08	0,166	0,25	A
Десна – с. Розльоти	1884-2010	$y = -0,0057x + 1,3662$	0,0798	0,282	0,08	0,163	0,24	A
Десна – м. Чернігів	1884-2010	$y = -0,0065x + 1,4173$	0,0763	0,276	0,08	0,164	0,25	A
Івотка – с. Івот	1956-2010	$y = -0,0179x + 1,5001$	0,2175	0,466	0,11	0,211	0,32	A
Сейм – м. Рильськ	1884-2010	$y = -0,0072x + 1,461$	0,1156	0,340	0,08	0,157	0,24	A
Убідь – с. Кудрівка	1926-2010	$y = -0,0173x + 1,7432$	0,2923	0,541	0,08	0,154	0,23	A
Сейм – с. Мутин	1884-2010	$y = -0,0076x + 1,4872$	0,0976	0,312	0,08	0,160	0,24	A
Клевень – с. Шарпівка	1884-2010	$y = -0,0084x + 1,5392$	0,0919	0,303	0,08	0,161	0,24	A
Снов – м. Щорс (с. Носівка)	1884-2010	$y = -0,007x + 1,4497$	0,0973	0,312	0,08	0,160	0,24	A
Білоус – с. Кошівка	1984-2010	$y = -0,0095x + 1,1336$	0,0047	0,069	0,19	0,383	0,57	O

A – тренд значущий, тобто неоднорідний

O – тренд незначущий, тобто однорідний

Таблиця 2.3. Оцінка значимості лінійних трендів шару стоку весняного водопілля в басейні р. Десна

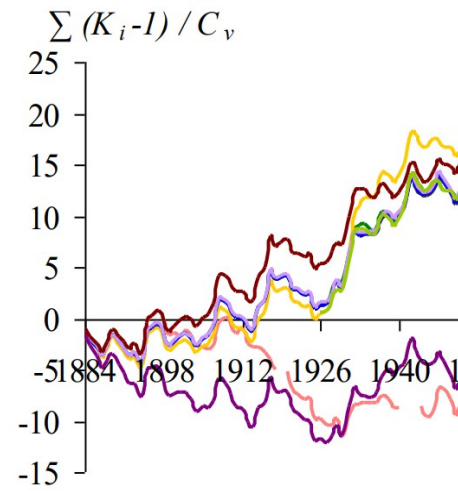
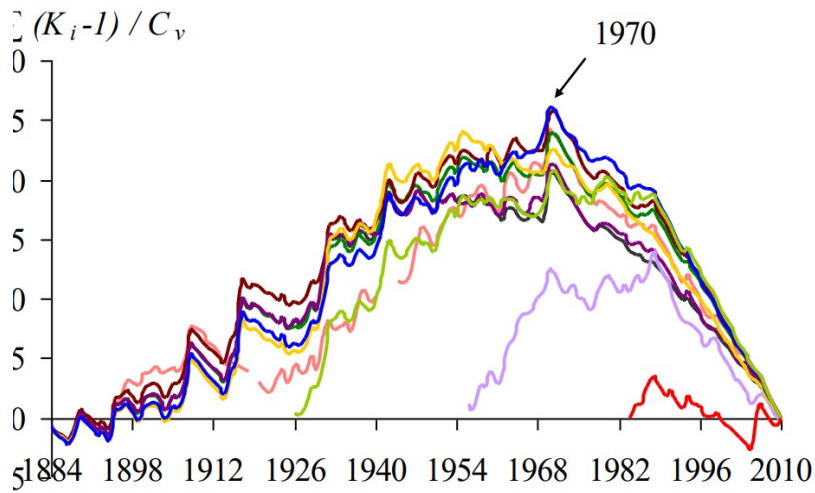
Річка-пункт	Період	Рівняння тренду	R^2	R	σ_R	$2\sigma_R$	$3\sigma_R$	Результат
Десна – м. Брянськ	1895-2010	$y = 0,0013x + 0,9235$	0,013	0,116	0,09	0,183	0,27	С
Десна – с. Розльоти	1884-2010	$y = 0,0015x + 0,9057$	0,0198	0,141	0,09	0,174	0,26	С
Десна – м. Чернігів	1884-2010	$y = -0,0014x + 1,0907$	0,018	0,135	0,09	0,174	0,26	С
Івотка – с. Івот	1884-2010	$y = -0,002x + 1,1251$	0,023	0,150	0,09	0,173	0,26	С
Сейм – м. Рильськ	1884-2010	$y = -0,003x + 1,1941$	0,063	0,250	0,08	0,166	0,25	А
Убідь – с. Кудрівка	1926-2010	$y = -0,01x + 1,4294$	0,268	0,518	0,08	0,159	0,24	А
Сейм – с. Мутин	1884-2010	$y = -0,0029x + 1,1842$	0,038	0,195	0,09	0,171	0,26	А
Клевень – с. Шарпівка	1884-2010	$y = -0,004x + 1,2543$	0,045	0,211	0,08	0,170	0,25	А
Снов – м. Щорс (с. Носівка)	1884-2010	$y = -0,002x + 1,1278$	0,024	0,155	0,09	0,173	0,26	С
Білоус – с. Кошівка	1957-2010	$y = -0,0203x + 1,5581$	0,266	0,516	0,10	0,200	0,30	А

А – тренд значущий, тобто неоднорідний

С – тренд незначущий, тобто однорідний

Аналіз інтегральних кривих відхилень максимальних витрат води весняного водопілля показав, що спостереження на всіх річках басейну р. Десна розпочалися в період низької водності. Для всіх пунктів спостережень у 1970 р. відбувся перехід від багато- до маловодної фази гідрологічного циклу, яка триває дотепер та закінчення якої неможливо спрогнозувати (рис. 2.3а). Як наслідок, ряди спостережень за максимальними витратами води не мають повного замкнутого циклу.

Інтегральні криві відхилень шару стоку за період весняного водопілля (рис. 2.3б) також мають незавершений цикл водності, як і в випадку з максимальними витратами води. Ряди мають синхронні коливання по всім обраним гідрологічним постам у басейні р. Десна та мають переломну точку в 1970 році, після якої розпочинається маловодна фаза циклічних коливань, яка триває до тепер. Виключенням є гідрологічні пости р. Десна – м. Брянськ та р. Десна – с. Розльоти, на яких спостерігаємо тенденцію до незначного збільшення шарів стоку за період весняного водопілля, починаючи з 1971 року (рис. 3.3б). Такі ж тенденції відмічаються на сумарних кривих та хронологічних графіках шарів стоку весняного водопілля (рис. 2.1, 2.2). Однак у нижній частині басейну спостерігаємо зменшення шарів стоку за період весняного водопілля. Поясненням такого явища може слугувати те, що шар стоку характеризує висоту шару води, який можна одержати, якщо весь спостережений за період весняного водопілля об'єм стоку рівномірно розподілити по всій площі водозбору річки, до якої цей об'єм належить. Тобто стік із верхньої частини басейну р. Десна до впадіння її головних приток має другорядний вплив на стік у гирловій ділянці басейну. Як висновок, шар стоку води за період весняного водопілля в пункті р. Десна – м. Чернігів у більшості залежить від стоку, який формується під впливом приток р. Сейм та р. Снов.



a)

б)

— р. Десна - м. Чернігів
 — р. Сейм - м. Рильськ
 — р. Клевень - с. Шарпівка
 — р. Білгород - м. Комішівка

— р. Десна - м. Брянськ
 — р. Десна - с. Розльоти
 — р. Снов - м. Щорс (с. Носівка)

— р. Сейм - м. Рильськ
 — р. Іворівка - м. Іворівка
 — р. Убілівка - м. Убілівка

Рис. 2.3. Інтегральні криві відхилень максимальних витрат води (а) та ша водопілля в басейні р. Десна

Наявність статистично значимих трендів свідчить про нестационарність рядів спостережень. Проте вигляд інтегральних кривих відхилень для вищезазначених пунктів (рис. 2.3) дозволяє стверджувати те, що ці ряди спостережень є однорідними, а статистична значимість трендів обумовлена наявністю тільки одного неповного циклу довготривалих циклічних коливань.

Ці пункти спостережень характеризуються спадаючими трендами, що пояснюється переходом від багато- до маловодної фази гідрологічного циклу (в 1970 році) (рис. 3.3). Такий аналіз підтверджується дослідженнями, які виконано в ряді робіт для інших річок України. В яких було показано, що наявність статистично значимих або незначимих трендів у рядах спостережень за максимальними витратами води весняного водопілля має тимчасовий характер, який залежить не тільки від тривалості самих рядів спостережень, але й від тривалості окремих фаз циклічних коливань.

Таким чином, ряди спостережень за максимальними витратами води та шарами стоку за період весняного водопілля можна вважати квазіоднорідними та квазістаціонарними.

Ще одним підтвердженням однорідності кліматичних умов формування слугує вигляд суміщеного хронологічного графіку максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля. На всіх обраних гідрологічних постах у басейні р. Десна спостерігаються синхронні коливання максимальних витрат води та шарів стоку весняного водопілля, хоча всі вони розташовані в різних частинах досліджуваної території (рис. 2.4).

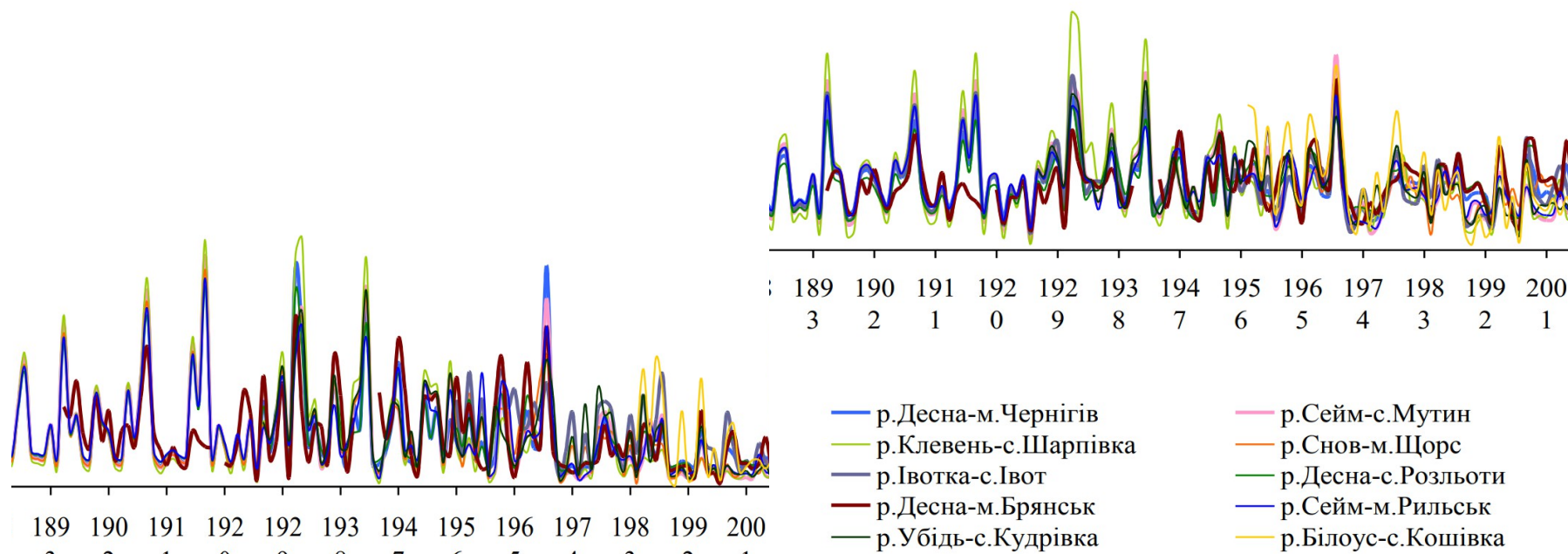


Рис. 2.4. Багаторічна мінливість максимальних витрат води (KQ) та шарів стоку (Kh) весняного водопілля в басейні р.Десна

Дослідження багаторічних тенденцій дат настання основних характеристик весняного водопілля (початку та закінчення весняного водопілля, максимальних витрат води), а також його тривалості є важливим завданням. В останні роки дослідженням строків проходження весняних водопіль у басейні р. Десна присвячені роботи Ж.Р. Шакірзанової та Ю.О. Чорноморець. Однак робота в деяких інших роботах щодо оцінки рівня впливу на стан екосистеми р.Десна аналіз однорідності рядів спостережень не проводився та оцінювання багаторічної динаміки строків проходження водопіль виконано за двома періодами, що не дозволяє отримати достовірні результати.

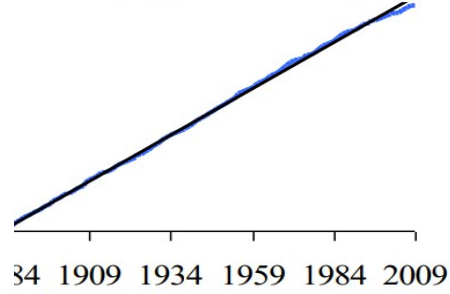
У зв'язку з відсутністю даних з російської території було виконано відновлення та приведення до багаторічного періоду дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна, а саме дат початку та закінчення весняного водопілля та дат проходження максимальних витрат води (табл. 2.4). Нажаль, для пункту р. Десна – м. Брянськ річку-аналог можливо було підібрати лише для відновлення дат початку весняного водопілля.

На графіках сумарних кривих дат настання основних характеристик весняного водопілля та його тривалості, які було побудовано для всіх гідрологічних постів у басейні р. Десна будь-яких суттєвих точок перелому напрямків кривих не виявлено, тобто ряди спостережень є однорідними. Приклад таких кривих наведено на рис. 2.5.

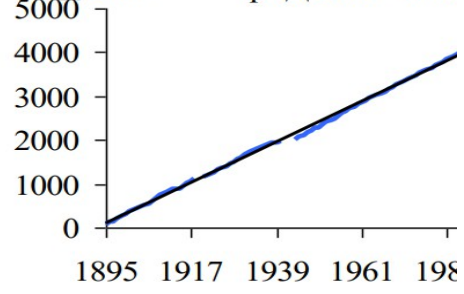
Таблиця 2.4. Відомості про відновлення та приведення до багаторічного періоду дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна

Річка-пункт	Річка-аналог				відновлено
		$n \geq 10$	$R \geq 0,7$	$k/\delta_k \geq 2$	
Дати початку весняного водопілля					
Десна – м. Брянськ	р. Десна – с. Розльоти	27	0,79	8,8	1981-2009
Сейм – м. Рильськ	р. Сейм – с. Мутин	44	0,79	11,3	1981-2009
Дати закінчення весняного водопілля					
Сейм – м. Рильськ	р. Сейм – с. Мутин	44	0,71	8,7	1981-2009
Дата проходження максимальної витрати води					
Сейм – м. Рильськ	р. Сейм – с. Мутин	44	0,75	0,0	1981-2009

і в р. Десна - м. Чернігів

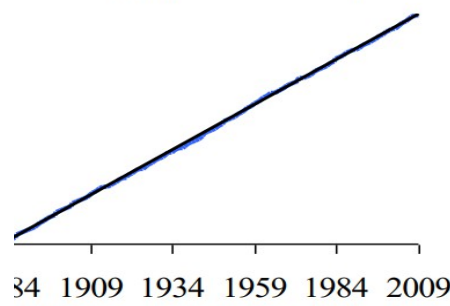


Σ Днів р. Десна - м. Б

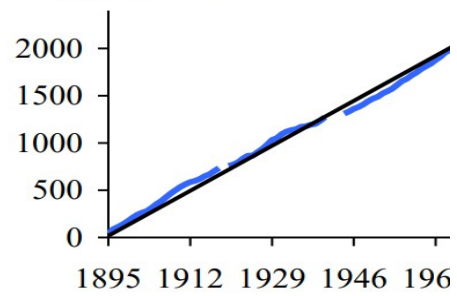


Початок весняного водопілля

і в р. Десна - м. Чернігів

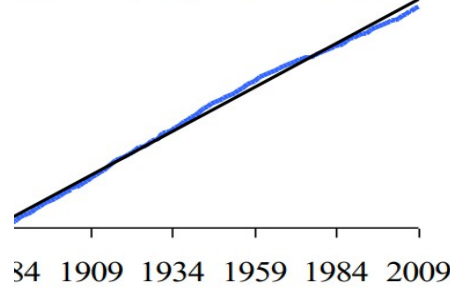


Σ Днів р. Десна - м. Бр

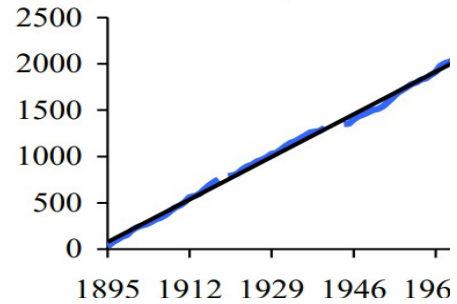


Дата проходження максимальної витрати води

і в р. Десна - м. Чернігів



Σ Днів р. Десна - м. Бр



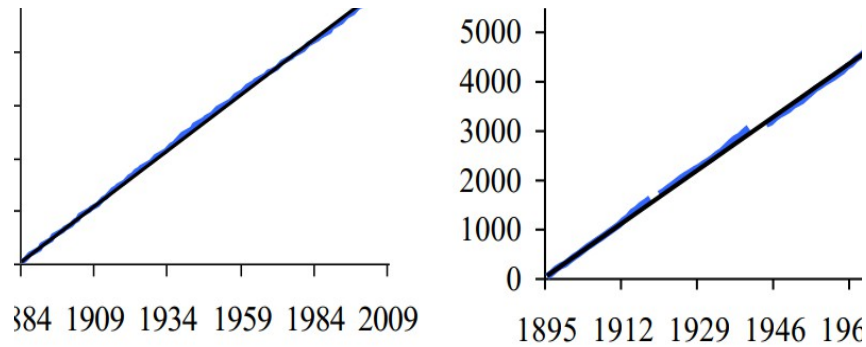


Рис. 2.5. Сумарні криві дат настання основних характеристик весняного водопілля та його тривалості в басейні р. Десна

Виконана оцінка стаціонарності рядів спостережень на основі оцінювання значимості лінійних трендів показала, що дати проходження максимальних витрат води весняного водопілля по всім гідрологічним постам, окрім поста р. Сейм – м. Рильськ, має однорідні дані спостережень. Неоднорідність даних спостережень на посту р. Сейм – м. Рильськ проявляється в зв'язку з відновленням даних у період після розпаду Радянського Союзу, так як при аналізі наявних даних до 1980 року тренд є незначимим. Разом з тим, дати початку весняного водопілля на всіх гідрологічних постах мають статистично значимі тренди при 5% рівні значимості, дати закінчення весняного водопілля – на 5 з 8 обраних постах, тривалість весняного водопілля – лише на посту р. Десна – с. Розльоти (рис. 2.6, табл. 2.5). Дати початку та закінчення весняного водопілля характеризуються спадаючими трендами (рис. 2.6).

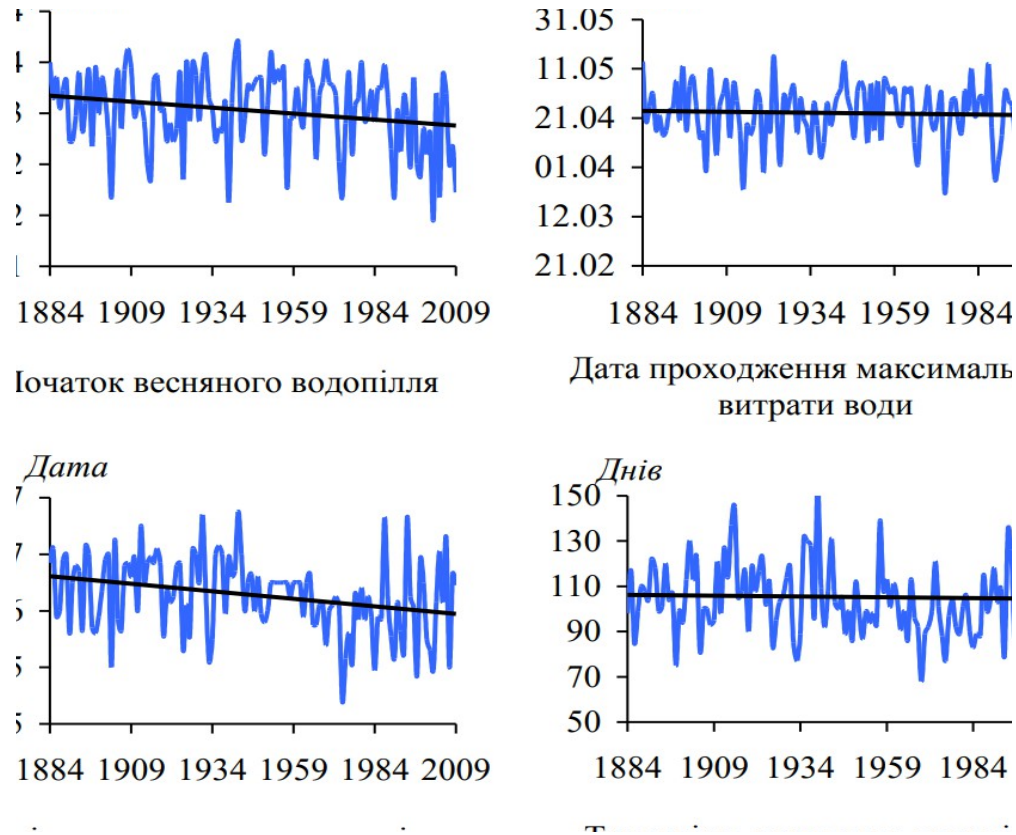


Рис.2.6. Багаторічна мінливість та лінійні тренди дат настання основних характеристик весняного водопілля та його тривалості на гідрологічному посту р. Десна – м. Чернів

Аналіз інтегральних кривих відхилень показує, що дати початку весняного водопілля, дати закінчення весняного водопілля, дати проходження максимальних витрат води та тривалість весняного водопілля мають синхронні коливання

в басейні р. Десна (рис. 2.7). Гідрологічні пости, які мають статистично незначимі тренди дат закінчення весняного водопілля при 5%-му рівні значимості (р. Десна – м. Брянськ, р. Десна – с. Розльоти та р. Снов – м. Щорс), тобто є однорідними (табл. 3.5), характеризуються наявністю хоча б одного повного циклу. Так, р. Десна – м. Брянськ налічує два повних цикли з 1907 по 1952 рр., тривалістю 46 років, та з 1953 по 1977 рр., тривалістю 25 років.

Всі гідрологічні пости в межах басейну р. Десна характеризуються синхронними та синфазними коливаннями дат початку весняного водопілля. На гідрологічних постах р. Десна – м. Чернігів та р. Десна – м. Брянськ (найбільш триваліші ряди спостережень із 1884 р. та 1895 р. відповідно) дати початку весняного водопілля з початку спостережень по 1940 р. мають коливання невеликої тривалості та з незначною амплітудою (незначні). Одночасно дати закінчення весняного водопілля та його тривалість до 1907 р. також характеризуються нечітко вираженою циклічністю. Після 1907 р. настає зростаюча фаза дат закінчення весняного водопілля, яка для пунктів, розташованих на самій р. Десна (р. Десна – м. Брянськ, р. Десна – с. Розльоти та р. Десна – м. Чернігів), триває до 1964 р. Тобто, за рахунок коливань невеликої тривалості та амплітуди дат початку весняного водопілля до 1940 р. із врахуванням зміщення дат закінчення весняного водопілля в цей же період на більш пізні строки (червень-липень) його тривалість зростає, про що свідчать інтегральні криві відхилень тривалості водопілля (зростаюча фаза до 1941 р.).

Таблиця 2.5. Оцінка значимості лінійних трендів дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна

Річка-пункт	Період	Рівняння тренду	R^2	F	F_{CR}	F_{CR}	F_{CR}	F_{CR}	F_{CR}
Дата початку весняного водопілля									
есна – м. Брянськ	1895-2009	$y = -2E-06x + 1,0038$	0,0396	0,199	0,09	0,180	0,27		
есна – с. Розльоти	1954-2009	$y = -1E-05x + 1,0201$	0,1645	0,406	0,113	0,225	0,338		
есна – м. Чернігів	1884-2009	$y = -2E-06x + 1,0044$	0,0495	0,222	0,085	0,170	0,255		
отка – с. Івот	1952-2009	$y = -9E-06x + 1,017$	0,1404	0,375	0,114	0,228	0,342		
ейм – м. Рильськ	1935-2009	$y = -5E-06x + 1,0105$	0,1064	0,326	0,104	0,208	0,312		
ейм – с. Мутин	1926-2009	$y = -7E-06x + 1,0144$	0,195	0,442	0,088	0,177	0,265		
певень – с. Шарпівка	1956-2009	$y = -7E-06x + 1,014$	0,0835	0,289	0,126	0,252	0,378		
нов – м. Щорс (с. Носівка)	1956-2009	$y = -1E-05x + 1,0192$	0,1313	0,362	0,119	0,239	0,358		
Дата проходження максимальної витрати води									
есна – м. Брянськ	1895-1980	$y = -7E-07x + 1,0013$	0,0055	0,074	0,108	0,216	0,324		
есна – с. Розльоти	1954-2009	$y = -2E-06x + 1,0047$	0,019	0,137	0,132	0,265	0,397		
есна – м. Чернігів	1884-2009	$y = -4E-07x + 1,0007$	0,002	0,041	0,089	0,179	0,268		
отка – с. Івот	1952-2009	$y = -4E-06x + 1,0084$	0,0348	0,187	0,128	0,256	0,384		
ейм – м. Рильськ	1935-2009	$y = 6E-06x + 0,9877$	0,15	0,388	0,099	0,198	0,296		
ейм – с. Мутин	1926-2009	$y = -2E-06x + 1,0038$	0,0276	0,166	0,107	0,213	0,320		
певень – с. Шарпівка	1956-2009	$y = -5E-06x + 1,0108$	0,0469	0,217	0,131	0,262	0,393		

Річка-пункт	Період	Рівняння тренду	K	K	σ_R	$\angle\sigma_R$	$\Delta\sigma_R$	результат
Дата закінчення весняного водопілля								
Зна – м. Брянськ	1895-1980	$y = -1E-06x + 1,0022$	0,0086	0,093	0,108	0,215	0,323	С
Зна – с. Розльоти	1954-2009	$y = -8E-07x + 1,0016$	0,0016	0,040	0,135	0,269	0,404	С
Зна – м. Чернігів	1884-2009	$y = -3E-06x + 1,005$	0,0829	0,288	0,082	0,164	0,246	А
Отка – с. Івот	1952-2009	$y = -1E-05x + 1,0261$	0,3489	0,591	0,086	0,172	0,259	А
Зім – м. Рильськ	1935-2009	$y = -4E-06x + 1,0075$	0,0525	0,229	0,110	0,220	0,330	А
Зім – с. Мути	1926-2009	$y = -4E-06x + 1,0085$	0,0957	0,309	0,099	0,199	0,298	А
Тевень – с. Шарпівка	1956-2009	$y = -1E-05x + 1,0222$	0,1484	0,385	0,117	0,234	0,351	А
Тов – м. Щорс (с. Носівка)	1956-2009	$y = -2E-06x + 1,0048$	0,0078	0,088	0,136	0,273	0,409	С
Тривалість весняного водопілля								
Зна – м. Брянськ	1895-1980	$y = -0,0005x + 1,0227$	0,0038	0,062	0,11	0,216	0,320	С
Зна – с. Розльоти	1954-2009	$y = 0,0039x + 0,8893$	0,1098	0,331	0,12	0,240	0,360	А
Зна – м. Чернігів	1884-2009	$y = -0,0001x + 1,0087$	0,001	0,032	0,09	0,179	0,268	С
Отка – с. Івот	1952-2009	$y = -0,0045x + 1,1318$	0,0482	0,220	0,13	0,252	0,378	С
Зім – м. Рильськ	1935-1980	$y = -0,0001x + 1,0031$	7E-05	0,008	0,15	0,298	0,447	С
Зім – с. Мути	1926-2009	$y = 0,0014x + 0,9425$	0,0398	0,199	0,11	0,211	0,316	С
Тевень – с. Шарпівка	1956-2009	$y = -0,0035x + 1,0958$	0,0373	0,193	0,13	0,264	0,397	С
Тов – м. Щорс (с. Носівка)	1956-2009	$y = 0,0045x + 0,8755$	0,0627	0,250	0,13	0,257	0,386	С

А – тренд значущий, тобто неоднорідний;

С – тренд незначущий, тобто однорідний.

Починаючи з 1942 р., відбувається зменшення тривалості весняного водопілля (спадаюча фаза), яка триває до 1988 року. Це пояснюється зростаючою фазою дат початку весняного водопілля (яка триває з 1941 по 1988 рр.), тобто переміщенням дат на більш пізні строки, що говорить про більш сурові зими з нечастими відлигами та спадаючою фазою дат закінчення весняного водопілля (зміщення дат на більш ранні строки). Починаючи з 1988р., дати початку весняного водопілля змістились на більш ранні строки (лютий-березень), що вказує на більш теплі зими з відлигами, що призводить до зменшення запасів води в снігу та, як наслідок, ранньому початку весняного водопілля.

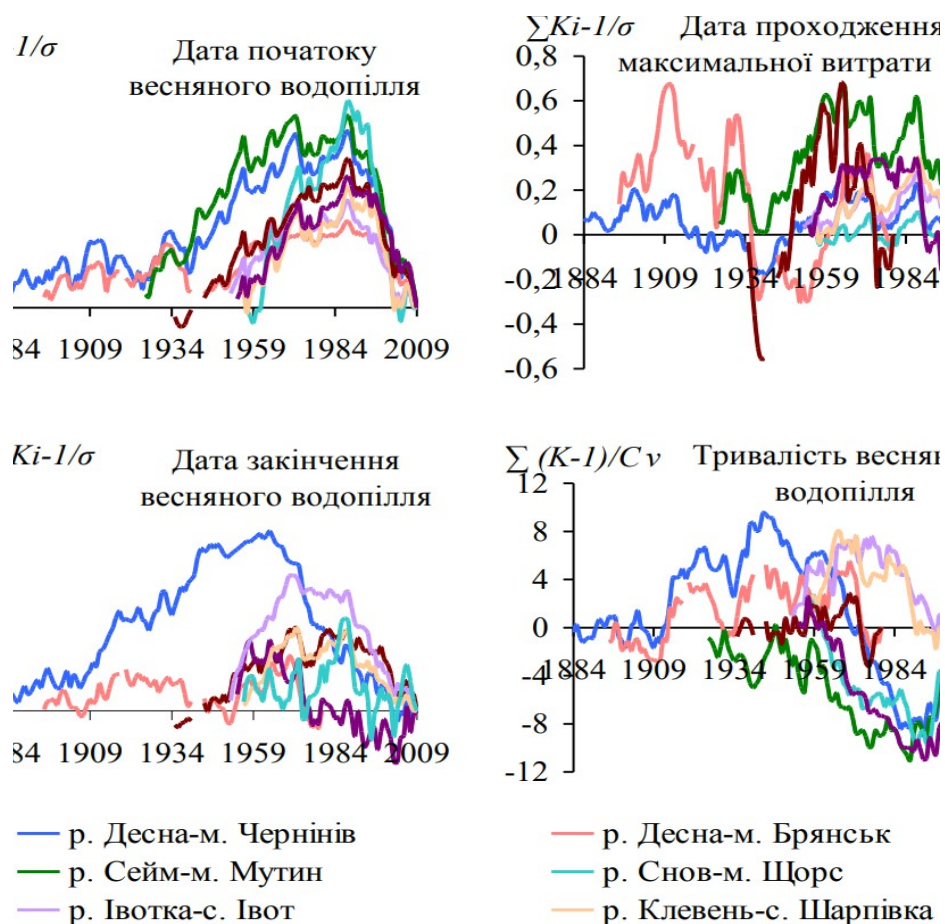


Рис. 2.7. Інтегральні криві відхилень дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна

В останні роки спостерігається зміщення строків закінчення весняного водопілля на більш пізні дати (червень-липень) відповідно і тривалість

водопілля починає зростати (зростаюча фаза циклічних коливань починаючи з 1988 р.) (рис. 2.7).

Побудовано суміщені хронологічні графіки коливань дат настання основних характеристик весняного водопілля. Їх аналіз показав, що коливання на всіх обраних гідрологічних постах у межах басейну р. Десна є синхронними, що дає можливість стверджувати про однорідність умов їхнього формування (рис. 2.8).

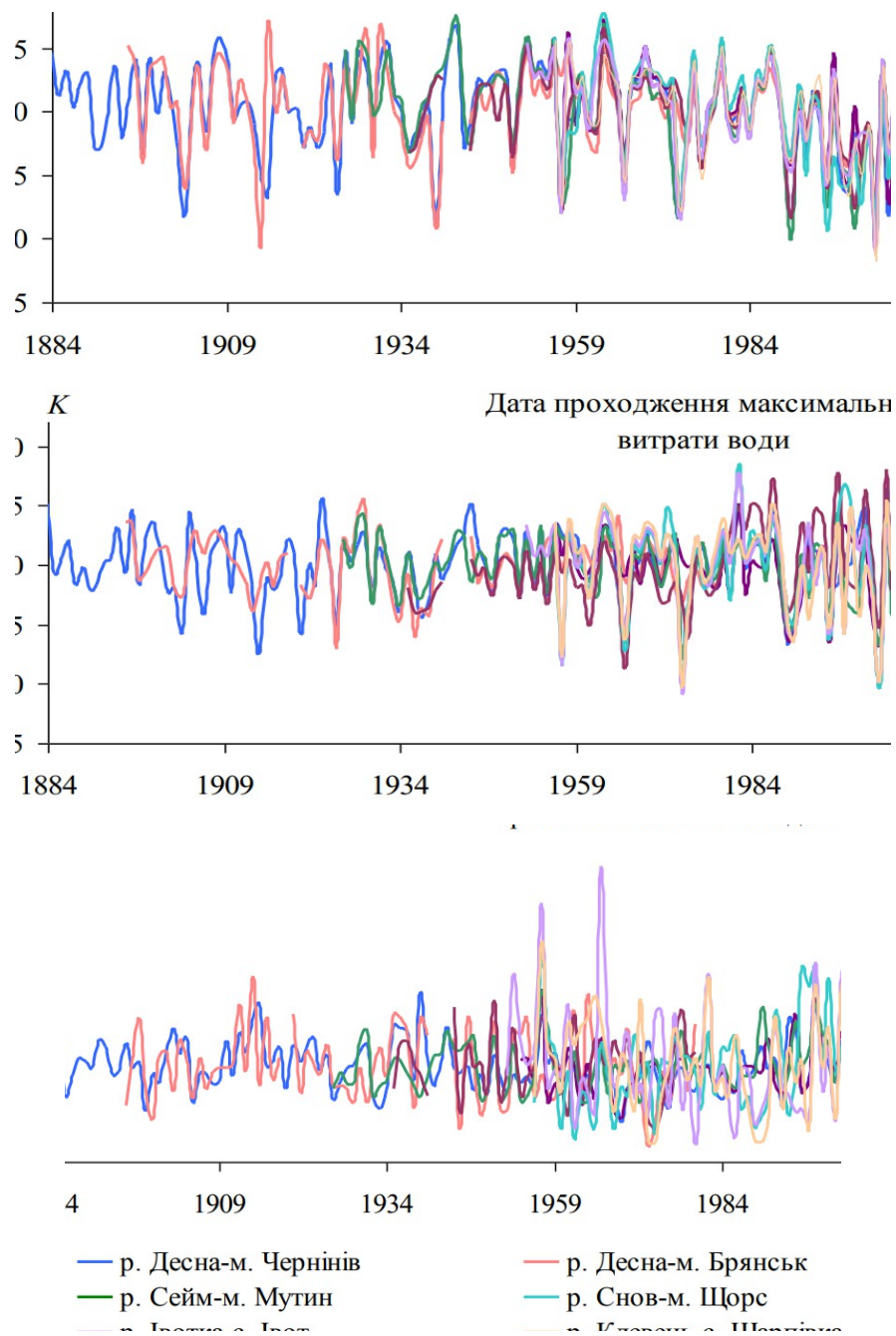


Рис. 2.8. Багаторічна мінливість дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна

Виконаний аналіз дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна за сумарними кривими, інтегральними кривими відхилень та сумісними хронологічними графіками не виявив будь-яких суттєвих змін тенденцій у формуванні характеристик. Статистично значимі тренди мають тимчасовий характер та обумовлюються циклічними коливаннями. Отже, дати настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна мають циклічні коливання, які й обумовлюють в останні роки збільшення тривалості водопілля та зміщення дат початку весняного водопілля на більш ранні строки.

Розділ 3

Вплив кліматичних чинників на формування гідрографів весняного водопілля

Дослідження просторово-часових тенденцій основних кліматичних чинників формування весняних водопіль необхідно для виявлення стаціонарності та однорідності таких чинників як температура повітря, атмосферні опади, максимальний запас води в снігу та глибина промерзання ґрунту.

Умови формування весняного водопілля змінюються від року в рік, щороку накопичується різна кількість снігу, ґрунт має різну водопроникність, змінюються запаси води в снігу, що пов'язано з температурним режимом і можливими відлигами в зимовий період. Таким чином, вивчення мінливості умов формування максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Десна, а саме виявлення домінуючих факторів, які впливають на стік, мають важливе значення. Для досягнення поставленої мети використовувалися багаторічні ряди по метеорологічним та агрометеорологічним спостереженням на метеостанціях у басейні р. Десна.

Аналіз виконано для наступних кліматичних чинників: суми опадів за весняне водопілля, суми від'ємних та додатних температур повітря за зимовий період, максимальних запасів води в снігу, дат настання максимального запасу води в снігу та глибини промерзання ґрунту на початок весняного водопілля в басейні р. Десна.

Побудовано сумарні криві кліматичних чинників формування максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Десна. Аналіз однорідності кліматичних чинників виконаний за сумарними кривими показав, що всі ряди спостережень є однорідними (рис. 3.1). Відхилення від лінії, які відмічаються на кривих, свідчать про відсутність повного циклу коливання основних чинників весняного водопілля.

Багаторічна мінливість глибини промерзання ґрунту на початок весняного водопілля, максимальних запасів води в снігу, суми опадів за період весняного водопілля, суми від'ємної і додатної температури повітря за зимовий період та дат настання максимальних запасів води в снігу в басейні р. Десна майже на всіх гідрологічних постах та метеорологічних станціях має статистично значимі тренди, що показує порушення стаціонарності процесів формування весняного водопілля (рис. 3.2). Аналізуючи лінійні тренди, бачимо, що глибина промерзання ґрунту, максимальний запас води в снігу, суми від'ємної температури повітря та дати настання максимальних запасів води в снігу характеризуються спадаючими трендами. Тобто за рахунок підвищення температури повітря в зимовий період спостерігається зменшення глибини промерзання ґрунту та запасів води в снігу, що призводить до зменшення максимальних витрат води в період проходження весняного водопілля.

Виконано оцінку значимості лінійних трендів основних кліматичних чинників весняного водопілля в басейні р. Десна. Згідно з отриманими даними такий кліматичний чинник, як максимальний запас води в снігу має статистично значимі тренди лише на 2 (Жуківка та Брянськ) із 12 метеорологічних станціях, які знаходяться в північно-східній частині басейну р. Десна на території Російської Федерації. Дати настання максимальних запасів води в снігу мають значимі тренди на 3 (Брянськ, Щорс та Обоянь) із 12 станціях, сума опадів за період весняного водопілля – на 8 із 11 (окрім Покошичі, Глухів та Конотоп), глибина промерзання ґрунту на початок весняного водопілля має лише два неоднорідних ряди спостережень (на станціях Глухів та Конотоп) із 7

Суми від'ємних температур повітря за зимовий період мають статистично значимі тренди на всіх обраних метеорологічних станціях в басейні р. Десна, окрім станції Білопілля, що можливо пояснити наявним коротким рядом спостережень у зв'язку з її закриттям у 1989 році. Можливо припустити, що з подовженням ряду отримали б статистично значимий

тренд. Суми додатних температур повітря за зимовий період мають статистично значимі тренди на 7 із 11 метеорологічних станціях (окрім станцій Брянськ, Чернігів, Рильськ та Білопілья).

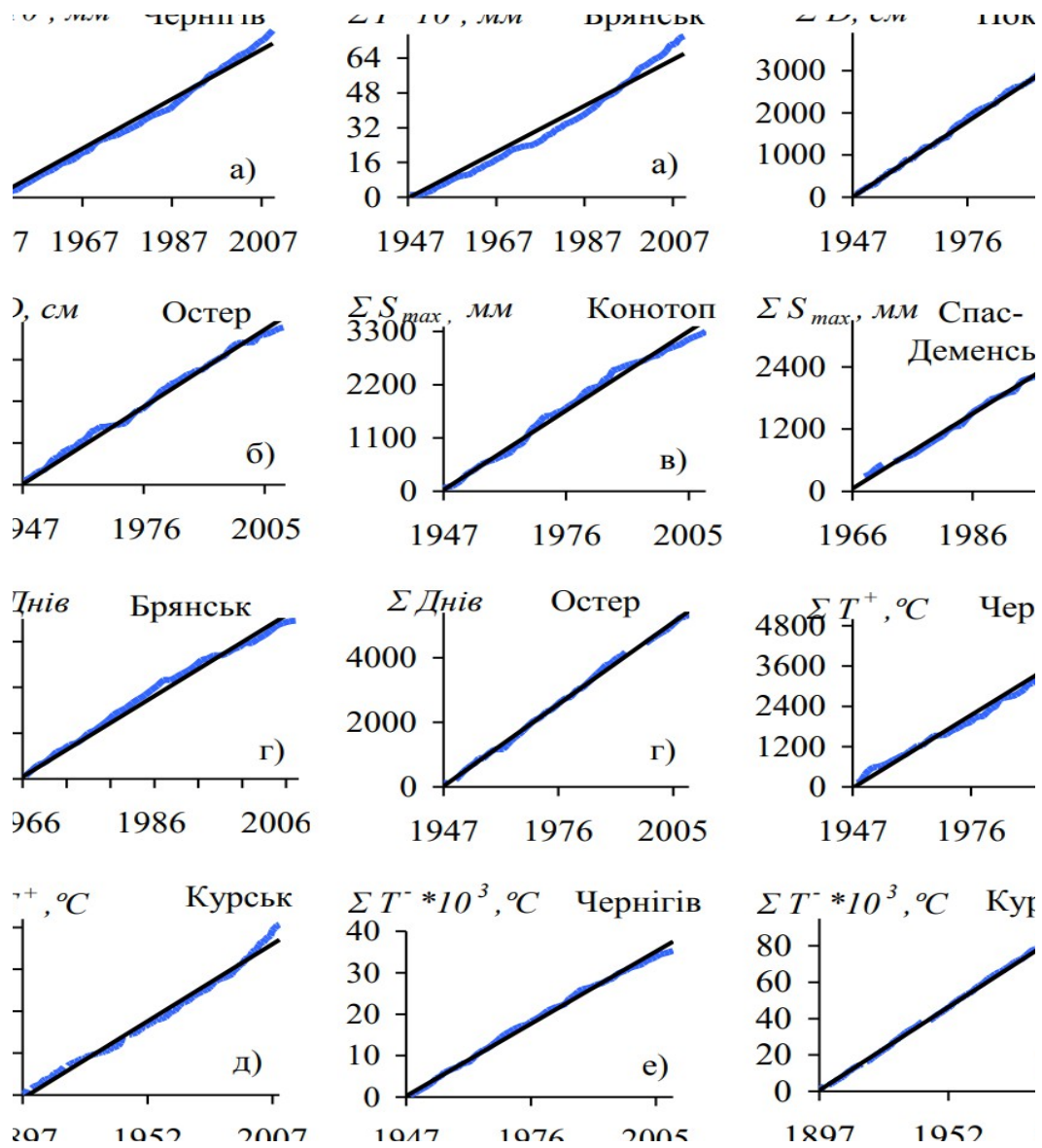


Рис. 3.1. Сумарні криві основних кліматичних чинників весняного водопілля в басейні р. Десна (а – сума опадів за період весняного водопілля; б – глибина промерзання ґрунту на початок весняного водопілля; в – максимальний запас води в снігу; г – дата настання максимальних запасів води в снігу; д – сума додатних температур повітря за зимовий період; е – сума від’ємних температур повітря за зимовий період

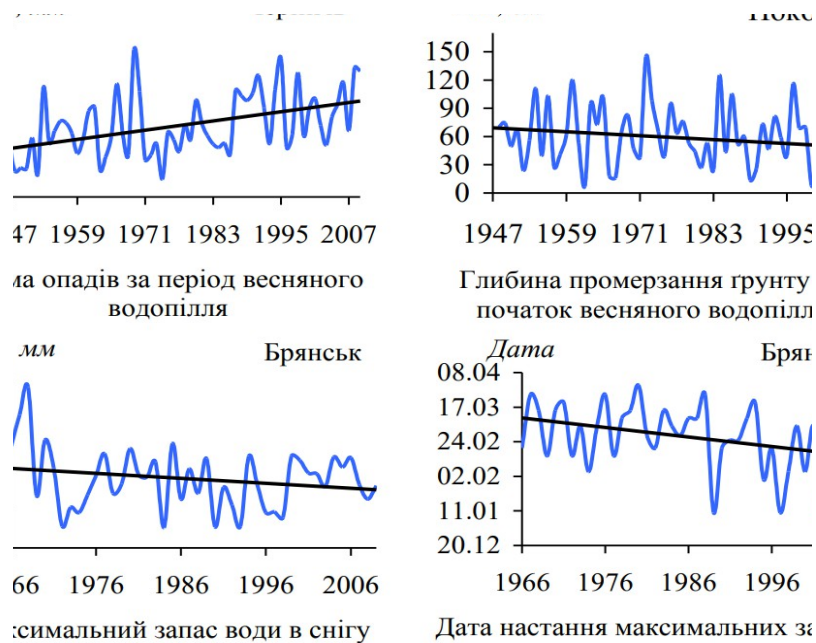


Рис. 3.2. Багаторічна мінливість та лінійні тренди основних кліматичних чинників весняного водопілля в басейні р. Десна

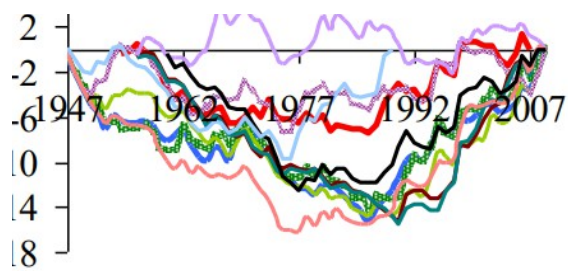
Для обраних кліматичних чинників формування максимального стоку в басейні р. Десна побудовано інтегральні криві відхилень (рис. 3.3), з яких видно, що коливання синхронні по всім метеорологічним станціям, що підтверджує однорідність умов їхнього формування. Максимальні запаси води в снігу та суми від'ємних температур повітря за зимовий період мають зростаючу фазу циклічних коливань по всім метеорологічним станціям, яка триває до 1970 року. Далі мають незначні коливання, які тривають до 1988 р., на даний час спостерігаємо спадаючу фазу для обох кліматичних чинників. Тобто, максимальні запаси води в снігу напряму залежать від від'ємних температур повітря, що й підтверджується коливаннями на інтегральних кривих відхилень. В той же час суми опадів за період весняного водопілля та суми додатної температури повітря за зимовий період навпаки мають зростаючу фазу циклічних коливань з 1986-1988 рр. Отримані результати при таких тенденціях свідчать про більш теплі зими в останні 25 років, із більшою кількістю рідких опадів, отже меншими запасами води в снігу. У зв'язку з теплішими зимами спостерігається і зменшення глибини промерзання ґрунту, що підтверджується спадаючою фазою циклічних

коливань на інтегральних кривих відхилень, починаючи з 1988 року. Аналіз циклічних коливань дат настання максимальних запасів води в снігу також, починаючи з 1988 року, має спадаючу фазу коливань по всім метеорологічним станціям, що вказує на більш ранні строки настання максимальних запасів води в снігу, тобто призводить до більш ранніх дат початку весняного водопілля.

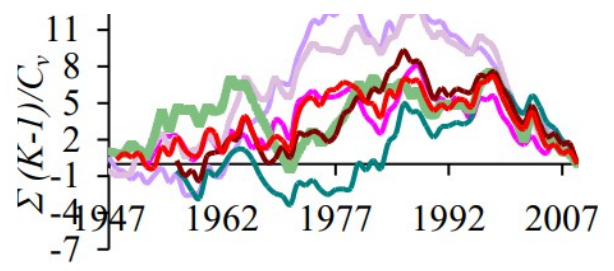
Під час виконання роботи отримано середньобогаторічні значення кліматичних чинників в межах басейну р. Десна (табл. 3.1). Найбільші значення максимальних запасів води в снігу та найбільш пізні дати його настання спостерігаються в північно-східній частині басейну (російська територія), для якої властивий більш тривалий період із від'ємними температурами. Середньобогаторічне значення глибини промерзання ґрунту на початок весняного водопілля коливається в межах від 56 до 77 см.

Таблиця 3.1. Середні богаторічні значення кліматичних чинників формування максимального стоку в басейні р. Десна

Метеорологічна станція	Період спостереження	Максимальний запас води в снігу, мм	Дата настання максимального запасу води в снігу	Глибина промерзання ґрунту на початок весняного водопілля, см
Спас-Деменськ	1956-2019	77	28.02	-
Жуківка	1956-2019	70	25.02	-
Брянськ	1956-2019	82	26.02	-
Трубчевськ	1956-2019	63	22.02	-
Дружба	1956-2019	64	17.02	64
Щорс	1956-2019	50	06.02	56
Покошичі	1956-2019	-	-	58
Глухів	1956-2019	58	13.02	73
Остер	1956-2019	53	08.02	60
Ніжин	1956-2019	49	06.02	-
Конотоп	1956-2019	52	09.02	77
Понирі	1956-2019	88	02.03	-
Обоянь	1956-2019	61	21.02	-
Семенівка	1956-2019	-	-	70



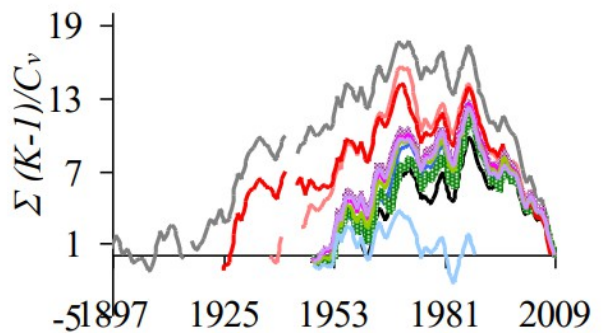
Сума опадів за період весняного водопілля



Глибина промерзання ґрунту на початок водопілля



Сума додатних температур повітря за зимовий період



Сума від'ємних температур повітря за зимовий період

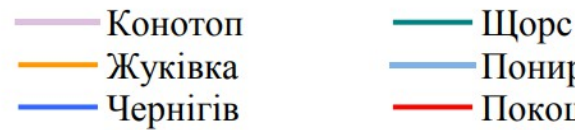
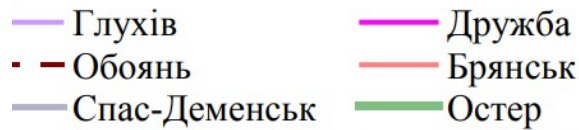


Рис. 3.3. Інтегральні криві відхилень основних кліматичних чинників весняного водопілля

Для всіх річок басейну річки Десни в 1970 році відбувся перехід від багато- до маловодної фази гідрологічного циклу, яка триває досі та закінчення якої неможливо спрогнозувати. Починаючи з 70-х років минулого століття спостерігається зменшення суми від'ємних температур, що призводить до зменшення твердих опадів і як наслідок – зменшення максимальних запасів води в снігу та глибини промерзання ґрунту. Все це й обумовлює зменшення максимальних витрат води в басейні р. Десна. Суми опадів за період весняного водопілля і суми додатних температур повітря за зимовий період, навпаки, мають зростаючу фазу циклічних коливань з 1986-1988 рр. Однак зростання суми опадів за період весняного водопілля не має суттєвого впливу на формування весняного водопілля, так як частка опадів, що випадає за період весняного водопілля у загальному стоці водопілля складає лише 12-20 % [31]. Як наслідок, дати початку весняного водопілля змістились на більш ранні строки (лютий-березень) починаючи з 1988 р.

Незважаючи на прості форми гідрографів р. Десна виявилось, що відхилення окремих гідрографів від середнього гідрографу (за період 1885-2010 рр.) коливаються в досить широкому інтервалі. Це пояснюється різноманітним поєднанням кліматичних чинників формування весняного водопілля в кожному році. Отже, за методикою класифікації гідрографів за подібною формою серед 126 гідрографів (р. Десна – м. Чернігів) було виявлено 41 клас, до яких увійшло від 1 до 6 гідрографів (рис. 3.4). Серед них було визначено 12 класів із низькою ймовірністю, 9 класів із середньою ймовірністю та 20 класів із високою ймовірністю. Класи гідрографів споріднені між собою подібними характеристиками основних фаз водного режиму: стійкістю та висотою літньо-осінньої та зимової межени, строками настання та закінчення, тривалістю, висотою, інтенсивністю підйому та спаду весняно-літнього водопілля. Графіки деяких класів гідрографів, які надають уяву про їхні різноманітні форми, наведено на рис. 3.4. Необхідно зазначити, що різні класи гідрографів мають різну подібність в залежності від співвідношення критеріїв ρ та η .

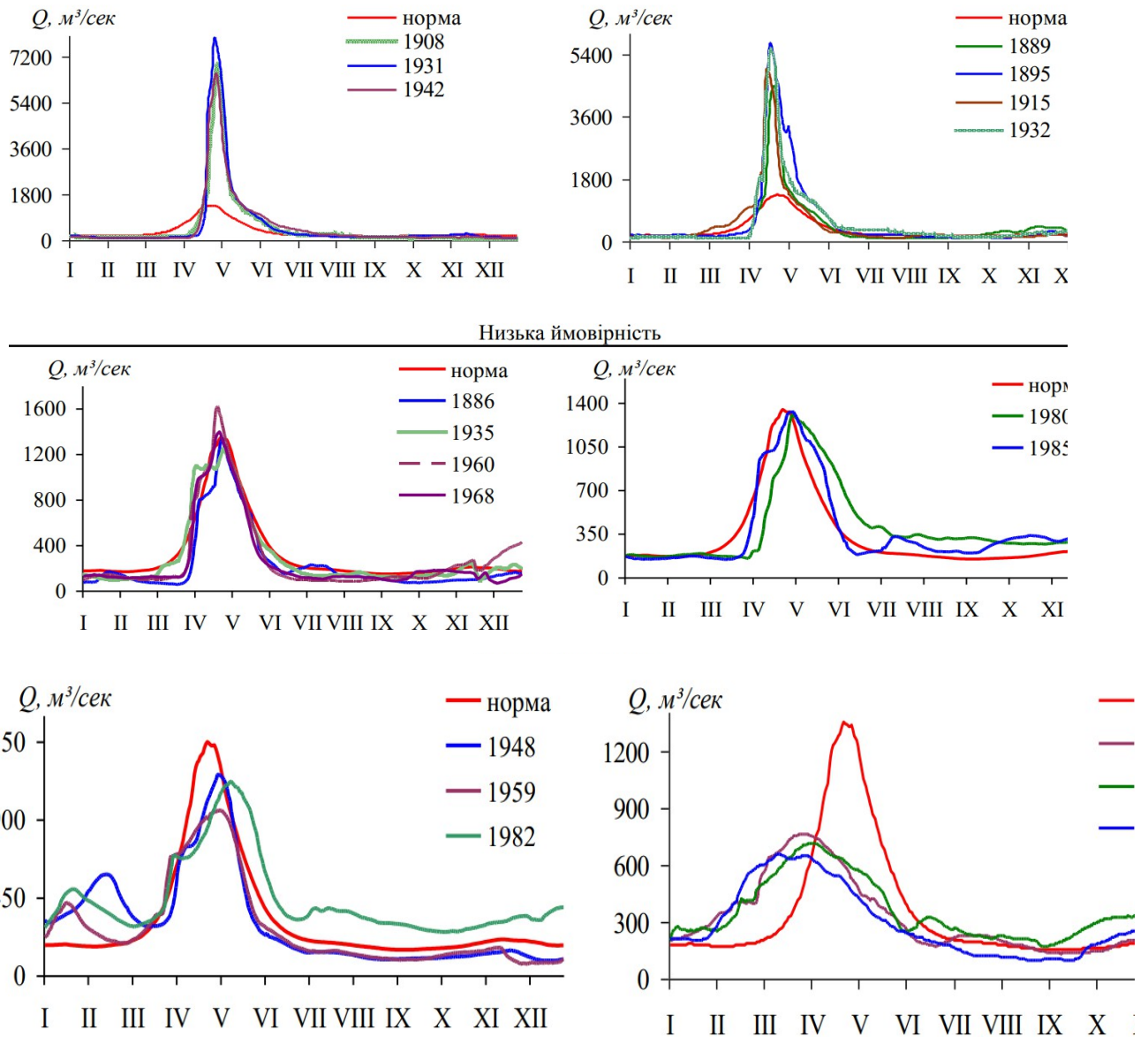


Рис. 3.4. Класи гідрографів подібних за формою з різною ймовірністю в басейні р. Десна

Умови формування гідрографів із високою ймовірністю різноманітні, але загалом вони формуються при низьких значеннях запасів води в снігу (SWEI). При цьому, можуть спостерігатися високі значення сум добових температур повітря за період від’ємних температур ($\sum T -$) та глибини промерзання ґрунту (FDSI) (рис. 3.4.).

Дати переходу температури повітря через 0°C припадають на березень. Такі умови характерні для водопілля 1902 року. При значних запасах води в снігу, які сформувались за осінньо-зимовий період можуть спостерігатися

відлиги, що призводить до утворення зимових паводків (січень-лютий) і як наслідок зниженню величин максимальних витрат води весняного водопілля. Іноді при низьких запасах води в снігу та ранньому переходу температури повітря через 0°C водопілля може розпочатись наприкінці січня. Виявилося, що для деяких класів з однаковою формою гідрографів їхні умови формування можуть відрізнятися. Формування ж подібних форм гідрографів відбувається внаслідок поєднання різних чинників. Так, наприклад, водопілля 1910 року сформувалось при невисоких значеннях сум добових температур повітря за період від'ємних температур та запасів води в снігу.

Основними чинниками, які формують водопілля з середньою ймовірністю, є сума опадів за період від'ємних температур повітря, що призводить до накопичення більших запасів води в снігу. Перехід температури повітря через 0°C для водопілля із середньою ймовірністю припадає на другу половину березня, а для водопілля із високою ймовірністю – на кінець лютого-березень. Однак для водопілля із високою ймовірністю характерні більші значення суми добових температур повітря за період від переходу температури повітря через 0°C до піку весняного водопілля.

Незважаючи на всі ґрунтовні дослідження, на сьогодні в Україні не існує каталогу водопілля та паводків із детальним аналізом їхніх умов формування як для басейну р. Десна, так і для інших паводконебезпечних регіонів. Певні спроби створити каталог дощових та сніго-дощових паводків на річках Карпатського регіону було виконано в праці М.М. Сусідко та ін., однак у цій роботі майже не розглядалися умови та чинники формування паводків і створювався він тільки за 1989-2002 рр. У той же час, Європейська Директива стихійних гідрологічних явищ для визначення найбільш вразливих до регулярних затоплень територій передбачає детальний опис небезпечних явищ (водопілля та паводків), які відбувалися в минулому та призвели до значних матеріальних збитків. Отже, створення каталогу весняних водопілля з дослідженням основних гідрометеорологічних чинників, які визначали умови їхнього формування, є вкрай необхідним завданням.

Таблиця 3.5. Характеристики високих водопіль у басейні р. Десна

Рік	Дата початку	Дата закінчення	Тривалість водопілля, діб	Тривалість підйому водопілля, діб	Найбільша строкова витрата води, м ³ /с	Дати найбільшої строкової витрати води	Аналітична забезпеченість, %	Шар стоку, мм
р. Десна – м. Чернігів (F= 81400 км ²)								
1917	27/III	12/VI	78	23	8090	18/IV	0,9	164
1931	14/IV	12/VI	84	16	7940	29/IV	0,9	178
1937	05/III	10/VII	128	32	3810	5/IV	8,5	120
1942	09/IV	25/VII	108	22	6590	30/IV	2,0	165
1947	24/III	25/VII	89	21	4470	13/IV	6,0	119
1951	15/III	20/VI	98	28	3220	11/IV	13,0	105
1970	24/III	20/VI	89	28	8000	19,20/IV	0,9	175
1994	11/III	23/VII	135	47	2040	26/IV	30,0	118

Гідрографи цих водопіль (рис. 3.5) дають змогу припустити, що подібність форми гідрографів та майже однакові дати початку та закінчення водопіль 1917 та 1970 рр. свідчать і про однакові умови їхнього формування. Таким чином було обрано 1970 рік, як найбільший за весь період регулярних спостережень.

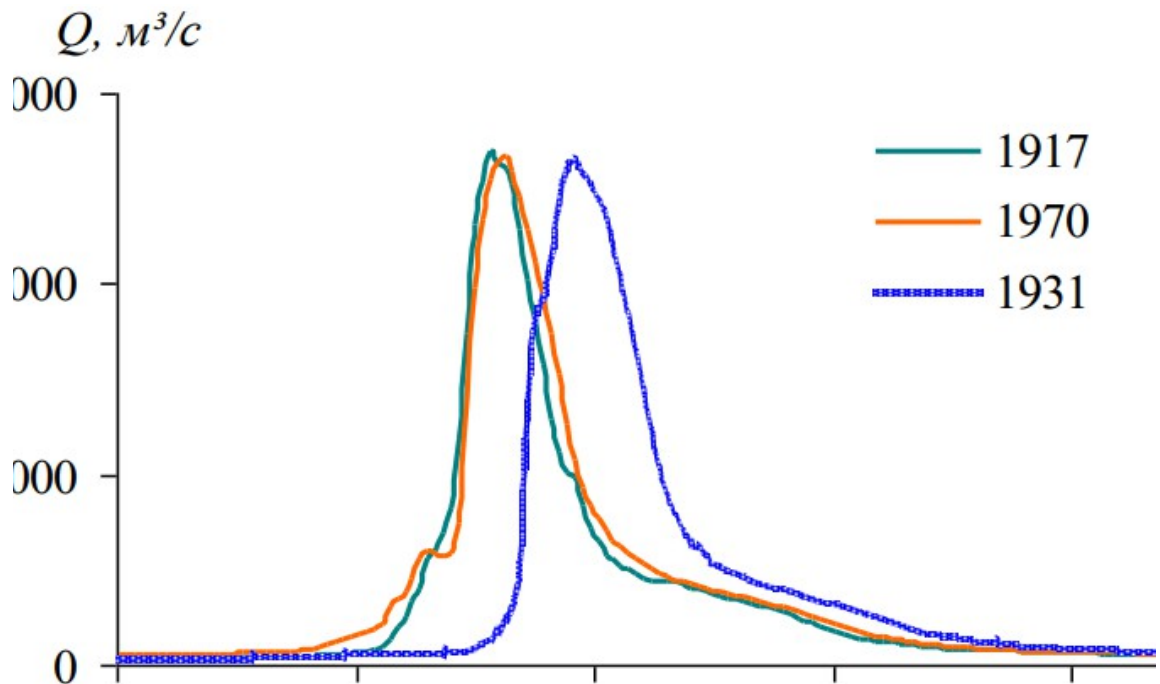


Рис. 3.5. Гідрографи весняних водопіль на гідрологічному посту р. Десна – м. Чернігів

Виконано аналіз тривалості весняного водопілля по басейну р. Десна за роки, в які спостерігалися найвищі весняні водопілля (рис. 3.6). Так, більша за середньобагаторічну тривалість спостерігалась у 1931, 1937, 1942, та 1947 роках. Однак ці значення відхиляються в незначних межах і становлять від 69 (1917 р.) до 91 (1942 р.) доби в басейні річки Десна.

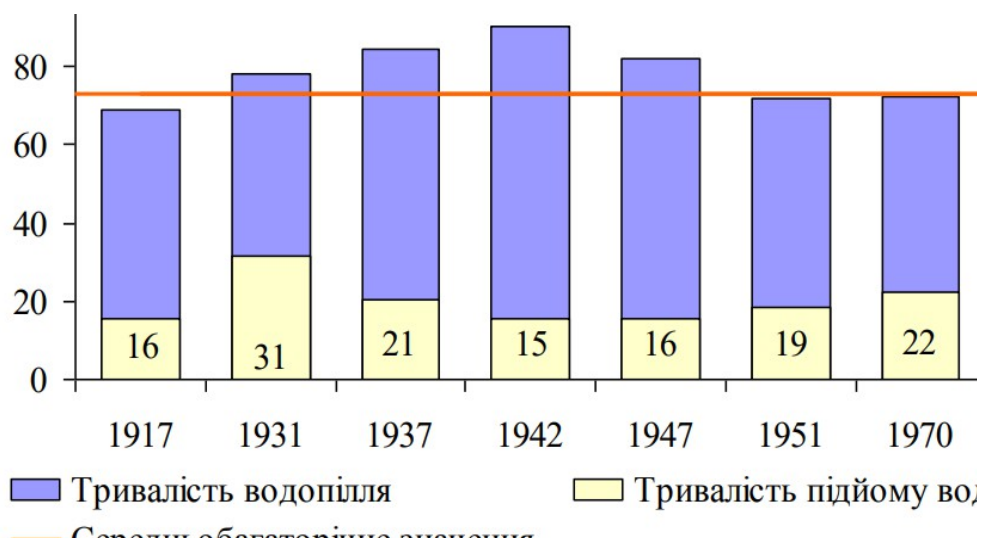


Рис. 3.6. Тривалість найвищих весняних водопілля та середньобогаторічна тривалість (1885-2010 рр.) у басейні р. Десна

Розділ 4

Екологічна оцінка якості вод р.Десна

Оцінка якості води здійснюється за допомогою комплексу показників, які включають фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні, та хімічні характеристики. Ці показники поділяються на загальні та специфічні. Загальні показники властиві для всіх водних об'єктів і включають такі параметри, як температура води, прозорість, кольоровість та рН. Специфічні показники залежать від локальних природних умов і антропогенного впливу на водне середовище. Наприклад, вміст тяжких металів, пестицидів або специфічних органічних сполук може бути характерним саме для певних регіонів або водойм, забруднених в результаті промислової діяльності.

До основних фізичних показників якості води відносяться:

- температура води. У водних об'єктах температура формується під впливом кількох факторів: сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, перемішування води течіями та внесення підігрітих вод зовнішніми джерелами. Зміни температури впливають на всі аспекти життя водного середовища, включно зі складом та властивостями води. Температура води, яка вимірюється в градусах Цельсія ($^{\circ}\text{C}$), є ключовим гідрологічним показником та вказівником потенційного теплового забруднення.

Теплове забруднення, зазвичай, виникає внаслідок використання води для відведення тепла в промисловості, особливо на електростанціях, де використана вода повертається в водойми з підвищеною температурою. Це підвищення температури може викликати низку екологічних змін, включно зі змінами у швидкості хімічних реакцій та життєвих процесів водних організмів, зміною кисневого режиму та зменшенням біорізноманіття.

Теплове забруднення води може викликати серйозні порушення у водному екосистемі, такі як:

- дезорієнтація та стрес у водних організмів, що може вплинути на їх розмноження та виживання;

- зміни в температурній стратифікації водойми, особливо в холодні періоди;
- зменшення рівнів розчиненого кисню, що критично для багатьох водних організмів;
- масове розмноження синьо-зелених водоростей, що може вести до евтрофікації;
- утворення теплових бар'єрів, що перешкоджають міграції риб;
- загалом, зменшення видового різноманіття у водному середовищі.

Вивчення властивостей води часто розпочинається з органолептичних показників, які визначаються за допомогою наших відчуттів: зору, нюху, та смаку. Органолептична оцінка води дозволяє отримати важливу інформацію про її якість швидко і без використання спеціального обладнання.

Основні органолептичні характеристики включають:

- кольоровість - характеризує ступінь забарвлення води, що може вказувати на наявність у воді розчинених речовин або високу концентрацію органічних матеріалів;
- мутність (прозорість) - показує ступінь прозорості води, може бути спричинена наявністю великої кількості нерозчинених частинок, таких як глина, мікроорганізми, чи органічні частки;
- запах - дає змогу виявити наявність деяких хімічних сполук, як от сірководень або хлор, а також може вказувати на забруднення органічними речовинами;
- смак і присмак - можуть відображати наявність мінералів, хімічних забруднень або надлишку лікарських засобів і добрив.

Ці характеристики дають загальне уявлення про якість води і можуть вказувати на потенційні проблеми, що потребують додаткового аналізу.

Запах води утворюється за рахунок присутності в ній летких речовин, які мають власний аромат і можуть потрапити до водного середовища як натуральним шляхом, так і зі стічними водами. Ці речовини можуть

походити від гідробіонтів, процесу розкладання органічних матеріалів, хімічної взаємодії компонентів, що містяться у воді, а також з-за надходження води зі зовнішніх джерел.

Запах води оцінюється за бальною системою і, залежно від температури води, зазвичай визначають при кімнатній (20 °С) та підвищеній (60 °С) температурі, що допомагає виявити різні ароматичні компоненти. Запах поділяють на:

- природний - виникає внаслідок біологічної активності живих організмів, процесів розкладання мертвих органічних матеріалів, впливу ґрунтів чи водної рослинності;

- штучний - асоціюється з діяльністю людини, зокрема через промислові та побутові відходи, які можуть суттєво змінюватися під час водоочищення.

Ця характеристика важлива для оцінки якості води, оскільки може свідчити про присутність забруднюючих речовин або стан водного середовища.

Таблиця 4.1. Характер та інтенсивність запаху

Природного походження	Штучного походження
Землистий	Нафтопродуктів (бензиновий)
Гнильний	
Пліснявий	Хлорний
Торф'яний	Оцтовий
Трав'янистий	Фенольний

Інтенсивність запаху оцінюють за 5-бальною шкалою, наведеною в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2. Визначення характеру й інтенсивності запаху

Інтенсивність запаху	Характер прояву запаху	Оцінка інтенсивності запаху
Немає	Запах не відчувається	0
Дуже слабка	Запах зразу не відчувається, але виявляється при ретельному дослідженні (при нагріванні води)	1

Слабка	апах помічається, якщо звернути на це увагу	2
Помітна	Запах легко помічається і викликає несхвальний відгук про воду	3
Чітка	Запах звертає на себе увагу і змушує утриматися від пиття	4
Дуже сильна	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною до вживання	5

- прозорість. Прозорість води визначається розсіюванням сонячного світла від частинок органічного і мінерального походження у воді, які можуть бути у зваженому чи колоїдному стані. Вона має вплив на протікання біохімічних процесів, зокрема на фотосинтез та фотоліз, які вимагають світла. Прозорість вимірюється у сантиметрах;

- каламутність. Каламутність води визначається через наявність у ній дрібнодисперсних домішок різного походження, які можуть бути нерозчинними або колоїдними. Цей показник також впливає на деякі інші характеристики води, такі як:

- наявність осаду, який може відсутній, бути незначним, помітним, великим або дуже великим, досягаючи розмірів у міліметрах;

- завислі речовини або грубодисперсні домішки, які визначаються гравіметричним методом після фільтрування водної проби. Вага висушеного фільтра після процедури показує приріст маси завислих домішок. Цей показник зазвичай є малоінформативним і найбільше значення має для стічних вод;

- кольоровість. Кольоровість води визначається наявністю у ній органічних забарвлених сполук. Ці речовини можуть потрапляти у воду через вивітрювання гірських порід, внутрішньо водоймові продукційні процеси, підземний стік, та з антропогенних джерел. Висока кольоровість погіршує органолептичні властивості води та може знижувати вміст розчиненого кисню. Кольоровість вимірюється в градусах. Як природну характеристику природної води, кольоровість обумовлена наявністю гумінових речовин та

комплексних сполук заліза. Вона також може залежати від характеристик дна водойми, водної рослинності, ґрунтів, що прилягають до водойми, а також від наявності боліт і торфовищ в басейні. Кольоровість визначається візуально або за допомогою фотометричних методів, порівнюючи забарвлення водної проби з умовною 100- градусною шкалою кольоровості. Для поверхневих водойм допустима кольоровість становить не більше 20 градусів за шкалою кольоровості;

- вміст зважених речовин. Зважені речовини у воді можуть походити з різних джерел: це може бути ерозія ґрунтів та гірських порід, перемішування донних відкладень, продукти життєдіяльності та розкладання гідробіонтів, хімічні реакції та антропогенні фактори. Зважені речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла у воду, негативно впливають на життя водних організмів та спричиняють замулення водних об'єктів, що призводить до їх екологічного старіння або евтрофікації. Концентрація зважених речовин у воді вимірюється в міліграмах на декалітр (мг/дм³);

- бактеріологічні показники визначають забруднення води патогенними мікроорганізмами і є критично важливими для оцінки її якості. Серед найважливіших показників у цій категорії варто відзначити колі-індекс, який показує кількість кишкових паличок в одному літрі води; колі-титр, що вказує на мінімальну кількість води в мілілітрах, у якій можливо виявити одну кишкову паличку; кількість лактозопозитивних кишкових паличок та коліфагів, які також вимірюються і мають важливе значення для оцінювання стану водного середовища;

- гідробіологічні показники дозволяють аналізувати якість води на основі дослідження тварин та рослин, що мешкають у водоймах. Зміни у видовому складі водних екосистем можуть вказувати на забруднення, яке не виявляється іншими методами, роблячи гідробіологічні показники особливо чутливими. Існує декілька методів гідробіологічної оцінки, що робить їх незамінними для точного аналізу стану водних ресурсів.

Фізичні, бактеріологічні, і гідробіологічні показники класифікуються як загальні показники якості води [20-23]. Хімічні показники якості води можна поділити на загальні та специфічні. Загальні хімічні показники включають:

- розчинений кисень. Основні джерела кисню в водних об'єктах включають атмосферну реаерацію, фотосинтез, а також дощові та поталі води, які зазвичай перенасичені киснем. Окисні реакції забезпечують енергію для більшості водних організмів. Процеси дихання гідробіонтів та окислення органічних речовин є основними споживачами розчиненого кисню. Низький рівень розчиненого кисню, який вказує на анаеробні умови, істотно впливає на біохімічні та екологічні процеси у водному середовищі;

- хімічне споживання кисню (ХСК). ХСК (хімічне споживання кисню) вимірюється як кількість кисню, потрібного для окислення органічних та мінеральних речовин у певному об'ємі води. Для визначення ХСК використовується окислювач, зазвичай біхромат калію. Величина ХСК вказує на загальний рівень забруднення води окислюваними речовинами, але не інформує про конкретний склад забруднення. Через це ХСК вважається узагальненим показником;

- біохімічне споживання кисню (БСК). БСК (біохімічне споживання кисню) вимірюється як кількість кисню, необхідного для біохімічного окислення органічних речовин, що містяться у воді, протягом визначеного періоду. В Україні практикується визначення БСК за п'ять діб (БСК₅) та за двадцять діб (БСК₂₀). БСК₂₀ часто інтерпретується як повний БСК (БСК_{повн}), який вказує на початок процесів нітрифікації в пробі. Цей показник входить до категорії узагальнених і використовується для оцінки загального забруднення води легко окислюваними органічними речовинами;

- водневий показник (рН). Концентрація іонів водню у природних водах зазвичай залежить від співвідношення концентрацій вугільної кислоти та її іонів. Додатковими джерелами іонів водню можуть бути гумінові кислоти, що зустрічаються в кислих ґрунтах, особливо в болотних водах, а

також гідроліз солей важких металів. рН впливає на розвиток водних рослин та продукційні процеси у водоймах. Водневий показник (рН) визначається як негативний логарифм концентрації водневих іонів у розчині. Для більшості живих організмів у воді, за винятком деяких кислотостійких бактерій, мінімально прийнятне значення рН становить 5. Дощі з рН менше 5,5 класифікуються як кислотні. У питній воді прийнятні значення рН коливаються від 6,0 до 9,0, тоді як у воді водойм для господарсько-питного та культурно-побутового водокористування рН повинно бути в межах 6,5-8,5. Вимірювання рН є стандартною процедурою при контролі якості води;

- азот. Азот у природних водах може бути присутнім як у вигляді вільних молекул N_2 , так і у вигляді різноманітних сполук у розчиненому, колоїдному або зваженому станах. Традиційно вміст азоту в природних водах поділяється на органічний і мінеральний. Основними джерелами азоту є внутрішні процеси у водоймах, обмін газами з атмосферою, атмосферні опади та антропогенні впливи. Азот може переходити з однієї форми в іншу через кругообіг азоту у природі. Як один з ключових біогенних елементів, азот має значний вплив на евтрофікацію водних об'єктів, сприяючи їхньому надмірному збагаченню поживними речовинами;

- фосфор. Фосфор у вільному стані в природі не зустрічається. У водних об'єктах фосфор присутній у формі органічних та неорганічних сполук, більшість яких перебуває у зваженому стані. Сполуки фосфору потрапляють до води через внутрішньоводоймові процеси, вивітрювання гірських порід, взаємодію з донними відкладеннями, а також через антропогенні джерела. Процеси кругообігу фосфору значно впливають на його вміст у воді. Відзначається незбалансованість круговороту фосфору порівняно з азотом, що спричиняє його відносно низький рівень у воді. Через це фосфор часто стає тим лімітуючим біогенним елементом, який визначає характер і інтенсивність продукційних процесів у водних екосистемах;

- мінеральний склад. Мінеральний склад води визначається за сумарним вмістом семи основних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- .

Основні джерела збільшення мінералізації води включають ґрунтові та стічні води. Високі або надто низькі рівні мінералізації можуть негативно впливати на людей і водні організми. Мінеральний склад відображає взаємодію води з твердими (береговими мінералами та породами), газоподібними середовищами (атмосфера) та іншими фазами. Це також обумовлено різними фізико-хімічними та фізичними процесами, такими як розчинення, кристалізація, пептизація, коагуляція, седиментація, випаровування та конденсація. Процеси в атмосфері та інших середовищах, зокрема з участю сполук азоту, вуглецю, кисню, сірки та інших, також істотно впливають на мінеральний склад води. До того ж, якість води часто оцінюється через концентрацію розчинених мінеральних солей, загальний солевміст яких можна визначити, підсумувавши концентрації кожної солі. Вода вважається прісною, якщо загальний солевміст не перевищує 1 г/дм³. Виділяють дві основні групи мінеральних солей, які зазвичай знаходяться в природних водах.

Як видно з табл. 4.1, солі першої групи, включаючи хлориди, карбонати, гідрокарбонати та сульфати, забезпечують основний внесок у мінеральний склад води, формуючи так звані "головні іони". Відповідними катіонами для цих аніонів є калій, натрій, кальцій та магній. Також важливо звернути увагу на солі другої групи при оцінці якості води, оскільки для них встановлені гранично допустимі концентрації (ГДК), хоча їхній внесок у загальний солевміст природних вод є незначним.

Таблиця 4.1. Основні компоненти мінерального складу води

Компонент мінерального складу води	Гранично-допустима концентрація (ГДК)
Кальцій (Ca ²⁺)	200 мг/дм ³
Натрій (Na ⁺)	200 мг/дм ³
Магній (Mg ²⁺)	100 мг/дм ³
Гідрокарбонат (HCO ³⁻)	1000 мг/дм ³
Сульфат (SO ₄ ²⁻)	500 мг/дм ³
Хлорид (Cl)	350 мг/дм ³
Карбонат (CO ₃ ²⁻)	100 мг/дм ³
Амоній (NH ₄ ⁺)	2,5 мг/дм ³

Важкі метали	0,001 моль/ дм ³
Залізо загальне (сума Fe ²⁺ і Fe ³⁺)	0,3 мг/ дм ³
Нітрат (NO ³⁻)	45 мг/ дм ³
Ортофосфат (PO ₄ ³⁻)	3,5 мг/ дм ³
Нітрит (NO ₂ ⁻)	0,1 мг/ дм ³

В рамках стандартів якості води встановлюються лімітуючі показники шкідливості, що включають органолептичні, санітарно-токсикологічні та загально-санітарні показники. Лімітуючий показник шкідливості визначає мінімальну безпечну концентрацію речовини у воді. Органолептичні лімітуючі показники стосуються властивостей води, які можуть негативно впливати на її смак, запах або колір, навіть при дотриманні допустимих концентрацій. Наприклад, гранично допустимі концентрації (ГДК) для хрому (VI) та хрому (III) пов'язані зі зміною кольору води, а присмак гасу та хлорофосу впливає на її запах і смак. Загально-санітарні ліміти встановлюють для відносно малотоксичних і нетоксичних сполук, як от оцтова кислота, ацетон, дибутилфталат. Санітарнотоксикологічні ліміти регулюють вміст більш шкідливих хімічних сполук у воді [24].

4.1. Якісна характеристика стану водних екосистем р.Десна

Водні ресурси річки Десна служать джерелом питної та технічної води для таких великих міст, як Київ і Чернігів, а також використовуються у енергетиці. З огляду на посилення екологічних викликів, пов'язаних із забрудненням вод, питання моніторингу якості водних ресурсів набувають особливої актуальності не тільки для екологів, а й для всіх споживачів води, вимагаючи безперервної уваги через зростаюче антропогенне навантаження на водні об'єкти.

Дослідження стану природних вод є критично важливим як для наукових, так і для практичних потреб, дозволяючи ефективно

використовувати водні ресурси та захищати їх від забруднення [24]. Актуальність теми підтверджується численними науковими роботами

Наукове обґрунтування раціонального використання вод та розробка заходів по охороні вод р. Десна від забруднення є першочерговою задачею. Басейн річки Десна було обрано як об'єкт дослідження з огляду на його географічне положення.

Якість поверхневих вод басейну Десни загалом відповідає стандартам для водогосподарських об'єктів, за винятком таких параметрів як залізо загальне, марганець, амонійні і нітритні іони. Високі показники заліза та особливо марганцю здебільшого пояснюються природними причинами, зумовленими проходженням річки через заболочені та лісисті території.

Забруднення води річки Десни амоній-іонами та нітрит-іонами часто пов'язане з антропогенними джерелами, такими як відходи комунальних та промислових підприємств. Ці сполуки є індикаторами значного забруднення водою.

У порівнянні з Дніпровою водою, вода Десни характеризується нижчим показником хімічного споживання кисню (ХСК) та вищим біохімічним споживанням кисню (БСК). Це свідчить про менше забруднення органічними речовинами і кращу біохімічну мінералізацію органіки у воді.

Хімічний склад води Десни формується під впливом різних факторів:

- в верхів'ях Десни, які проходять через заболочені місцевості, вода отримує природні забруднювачі, які змінюються по мірі переходу річки до незаболочених ділянок;
- крейдянні відкладення в регіоні Новгород-Сіверський – Шостка впливають на мінеральний склад води;
- найбагатоводніша притока Десни, річка Сейм, вносить свої особливості у хімічний склад води Десни.

У верхній течії, де річка проходить через заболочені території, якість води залишається задовільною. Підвищений вміст азоту амонійного та загального заліза у весняний період пояснюється природними умовами.

У нижній течії, особливо в районі Києва, вода Десни суттєво змішується з водами Дніпра через Канівське водосховище, що впливає на збільшення концентрації завислих речовин та загального заліза. Останніми роками відзначається зниження забрудненості в нижній течії, тоді як у верхній течії рівень забрудненості залишається стабільним порівняно з минулими роками.

4.2. Оцінка кількісного та якісного стану вод р.Десна

Якість води визначається як характеристика її складу і властивостей, що вказує на придатність цієї води для конкретних використань. Якість природних вод, тобто їхню придатність для використання, зазвичай визначається складом і кількістю розчинених та завислих речовин, мікроорганізмів та гідробіонтів. У подальшому будуть розглянуті питання, що стосуються оцінки якості води на основі гідрохімічних показників, які визначаються під час регулярних моніторингових спостережень [25, 26].

Для оцінки якісного та кількісного стану природних вод визначаються такі гідрохімічні показники як рівень рН, лужність, твердість, вміст хлоридів, сульфатів, кальцію, магнію, калію, натрію, мінералізація, завислі речовини, іони амонію, вміст нітратів, нітритів, фосфатів, окислюваність, БСК5, ХСК, концентрація заліза загального, синтетичні поверхнево-активні речовини, нафтопродукти. Іноді визначають концентрацію специфічних токсичних показників. Зазвичай оцінка якості води здійснюється шляхом порівняння перелічених гідрохімічних показників із нормами гранично допустимої концентрації.

Дані хімічного аналізу води Десни протягом 1996–2021 років показують, що загальна мінералізація води змінювалась від 245,7 мг/дм³ (2006 рік, прісна гіпогалинна) до 672,4 мг/дм³ (2018 рік, прісна олігогалинна), причому найнижчі та найвищі значення мінералізації води припадали на зимову межень. Середньоарифметичне значення мінералізації за весь період

досліджень складало 519,37 мг/дм³. Зміна мінералізації води річки Десни суттєво залежить від гідрологічного режиму, збільшуючись при зменшенні витрат води і навпаки.

За окремі періоди спостережень мінералізація води Десни варіювалася наступним чином:

- у 1996-2005 роках становила 483,40 мг/дм³;
- у 2006-2014 роках зросла до 518,37 мг/дм³;
- у період з 2015 по 2022 рік знизилася до 498,91 мг/дм³.

Таблиця 4.2. Статистичні характеристики кількісної і якісної мінливості природної води р. Десна за 1996-2021 рр.

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності, (95%)
CO ₃ , ²⁻ мг/дм ³	2,78	0,28	0,01	4,91	0,63
HCO ₃ ⁻ , мг/дм ³	294,89	6,03	137,12	428,35	12,02
Cl ⁻ , мг/дм ³	0,07	0,39	7,11	37,06	1,01
SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	41,98	1,86	17,43	154,2	3,02
Ca ²⁺ , мг/дм ³	79,82	1,23	6,853	119,4	3,14
Mg ²⁺ , мг/дм ³	17,12	0,31	5,26	33,09	0,94
Na ⁺ , мг/дм ³	20,01	0,48	6,21	45,05	1,48
K ⁺ , мг/дм ³	4,26	0,31	2,48	9,04	0,19
Заг. мін., мг/дм ³	482,3	90,12	237,85	665,3	16,12
Сухий залишок, мг/дм ³	367,92	8,24	160,26	550,93	14,82
pH, од	7,83	0,02	7,17	9,38	0,08
Жорсткість, мг-екв/дм ³	5,58	0,75	3,03	7,94	0,24

Загальний ріст мінералізації води Десни з 1996 до 2014 року відбувся за рахунок збільшення концентрації гідрокарбонатів, кальцію, магнію та

натрію. Однак, з 2014 по 2021 рік спостерігалось зниження мінералізації води, що пов'язано зі зменшенням концентрації гідрокарбонатів і натрію.

Підвищення мінералізації води (310-705 мг/дм³) і концентрації основних іонів зумовлено перетинанням річкою крейдяних відкладів у верхній ділянці та впливом більш мінералізованих вод Сейму на середній ділянці, де мінералізація перевищує 580 мг/дм³.

За середньоарифметичним рівнем мінералізації вода Десни у 1996-2005 та 2015-2022 роках відноситься до прісної гіпогалинної першої категорії якості (відмінної), а у 2006-2014 роках — до прісної олігогалинної другої категорії якості (дуже доброї).

Вміст гідрокарбонатів у воді Десни протягом досліджуваного періоду коливався значно, від 140,03 мг/дм³ у 1996 році до 443,18 мг/дм³ у 2011 році, що майже втричі перевищує мінімальне значення. Найвищі значення гідрокарбонатів спостерігалися зазвичай у зимову межень—436 мг/дм³ у 2008, 2014 та 2016 роках, 421 мг/дм³ у 1997 та 2011 роках, та 434 мг/дм³ у 2017 році. Найнижчі рівні гідрокарбонатів, 146 мг/дм³ у 2012 році та 184 мг/дм³ у 1999 році, реєструвалися під час весняної повені та літньої межени. Середнє значення вмісту НСО₃ протягом усього періоду досліджень склало 302,18 мг/дм³, та 318,46 мг/дм³ у 2006-2014 роках. Відсоток гідрокарбонатів в структурі мінералізації води зріс з 74,20%-екв у 1996-2005 роках до 78,84%-екв у 2006-2014 роках.

Щодо сульфатів, їхня концентрація у воді Десни коливалася від 21,43 мг/дм³ у 1999 році до 71,17 мг/дм³ у 2017 році. Варто зазначити, що лише у одному випадку зі 130 вимірів концентрація сульфатів перевищила гранично допустиму концентрацію (ГДК) для водойм рибогосподарського призначення, що становить лише 0,75% випадків. Для водойм господарсько-питного призначення перевищення ГДК не було зафіксовано.

Таблиця 4.3. Середньоарифметичний вміст головних іонів і мінералізації води річки Десна за різні періоди спостережень

Інгредієнти	1996-2005	2006-2014	2015-2021
Вміст у мг/дм ³			
Мінералізація	481,48	521,47	501,36
Сухий залишок	331,9854	414,84	382,32
K ⁺	4,18	4,24	4,95
Na ⁺ + K ⁺	20,14	25,38	17,94
Mg ²⁺	17,93	15,87	17,37
Ca ²⁺	17,27	84,37	85,18
Cl ⁻	20,29	18,16	20,82
SO ₄ ²⁻	45,74	41,36	41,28
HCO ₃ ⁻	287,26	326,37	308,73
CO ₃ ²⁻	3,04	3,15	1,16
pH	7,73	7,37	8,36
Вміст у %-екв			
K ⁺	0,99	2,04	2,05
Na ⁺ + K ⁺	15,27	16,75	13,93
Mg ²⁺	22,15	19,73	20,93
Ca ²⁺	62,15	63,21	65,31
Cl ⁻	10,03	10,18	8,72
SO ₄ ²⁻	14,84	13,27	12,05
HCO ₃ ⁻	73,92	79,07	76,82
CO ₃ ²⁻	0,95	0,25	0,48

Вміст сульфатів у воді Десни протягом досліджуваного періоду коливався, де середньоарифметичні значення найвищі були в 1996-2022 роках (47,26 мг/дм³), а найменші зафіксовані в 2006-2014 роках (39,03 мг/дм³) (табл.4.3). Вода річки Десна завжди належала до прісної першої категорії якості – відмінна [27].

Вміст хлоридів у воді Десни з часом зростав до 2005 року і протягом усього періоду досліджень змінювався від 7,84 мг/дм³ (1999 р.) до 37,19 мг/дм³ (2018 р.). В різні періоди досліджень, відсотковий вміст хлоридів у воді коливався від 4,26 до 18,16 %-екв. За весь час спостережень перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) для водойм різного призначення не було зафіксовано. За середнім вмістом хлоридів вода оцінювалася як відмінна в 2006-2014 роках та як дуже добра в інші періоди [28].

Концентрація кальцію варіювалася від 36,79 мг/дм³ у 2017 році до 119,94 мг/дм³ у 1997 році. Середнє багаторічне значення вмісту кальцію становило 79,83 мг/дм³, демонструючи тенденцію до поступового зростання. Найвищі концентрації кальцію традиційно реєструвалися взимку, а найнижчі - в період весняної повені.

Концентрації магнію та натрію варіювалися від 5,26 мг/дм³ у 2001 році та 5,38 мг/дм³ у 1999 році до 33,41 мг/дм³ у 2007 році та 45,17 мг/дм³ у 2018 році. Середньоарифметичні значення за весь період досліджень склали відповідно 15,93 та 20,64 мг/дм³. Відсотковий вміст магнію та натрію в воді не перевищував 48,1 та 25,3 %-екв відповідно.

Вміст калію у воді річки Десна протягом досліджуваного періоду коливався від 3,14 мг/дм³ у 2016 році до 9,17 мг/дм³ у 1998 році, що становило не більше ніж 3%-екв від загальної кількості катіонів у воді. За іонним складом, протягом всього періоду досліджень, вода Десни класифікувалася як гідрокарбонатна кальцієва, відносячись до першого або другого типу залежно від конкретних умов та змін у хімічному складі. Ця класифікація вказує на домінування гідрокарбонатів і кальцію у загальному іонному складі води, що є характерним для природних вод, що протікають через лісові та заболочені території.

За еколого-санітарними показниками вода Десни характеризується наступним чином. Вміст завислих частинок коливався від 6,97 мг/дм³ (2013 р) до 118,4 (20017 р) мг/дм³ (табл. 4.4), що відповідало 2-7 категорії якості, тобто вода змінювалася в діапазоні від чистої до дуже брудної. За середньозваженим показником вмісту завислих речовин вода відноситься до 4 категорії якості – слабо забруднена.

Таблиця 4.4. Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води р. Десна за 1996-2021 рр.

Показники	Середнє значення	Стандартн а похибка	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійнос ті, (95%)
-----------	------------------	---------------------	---------------------	----------------------	---------------------------

Вміст, мг/дм ³					
Завислі речовини	9,02	3,26	6,93	119,96	9,02
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,85	0,41	1,96	10,27	0,81
Колірність, град.	22,15	2,05	16,17	32,12	3,98
Запах, бал	1,50	0,32	0,10	2,00	0,71
Перманганатна окиснюваність, мгО/л	7,02	0,49	5,15	11,86	1,61
Біхроматна окиснюваність, мгО/дм	30,02	1,99	15,93	46,98	4,01
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	1,98	0,31	0,69	9,03	0,51
ХСК, мгО ₂ /дм ³	18,04	0,61	15,16	23,21	1,36
N-NH ₄ ⁺	0,412	0,031	0,01	1,22	0,063
N-NO ₃ ⁻	3,01	0,091	0,1	5,06	0,169
N-NO ₂ ⁻	0,051	0,091	0,01	0,103	0,005

За середньоарифметичними значеннями вмісту зважених часток з 1996 до 2021 рр їх вміст у воді Десни складав 9,17 мг/дм³ і вода належала до 2-ї категорії якості (чиста) (табл. 4.5). У воді річки вміст кисню коливався від 1,98 (2003 р) до 17,4 (1998 р) мгО₂/дм³. Тобто, за цим показником вода у різні періоди досліджень відносилася як до дуже чистої, так і дуже брудної.

За середньоарифметичними показниками насичення розчиненим киснем вода Десни у 1996-2021 рр. (більше 8 мг/дм³) була дуже чистою (1 категорія якості) (табл. 4.5).

Таблиця 4.5. Середньоарифметичний вміст трофо-сапробіологічних показників води р. Десна у різні періоди спостережень

Інгредієнти	1996-2005	2006-2014	2015-2021
Вміст у мг/дм ³			
Завислі речовини	7,92	9,13	9,15
Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	8,28	10,04	9,16
Колірність, град.	18,14	23,27	23,84
Запах, бал	0,99	2,13	2,02

Перманганатна окиснюваність, мгО/л	7,13	-	-
Біхроматна окиснюваність, мгО/дм	30,02	-	-
БСК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2,61	2,07	2,41
ХСК, мгО ₂ /дм ³	16,26	18,17	20,07
N-NH ₄ ⁺	0,58	0,15	0,31
N-NO ₃ ⁻	2,98	2,93	3,15
N-NO ₂ ⁻	0,048	0,039	0,051
Фосфати	0,284	0,603	0,589

Перманганатна і біхроматна окиснюваність є важливими показниками якості води, які дозволяють оцінити кількість органічних речовин, що містяться у воді. Ці показники дають змогу зробити висновки про категорію якості води та її придатність для різних видів водокористування:

1) перманганатна окиснюваність. Цей метод фокусується на визначенні концентрації легкоокиснюваних органічних речовин. Зміна перманганатної окиснюваності у воді Десни від 5,1 до 11,3 мгО/дм³ протягом різних років свідчить про коливання в кількості таких речовин. Води класифікуються від чистих до помірно забруднених органічними сполуками, переважно за середнім значенням як слабо забруднені;

2) біхроматна окиснюваність. Цей показник враховує вміст як легко-, так і важкоокиснюваних органічних речовин. Коливання від 17,2 до 51,4 мгО/дм³ вказують на значно вищий рівень загального органічного забруднення, і вода за цим показником також відноситься до категорій від чистих до помірно забруднених;

3) біохімічне споживання кисню (БСК₅). Цей показник вказує на кількість кисню, потрібну для біохімічного окислення органічних речовин в воді протягом п'яти діб. Значення БСК₅ від 0,67 до 9,16 мгО₂/дм³ протягом різних періодів дослідження вказують на зміни в ступені органічного забруднення, з середніми показниками, що варіюються від слабо забрудненої до чистої води.

Враховуючи ці дані, можна сказати, що хоча вода річки Десна загалом відноситься до чистої або слабо забрудненої органічними речовинами, періодичні сплески забруднення потребують уваги та можливих заходів щодо охорони і покращення якості водних ресурсів (табл. 4.5).

Кругообіг азоту в біосфері, зокрема у гідросфері, має чотири основні етапи, які є важливими для підтримки біологічного різноманіття та хімічної рівноваги водойм:

1) азотфіксація — це процес, під час якого деякі бактерії засвоюють молекулярний азот (N_2) з атмосфери, перетворюючи його в форми, доступні для інших живих організмів, наприклад у амоніак (NH_3);

2) моніфікація — процес розкладу азотовмісних органічних сполук (таких як білки, нуклеїнові кислоти, сечовина) за участю мікроорганізмів, що призводить до утворення вільного аміаку;

3) нітрифікація — цей процес включає окислення аміаку до нітритів (NO_2^-) та далі до нітратів (NO_3^-), а також утворення азотної кислоти (HNO_3). Він важливий для отримання форм азоту, які можуть засвоюватися рослинами;

4) денітрифікація — завершальний етап кругообігу азоту, під час якого мікробіологічне відновлення окиснених сполук азоту (нітритів та нітратів) здійснюється до газоподібного азоту, який повертається до атмосфери.

Ці процеси запобігають накопиченню токсичних сполук азоту у воді та ґрунті, сприяючи екологічній рівновазі та підтримуючи життя водних і ґрунтових екосистем. Окрім цього, важливо відмітити, що водойми також отримують азот у формі органічних та неорганічних сполук через атмосферні опади та з підземних джерел [28].

Більшість організмів гідросфери можуть засвоювати азот лише у формі амонійних солей, нітратів або деяких органічних сполук, таких як амінокислоти. Фіксація азоту — процес перетворення газоподібного азоту на нітрати, які можуть засвоюватись водними організмами, вважається

критично важливим, порівнянним за значенням з фотосинтезом. Ці процеси стимулюють формування життя на Землі.

У метаболічних реакціях азот використовується в молекулярній або нітратній формі, ведучи до утворення амінокислот, які інтегруються у структуру білків та інших біомолекул. Так завершується цикл утворення білкових сполук.

Азот, здебільшого в формі нітратів, відіграє ключову роль у біологічній продуктивності водних екосистем. При оптимальних концентраціях він сприяє зростанню продукції фітопланктону, фітобентосу та вищих водних рослин. Недостатність мінерального азоту знижує інтенсивність фотосинтезу, що негативно впливає на рослинність. Водночас, надлишок азоту може призводити до забруднення водойм і їх евтрофікації, яка є серйозною екологічною проблемою [29, 30].

Вміст різних форм азоту у воді Десни є наступним. Концентрація амонійного азоту у воді змінювалася від 0,01 (2001 р) до 0,9 (2020 р) мгN/дм³. За середньоарифметичними даними вода Десни у всі періоди досліджень відносилась до 3-4 категорії якості – досить чисті – помірно забруднені.

Вміст нітритного азоту коливався від 0 (1997 р) до 5,84 (2009 р) мгN/дм³. Концентрація нітратного азоту змінювалася від 0 (2002 р) до 0,087 (1996 р) мгN/дм³. За середньоарифметичними значеннями вмісту нітратного азоту вода Десни у 1996-2021 рр. також відносилась до категорії дуже брудної (табл. 4.5) [30-32].

Вміст фосфору у воді впливає на біологічну активність водойм і його концентрації значно коливаються в залежності від сезону та гідрологічних умов. Літній період, який відзначається підвищеною температурою, сприяє активному засвоєнню фосфору фітопланктоном і водяними тваринами, що знижує його рівень у воді. Взимку, з іншого боку, через масове відмирання організмів відбувається збільшення концентрації фосфору внаслідок їх розкладання.

Весняна повінь також спричиняє зростання рівня фосфору у воді через вимивання фосфатів з ґрунтів водозбірної площі. Ці процеси значно впливають на екологічний стан річки, оскільки фосфор є важливим біогенним елементом, що сприяє евтрофікації водойм.

Дослідження показують, що концентрація мінерального фосфору у воді р. Десна стабільно перевищує критичний рівень, що свідчить про серйозне забруднення. Зокрема, з 2006 року всі проби перевищують найгірший стандарт якості (0,3 мгР/дм³), що класифікує воду як дуже брудну. Це вимагає зусиль по зменшенню впливу антропогенних факторів і контролю за джерелами забруднення фосфором, зокрема, з сільськогосподарської діяльності та міського стоку.

Забруднення води Десни нафтопродуктами та СПАР (синтетичні поверхнево-активні речовини) зазвичай не є високим, а часто й зовсім відсутнім. Це вказує на епізодичне забруднення, а не на постійне надходження цих речовин в річку. Виняток становить 1996 рік, коли концентрація нафтопродуктів була максимальною, проте з того часу ситуація значно покращилась.

Для СПАР максимальний зафіксований вміст у 2018 році склав 0,19 мг/дм³, що також не є критичним рівнем. Однак, навіть малі кількості СПАР можуть впливати на газообмін у воді та знижувати інтенсивність внутрішньоводоймових процесів, що вимагає уваги і контролю.

Оскільки такі специфічні показники як нафтопродукти та СПАР можуть вказувати на присутність антропогенного забруднення, важливо забезпечити регулярний моніторинг цих компонентів, щоб своєчасно виявляти та реагувати на потенційні екологічні проблеми. Води Десни, в цілому, відповідають нормативам для водойм рибогосподарського та господарсько-питного призначення, але епізодичні показники забруднення вимагають постійної уваги і вжиття заходів щодо зниження впливу забруднювальних джерел.

Таблиця 4.6. Концентрації специфічних речовин токсичної дії у воді

Десни

Показники	Середнє значення	Стандартна похибка	Мінімальне значення	Максимальне значення	Рівень надійності, (95%)
Вміст, мг/дм ³					
Нафтопродукти	0,081	0,007	0	0,21	0,013
СПАР	0,0051	0,002	0,002	0,019	0,007
Феноли	0,0015	0,0016	0	0,038	0,0029
Fe, заг	0,315	0,019	0,002	0,293	0,039
Cu ²⁺	0,0028	0,0006	0	0,051	0,0018
Zn ²⁺	0,0068	0,0009	0	0,98	0,0028
Mn ²⁺	0,89	0,004	0,002	0,143	0,017
Cr, заг	0,0101	0,0017	0,002	0,04	0,007
Ni ²⁺	0,015	0,002	0	0,051	0,008
Al ³⁺	0,123	0,006	0,002	0,28	0,017
F ⁻	0,30	0,009	0,002	0,80	0,031

Встановлено, що концентрація забруднюючих речовин у воді не перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК) для водойм, які використовуються у рибному господарстві (0,2 мг/дм³). Згідно з середньоарифметичними показниками СПАР за період з 1996 по 2021 роки, вода річки Десна класифікована як належна до другої категорії якості (чиста). Водночас, протягом 1996-2021 років якість води в Десні за вмістом фенолів була оцінена як слабо забруднена.

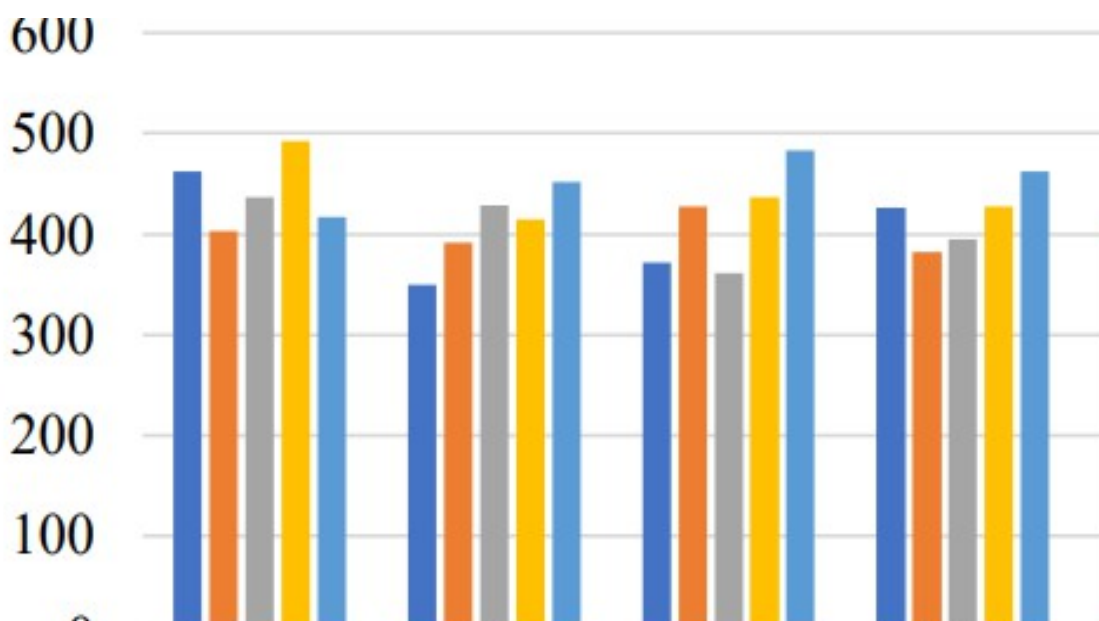


Рис.4.1. Загальна мінералізація гідростворів

Таблиця 4.7. Зміна концентрації специфічних речовин токсичної дії у воді Десни у часі

Інгредієнти	1996-2005	2006-2014	2015-2021
Вміст у мг/дм ³			
Нафтопродукт и	0,004	0,009	0,006
СПАР	0,0038	0,006	0,0028
Феноли	0,0016	0,0014	0,0016
Fe, заг	0,232	0,238	0,263
Cu ²⁺	0,0067	0,003	0,0032
Zn ²⁺	0,0161	0,0062	0,0048
Mn ²⁺	0,088	0,1215	0,1102
Cr, заг	0,0273	0,0023	0,0006
Ni ²⁺	0,0163	0,0171	0,0098
Al ³⁺	0,1273	0,1232	0,0904
F ⁻	0,22	0,28	0,29

Концентрація заліза в річці Десна була високою, коливаючись значно від 0,0012 мг/дм³ у 1996 році до 0,402 мг/дм³ у 2020 році. У 82,72% випадків вміст заліза перевищував норми для водойм рибогосподарського призначення (0,1 мг/дм³), у 40,26% випадків – для питного водопостачання (0,2 мг/дм³), і у 18,8% випадків – для господарсько-побутового використання (0,3 мг/дм³). За середньоарифметичним вмістом заліза вода Десни була оцінена як слабо забруднена (4 категорія якості).

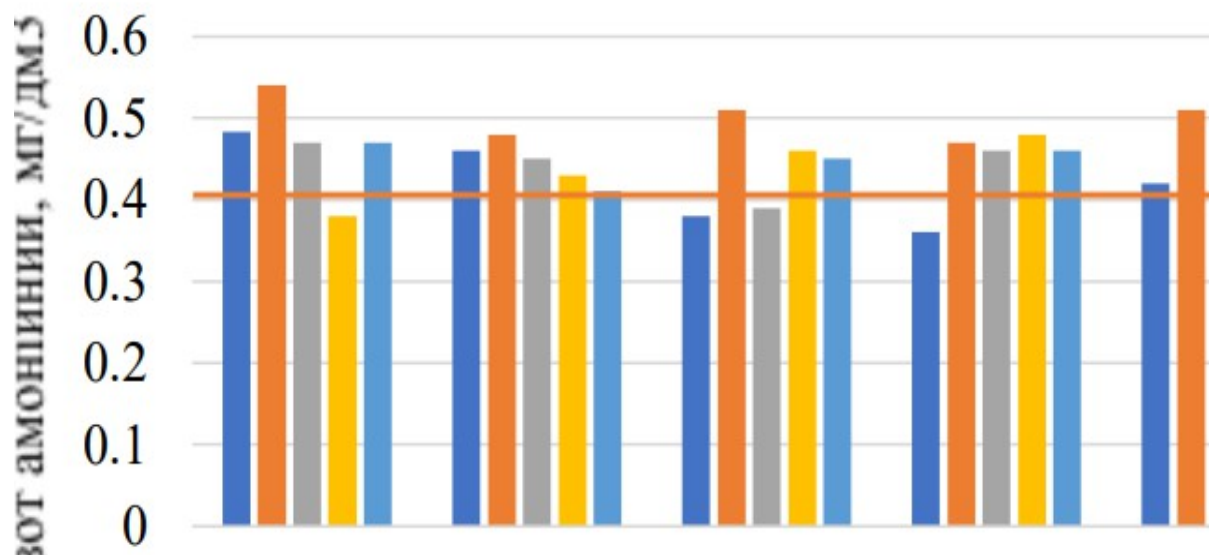


Рис. 4.2. Зміна концентрації азоту амонійного за період з 2017 по 2021 роки на 5 створах

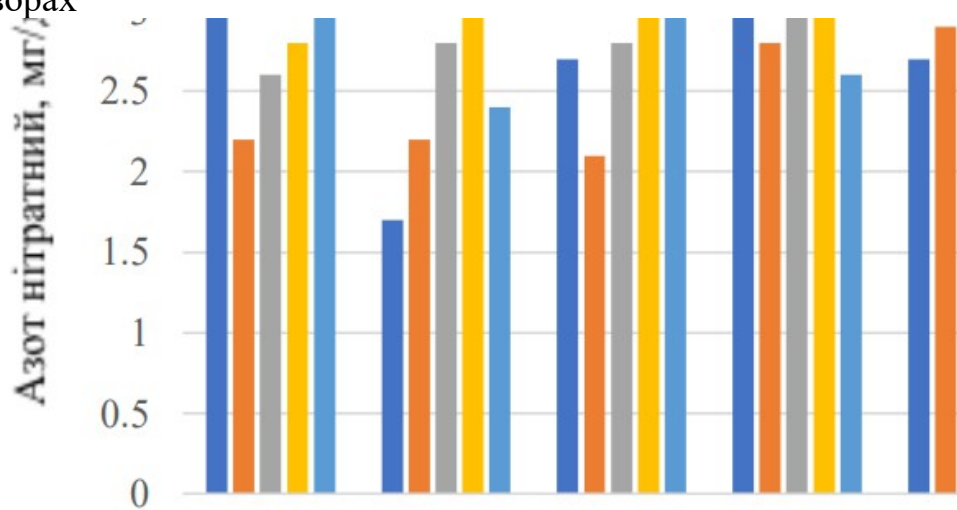


Рис. 4.3. Зміна концентрації азоту нітратного за період з 2017 по 2021 роки на 5 створах

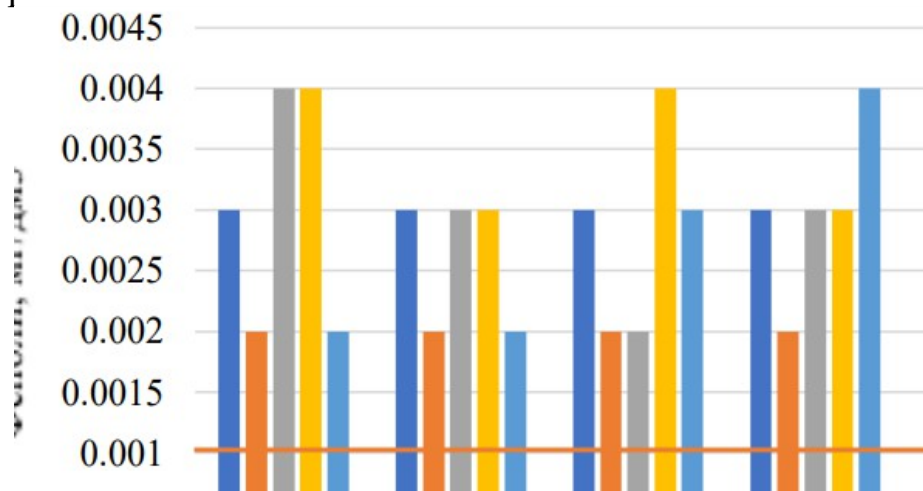


Рис. 4.4. Зміна концентрації фенолів за період з 2017 по 2021 роки на 5 створах

Концентрації цинку в воді річки також варіювалися, досягаючи максимуму $0,126 \text{ мг/дм}^3$ у 1997 році. В 31,26% вимірів вміст цинку перевищував норми для водойм рибогосподарського призначення, а 10,26% значень вказували на забруднення, яке відповідає 3 категорії екологічної оцінки. Однак, за середньоарифметичними значеннями цинку за період 1996-2021 роки вода в Десні визнавалася дуже чистою (перша категорія якості).

Щодо міді, її вміст в Десні коливався від 0 до $0,053 \text{ мг/дм}^3$ у 2001 році. У 35,2% випадків вміст міді був вище за норми для рибогосподарських водойм ($0,001 \text{ мг/дм}^3$). Середньоарифметичні значення міді вказують на слабку забрудненість у період 1996-2005 років (4 категорія якості), а у всі інші періоди досліджень вода вважалася досить чистою (3 категорія якості). Концентрація нікелю у водах річки Десна коливалася від 0 до $0,053 \text{ мг/дм}^3$ у 1998 році. Відповідно до середньоарифметичних значень, вода Десни в період з 1996 по 2021 рік була класифікована як слабо забруднена (4 категорія якості).

Вміст марганцю у воді Десни також варіювався, демонструючи зміни від 0 мг/дм^3 у 2012 році до $0,93 \text{ мг/дм}^3$ у 1999 році. Тільки 1,6% вимірювань мали концентрацію марганцю, яка була нижча за гранично допустиму концентрацію для рибогосподарських водойм, тоді як 72,16% показали концентрацію, що була нижча за норму для водойм господарсько-побутового призначення. За середньоарифметичними показниками марганцю вода розглядалася як помірно забруднена (5 категорія якості) у період з 1996 по 2021 рік.

Концентрація загального хрому в водах Десни зазнавала змін від $0,002$ до $0,04 \text{ мг/дм}^3$ у 1999 році. У період з 1996 по 2005 рік вода класифікувалася як забруднена (6 категорія якості), проте з 2006 року загальний хром майже не виявлявся у воді.

Вміст алюмінію у воді Десни коливався від $0,08 \text{ мг/дм}^3$ у 1996 році до $0,36 \text{ мг/дм}^3$ у 2015 році, проте для нього не були встановлені категорії якості.

Протягом 1996-2005 років було виявлено підвищений вміст пестицидів, особливо хлорорганічних, таких як ДДТ, його метаболіти і ізомери ГХЦГ, в пробах води з Десни. Аналізи донних відкладів показали присутність хлорорганічних пестицидів на рівні, що відповідає глобальному розсіюванню у біосфері. Вміст гербіцидів, таких як трефлан, харнес, та синтетичних пиретроїдів (карате), в період досліджень був нижче межі виявлення стандартних методик.

Антропогенний вплив на водні екосистеми в умовах неконтрольованих взаємодій між суспільством і природним середовищем створює значні екологічні виклики. Ці виклики включають забруднення водою промисловими та комунальними стоками, зниження якості води, евтрофікацію, заболочування, засолення або опріснення, а також зменшення біорізноманіття.

Основні характеристики, які використовуються для екологічних класифікацій та нормативів якості поверхневих вод, включають галобність, трофність, сапробність, токсичність, які є важливими аспектами водних екосистем. Такий підхід до оцінки відповідає сучасним прогресивним стандартам, зокрема рамковій Директиві Європейського Союзу 2000/60/ЄС про водну політику.

Екологічна оцінка якості поверхневих вод в Україні була предметом досліджень багатьох науковців з різних інститутів, таких як Інститут гідробіології НАН України, УНДІВЕП, Інститут географії НАН України. Особливо важливою стала нова методика оцінки, запропонована у 1996 році, яка покращила оперативність моніторингу водних ресурсів та розширила можливості використання картографічних методів для візуалізації екологічних даних. Ці та інші підходи до аналізу екологічної якості поверхневих вод були розглянуті у працях вчених, таких як А.В. Яцик, Й.В. Гриб, А.П. Чернявська, О.І. Денісов, В.Д. Романенко та інші.

Передусім слід зазначити, що якість поверхневих вод річки зумовлена численними чинниками, включаючи фізико-географічні умови, гідрографічні

характеристики, особливості формування стоку, а також геоморфологічні, геоботанічні та економічні аспекти.

Важливим аспектом екологічної оцінки якості води є сама процедура її виконання. Екологічну оцінку якості води в поверхневих водоймах проводять згідно з уніфікованою процедурою [31, 32], яка містить чотири основні етапи:

- 1) групування та обробка вихідних даних;
- 2) визначення класів і категорій якості води за окремими показниками;
- 3) узагальнення оцінок якості води за показниками, з подальшим визначенням інтегральних значень класів і категорій;
- 4) визначення загальної оцінки якості води для конкретного водного об'єкта або його частини протягом визначеного періоду спостережень.

Попередня оцінка екологічної якості поверхневих вод виконується на основі показників трьох основних блоків, коли є потреба отримати первісне уявлення про екологічний стан досліджуваного об'єкта. Це особливо корисно на ранніх етапах проектування гідротехнічних споруд або інших підприємств, які потенційно можуть негативно впливати на водну екосистему, дозволяючи врахувати можливі альтернативи до розробки обов'язкових екологічних оцінок впливу на навколишнє середовище.

Визначення класів і категорій якості води для окремих показників базується на порівнянні їх середньоарифметичних та найгірших значень (у разі детальної екологічної оцінки) із встановленими критеріями спеціалізованих класифікацій відповідно до визначених блоків.

Процес визначення інтегральних значень класів і категорій якості води включає обрахунок середніх та найгірших значень для трьох блокових індексів якості води. Ці індекси виражені категоріями з цифровими позначеннями від 1 до 7, дозволяючи здійснити точне та гнучке класифікування. Розподіл діапазону значень категорій на окремі сегменти дозволяє точніше визначити субкатегорії якості води. Для кожного водного

об'єкта або його окремих частин обраховують інтегральний або екологічний індекс (ІЕ).

Цей екологічний індекс є критично важливим для однозначної оцінки екологічного стану водного об'єкта з точки зору якості води, необхідний для планування заходів з охорони вод, екологічного та еколого-економічного районування, а також для картографування екологічного стану водойм, що знаходяться на території певних адміністративних одиниць (областей, районів) або водозбірних басейнів.

Екологічна оцінка якості води, яка включає класифікацію води відповідно до її класу та категорії згідно з екологічною класифікацією на основі аналізу значень показників її складу та властивостей, дає важливу інформацію про стан водної системи, середовище життя гідробіонтів та ключовий компонент природного середовища. Також це слугує основою для встановлення екологічних нормативів якості води для окремих або груп водних об'єктів і басейнів річок [31, 32].

Аналіз динаміки блокового індексу сольового складу (І1) для води річки Десна показав позитивні результати. Якість річкової води за критеріями сольового складу вважається високою, оскільки вода належить до І класу, як за середніми, так і за найгіршими значеннями показників. Індекс І1, який дорівнює 1,75, відповідає І класу та І категорії, підпадаючи під 1(2) субкатегорію, що характеризує воду як „відмінну”, „дуже чисту”, із тенденцією до „дуже доброї”, „чистої” води. Таке саме значення І1 найгір (1,8) також знаходиться у межах 1.

Таблиця 4.7. Обчислення блокових та загального (екологічного) індексів якості води

Перший блок	Другий блок	Третій блок
1,5	3,24	3,85
Вербальна характеристика якості вод за величинами блоків показників		
Клас І, категорія 1 субкатегорія 1(2) Прісні, гіпогалінні, "відмінні", "дуже чисті"	Клас ІІІ, категорія 3, субкатегорія 3-4, Води, перехідні за якістю від "добрих", "досить"	Клас ІІІ, категорія 4, субкатегорія 4(3), "Задовільні", "слабо забруднені" води з

води з тенденцією наближення до категорії "дуже добрих", "чистих"	чистих" до "задовільних", "слабо забруднених"	ухилом до "добрих", "досить чистих"
--	---	--

Категорії та 1(2) субкатегорії, що свідчить про стабільно високу якість води по сольовому складу.

У трофо-сапробіологічному блоку оцінка якості води річки Десна включає гідрофізичні, гідрохімічні показники та індекси сапробності. Цей блок показує, що якість води характеризується як "задовільна" та "забруднена", що відповідає III класу якості за як середніми, так і за найгіршими значеннями показників. Середній індекс ($I_2=3,4$) класифікує воду до 3 категорії і 3-4 субкатегорії, що вказує на перехідну якість від "добрих", "досить чистих" до "задовільних", "слабо забруднених" вод. Найгірші значення індексу ($I_{2\text{найг}}=4,6$) вказують на якість води, що відповідає 4 категорії та субкатегорії 4(3) – "задовільні", "слабо забруднені" води.

Ці результати підкреслюють важливість постійного моніторингу різних аспектів якості води для всебічного розуміння стану водних ресурсів річки Десна і впливу господарської діяльності на них.

Таким чином, води річки Десна з еколого-санітарної точки зору класифікуються в цілому як "задовільні" та "забруднені", з тенденцією до погіршення стану за трофо-сапробіологічними критеріями. Основною причиною такого стану є високий вміст у воді сполук азоту, що вказує на інтенсивну евтрофікацію водотоку.

Блок специфічних речовин токсичної дії включає в себе аналіз кількості 10 металів, фторидів, нафтопродуктів, летких фенолів та синтетичних поверхнево-активних речовин, всього 18 інгредієнтів. Значення індексів для цих специфічних токсичних речовин вказують на зростаюче забруднення вод річки Десна. За середніми показниками ($I_{3\text{сер}} = 4,5$) вода характеризується як перехідна від "задовільної", "слабо забрудненої" до

"посередньої", "помірно забрудненої", відносячись до категорії 3 та субкатегорії 4(3). За найгіршими показниками (ІЗнайг = 4,6) вода належить до III класу, категорії 5 та субкатегорії 5, що свідчить про "посередню", "помірно забруднену" воду.

Загальна характеристика якості води в річці Десна відображає III клас якості, категорію 4 та субкатегорію 4, що вказує на "задовільні", "слабко забруднені" води. Такий результат вказує на нерівномірне забруднення поверхневих вод річки. Виявлені високі рівні нітритного азоту та фосфатів свідчать про необхідність реалізації цілеспрямованих заходів для покращення екологічної ситуації та захисту екосистеми річки Десна. Зокрема, важливими є дії, спрямовані на зменшення антропогенного впливу, який спричиняє евтрофікацію і забруднення токсичними речовинами.

На основі результатів досліджень, спрямованих на визначення стану водних ресурсів річки Десна, можна рекомендувати наступні заходи для покращення екологічного стану цих водойм:

1) реконструкція та будівництво нових очисних споруд. Модернізація існуючих та введення в експлуатацію нових водоочисних систем дозволить покращити якість очищення стічних вод перед їх випуском у водні об'єкти;

2) повне каналізування населених пунктів. Важливо забезпечити, щоб усі міські та сільські населені пункти мали доступ до сучасних каналізаційних систем, що запобігатиме скиданню неочищених стоків у річки;

3) санація прибережних захисних смуг. Відновлення та підтримка належного санітарного стану прибережних смуг є ключовим для захисту водойм від забруднення та ерозії;

4) проведення екологічних заходів на потенційно небезпечних об'єктах. Забезпечення виконання всіх запланованих заходів щодо охорони довкілля на підприємствах, що можуть впливати на стан водойм;

5) розчистка та берегоукріплення. Виконання робіт з розчистки русел та укріплення берегів допоможе контролювати паводки та зменшити втрати берегової лінії.

6) дотримання водоохоронного законодавства. Неухильне дотримання існуючих законів та норм щодо користування водними ресурсами важливе для забезпечення їх захисту;

7) вдосконалення управління водними ресурсами. Покращення системи управління водними ресурсами, включаючи запровадження басейнового принципу управління, дозволить координувати дії на рівні всього водозбору, забезпечуючи більш ефективне та стале використання водних ресурсів.

Ці заходи повинні стати частиною комплексної програми водоохоронних дій, яка буде спрямована на досягнення встановлених екологічних норм і стандартів, а також на забезпечення сталого розвитку водних екосистем річки Десна.

Розділ 5

Оцінка екологічного стану зоопланктону р. Десни

Ріка Десна – найбільша лівобережна притока Дніпра. По території України вона протікає від с. Мурав'ї до гирла. Довжина цієї ділянки становить 591 км, площа басейну – 4133 км², тобто 46 % загальної його площі. В межах української території басейну знаходиться більша частина приток, де формується майже 22 % дніпровського стоку. Тому якість води, самоочисна спроможність р. Десни – вагомий фактор формування якісних показників води у Дніпрі. Унікальні ландшафтно-територіальні комплекси басейну, незарегульований стік, високі показники біорізноманітності екосистем басейну – позитивні фактори, що завжди забезпечують унікальні якісні особливості деснянської води. На жаль останні десятиріччя, що характеризуються значною інтенсифікацією антропогенної діяльності в регіоні, наклали свій відбиток на загальний екологічний стан Десни.

Перші дослідження по вивченню зоопланктону р. Десни та деяких її приток було проведено на ділянці від м. Новгород-Сіверського до м. Остра в серпні 1933 р. У річці на той період було знайдено 44 види зоопланктону, при домінуванні *Synchaeta sp.*, *Keratella cochlearis*, *Polyarthra platyptera*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia sp.*, *Diaphanosoma brachyurum*. Більш повний аналіз планктофауни цього водотоку, що мав санітарно-гідробіологічну спрямованість, представлено в роботі М. Ф. Поливаної (1964) «Десна в межах України». Автором наведено список із 95 видів зоопланктону, домінуючими серед яких були *Brachionus calyciflorus*, *B. angularis*, *Asplanchna priodonta*, *Bosmina longirostris*, *Alona rectangula*.

ісля понад 40-річної перерви (влітку 1999, 2001 рр., та восени 2000 р.) співробітниками Інституту гідробіології НАНУ проведені комплексні експедиції, метою яких було дослідження сучасного екологічного стану р. Десни в межах України. Складовою частиною цих робіт було вивчення зоопланктону. Під час досліджень середньої та нижньої течії р. Десни

вивчено розподіл зоопланктону за повздожним профілем основного русла, вплив приток на його формування, дана оцінка впливу на структурні показники зоопланктону скидів забруднюючих речовин, що надходять з притоками та стічними водами міст (зокрема м. Чернігова), здійснена оцінка санітарно-біологічного стану екосистеми ріки за показниками зоопланктону. Мета даної роботи – оцінити сучасний розподіл зоопланктону, багаторічні зміни його структури та дати характеристику екологічного стану ріки за показниками зоопланктону. При відборі та камеральній обробці проб використовували загальноприйняті в гідробіології методи.

За період наших досліджень у р. Десні та основних її притоках – річках Судость, Шостка, Сейм, Снов і Остер зареєстровано 102 види зоопланктону, в тому числі 51 вид коловерток, 18 – веслоногих і 33 – гіллястовусих ракоподібних, а також науплії та молодь веслоногих рачків і личинки молюска *Dreissena*. Аналіз таксономічного складу зоопланктону показав, що практично на всіх ділянках Десни та її притоків найбільшою кількістю видів представлені коловертки. Домінуюче положення коловерток обумовлено біологічними особливостями цієї групи. Домінують представники потамофільного комплексу *Brachionus calyciflorus* Pallas, *Br. Angularis* Gosse, та типово озерні лімнофільні види *Asplanchna priodonta* Gosse, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Keratella cochlearis* Gosse. Веслоногі ракоподібні представлені у відносно невеликій кількості. На відміну від коловерток, ця група зоопланктону характеризувалася бідністю видового складу. Провідне місце серед них займали наупліально-копеподитні стадії циклопів. Серед гіллястовусих рачків домінували потамофіл *Bosmina longirostris* Müller, а також прибережно-фітофільні *Acropereus harpae*, *Simocephalus vetulus*, *Alona rectangula* Sars, *Diaphanosoma brachyurum*. Домінуючий комплекс організмів зоопланктону на різних ділянках русла в порівнянні з даними 1930-х та 1960-х років практично не змінився.

Найбільшим видовим багатством характеризувалася середня ділянка р. Десни. Зоопланктон цієї ділянки русла формується під впливом стоку з

верхньої течії та, в більшій мірі, сприятливими умовами системи різноманітних заплачних водойм, рукавів, приток, серед яких найбільша – р. Судость. При цьому, кількісні показники зоопланктону цієї ділянки Десни були порівняно невисокими (чисельність – 1 590 екз./м³, біомаса – 0,11 г/м³). Збільшення показників кількісного розвитку зоопланктону відбувається вниз за течією, де вони досягають максимальних значень у районі м. Чернігова (22250 екз./м³; 1,6 г/м³). Порівняльний аналіз кількісного розвитку зоопланктону гирлових ділянок приток р. Десни показує, що максимальною чисельність і біомаса зоопланктону були в р. Шостці (16130 екз./м³ і 1,7 г/м³). Досить високі показники характерні для р. Судості (2390 екз./м³; 0,12 г/м³). Найменші чисельність і біомаса зареєстровані в річках Остер (2600 екз./м³; 0,09 г/м³), Сейм (820 екз./м³; 0,04 г/м³) та Снов (280 мг/м³; 0,03 г/м³). У притоках домінували коловертки *K. cochlearis*, *E. dilatata*, гіллястовусі рачки *Scapholeberis mucronata*, *Chydorus sphaericus*.

Серед трофічних груп зоопланктону р. Десни та її приток переважали наннопланктофаги та еврифаги. Наприклад, в гирлі р. Шостки на долю наннопланктофагів приходилося понад 98 % загальної біомаси, в гирлі р. Снову – 75 %. Еврифаги переважали в руслі р. Десни нижче гирла річок Судость (55 %), Снов (94 %), Остер (96 % загальної біомаси). Хижаки, детритофаги та фітофаги, як правило, були відсутні або ж складали невелику частку біомаси.

Розрахунки індексу Шеннона показали, що найбільш «збалансованим» було русло р.Десна. Показники змінювалися в діапазоні 2,0–3,8, розраховані за показниками чисельності та 2,4–3,2 – за біомасою зоопланктону. У гирлових ділянках приток найбільші значення показників H'/N та H'/B було відмічено в р. Остер – 3,1 і 3,3, а найменші р. Шостка – 1,9 і 0,6.

Аналіз значень індексу сапробності, розрахованих за індикаторними видами зоопланктону, показав, що русло р. Десни та більшість досліджуваних приток належить до оліго–β-мезосапробної зони, що свідчить про задовільний стан річки. Діапазон одержаних значень індексу знаходився

в межах 1,6–1,8 у притоках. У руслі Десни ці показники становили 1,5–2,5. Найбільш забрудненою була ділянка р. Десни нижче м. Остра.

Таким чином, зоопланктон середньої та нижньої течії р. Десни і гирлових ділянок основних її приток (Судості, Шостки, Сейму, Снову, Остра) за період наших досліджень був досить різноманітним та динамічним. Домінуючими групами були, в основному, коловертки. У гирлових ділянках приток р. Десни видовий склад планктонних безхребетних був менш різноманітним, ніж у основному руслі ріки. Кількісні показники зоопланктону в гирлах приток значно варіювали. На структуру зоопланктонних угруповань значно впливають місцеві умови: наявність плесів і перекатів, звивистість русла, чисельні притоки та заплавні водойми.

Кількісні показники, якісний склад та структурно-функціональна характеристика макрозообентосу різних ділянок басейну Десни здійснювався на основі аналізу літературних джерел та моніторингових даних, які визначено багаторічні та сезонні зміни кількісних показників, якісного складу та структурно-функціональних характеристик макрозообентосу на різних ділянках Десни. Результати дослідження свідчать, що донна фауна басейну Десни визначалася домінуванням різних видів олігохет, личинок хірономід та молюсків у різних співвідношеннях. Загальний тренд зміни чисельності зообентосу обумовлено загальним трендом чисельності олігохет (рис. 5.1).

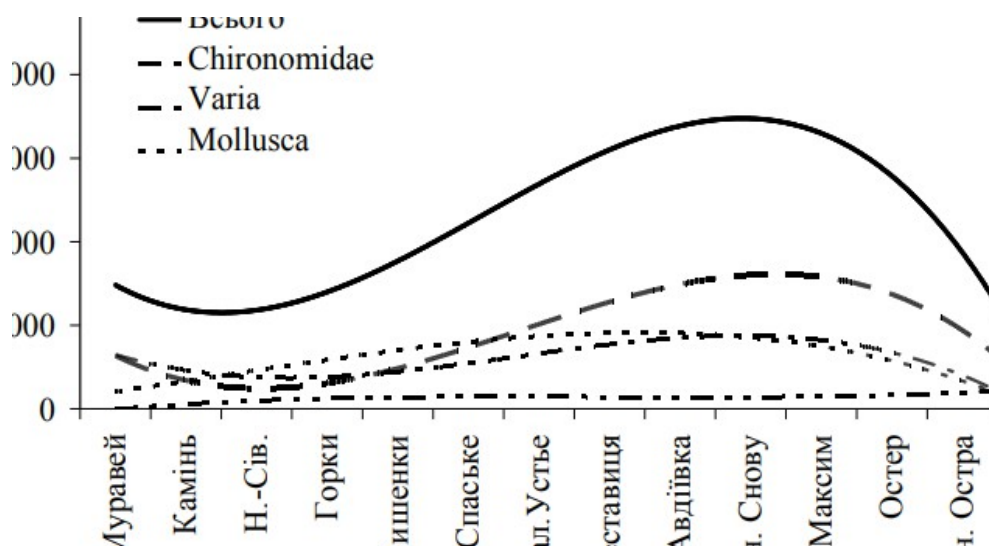


Рис. 5.1. Розподіл домінуючих груп макрозообентосу Десни в 2021 році

У руслі річки олігохети і хірономіди траплялися в 87% усіх відібраних проб, молюски: червоногі – в 60 %, двостулкові – в 46%. Вміст інших безхребетних в пробах був значно меншим: нематоди – 29%, гелеїди і корофіїди – по 18%, гамариди – 14%, волохокрильці і одноденки – по 11%, п'явки – 10%. Максимальна кількість донної фауни, що була зафіксована в руслі Десни досягала 116,6 тис. екз/м², максимальна біомаса без молюсків – 401,45 г/м², максимальна вага крупних двостулкових молюсків 7,2 кг/м². Загалом в руслі Десни виявлено 149 видів донної фауни, з них 49 – лич. хірономід, 29 – олігохети, 22 – молюски.

Аналіз кількісного розвитку зообентосу вказує на тенденцію поступового збільшення максимальних значень чисельності і біомаси безхребетних у порівнянні з 1930-1932 рр. Так, до 1960-го року середня чисельність макрозообентосу у середній течії річки збільшилась у 2,8, а біомаса – у 3,6 разів, до 1999-го обидва показники зросли більше, ніж у 8,3 рази. У нижній течії чисельність змінилась несуттєво: в 1960-му році відмічено деяке її зниження – на 7% у порівнянні з 30-ми роками, біомаса в 30-х та 60-х роках була одного порядку, а до 1999-го року збільшилась у 3,8 разів.

Результати досліджень донної фауни 1999-2012 рр. вказують на те, що наприкінці ХХ-го – початку ХХІ-го сторіччя у нижній ділянці Десни відбулася структурна перебудова біоценозів дна, що відображено у збільшенні загальних кількісних показників безхребетних у нижній течії річки, зростанні чисельності і біомаси олігохет, що є наслідком замулення та накопичення органічних забруднювачів на досить-таки значних ділянках дна нижньої течії річки.

Сезонну динаміку донної фауни Десни вивчали в нижній ділянці річки, в районі сіл Хотянівка і Новосілки. Визначено, що незважаючи на розбіжності абсолютних значень кількісних показників і більш ніж 40-річну

розбіжність у часі, сезонна динаміка чисельності і біомаси (рис. 5.2) макрзообентосу нижньої ділянки Десни 60-х та 2000-х рр. досить схожа.

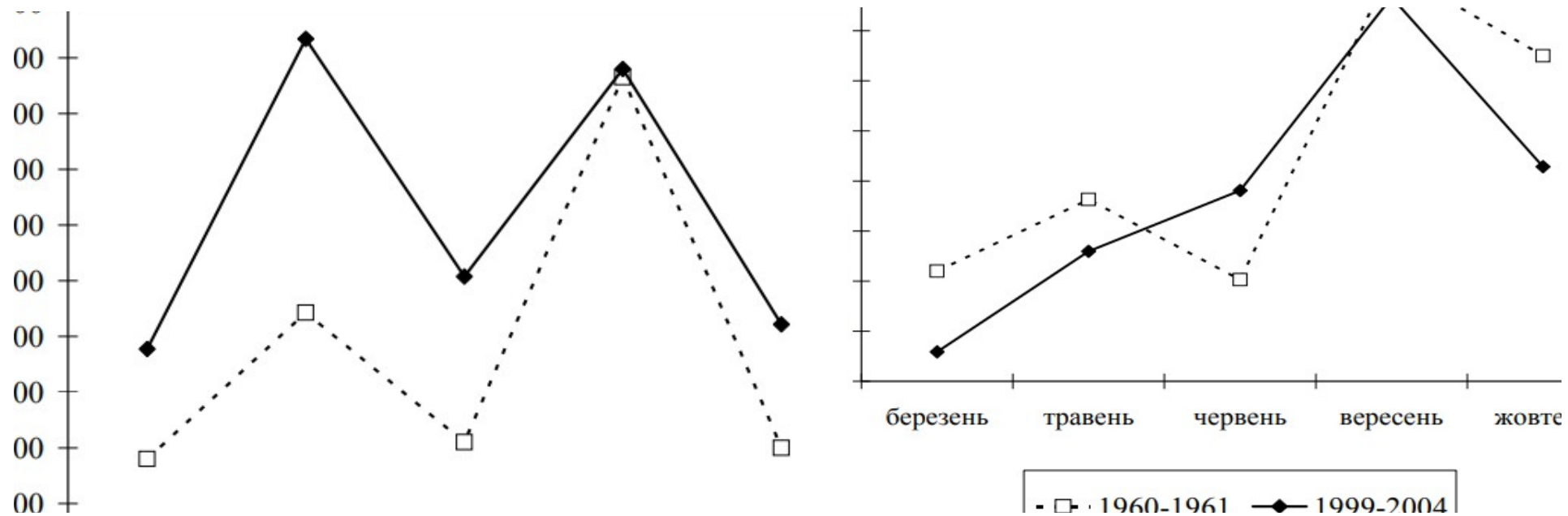


Рис. 5.2. Сезонна динаміка чисельності і біомаси макрозообентосу (екз/м²) в нижній ділянці Десни в 1960-1961 та 1999-2004 роках

Це вказує на те, що структура зообентосних угруповань Десни зазнала тільки кількісних, а не якісних змін, а екологічний стан річки, незважаючи на значний антропогенний вплив, поки що не набув катастрофічних наслідків, механізми саморегулювання Десни справно працюють і у теперішній час вона перебуває у достатньо стабільному стані.

Максимальна чисельність донної фауни, що була зафіксована в притоках за весь досліджуваний період, складала 66,2 тис. екз./м² (р. Шостка). Максимальна біомаса з молюсками досягала 9505,64 г/м², без них – 144,03 г/м² (р. Судость). Найбільше число видів донної фауни – 33 види в пробі (р. Снов).

Олігохети зустрічалися в усіх 100% зібраних проб, личинки хірономід – у 93%, червононогі молюски – в 80% та двостулкові – у 53%. Видове різноманіття макрозоофауни приток – 109 видів, з них 34 види – хірономіди, 22 – молюски, 17 – олігохети.

Доведено, що вплив приток на формування донної фауни Десни не є однаковим, оскільки вони являють собою окремі гідросистеми в межах басейну річки.

Невід'ємною складовою басейну Десни є екосистеми її заплавних водойм, формування яких в основному пов'язане з русловими процесами по створенню річкової долини. Меандруючи по долині річка часто змінює русло залишаючи його відшнуровані ділянки.

В результаті вищевикладеного було виділено 3 типи заплавних водойм, що представляють послідовні стадії сукцесії:

1) Водойми, що підтримують гідрологічний зв'язок з основним руслом протягом всього року

2) Водойми, що мають гідрологічний зв'язок з руслом лише під час повеней.

3) Водойми, що мають гідрологічний зв'язок з річкою лише під час високої повені (1 раз на 8–10 років).

Найбільш поширеними організмами серед донної фауни заплавлених водойм Десни також були олігохети, личинки хірономід і молюски, хоча кількість інших безхребетних в пробах була значно більшою ніж у руслі і притоках. Chironomidae і Oligochaeta траплялись у 90% усіх відібраних проб, третю позицію займали червоногі молюски – 70%. Максимальна кількість донних безхребетних складала 44,7 тис. екз/м², вага м'якого бентосу – 176,42 г/м², загальна ж максимальна біомаса досягала 11958,06 г/м² (в озерах 2-го, 3-го типів). Видове різноманіття донної фауни (21 - 23 види) було найбільшим в озерах 1-го типу.

Загалом в заплаві Десни було ідентифіковано 205 видів макрофауни, з них 52 види – молюсків, 46 – личинок хірономід, 20 – олігохет.

При порівнянні донної фауни озер 1-го, 2-го і 3-го типів верхньої і нижньої ділянок басейну Десни слід вказати на те, що незалежно від типової приналежності видовий склад безхребетних дещо відрізняється, що пов'язано з відмінностями в умовах існування гідробіонтів у різних фізико-географічних зонах. Однак у водоймах 3-го типу ця різниця більша ніж в інших, оскільки річка "об'єднує" озера 1-го і 2-го типів (індекс Серенсена для озер 1-го типу складав 0,44; 0,2 – для озер 2-го типу і 0,18 – для 3-го типу).

Псамореофільні угруповання зустрічалися по всьому повздовжньому профілю річки. Бентофауна на них відносно збіднена як у кількісному, так і в якісному відношенні. Всього тут відмічено 22 види макробезхребетних.

Площі замулених пісків в руслі значно менші за площі, зайняті чистими пісками, проте саме тут спостерігаються як високі кількісних показників, так і найбільше видове різноманіття зообентосу. Склад безхребетних замулених пісків досягав 45 видів.

Пелореофільні угруповання були розповсюджені ще менше. Здебільшого вони траплялися на уніонідних «щитках», характерних для замулених ділянок прибережної зони. Під час досліджень на мулі було зафіксовано 34 види макробезхребетних.

Щодо чисельності, біомаси, кількості видів і груп донної фауни різних біотопів басейну Десни, слід зазначити те, що максимальні показники припадають на псамопелофільні біоценози, але найвищі середні значення майже скрізь були зафіксовані на замулених ділянках (табл. 1), з чого можна простежити, що умови існування зообентосу в пелореофільних біотопах цілком задовільні і рівень замуленості в басейні Десни поки ще не набув катастрофічного рівня.

Таблиця 5.1. Кількісні показники макрозообентосу в різних біотопах

Показники	Субстрат		
	Замулений пісок	Мул	Пісок
Чисельність, екз/м ²	(200-116600)/ 9966	(600-44700)/ 10567	(100-48600)/ 5270
Біомаса без молюсків, г/м ²	(0,03-504,24)/ 15,39	(0,59-176,42)/ 24,65	(0,001-16,15)/ 2,02
Кількість видів у пробі	(2-45)/ 11,2	(3-34)/ 11,5	(1-22)/ 5
Кількість груп у пробі	(2-13)/ 6	(1-11)/ 5,9	(1-6)/ 3
Біомаса з молюсками, г/м ²	(0,16-19249,06)/ 1254,34	(0,59-15208,21)/ 2017,26	(0-407,65)/ 40,85

Примітка. Над рискою – мінімальні і максимальні показники, під рискою – середні показники.

У рівнинних річках зміщення ґрунтових наносів відбувається головним чином під впливом течії. У Десні донні відклади здебільшого складаються з чистого піску, але на плесах і в місцях затишку, де русло виходить у долину, накопичуються залежі мулу, котрі при збільшенні швидкості течії переміщуються в інше місце. Нестабільні ґрунти, котрі розмиваються, слабо заселяються донними тваринами. Це, насамперед, спостерігається на фарватері річки, де проходить постійне вимивання ґрунтів. Наявність тих чи інших гідробіонтів вказує на якість субстрату. Так, присутність губок вказує на стабільність ґрунтів, що було відмічено в гирлі р. Судость та на ділянці Десни вище впадіння р. Шостки. Зникнення губок вказує на наявність

рухомих піщаних і мулових наносів. Мулові наноси приводять до поступових змін псамореофільних угруповань донної фауни на пелофільні. Іноді стан донної біоти дозволяє швидше зареєструвати зміни, що відбуваються у річці, ніж це можна зафіксувати іншими засобами. Так, присутність олігохет з роду *Procladius* може свідчити про переміщення пісків, личинок *Chironomus plumosus* Linne – про замулення піщаного ґрунту і забруднення дна органічними речовинами.

Таким чином, різні біоценози донної фауни руслової ділянки басейну Десни не є чимось сталим, а змінюються в просторі та часі під впливом швидкості течії, змивів ґрунтів сильними дощами і грозами, повеней та інших природних і антропогенних факторів. Біоценози характеризуються взаємним проникненням і являють собою частину дискретно-континуального простору басейну Десни.

Функціональний зв'язок та обмін між фауністичними комплексами русла і заплавної водойми забезпечується низкою механізмів, головним з яких, на нашу думку, є повінь, що забезпечує прямий зв'язок більшості заплавної водойми з руслом річки, що значно збільшує загальне різноманіття річкових біотопів, поєднаних в єдину систему. Міграція донних безхребетних між біотопами забезпечується, головним чином, за допомогою дрефту.

З метою оцінити вплив повені на угруповання макробоентосу було проведено дослідження бентосу і дрефту донних безхребетних у доповеневий та післяповеневий період на прикладі руслової ділянки Десни та двох заплавної озера 2-го і 3-го типів (озеро 1-го типу було повністю залито).

Дослідження показали, що у післяповеневий період кількісний розвиток і видове різноманіття донної фауни в руслі Десни та у заплавному озері 2-го типу значно підвищуються. В озері 3-го типу ці показники, навпаки, трохи зменшуються. Очевидно, частина макробезхребетних бентосу і зоофітосу «вимивається» водою, що спадає після повені, при цьому організми мігрують на інші ділянки річки (рис. 5.3).

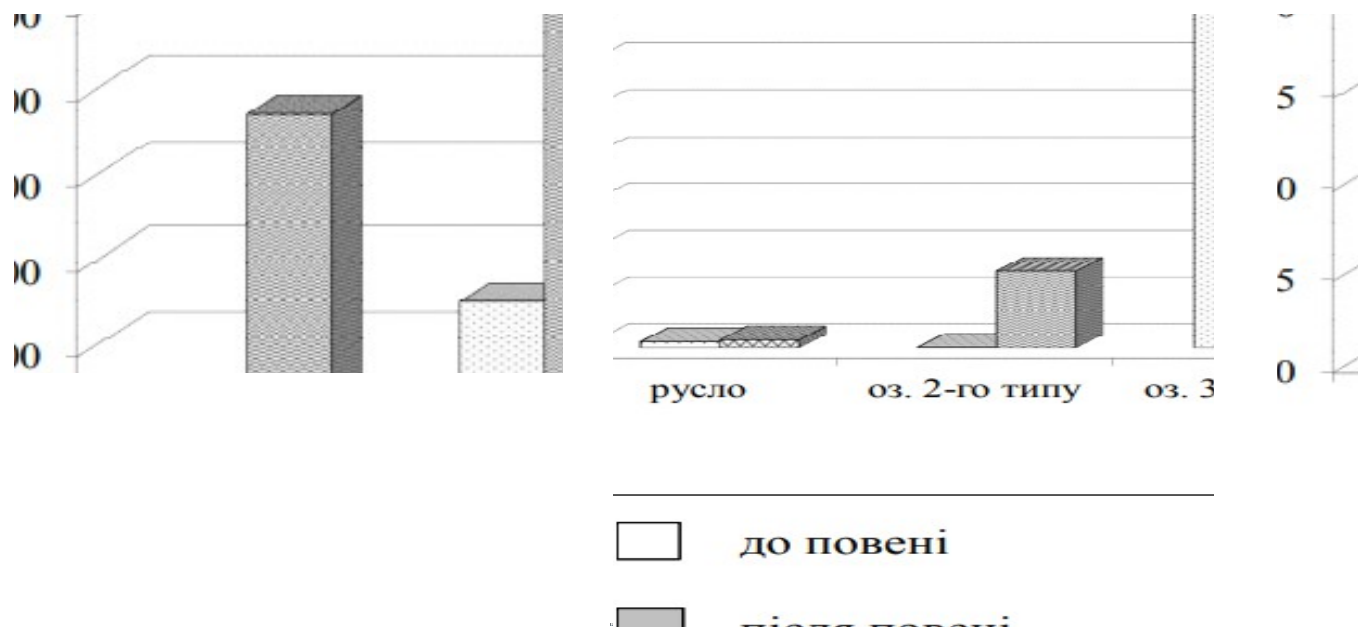


Рис. 5.3. Розвиток макрзообентосу до та після повені 2004 року у водоймах різного т

Слід зазначити, що бентос у руслі Десни після повені збагачується фітофільними та олігосапробними видами макробезхребетних, які не є типовими тут в інші сезони року.

Чисельність, біомаса і видовий склад зообентосу визначаються якістю ґрунту, розвитком водної рослинності і можуть досить різнитися навіть на порівняно невеликій ділянці дна. В той же час дрифт, завдяки активному перемішуванню водних мас, дає усереднені дані на всю площу річкового дна на певній ділянці і в деяких випадках може бути більш об'єктивним показником при вивченні водної фауни, ніж зообентос.

Дослідження дрифту показали, що його видовий склад суттєво відрізняється від видового складу донної фауни і містить чимало організмів, більш типових для біоценозів заплавних водойм. Це свідчить про наявність постійного обміну між ними і руслом (коефіцієнт Серенсена між бентосом русла і дрифтом дорівнює 0,34, а між бентосом заплавних водойм і дрифтом – 0,38). Відмінності у видовому складі зообентосу і дрифту свідчать, що донна фауна русла річки не є основним джерелом формування дрифтового угруповання. В складі дрифту досить багато фітофільних видів, що, визначається як специфікою біотопу, так і суттєвим впливом заплавних водойм та приток на формування видового складу дрифту. Отже дрифт слід розглядати як джерело формування донної фауни на певних ділянках річки, що робить бентосне угруповання більш лабільним та здатним оперативно реагувати на зміни оточуючого середовища. Очевидно також, що саме дрифт відіграє головну роль у заселенні нових донних біотопів, що утворюються під час руслоформуючих процесів.

Таксономічний склад макробезхребетних дрифту суттєво відрізняється від складу бентосних угруповань і в місці відбору проб. Найбільшим таксономічним різноманіттям в дрифті відрізнялась група Chironomidae, в якій було виявлено 16 видів, тоді як в бентосі тієї ж ділянки в цей період було знайдено лише 9 видів. Заслуговує на увагу також виявлення в декількох пробах дрифту мізид *Lymnomyia benedeni* Czern., виду, який

раніше в Десні не реєструвався. Аналіз подібності видів за допомогою коефіцієнта Серенсена вказує на значну відмінність видового складу бентосу та дрифту в одному пункті – $K_s = 0,23$. Така розбіжність обумовлена, крім вище згаданих мізид та відмінності у видовому складі личинок хірономід, наявністю в дрифті широкого спектру малощетинкових черв'яків роду *Nais* та досить значним розвитком молюсків в угрупованнях бентосу. Типовим представником дрифтового угруповання є гідри (*Hydra* sp.), що були виявлені в усіх літніх пробах, де іноді складали до 50% чисельності та 35% біомаси.

Чисельність безхребетних дрифту в нижній течії Десни коливається від трьох-чотирьох десятків до двох сотень організмів на кубічний метр, біомаса – складає кілька десятків міліграм на кубічний метр і ці величини зазнають закономірних добових коливань.

Дослідження добової динаміки інтенсивності дрифту (кількості безхребетних, що пройшли через дрифтовий уловлювач за годину) показали, що вона підвищується у нічні і вранішні години і загалом є більш високою у темний період доби (рис. 5.4).

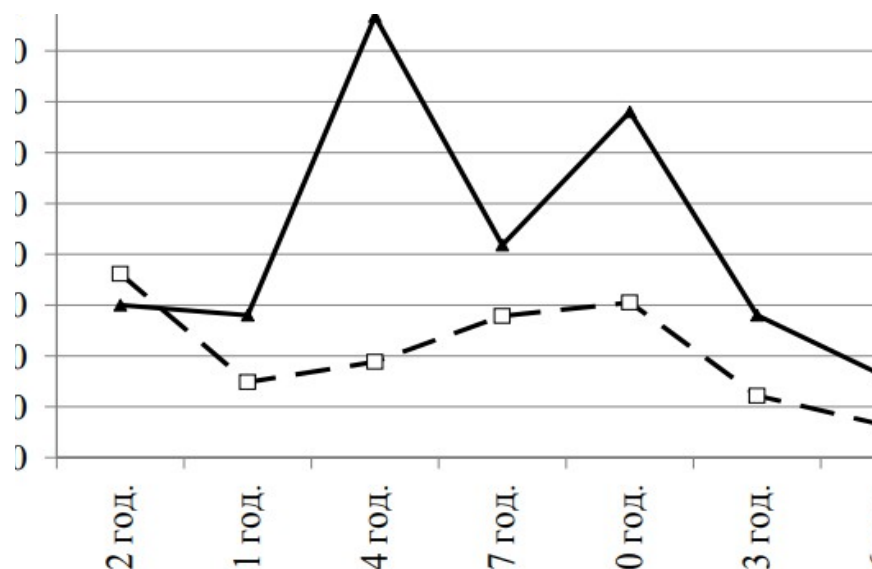


Рис. 5.4. Добова динаміка інтенсивності дрифту (чисельність екз/м³ за годину): 1 – зведена за 15 хвилин, 2 – зведена за 3 години.

Оскільки гідрологічні характеристики потоку у цей час змінювались несуттєво, то логічно припустити, що зміни інтенсивності дрифту викликані

Очевидно, що дрефтове угруповання відіграє значну роль у функціонуванні річкових екосистем, пов'язуючи між собою не лише різноманітні біоценози річкового русла, але й широкий спектр придаткових водойм, сукупність яких забезпечує високий рівень різноманіття екотопів, а, відповідно, біорізноманіття. Тобто забезпечується двосторонній зв'язок між руслом річки та її заплавами водоймами, який на рівні угруповань макробезхребетних реалізується за допомогою механізму дрефту, що об'єднує ряд різноманітних водойм в єдину просторово- та темпорально-континуальну екосистему річки.

Згідно з концепцією Robin L. Vannote (1980) структурні та функціональні характеристики різних гідроценозів адаптуються до середнього стану фізичної системи, тому біологічні угруповання вздовж водотоку мають бути розташовані таким чином, щоб максимально наблизитися до рівноваги в динамічних фізичних умовах. Розглядаючи чисельність, біомасу, кількість видів та груп у пробах зообентосу як певні характеристики біотичних угруповань водних безхребетних, можна уявити, що їхні показники, згідно з вищезгаданою концепцією, також намагаються наблизитись до середнього стану незалежно від місця відбору проби у континуальному просторі.

Для перевірки цієї гіпотези було проведено обчислення середніх значень кількісних показників – чисельності, біомаси, кількості груп і видів макрзообеносу для повздовжнього і поперечного розрізів незарегульованої ділянки басейну Десни на території України (від села Муравей до гирла). При підрахунку середніх значень чисельності і біомаси максимальні і мінімальні показники не враховувались. Біомасу було обчислено без ваги молюсків.

Обрахувавши вищезгадані показники спочатку тільки для русла річки, потім – для русла і заплави водойми, нарешті, додавши дані з проб зообентосу відібраних в гирлових ділянках приток Десни ми отримали цифри коливання яких дуже незначні і не порушують загальної картини

континуальності макрозообентосу в басейні річки. Для руслової ділянки Десни середні значення цілком природно були трохи нижчими і складали: чисельність – 6,72–8,01 екз/м²; біомаса – 4,48–5,07 г/м²; кількість видів – 7,9–8,4; кількість груп – 4,3–4,6. Для русла і заплави: чисельність – 7,76–8,70 екз/м²; біомаса – 7,83–7,81 г/м²; кількість видів – 10,36–12,5; кількість груп – 5,63–6,45. Для русла, заплави і приток: чисельність – 8,74–8,70 екз/м²; біомаса – 9,97– 7,81 г/м²; кількість видів – 10,9–12,5; кількість груп – 5,80–6,45. Однак при порівнянні структурних показників макрозообентосу русла, заплави і приток Десни були отримані інші результати: чисельність – 6,72–8,97–14,19 екз/м²; біомаса – 4,48–11,32–20,36 г/м²; кількість видів – 8,32–12,09– 15,4; кількість груп – 4,6–6,72–7,4. Середні значення чисельності, біомаси, кількості видів і груп в руслі річки є значно меншими за такі у заплавних водоймах, значення ж цих показників у гирлових ділянках приток ще вищі.

Таким чином можна бачити деяку дискретність русла самої річки і її заплавних водойм, значна частина яких сполучається з Десною протягом усього року і ще більша під час повеней. Гирлові ж ділянки приток хоча і мають взаємний вплив з руслом річки в місцях злиття, однак мають ознаки більшою або меншою мірою дискретних систем, якими є притоки Десни.

При порівнянні видового складу донної фауни на різних ділянках дискретно-континуального простору басейну Десни за допомогою індексів Серенсена і Вайнштейна був отриманий подібний результат відносно дискретності ділянок (оскільки, 1 колонка – 0,67 або 67% і 30%; 2 колонка – 0,50 або 50% і 15% і т. д. (табл. 5.2).

Таблиця 5.2. Індекси подібності угруповань макрозообентосу на різних ділянках басейну Десни

Індекси	Ділянки			
	повздовжн./ поперечн.	русло/ заплава	Русло/ притоки	Заплава/ притоки
Кс	0,67	0,50	0,54	0,51
Кб	30,15%	15,03%	11,95%	6,37%

Порівнюючи кількісні показники, видове різноманіття і домінуючі види макрозообентосу різних біотопів отримані в 2012-му, 1999-2004 рр. з даними 1986 р. і ретроспективними джерелами 30-х, 60-х років, а також обрахувавши сапробність (S/P&B), індекс Вудівіса (ТВІ), індекс Гуднайта-Уїтлі (GT&UI); визначивши класи і категорії якості води і виявивши «еталонні» класи окремих ділянок басейну Десни можна прослідкувати зміни екологічного стану з 1932 по 2012 рр.

Результати досліджень показали: на піщаних ділянках дещо збільшилась кількість олігохет і загальна кількість безхребетних у пробах; на замулених пісках зменшилась кількість волохокрильців, реофільні види яких є індикаторами високої якості води у річці; на біотопах мулу зменшилась загальна кількість донних безхребетних.

Розглянувши зміни показників сапробності макрозообентосу в різні періоди досліджень, визначено, що у більшості випадків ці показники лишились незмінними або зазнали незначних змін. Деяке занепокоєння викликають результати досліджень у трьох пунктах: Десна в р-ні м. НовгородСіверський, де показники сапробності змінилися з β на α ; Десна біля м. Остер, де якість води погіршалась з олігосапробної у 60-х роках до полісапробної – у 80-х роках і трохи поліпшилась до α -мезосапробної у 1999-му році; Десна в рні с. Літки, де у 30-ті роки вода була олігосапробною, а у 2000-му році стала α мезосапробною. Однак ці зміни, викликані місцевими умовами (наприклад побудовою великої кількості дач та котеджів по берегах Десни в районі с. Літки), поки ще не мають значного впливу на екологічну ситуацію у басейні Десни у цілому, де у більшості випадків якість води є цілком допустимою для рівнинної річки і характеризується β -мезосапробними показниками.

Зміни індексів ТВІ та GT&UI також не вказують на погіршення ситуації в басейні Десни з 30-х років минулого століття по 2012 р.

Переходячи до визначення якості деснянської води за відповідними категоріями і класами якості слід зауважити:

- По-перше, під категоріями «дуже брудна», «брудна», «помірно забруднена» та інші мається на увазі не технічне забруднення води, а її тропність і до категорії «дуже чиста» може належати тільки вода з гірських джерел та озер, а в рівнинних річках досягти такого ступеню «чистоти» води неможливо;

- По-друге, визначення класів і категорій якості води встановлюється на співвідношенні значень індексів S/P&V та ТВІ, які досить часто не співпадають і не потрапляють до єдиного класу або категорії якості. Це можна пояснити тим, що значення ТВІ, який було розроблено для гірських річок, знаходяться в прямій залежності від наявності певних видів (веснянок, одnodенок та ін.), що є типовими у водоймах, для яких саме було створено цей індекс, і не зовсім підходять для оцінки якості води в рівнинних річках (в нашому випадку Десни), для зообентосу яких типовою є наявність олігохет і хірономід, присутність яких штучно знижує значення цього індексу. Таким чином, для визначення певного класу або категорії якості води показники сапробності є більш об'єктивними.

Щодо визначення «еталонних ділянок» у басейні Десни слід зауважити те, що в нинішній час досить важко виділити такі ділянки, які не перебувають під дією антропогенного впливу (відсутність якого є однією з умов «еталонності» тієї чи іншої ділянки річки). Однак маючи дані 30-х, 60-х, 80-х, 90-х і 2000-х років і встановивши класи і категорії якості води можна визначити «еталонність» тієї чи іншої ділянки таким чином – «еталонною» слід вважати ту, яка має найвищий клас якості на певній ділянці річки за весь досліджуваний період часу. За даними, наведеними в табл. 3, можна з певною вірогідністю стверджувати, що за показниками макрозообентосу якість деснянської води якщо і погіршилася то дуже незначно, референційним для Десни слід вважати 2–3 клас якості води (згідно з класифікацією Романенко

В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін., 1998). Для великої рівнинної річки, яка зазнає постійного антропогенного тиску, це є цілком прийнятним.

Таким чином, дослідивши зміни донної фауни, які відбувалися на українській ділянці Десни з 30-х років минулого сторіччя до 2012 року, можна констатувати, що екологічна ситуація в басейні річки в цілому не зазнала будьяких катастрофічних змін. Локальні ж погіршення екологічного стану в основному пов'язані з антропогенним впливом, наприклад – розвитком промисловості та комунального господарства у Чернігові і Шостці в 60-х рр. минулого сторіччя, припиненням судноплавства в руслі Десни (під час якого русло регулярно розчищалося) або ж побудовою дачних масивів в нижній ділянці річки.

Таблиця 5.3. Класи якості води на різних ділянках басейну Десни за показниками макрозообентосу

Пункти відбору проб	«Еталонні» класи якості води	Референційні значення біотичних індексів			Класи якості води на сучасному етапі	
		S/P & B	T B I	G t & U i	без урахування референційних значень	з урахуванням референційних значень
Гирло Десни	2	1,84	8	20	3–4	2-3
біля с. Літки	2	1,55	2	48	3–5	2-4
біля с. Пірново	3	2,17	5	*	3	3
біля м. Остер	2	1,94	4	10	2-4	2-3
біля с. Максим	2	1,25	8	27	3-4	2-3
нижче м. Чернігова	2	2,07	3	31	3-5	2-3
вище м. Чернігова	2	1,2	4	36	3-4	2-3
р. Снов	1	1,99	9	14	1-2	1
вище впадіння р. Снов	3	2,18	3	30	3-4	3
біля м. Новгород-Сіверський	2	2,06	3	50	2-4	2
нижче м. Біла Берізка	2	2,07	7	2	3-4	2-3

Щодо природних чинників, то з певною долею вірогідності можна стверджувати, що за 70-річний проміжок часу вони або лишились досить стабільними, або зазнали незначних змін.

Висновки

Аналіз даних гідрохімічних вимірювань якості поверхневих вод річки Десна за період 1996-2021 років дозволяє сформулювати такі основні висновки:

1) поширені забруднювачі: найбільш поширеними забруднюючими речовинами є загальне залізо, марганець, фосфати, амоній сольовий та біологічне споживання кисню за 5 діб (БСК₅);

2) джерела заліза та марганцю: перевищення заліза та особливо марганцю в водах річок пов'язане з їх вимиванням із кристалічних порід Українського щита, а також із проходженням річкових вод через заболочені та лісисті місцевості;

3) антропогенні джерела фосфатів та амонію: забруднення фосфатами та, іноді, амонієм сольовим є наслідком впливу антропогенних джерел, включаючи комунальні підприємства, промисловість та сільське господарство;

4) стан кисневого режиму: протягом аналізованого періоду кисневий режим води залишався задовільним, хоча й спостерігалися коливання концентрацій загального заліза, фосфатів та марганцю;

5) гідрохімічні показники: показники основних іонів і мінералізації води Десни відповідали нормам ГДК для водойм рибогосподарського та питного призначення. Вода мала гідрокарбонатний кальцієвий склад і класифікувалася як прісна гіпогалинна вода 1 категорії якості за мінералізацією, від 1 до 2 категорій за вмістом хлоридів та від 1 до 5 категорій за вмістом сульфатів.

Аналіз якості води річки Десна показує, що хоча деякі гідрохімічні показники перебувають в межах норм, загальна картинка вимагає уваги, особливо з огляду на трофо-сапробіологічні показники і показники токсичної дії:

1) трофо-сапробіологічні показники: вода Десни класифікується від слабо забрудненої до брудної (4-6 категорія якості), що представляє ризик для деяких видів гідробіонтів та може бути небезпечною для здоров'я людей без належної очистки;

2) радіологічні показники: вміст радіонуклідів, таких як ^{137}Cs та ^{90}Sr , знаходиться значно нижче встановлених норм, що є позитивним аспектом; 3) іригаційні показники: вода придатна для зрошення без додавання хімічних меліорантів;

4) водопостачання: вода може використовуватися для питних потреб після фільтрації, знезалізнення та видалення токсичних речовин;

5) екомплексна оцінка якості: загалом, вода річки класифікується як від "чистої" до "помірно забрудненої" (II та III класи якості).

Встановлено що, за досліджуваний період зообентос української ділянки басейну Десни був представлений 312 видами макробезхребетних і визначався домінуванням олігохет, личинок хірономід та молюсків. Вперше для басейну було відмічено 76 видів з яких 4 види *Oligochaeta*, 16 – *Chironomidae*, 17 – *Mollusca*.

На основі цих даних можна визначити основні напрямки природоохоронної діяльності, які включатимуть:

- оновлення та розширення очисних споруд для покращення якості води, особливо з видаленням токсичних і надмірних поживних речовин;

- моніторинг та контроль джерел забруднення, зокрема промислових і сільськогосподарських підприємств;

- розробка та імплементація регіональних програм для зменшення забруднення від твердих відходів та неочищених стічних вод;

- збільшення зелених зон та відновлення прибережних захисних смуг для природного фільтрування та зменшення ерозії;

- освітні програми для місцевого населення щодо збереження водних ресурсів і зменшення антропогенного навантаження на водні системи.

Список використаної літератури

1. КНД 211.1.1.106-2003 «Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод». К.: Офіційний Київ. 2003. 154 с.
2. Правила охорони внутрішніх морських вод і територіального моря України від забруднення та засмічення. Постанова Кабінету Міністрів України. 2002 р., № 431.
3. Сніжко С. І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка Центр. 2001. 262 с.
4. Топачевський О. В. Десна в межах України. К.: 1964. 160 с.
5. Лозовицький П.С., Лузовицька Ю.А., Лозовицький А.П. Передкартографічні дослідження складу води річки Десни. Картографія та вища школа. 2009. Вип. 14. С. 73-83
6. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України. Підручник. К.: Знання, 2005. 157 с.
7. Панченко С. М. Флора національного природного парку "Деснянсько-Старогутський" та проблеми охорони фіторізноманіття Новгород-Сіверського Полісся. Суми: Університетська книга, 2005. 92 с.
8. Семеніхіна К. А. Водна рослинність р. Десни та водойм її заплави в межах УРСР // Укр. ботан. журн. 1982. Т. 39, №2. С. 57—62.
9. Панченко С. М., Андрієнко Т. Л., Гаврись Г. Г., Кузьменко Ю. В. Екологічна мережа Новгород-Сіверського Полісся. Суми: Університетська книга, 2003 92 с.
10. Лукаш О. В., Рак О. О., Подорожний Д. С. Види Iridacea Juss. у заплаві Десни // Укр. ботан. журн., 2007 Т. 64, №3 С. 382—392.
11. Дідух Я. П. Червона книга України. Рослинний світ. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
12. Андрієнко Т. Л. Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 316 с.

13. Семеніхіна К. А. Нові місцезнаходження рідкісних видів у заплавах водойм річки Десни // Укр. ботан. журн. 1979. Т. 36, №3. С. 214 - 218.
14. Зелена книга України /під загальною редакцією чл.-кор. НАНУ Я. П. Дідуха К.: Альтерпрес, 2009. 448 с.
15. Карпова Г., Зуб Л., Мельничук В., Проців Г. Оцінка екологічного стану водойм методами біоіндикації. Перші кроки до оцінки якості води. — Бережани, Інститут екології, Національний екологічний центр України, Екологічний клуб «Край». 2010. 32 с.
16. Акімов І. А. Червона книга України. Тваринний світ. Київ: «Глобалконсалтинг». 2009, 624 с.
17. Шешурак П. Н., Хрокало Л. А. К изучению энтомофауны долины Десны. Стрекозы (ODONATA) биостационара НГПУ «Лесное озеро» и его окрестностей (Черниговская обл., Украина) // Ніжин: матеріали науково-практичної конференції. 2004. С. 114—117.
18. Годлевська О., Парнікоза І., Різун В. Фауна України: охоронні категорії. Довідник. К., Наукова думка. 2010. 80 с.
19. Горев Л.Н., Пелешенко В.И., Хильчевский В.К. Региональная гидрохимия. К.: Вища школа. 1995. 307 с.
20. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями / Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П. та ін. Київ: Символ-Т, 1998. 28 с.
21. Пелешенко В.І., Хильчевський В.К. Загальна гідрохімія. К.: Либідь, 1997. 384 с.
22. Санітарні правила і норми. Охорона поверхневих вод від забруднення (СанПіН № 4630-88) - затверджені Міністерством охорони здоров'я СРСР від 04.07.88 р. № 4630-88.
23. Узагальнений перелік гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин для води рибогосподарських водойм - затверджені Головрибводом Мінрибгоспу СРСР, 09.08.90 р. № 12-04-11.

24. Матеріали семінару «Основи природоохоронного законодавства України та Європейського Співтовариства: Водні ресурси». К.: Державний Інститут підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів Мінекобезпеки України, 1997.
25. Романенко В. Д., Жукинський В. М., Оксіюк О. П. Методика встановлення і використання екологічних нормативів якості поверхневих вод суші та естуаріїв України. К., 2001. 48 с.
26. Лозовіцький П.С. Хімічний склад води річок українського Полісся і екологічна оцінка їх якості // Водне господарство України. 2007. № 5. С. 45-54.
27. Лозовіцький П. С., Лузовіцька Ю. А, Лозовіцький А. П. Передкартографічні дослідження складу води річки Десни // Картографія та вища школа. 2009. Вип. 14. С. 73-83.
28. Яцик А. В., Жукинський В. М., Чернявська А. П., Єзловська І.С. Досвід використання «Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» (пояснення, застереження, приклади) К.: Оріяни, 2006. 60 с.
29. Яцик А. В., Денисова О. І., Чернявська А. П., Верниченко Г. А. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод України. К.: Символ-Т, 1996. 20 с.
30. Яцик А.В. Водогосподарська екологія: у 4 т., 7 кн. К: Генеза, 2003- 2004. Т. 3, кн. 5. 1960.
31. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз): монографія. К.: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
32. Горбачова Л.О. Гідрологія: навч. посіб. для вищих навчальних закладів. К.: Видавництво НПУ імені М.П. Драгоманова, 2010. 125 с.
33. Максимович Н.И. Днепр и его бассейн: История и гидрография реки. Современ. материалы по гидрологии Днепра и его главнейших притоков. К.: Тип. С.В. Кульженко, 1901. 400 с.

34. Оппоков Е.В. Режим речного стока в бассейне Верхнего Днепра (до г. Киева) и его составных частях в период 1876-1908 г., а частью и в более отдаленное время, в связи с колебаниями атмосферных осадков и температуры в бассейне и с местными условиями стока. Часть 1. Л.: Товарищество Художественной Печати, 1904. 300 с.
35. Оппоков Е.В. Режим речного стока в бассейне Верхнего Днепра (до г. Киева) и его составных частях в период 1876-1908 г., а частью и в более отдаленное время, в связи с колебаниями атмосферных осадков и температуры в бассейне и с местными условиями стока. Ч. 2. СПб.: Т-во Худож. Печати, 1913. 240 с.
36. Комарницький С. Гідрографічний нарис Десни. Матеріали до географічної характеристики України. К.: Укрмет, 1926. Т. 1. Вип. 3. 20 с.
37. Швець Г.І. Характеристики водності річок України. К.: Наукова думка, 1964. 192 с.
38. Швець Г.І. Стік Дніпра нижче Києва. К.: Вид-во АН УРСР, 1957. С.11.
39. Вишне夫斯基 В.И. О максимальных уровнях на р. Десне, определяющих затопление ее поймы. Труды УкрНИГМИ. 1993. Вып. 245. С. 64–72.
40. Чорноморець Ю.О., Фріндт К.Т. Багаторічна динаміка термінів проходження весняного водопілля на річках басейну Десни. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т.4(21). С. 56–67.
41. Гопченко Є.Д., Бойко В.М. Розрахункова схема весняного стоку в басейні р. Сейм. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2002. Т. 5. С. 137–141.
42. Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Оцінка часового розподілу стоку води р. Десна за період весняного водопілля. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т.4(21). С. 56–67.
43. Чорноморець Ю.О., Гребінь В.В. Багаторічна динаміка режиму живлення річки Десна. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т.3(20). С. 59–67.

44. Вишневецький В.І. Зміни клімату та річкового стоку на території України та Білорусі. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2001. Вип. 249. С. 89–105.
45. Шакірзанава Ж.Р. Аналіз та просторове узагальнення строків проходження весняних водопіль на рівнинних річках України. Вісник ОДЕКУ. 2008. Вип. 6. С. 157–164.
46. Чорноморець Ю.О., Лук'янець О.І. Просторово-часова характеристика основних чинників формування весняного водопілля в басейні річки Десна. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т.1(32). С. 41–47.
47. Чорноморець Ю.О. Деталізація типів гідрографів весняного стоку з метою їх прогнозування на річках Десна та Прип'ять. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Т.1(36). С. 63–71.
48. Шакірзанава Ж.Р. Визначення основних факторів весняного водопілля річок лівобережжя Дніпра при довгострокових прогнозах його характеристик. Український гідрометеорологічний журнал. 2013. №13. С. 99–109.
49. Шакірзанава Ж.Р. Прогнозування максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Дніпра з використанням автоматизованих програмних комплексів. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2011. Т.4(25). С. 48–55.
50. Гопченко Є.Д., Шакірзанава Ж.Р., Андрієвська Г.М. Довгострокове просторове прогнозування максимального весняного стоку з використанням автоматизованого комп'ютерного комплексу. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2006. Вип. 255. С. 229–241.
51. Гопченко Є.Д., Шакірзанава Ж.Р. Метод просторового довгострокового прогнозування максимального стоку весняного водопілля та строків його проходження. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2008. Вип. 50, ч. 2. С. 158–168.

52. Шакірзанова Ж.Р., Швець О.А. Розробка регіональної методики довгострокового прогнозу шарів стоку весняного водопілля в басейні р. Десна. Вісн. Одес. держ. екол. ун-ту. 2006. Вип. 3. С. 189–194.
53. Шакірзанова Ж.Р. Метод просторових прогнозів строків початку та проходження максимумів весняних водопіль на рівнинних річках України. Укр. гідрометеорол. журн. 2011. № 8. С. 204–213.
54. Шакірзанова Ж.Р. Метод територіальних довгострокових прогнозів характеристик весняного водопілля та його реалізація в межах рівнинної території України. Укр. гідрометеорол. журн. 2011. № 9. С. 141–150
55. Гопченко Є.Д., Шакірзанова Ж.Р. Територіальне узагальнення базових величин прогнозної схеми характеристик весняного водопілля для рівнинних річок України. Вісн. Одес. держ. екол. ун-ту. 2011. Вип. 12. С. 139–148.
56. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірзанова Ж.Р. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України. Укр. гідрометеорол. журн. 2012. № 10. С. 133–142.
57. Шакірзанова Ж. Р., Андреевська Г.М., Бойко В.М. Довгострокове прогнозування максимальних витрат води весняних водопіль річок Лівобережжя середнього Дніпра з використанням програмного комплексу. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2012. Вип. 263. С. 190–203.
58. Лозовіцький П.С., Лозовіцький А.П., Косянчук В.Д. Зміни термічного режиму, атмосферних опадів і внутрірічного стоку у басейні р. Десни. Часопис картографії. 2014. Вип. 11. С. 115–138. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh_2014_11_14
59. Сусідко М.М., Лук'янець О.І. Районування території України За ступенем гідрологічної небезпеки. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2004. Вип. 253. С. 196–204.

60. Ободовський О.Г., Данько К.Ю. Просторово-часова динаміка руслоформуєчих витрат води р. Десна. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т. 1(28). С. 29–37.
61. Лепіх Я.І., Приступа А.Л., Бунякова Ю.Я., Сантоній В.І., Будіянська Л.М., Аверченков В.І., Кришнев Ю.В. Аналіз водного режиму річок басейну р. Десна приграничних областей. Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Екологія». 2014. вип. 10. №1104. С. 94–98.
62. Лепих Я.И., Приступа А.Л., Бунякова Ю.Я., Сантоний В.И., Будиянская Л.Н., Аверченков В.И., Кришнев Ю.В. Характеристики эксплуатационных параметров систем мониторинга уровня воды открытых водоемов. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2013. Вип. 43. С. 300–308. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpviknu_2013_43_52
63. Зацерковний В.І., Кривоберець С.В., Сімакін Ю.С. Створення геоінформаційного середовища для моніторингу та прогнозування стану водних ресурсів Чернігівської області. Наук. пр. Донец. нац. техн. ун-ту. Сер. гірн.-геол. 2010. Вип. 12. С. 87–97.
64. Лемех Л.О., Лук'янець О.І. Прогноз встановлення льодоставу на ділянках річок Десна та Сейм. Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення: Мат. Всеукр. конф. Молодих учених (Київ, 16-17 листопада). К.: Ніка-Центр, 2016. С. 42–44.
65. Набиванец Ю.Б., Горбачёва Л.О., Корнеев В.Н. Высокие половодья и паводки в бассейне реки Стырь. Наук. праці УкрНДГМІ. 2010. Вип. 259. С. 217–230.
66. Горбачова Л.О. Сучасні параметри кривих забезпеченостей максимальних витрат води весняної повені рівнинних річок України. Матеріали п'ятої Всеукраїнської наукової конференції «Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія». Чернівці. 2011. С. 49–52.
67. Holko L., Gorbachova L., Kostka Z. Snow Hydrology in Central Europe. Geography Compass. Vol. 5. Is. 4. 2011. P. 154–218.

68. Баужа Т.О., Горбачова Л.О. Циклічні коливання гідрометеорологічних характеристик в басейні р. Ріка. Наук. праці УкрНДГМІ. 2013. Вип. 264. С. 34–43.

69. Gorbachova L., Kolianchuk O. Long-term dynamics of the main hydrometeorological characteristics of spring flood in the Desna River's basin. Conference proceeding «Water resource and wetlands» (Tulcea, Romania, 14-16 September 2012). In. Casretescu P, Lewis W., Bretcan P. (eds). Tulcea, 2012. P. 174– 179. URL: <http://www.limnology.ro/water2012/Proceedings/024.pdf>

70. Koshkina O., Gorbachova L. Hydro-genetic research method of the main factors of the spring flood in the Desna River Basin. 10th annual International Conference of Young Scientists on Energy Issues: conference proceedings Cyseni-2013 (Kaunas, Lithuania, May 29-31 2013). 2013. P. IX 618–631. URL: chrome-extension://oemmnadbldboiebfnladdacbdm/adm/http://cyseni.com/archives/proceedings/Proceedings_of_CYSENI_2013.pdf

71. Христюк Б.Ф., Кошкіна О.В. Класифікація гідрографів річки Десна за подібністю їхньої форми. Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. (Одеса, 22-26 квітня 2013 р.). Одеса, 2013. С. 76.

72. Khrystyuk B., Gorbachova L., Koshkina O. The impact of climatic conditions of spring flood formation on hydrograph shape of the Desna River. Meteorol. Hydrol. Water Manage. 2017. vol. 5 (1). 63–70.

73. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування. К.: ПП «Верлан», 2012. 120 с.

74. Горбачова Л. О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок. Наукові праці УкрГМІ. Вип. 268. 2016. С. 73–81.

75. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices. 6th edition. WMO-No. 168, 2009.

76. Kundzewicz Z.W., Robson A. Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data. World Climate Programme Data and Monitoring. WCDMP-45. Geneva: WMO/TD-№ 1013, 2000.
77. McCuen Richard H. Modeling hydrological change: statistical methods. Lewis Publishers, 2003. 433 p.
78. Machiwal D., Madan Kumar Jha. Hydrologic Time Series Analysis: Theory and Practice. India, New Delhi: Springer, 2010. 303 p.
79. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки однорідності та стаціонарності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т. 5 (32). С. 22–31.
80. Чорноморець Ю. О. Оцінка циклічності багаторічних коливань стоку річок Українських Карпат: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Київ, 2007. 20 с.
81. Христюк Б. Ф. Методика класифікації гідрографів річок за критеріями аналогічності. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т.3(30). С. 15–20.
82. Горбачова Л.О. Засади створення ГІС мережі гідрологічних спостережень України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2006. Т.10. С. 36–41.
83. Горбачова Л.О. Особливості створення тематичних блоків цифрових баз даних розрахункової гідрологічної інформації. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2006. Вип. 255. С. 283–290.
84. Горбачова Л.О. Просторове узагальнення норм річного стоку води. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2010. Т.18. С. 107–112. 106. Горбачова Л.О. Цифрові бази даних розрахункової гідрологічної інформації. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2008. Т.15. С. 59–63.
85. Горбачова Л.О. Методи інтерполяції норм річного стоку та їх просторове представлення. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2008. №50, Ч.2. С. 72–77.

86. Горбачова Л.О., Христюк Б.Ф. Районування басейнів річок України за умовами формування річного стоку води на основі кривих Ендрюса. Український географічний журнал. 2016. № 3. С. 27–99.

87. Войцехович В.О., Лузан Л.І. Сучасні зміни максимального стоку річок Українського Полісся. Наук. пр. УкрНДГМІ. 1999. Вип. 247. С. 125–135.