

ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ПРИРОДНИХ ВОД СУББАСЕЙНУ ВЕРХНЬОГО ДНІПРА ТА ДЕСНИ: ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВОДИ І МОЖЛИВІ ПРИЧИНИ ЇХ ПОГІРШЕННЯ

В. П. СТРОКАЛЬ, кандидат педагогічних наук, доцент

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6876-1111>

E-mail: vita.strokal@gmail.com

А. В. КОВПАК, здобувач наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 101 «Екологія»

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0588-1041>

E-mail: an.vs.kovpak@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, вул. Героїв Оборони 15, 03041, Україна

Анотація. Наукова новизна роботи впливає із синтезу даних показників якості природних вод Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни, який поєднує показники з джерелами небезпеки для водної екосистеми, показує основні забруднювачі водойм у конкретних точках, демонструє придатність водойм для різних видів користування (питних цілей, рибогосподарського та рекреаційного призначення). Мета дослідження передбачала виокремлення основних джерел забруднення водойми та обґрунтування джерел небезпеки, які можуть призвести до погіршення якості водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни. Під час проведених досліджень, нами сформовані такі висновки. Основною проблемою за якістю природних вод Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни для всіх видів водокористування є перевищення вмісту амоній-іонів від 2 до 43 разів, нітрит-іонів – до 57 разів щодо їхнього ГДК. Найбільшою небезпекою для категорії води, призначеної для споживання людиною є завищений вміст БСК₅; для категорії води – водойм рибогосподарського призначення – занижена концентрація розчиненого кисню у воді; категорії води – культурно-побутове та рекреаційне призначення – перевищення показників NH₄⁺, NO₂⁻ у водоймах щодо ГДК. Останні показники належать також як небезпечні до категорій води, призначеної для споживання людиною та рибогосподарського використання. Вплив змін клімату (зокрема, за даними середніх температур та кількості опадів) на динаміку показників якості води Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни Дніпровського басейну виявляється через стихійні нерівномірні опади впродовж сезону та внаслідок підвищення середньомісячної температури практично на +2,7 °С щодо кліматичної норми. Основними джерелами небезпеки для водної екосистеми Суббасейну Верхнього Дніпра є вплив стічних вод житлово-комунальних господарств, посилення ерозійних процесів у період паводків та посухи, а також безпосередньо вплив сільськогосподарського виробництва на компоненти довкілля.

Ключові слова: оцінювання якості води, водопостачання, рекреаційне призначення, рибогосподарське призначення, рівень забруднення, причини забруднення, зміна клімату, придатність води.

Вступ.

Підписання Угоди про Асоціацію України з ЄС спонукало законодавчу та виконавчу гілки влади держави змінити специфіку управління природними ресурсами [4]. Зокрема, однією із вимог Угоди до України було здійснити наближення національного законодавства до права та політики ЄС у сфері охорони навколишнього природного середовища. Це так само передбачало здійснення процесу апроксимації Директив ЄС у межах 8 тематичних сфер: управління довкіллям, управління відходами та ресурсами, якість води та управління водними ресурсами, якість атмосферного повітря, охорона природи, промислове забруднення та техногенні загрози, зміна клімату, ГМО [2]. Вище наведені факти і є основними чинниками переходу від адміністративно-територіального до басейнового управління водними ресурсами України [4]. Варто відмітити, що, зокрема, басейнове управління річками дає змогу покращити систему державного моніторингу вод за ключовими діагностичними показниками відповідного регіону та виокремити конкретні водно-екологічні проблеми кожного річкового басейну [3, 4].

З огляду на вищеописаний підхід до управління водними ресурсами, варто виокремити, що основним органом державного управління водними ресурсами є Державне агентство водних ресурсів України, у структурі якого розміщені водогосподарські органі-

зації басейнового управління річками [5], а також наведена он-лайн карта моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України (<http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>). Карта відображає інформацію про основні хімічні показники водойм у точках моніторингу спостереження, за допомогою яких можна отримати інформацію щодо рівня забруднення відповідної водойми річкового басейну.

Матеріали та методи дослідження.

Мета дослідження передбачала виокремлення основних джерел забруднення водойми та обґрунтування джерел небезпеки, які можуть призвести до погіршення якості водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни. Відповідно до мети були окреслені такі завдання: на основі онлайн інтерактивних карт, які відображають показники якості водойм України зробити синтез даних та з'ясувати основні забруднювачі водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни щодо водокористування людиною (централізоване водопостачання, рекреаційне та рибогосподарське призначення); зробити порівняльний аналіз умісту гідрохімічних показників водних ресурсів у динаміці, обґрунтувати вплив змін клімату на динаміку показників у водоймах; визначити чинники та джерела небезпеки, які створюють прямий чи опосередкований вплив на стан водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни.

Результати дослідження та їх обговорення.

Для оцінки стану якості водойм різних типів водокористування Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни були використані онлайн карти (офіційний сайт Державного агентства водних ресурсів України), зокрема: он лайна карта моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України (<http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>) та інтерактивна карта забрудненості річок України (<https://texty.org.ua/water/>).

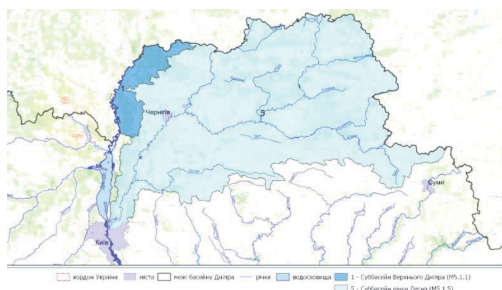
Відповідно до першого завдання були проаналізовані показники якості води водойм. Вибір показників був зумовлений прогнозованими чинниками впливу антропогенної діяльності. Зокрема, обрано показники, які за даними моніторингу вод Державного агентства водних ресурсів України демонструють найбільш суттєвий вплив діяльності сільськогосподарських підприємств (NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{+++}), житлово-комунальних господарств та промислових підприємств (БСК , O_2 , SO_4^{++} , Cl^-) на стан водної екосистеми.

На рисунках 1 і 2 представлена карта території Суббасейну Верхньо-

го Дніпра та р. Десни, а також графічно зображені точки спостережень, які були основними об'єктами досліджень. Вибір цих точок був зумовлений прогнозованими джерелами небезпеки (табл.1), які можуть чинити вплив на стан водної екосистеми.

Аналізувалися показники якості води за 2019–2020 рр. Результати аналізу даних наведені на рисунках 3-10. Варто зазначити, що аналіз показників якості поверхневих вод у точках спостереження (рис. 1-2, табл. 1) здійснювався відповідно до трьох категорій вод: вода для споживання людиною, вода культурно-побутового та рекреаційного призначення, вода рибогосподарського призначення.

Основним нормативним документом, який визначає якість питної води є ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» [5]. У точках спостереження (рис. 3-10) спостерігався вміст сульфат-іонів 29,0-110,2 мг/дм³ за нормативу $\leq 250,0$ мг/дм³, хлорид-іонів – 11,52-116,6 мг/дм³ за нормативу $\leq 250,0$ мг/дм³, фосфат-іонів – 0,1-2,69 мг/дм³ за нормативу $\leq 3,5$ мг/дм³, нітрат-іонів – 1,47-43,2 мг/дм³ за нормативу $\leq 50,0$



**Рис. 1. Карта території Суббасейну
Верхнього Дніпра та річки Десни [1]**

(https://www.davr.gov.ua/fls18/upperdnipro-desna_summary_21072020.pdf)

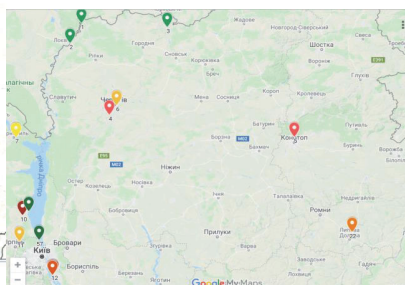


Рис. 2. Графічне зображення точок спостереження водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни

1. Характеристика точок відбору проб води на території Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни

Номер точки	Місце розташування	Можливі джерела небезпеки
T.1	р. Сож, с. Ст. Яриловичі, Ріпкінського р-ну, Білорусь	КП Хоминки, Білорусія
T.2	р. Дніпро, с. Кам'янка, нижче села, Ріпкінського р-ну (кордон з Білоруссю)	КП Лосва, Білорусь
T.3	р. Снов, с. Гірськ, Сновського р-ну створ, злиття р. Цата з р. Снов, кордон з РФ (охоронні території)	Злиття р. Цата з р. Снов біля кордону РФ, КП Гірська
T.4	р. Білоус, 0,5 км від м. Чернігів	ЖКГ м. Чернігів, ТОВ «ТРАНС ГРУП ЛІЗИНГ» Чернігівська ТЕС
T.5	р. Єзуч, с. Сарнавщина нижче м. Конотоп	Навантаження від очисних споруд
T.6	р. Стрижень, 0,1 км від м. Чернігів	ЖКГ м. Чернігів, фермерське господарство «КАЛАНТИРЕНКО ВВ»
T.10	р. Козка, с. Демидів, Київська обл.	Вплив зворотних вод Компанії ТОВ «Комплекс Агромарс» (торгова марка «Гаврилівські курчата»)
T.11	р. Ірпінь, смт. Гостомель Київської обл.	КП «Боярка-водоканал», АНТК «Антонов»
T.12	р. Дніпро, скидний канал Бортницької станції аерації (БСА)	Бортницька станція аерації
T.13	р. Дніпро, водосховище, 500 м вище БСА	Бортницька станція аерації
T.14	р. Дніпро, 500 м нижче Бортницької станції аерації (БСА)	Бортницька станція аерації
T.56	р. Дніпро, с. Козаровичі (Київська обл.), Київське водосховище	ТОВ «Чіпси Люкс», КП Козаровичів
T.57	р. Дніпро, м. Вишгород (Київська обл.), н/б Київської ГЕС, питний водозабір м. Київ	Київська ГЕС, ПрАТ АК Київводоканал

мгNO³/дм³. Проте ситуація за іншими показниками води суттєво відрізнялася. Так, значення БСК₅ у воді відповідних точок спостереження були такі (рис. 3): точки 1-4, 6, 13, 56, 57 мали значення в межах нормативу (1,68-2,5 мгО/дм³ за норми 3,0 мгО/дм³); точки 5, 10, 11, 12, 14 – спостерігалось перевищення нормативу (3,8-7,6 мгО/дм³ за норми 3,0 мгО/дм³). Перевищення показника БСК₅ у природних водах водойм могли спричинити такі джерела небезпеки: очисні споруди м. Конотоп (точка 5), вплив зворотних вод «Агромас» (точка 10), скидний канал Бортницької станції аерації (точка 12 – район скидного каналу, точка 14 – 500 м нижче Бортницької станції аерації).

За показником умісту розчиненого кисню у водоймах (рис. 4) винятком була точка 10 (р. Козка, с. Демидів, Київська обл.), у якій уміст O₂ становив 2,1 мгO₂/дм³ за нормативу не менше 4,0 мгO₂/дм³ для питних цілей [5]. Також у цій же точці спостерігалось перевищення вмісту амоній-іонів у 43 рази (21,6 мг/дм³ за ≤0,5 мгNH₄⁺/дм³), нітрит-іонів – у 57,5 разів (4,7 мг/дм³ за ≤0,5 мгNH₄⁺/дм³). Причиною такої ситуації міг бути вплив зворотних вод компанії ТОВ «Комплекс Агромарс» (торгова марка «Гаврилівські курчата»), до структури якого входять Бориспільський експериментальний комбикормовий та Київський комбикормовий завод, що виробляє понад 2,0 тис.

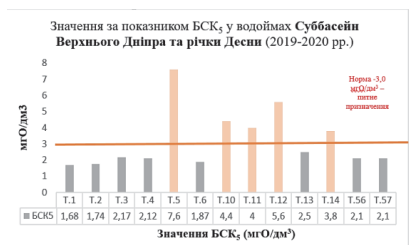


Рис. 3. Значення БСК₅ водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

(інформацію отримано - <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>)

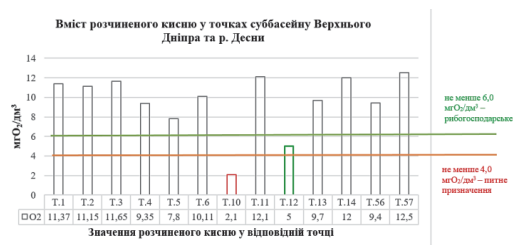


Рис. 4. Уміст розчиненого кисню водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

(інформацію отримано - <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>)

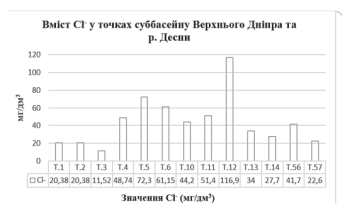


Рис. 5. Уміст хлорид-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

(інформацію отримано - <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>)



Рис. 6. Уміст амоній-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

(інформацію отримано - <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>)

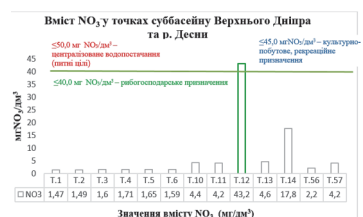


Рис. 7. Уміст нітрат-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

(інформацію отримано - <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>)

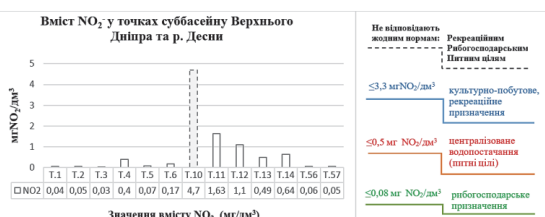


Рис. 8. Уміст нітрит-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

(інформацію отримано - <http://monitoring.davr.gov.ua/EcoWaterMon/GDKMap/Index>)



Рис. 9. Уміст фосфат-іонів (поліфосфати) у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

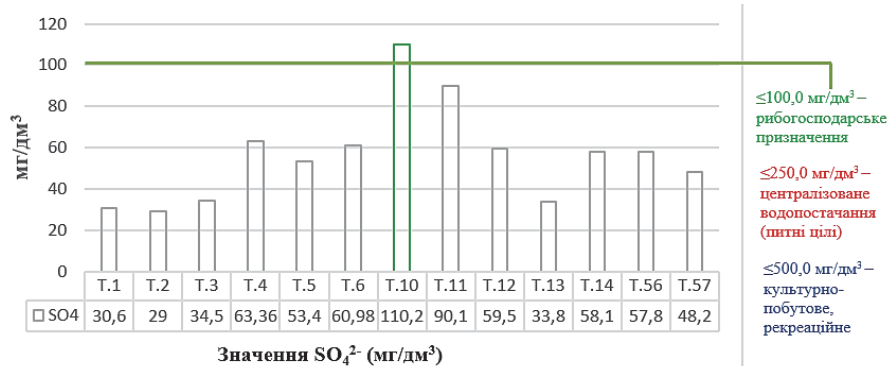


Рис. 10. Уміст сульфат-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

тонн комбікорму на добу. Також для виробництва збалансованих кормів дане підприємство вирощує на власних та орендованих землях значну частину зерна, охоплюючи Кагарлицький, Бориспільський і Броварський земельний фонд.

Значення вмісту амоній-іонів у точках 3-6, 10-14 (рис. 6) мають підвищені значення щодо нормативу (0,61-21,6 мг/дм 3 за ≤0,5 мг NH_4^+ /дм 3). Підвищені значення за вмістом нітрит-іонів (рис. 8) спостерігалися в точках 10 (4,7 мг NO_2 /дм 3), 11 (1,63 мг NO_2 /дм 3), 12 (1,1 мг NO_2 /дм 3), 14 (0,64 мг NO_2 /дм 3) за нормативу ≤0,5 мг NO_2 /дм 3 . Варто зазначити, що

на якість води в точках 12, 13, 14 могла впливати Бортницька станція аерації (БСА). Зокрема, точка 12 – це скидний канал БСА, 13 – 500 м вище БСА, 14 – 500 м нижче від БСА. Відповідно до цього можна передбачити, що БСА є джерелом небезпеки, яке чинить негативний вплив на стан водної екосистеми. Це твердження ґрунтується на аналізі показників, зокрема, у точці 13, що вище за 500 м від БСА – вміст показників якості води перебуває в межах нормативів; проте, у точці 14, на 500 м нижче від БСА – вміст небезпечних речовин є значно вищим від нормативів якості питної води (рис. 3-10).

2. Придатність вод для різних видів водокористування (за результатами дослідження)

Но- мер точки	Місце розташування	Придатність вод		
		для питного призначення	для рибогоспо- дарського водо- користування	для потреб рекреації
T.1	р. Сож, с. Ст.Яриловичі, Ріпкінського р-ну	Придатна	Придатна	Придатна
T.2	р. Дніпро, с. Кам'янка, нижче села, Ріпкинського р-ну (кордон з Білоруссю)	Придатна	Придатна	Придатна
T.3	р. Снов, с. Гірськ, Сновського р-ну створ, злиття р. Цата з р. Снов, кордон з РФ (охоронні території)	Придатна	Придатна	Придатна
T.4	р. Білоус, 0,5 км від м. Чернігів	Придатна	Не придатна	Придатна
T.5	р. Єзуч, с. Сарнавціна нижче м. Конотоп	Не придатна	Придатна	Придатна
T.6	р. Стрижень, 0,1 км від м. Чернігів	Придатна	Не придатна	Придатна
T.10	р. Козка, с. Демидів, Київська обл.	Не придатна	Не придатна	Не придатна
T.11	р. Ірпінь, смт. Гостомель Київської обл.	Не придатна	Не придатна	Не придатна
T.12	р. Дніпро, скидний канал Бортницької станції аерації (БСА)	Не придатна	Не придатна	Не придатна
T.13	р. Дніпро, водосховище, 500 м вище БСА	Придатна	Не придатна	Придатна
T.14	р. Дніпро, 500 м нижче Бортницької станції аерації (БСА)	Не придатна	Не придатна	Не придатна
T.56	р. Дніпро, с. Козаровичі (Київська обл.), Київське водосховище	Придатна	Придатна	Придатна
T.57	р. Дніпро, м. Вишгород (Київська обл.), н/б Київської ГЕС, питний водо- забір м. Київ	Придатна	Придатна	Придатна

Нормативи для якості води водойм рибогосподарського призначення прив'язані до категорії вод таким чином: вища категорія – відносять місця розташування нерестилищ, масового нагулу та зимувальних ям особливо цінних видів риб та інших водних організмів; перша категорія – водні об'єкти, що використовуються для відтворення і збереження цінних видів риб; друга категорія – водойми, що використовуються для інших рибогосподарських потреб [11]. Варто зазначити, що саме вода рибогосподарського призначення вимагає для більшості показників жорсткіших гранично допустимих концентрацій [6], оскільки риби є досить чутливими, особливо до надлишку біоген-

них речовин у водоймі, що можуть за рахунок причинно-наслідкового ланцюга спричинити загибель водних організмів [7]. Аналіз нормативно-методичного забезпечення якості води для рибогосподарського використання зроблено в наукових працях провідних фахівців [6, 7, 10, 16, 17], нормативи для якості води водойм рибогосподарського призначення представлені в нормативах [8, 9, 11] і є чинними на території України.

Для водних організмів одним із найважливіших показників є концентрація розчиненого кисню у воді, який а є необхідним для дихання тварин і окислення органічних речовин [16]. Зважаючи на результати дослідження, у точках спостереженнях 1-6, 11, 13,

14, 56, 57 (рис. 4) – концентрація O_2 перебуває в оптимальних межах (7,8–12,5 mgO_2/dm^3), які для літнього періоду становлять не менше 6,0 mgO_2/dm^3 , для зимнього – 6,0 mgO_2/dm^3 для водойм вищої та першої категорії, 4,0 mgO_2/dm^3 – для водойм другої категорії [11]. Проте, точки 10 та 12 мають значення від 2,1 до 5,0 mgO_2/dm^3 , що створює певні загрози для функціонування водної біоти, особливо для вод вищої та першої категорії, для яких оптимальне значення має становити не менше 6,0 mgO_2/dm^3 для літнього та зимового періодів. Також у точці 10 (р. Козка, с. Демидів, Київська обл.) водойма є непридатною для рибогосподарських цілей за показниками сульфат-іонів (рис. 10), амоній-іонів (рис. 6) та нітрит-іонів (рис. 8). У точці 12 (р. Дніпро, Скидний канал БСА) перевищення щодо норми спостерігається за показниками амоній-іонів (рис. 6), нітрат-іонів (рис. 7), нітрит-і-

онів (рис. 8). Варто відмітити, що ситуація щодо вмісту амоній-іонів (рис. 6) та нітрит-іонів (рис. 8) у водоймах досліджуваних точок є незадовільною для рибогосподарського використання, оскільки значення їх перевищують допустимі норми.

Важливим видом водокористування є *культурно-побутове та рекреаційне призначення води*. Безпечність цього виду користування водою є її придатність для відпочинку інших сфер рекреації. Не варто забувати, що під час купання чи заняття водними видами спорту, населення може мати серйозні захворювання, спричинені санітарно-епідеміологічним станом води [4]. Нормування такого виду водокористування здійснюється з використанням нормативів [18, 19, 20].

Аналіз результатів якості поверхневих вод культурно-побутового та рекреаційного призначення показав, що критичними показниками є амоній

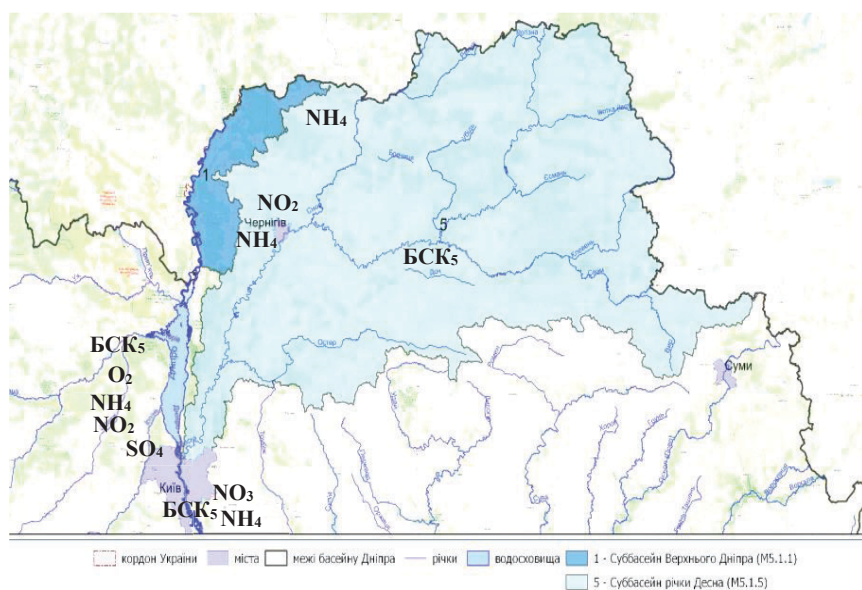


Рис. 11. Карта візуального зображення основних показників, які перевищують допустимі норми у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

3. Основні забруднювачі в розрізі точок спостереження у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни

Точки спостереження	Показники, які мають перевищення відносно допустимих норм	Джерела небезпеки
T.1	відсутні	КП Хоминки, Білорусія
T.2	відсутні	КП Лоева, Білорусь
T.3	NH_4^+	Злиття р. Цата з р. Снов біля кордону РФ, КП Гірська
T.4	$\text{NH}_4^+, \text{NO}_2^-$	ЖКГ м. Чернігів, ТОВ «ТРАНС ГРУП ЛІЗИНГ» Чернігівська ТЕС
T.5	$\text{NH}_4^+, \text{BCK}_5$	Навантаження від очисних споруд
T.6	$\text{NH}_4^+, \text{NO}_2^-$	ЖКГ м. Чернігів, фермерське господарство «КАЛАНТИРЕНКО ВВ»
T.10	$\text{BCK}_5, \text{O}_2, \text{SO}_4, \text{NH}_4^+, \text{NO}_2$	Вплив зворотних вод Компанії ТОВ «Комплекс Агромарс» (торгова марка «Гаврилівські курчата»)
T.11	$\text{BCK}_5, \text{NH}_4^+, \text{NO}_2$	КП «Боярка - водоканал», АНТК «Антонов»
T.12	$\text{BCK}_5, \text{NH}_4^+, \text{NO}_2^-, \text{NO}_3^-$	Бортницька станція аерації
T.13	$\text{NH}_4^+, \text{NO}_2$	Бортницька станція аерації
T.14	$\text{BCK}_5, \text{NH}_4^+, \text{NO}_2^-$	Бортницька станція аерації
T.56	відсутні	ТОВ «Чіпси Люкс», КП Козаровичів
T.57	відсутні	Київська ГЕС, ПрАТ АК Київводоканал

та нітриту. Зокрема, у водоймах точки 10 значення за вмістом нітрит-іонів мають перевищення щодо нормативу, майже всі досліджувані точки мають перевищення щодо амоній-іонів.

На основі аналізу даних та вищенаведеного опису за показниками в розрізі видів водокористування, нами було виділено точки дослідження, які відповідають певним видам водокористування (табл. 2). Проте ми вважаємо, що цей перелік показників якості води потрібно доповнити для більш чіткого аналізу щодо санітарних та токсикологічних умов водойми, які є важливими для функціонування водної біоти.

На рисунку 11 графічно зображено основні показники, які перевищують допустимі норми у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та

річки Десни, а також основні джерела забруднення (табл. 3), які можуть спричинити підвищення концентрації забруднюючих речовин у воді.

Відповідно до другого завдання, нами було проаналізовано вміст вищевказаних показників якості води за роками (є динаміці: 2014 – 2020 рр.). Для виконання цього завдання були використані теоретичні методи дослідження, зокрема, індукції та дедукції, інтерактивна карта забрудненості річок України (<https://texty.org.ua/water/>), дані кліматичних особливостей за 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 рр. в Україні, що представлені Центральною геофізичною обсерваторією імені Бориса Срезневського (<http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/index.php>) [21-26].

Аналізуючи показники якості води за роками (рис. 12-19), спостері-

гали стрімке підвищення їхнього рівня у 2016 році, поступове зниження з 2017 до 2020 років. Таку ситуацію могли спричинити значні коливання температурних режимів та кількості опадів на території України.



Рис. 12. Динаміка (за роками) середніх значень БСК₅ водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)

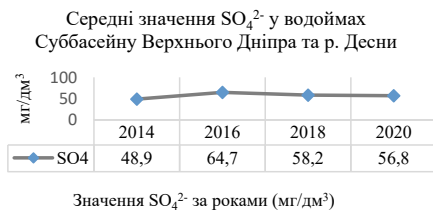


Рис. 14. Динаміка (за роками) середніх значень умісту сульфат-іонів водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)



Рис. 16. Динаміка (за роками) середніх значень умісту амоній-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)

Відповідно до даних Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського з 2016 року і дотепер спостерігається підвищення температури повітря, зокрема, у 2014 р. – +9,8 °C (на 1,6 °C вище за норму)



Рис. 13. Динаміка (за роками) середніх значень умісту розчиненого кисню водойм Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)



Рис. 15. Динаміка (за роками) середніх значень умісту хлорид-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)



Рис. 17. Динаміка (за роками) середніх значень умісту нітрат-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)



Рис. 18. Динаміка (за роками) середніх значень умісту нітрит-іонів у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)

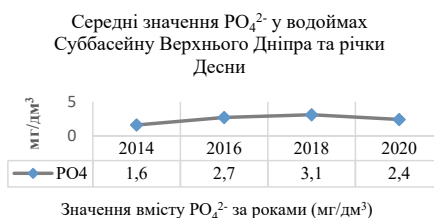


Рис. 19. Динаміка (за роками) середніх значень умісту фосфат-іонів (поліфосфати) у водоймах Суббасейну Верхнього Дніпра та річки Десни (інформацію отримано - <https://texty.org.ua/water/>)

[26], у 2015 р. – $+10,1^\circ\text{C}$ ($2,3^\circ\text{C}$ вище за норму) [25], у 2016 р. – середня температура сягала $+9,5^\circ\text{C}$ ($1,7^\circ\text{C}$ вище за норму) [21], 2017 р. – $+9,6^\circ\text{C}$ ($1,8^\circ\text{C}$ вище за норму) [22], 2018 р. – $+9,7^\circ\text{C}$ ($1,9^\circ\text{C}$ вище за норму) [23], відповідно 2019 р. – $+10,5^\circ\text{C}$ ($2,7^\circ\text{C}$ перевищило кліматичну норму) [24]. За даними Американської служби NOAA 2016 [21] та 2019 [24] роки увійшли до трійки найтепліших на Землі з 1880 року. В Україні саме 2019 рік вважається найжаркішим, зайняв перше місце серед найтепліших з 1891 р., його середня температура на $2,7^\circ\text{C}$ перевищила кліматич-

ну норму (рис. 20) [24]. Залежність від температури повітря прослідковується за показниками сполук азоту та фосфору у воді. З огляду на вище описану ситуацію, спостерігаємо тенденцію щодо підвищеного рівня сполук азоту та фосфору у водоймах у період із підвищеною температурою повітря (2016 р., 2019 р.). Варто зазначити, що в період із високими температурами (навесні, літку) процеси евтрофікації посилюються, оскільки діяльність мікроорганізмів суттєво підвищується, проте в зимовий період – діяльність мікроорганізмів перебуває в стані спокою [4, 27].

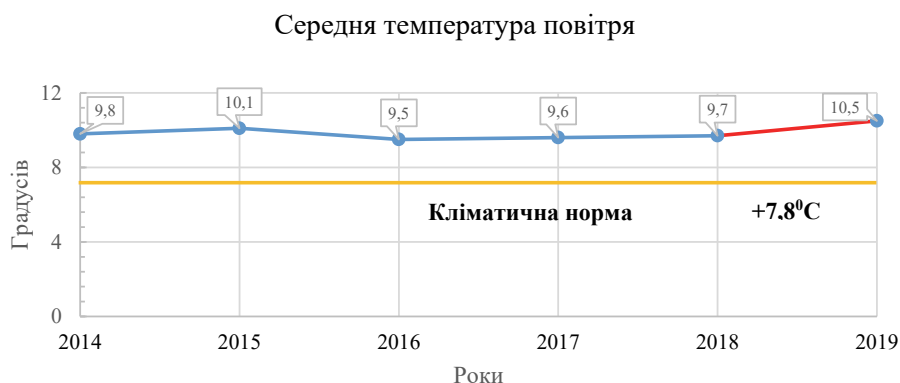


Рис. 20. Середня температура повітря в Україні з 2014 до 2019 рр. (діаграму побудовано з використанням даних [21-26])

Також, діяльність сільськогосподарських підприємств із настанням теплих періодів активізується, що створює умови для накопичення сполук азоту та фосфору у водоймах внаслідок надходження їх через стихійні пилові бурі, вітрову ерозію та поверхневий змив ґрунту [28].

Значний вплив на накопичення небезпечних речовин у водоймах має кількість опадів у гідрологічні фази (сезонність). Тому нами були проаналізовані коливання кількості опадів за сезонами. У таблиці 4 наведені статистичні дані розподілу середньомісячної кількості опадів за сезонністю на території України. За даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського, розподіл кількості опадів по сезонах був

нерівномірний [21-26]. Зокрема найменша кількість опадів була у 2019 році (особливо восени та літній період), тоді як у 2016 році – найбільша (111 % від річної кліматичної норми). З огляду на кліматичні дані (табл. 4), упродовж 2014 – 2019 рр. спостерігалася тенденція до збільшення інтенсивності опадів, які перевищували річну кліматичну норму (наприклад: у травні 2014 року – 172 мм, у червні 2017 року – 183 мм, у грудні та травні 2019 року – 154-161 мм). Також були присутні прояви нетипової посухи, наприклад, у 2014 році – найсухішим виявився листопад місяць, що не є притаманним для осіннього періоду (особливо мала кількість опадів випала на території Дніпропетровської, Запорізької, Київської, Ми-

4. Середньо-місячна кількість опадів в Україні за сезонами [21-26]

Роки / сезонність	2014 [26]	2015 [25]	2016 [21]	2017 [22]	2018 [23]	2019 [24]
Зима (мм)	84 (норма - 131)	118 (норма - 129)	136 (норма - 129)	111 (норма - 129)	172 (норма - 129)	142 (норма - 129)
Весна (мм)	152 (норма - 134)	168 (норма - 137)	178 (норма - 137)	134 (норма - 137)	127 (норма - 137)	157 (норма - 137)
Літо (мм)	190 (норма - 206)	130 (норма - 219)	169 (норма - 219)	206 (норма - 219)	196 (норма - 219)	150 (норма - 219)
Осінь (мм)	94 (норма - 127)	140 (норма - 129)	181 (норма - 129)	127 (норма - 129)	110 (норма - 129)	87 (норма - 129)
Річна (% від річної норми)	93	87	111	95	97	82
Коментарі	Дефіцит опадів протягом усіх місяців. У травні – були стихійні опади (172 мм). Листопад – найсухіший місяць (13 мм)	Найтепліший місяць – грудень (випало 46 % опадів від норми), найсухіший – серпень (випало опадів у серпні – 24 % від норми)	Дефіцит опадів у літній сезон (у червні випало 21 % кліматичної норми)	Найбільшу кількість опадів у червні зафіксовано у Закарпатській обл. (183 мм), найменшу – на Херсонщині та Дніпропетровщині (5 мм)	Кількість опадів за зиму значно вища за норму (133 %). Дефіцит опадів був у квітні (39 %) та серпні (35 %). У серпні на Півдні регіону опади були відсутні	У грудні (154 мм) та в травні (161 мм) випало півтори місячні норми опадів. Дефіцит опадів у всіх сезонах.

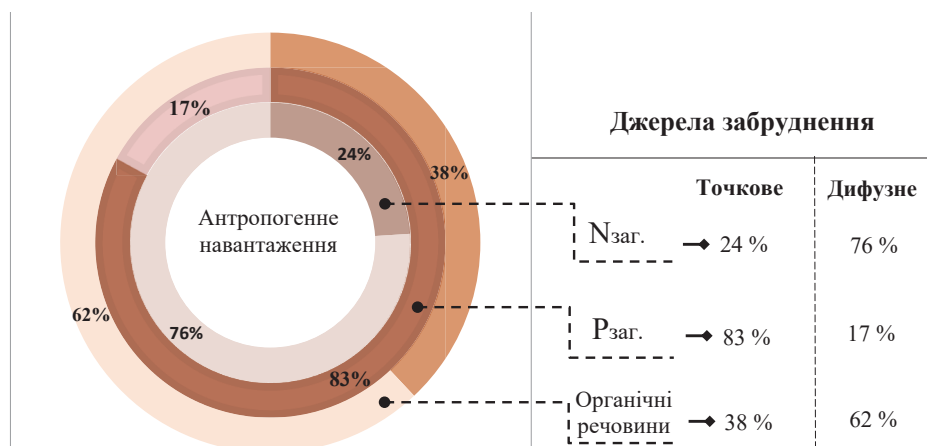


Рис. 21. Антропогенне навантаження до точкового та дифузного джерел забруднення Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни (для побудови діаграми використано дані з літературних джерел: https://www.davr.gov.ua/fls18/upperdnipro-desna_summary_21072020.pdf; https://www.euwipluseast.eu/images/2020/09/PDF/Dnipro_total_summary.pdf)

колаївської, Одеської, Херсонської областей, територія яких входить до Дніпровського басейну); у 2018 році – повна відсутність опадів була в серпні місяці на території Півдня України (Миколаївська, Херсонська, Одеська обл.), що призвело до різного роду вітрових бурь. Розглядаючи коливання кількості опадів, можна сказати, що 2016 рік відзначився як найбільш вологий у порівнянні з іншими роками (з проявами інтенсивних опадів) та 2019 рік – найсухіший (особливо територія Південного регіону України, які входять до Дніпровського басейну). Проте у всіх роках надходження опадів відбувалося нерівномірно з проявами інтенсивних дощів, навіть у посушливі місяця сезону.

Динаміка якості води Дніпровського басейну показує тенденцію до збільшення вмісту окремих речовин у 2016 році (рік, що відзначився як найбільш вологий), з поступовим плавним зменшенням їх у 2020 році. Варто зазначити, що інтенсивні опа-

ди могли спричинити масовий змив біогенних речовин із сільськогосподарських полів до водойм.

Основним результатом цієї роботи (третє завдання був аналіз джерел забруднення, які чинять антропогенне навантаження на стан водойм Дніпровського басейну, і є причинами погіршення стану водної екосистеми. Зокрема, ґрунтуючись на даних таблиці 3 (рис. 3-10), основними дифузними джерелами забруднення (рис. 21) є сільськогосподарське виробництво (внесення мінеральних та органічних добрив), що спричиняє до 76 % надходження сполук азоту та органічних речовин до водойм [30]. До них відносять фермерські господарства поблизу м. Чернігів, землі, що знаходять в обробітку Компанії «Комплекс Агромакс» для вирощування зернових культур, приватний сектор. Точковими джерелами забруднення, які зумовлюють надходження сполук фосфору (до 83 % [30]) є вплив стічних та зворотних вод підприємств (ЖКГ м. Черні-

гів та м. Конотоп, стічні води Компанії «Комплекс Агромарс» та Бортницької станції аерації), розораність земель.

Висновки і перспективи.

Встановлено, що якість природних вод Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни для всіх видів водокористування характеризується перевищенням умісту амоній-іонів від 2 до 43 разів, нітрит-іонів – до 57 разів щодо їхнього ГДК. Найбільшою небезпекою для категорії води, призначеної для споживання людиною є завищений вміст БСК₅ (точки 5, 10, 11, 12, 14); для категорії води – водойм рибогосподарського призначення – занижена концентрація розчиненого кисню у воді (точки 10, 12); категорії води – культурно-побутове та рекреаційне призначення – перевищення показників NH_4^+ (точки 3-6, 10-11), NO_2^- (точки 10, 11, 12, 14) у водоймах щодо ГДК. Останні показники належать також як небезпечні до категорій води, призначеної для споживання людиною та рибогосподарського використання.

Виявлено, що вплив змін клімату (зокрема, за даними середніх температур та кількості опадів) на динаміку якості води Суббасейну Верхнього Дніпра та р. Десни Дніпровського басейну проявляється через стихійні нерівномірні опади впродовж сезону та внаслідок підвищення середньомісячної температури практично на 2,7 °C щодо кліматичної норми. Можна передбачити, що інтенсивність опадів могла призвести до вертикальної міграції поживних речовин, тому і їхні значення є підвищеними у водоймах саме в ті роки, коли відбувалися нерівномірні стихійні дощові паводки. Також, можна припустити, що

надходженню поживних речовин у водойми сприяла горизонтальна їхня міграція, спричинена проявами посухи та вітрової ерозії, яка чітко прослідковувалася в посушливі сезони.

Виокремлюючи точкові та дифузні джерела забруднення, можна відмітити, що основними джерелами небезпеки для водної екосистеми Суббасейну Верхнього Дніпра є вплив стічних вод житлово-комунальних господарств, посилення ерозійних процесів у період паводків та посухи, а також безпосередньо вплив сільськогосподарського виробництва на компоненти довкілля.

Подальшим етапом вбачаємо: розширити аналіз якості води внаслідок оцінювання небезпечності забруднення певними хімічними речовинами для представників біоти водойм, а також врахувати показники санітарно-гігієнічного стану водойми.

Referens

1. Dnieper River Basin Management Plan: Upper Dnieper Sub-Basin and Desna River, Main Water and Environmental Issues / European Union Project «Water Initiative + for Eastern Partnership Countries» (EUWI + East), State Agency of Water Resources of Ukraine. URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/upperdnipro-desna_summary_21072020.pdf
2. EU-Ukraine Association Agreement: ED-ERA special project, supported by the EU within the framework of the Public Synergy project. URL: <https://eu-agreement.ed-era.com/b8/p1>
3. Stokol V.P., Kovpak A.V. The basin approach for water resources management in Ukraine: the SWOT analysis. Scientific journal «Biological Systems: Theory and Innovation» 2020. – p. 35-56. URL: <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2020.04.004>

4. Vita Stokral (2021) Transboundary rivers of Ukraine: perspectives for sustainable development and clean water, *Journal of Integrative Environmental Sciences*, 18:1, 67-87, DOI: 10.1080/1943815X.2021.1930058, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1943815X.2021.1930058>
5. Hygienic requirements for drinking water intended for human consumption: DSan-PiN2.2.4-171-10. - [Valid from 2010-06-01]. - Kyiv: Ministry of Health of Ukraine, 2010. - 89 p. - (State sanitary norms and rules).
6. Klimenko M.Yu., Vozniuk N.M., Verbetska K.Yu. Comparative analysis of surface water quality standards / «Scientific reports of NULES of Ukraine» 2012-8 (30). URL: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2012_1/12kmo.pdf
7. Shamansky S.Y., Boychenko S.V. Standardization of maximum allowable discharges of nutrients into water bodies with wastewater in Ukraine / *Scientific and Practical Journal «Ecological Sciences»*, №2 (21), 2018. - P. 119-126. URL: <http://ecoj.dea.kiev.ua/2-21-2018>
8. Maximum permissible values of water quality indicators for fishery reservoirs. The general list of maximum concentration limits and OBRV of harmful substances for water of fishery reservoirs: [№ 12-04-11 effective from 09-08-1990]. - K.: Ministry of Fisheries of the USSR, 1990. - 45 p.
9. List of fishery standards: maximum permissible concentrations (MPC) and tentatively safe levels of exposure (SHOES) of harmful substances for water bodies of fishery importance. - M.: Izd. VNIRO, 1999. - 304 p.
10. Kofanov V.I., Ognianyk M.S. Normative and methodological support for determining water quality in environmental impact assessment / *Ecology and safety of life*, №4 2008. URL: <http://dspace.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/5595/02-Kofanov.pdf?sequence=1>
11. Normative document «Rules of surface waters», approved by the State Committee for Nature Protection of the USSR, 1991. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/n0002400-91#Text>
12. Stokral V.P. Anthropogenic load on the state of water and land resources: problems of local territories of Ukraine / *Scientific and Practical Journal «Balanced Nature Management»*, Institute of Agroecology and Nature Management of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Publisher: Ecoinvestcom LLC, 2020. №2 (2020). Pp. 119-128. DOI: <https://doi.org/10.33730/2310-4678.2.2020.208822>
13. Stokral V.P., Kovpak A.V., Kurochka T.L. Application of innovative technologies to reduce the anthropogenic load on the aquatic ecosystem / [III International scientific-practical conference «Ecological problems of the environment and environmental management in the context of sustainable development»]: collection of materials (October 22-23, 2020, Kherson, Ukraine). Kherson: «OLDI-PLUS», 2020. P. 912-915
14. Bondar O.I., Zakorchevna N.B., Tsvetkova A.M. Problems of water supply of the population with drinking water in connection with deepening of deficit of available water resources / *Scientific and practical Journal «Ecological sciences»*, Issue 7 (34), 2021. - P.134-145. URL: <http://www.ecoj.dea.kiev.ua/archives/2021/7/25.pdf> (<https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.23>)
15. Tsvetkova A., Zakorchevna N. Protocol on water and health as a tool for water safety. ECOBUSINESS. Ecology of the enterprise. 2020. № 2. S. 14–18.
16. Jacyk A.V., Zhukinsky V.M., Chernyavska A.P., Yezlovetska I.S. Experience of using «Methods of ecological assessment of surface water quality by relevant categories» (explanations, warnings, examples). - Kyiv: Oriany, 2006. – 44 p.
17. Romanenko V.D., Zhukinsky V.M., Oksiyuk O.P. etc. Methods of establishing and using ecological standards of surface water quality of land and estuaries of Ukraine. - Kyiv, 2001. - 48 p.

18. Sanitary rules and norms for the protection of surface waters from pollution: SanPiN No. 4630–88. - M.: Ministry of Health of the USSR, 1988. - 70 p.
19. Hygienic standards 2.1.5.2307-07 «Regularly permissible rivni (ODR) of chemical speech near the water facilities of the state-owned drinking water supply and cultural water-borne water reservoir», approved by the Resolution of the Head of the Russian Federation No. 90. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293834/4293834095.pdf>
20. Hygienic standards 2.1.5.1315-03 «Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in the water of water bodies of drinking and cultural and domestic water use», approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of April 27, 2003, 154 p. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294815/4294815336.pdf>
21. Proceedings of the Central Geophysical Observatory / Edited by O.O. Kosovars. - K.: Interpress LTD, 2017. - Issue. 13 (27). - 112 p.
22. Proceedings of the Central Geophysical Observatory named after Borys Sreznevsky / Edited by O.O. Kosovars. - K.: Interpress LTD, 2018. - Issue. 14 (28). - 104 p.
23. Proceedings of the Central Geophysical Observatory named after Borys Sreznevsky / Edited by O.O. Kosovars. - K.: Interpress LTD, 2019. - Issue. 15 (29). - 104 p.
24. Proceedings of the Central Geophysical Observatory named after Borys Sreznevsky / Edited by O.O. Kosovars. - K.: Interpress LTD, 2020. - Issue. 16 (30). - 112 p.
25. Proceedings of the Central Geophysical Observatory / Edited by O.O. Kosovars. - K.: Interpress LTD, 2016. - Issue. 12 (26). - 112 p.
26. Proceedings of the Central Geophysical Observatory / Edited by O.O. Kosovars. - K.: Interpress LTD, 2015. - Issue. 11 (25). - 112 p.
27. Strokal M. et al. (2020). Cost-effective management of coastal eutrophication: A case study for the yangtze river basin. Resources, Conservation and Recycling. 154, 104635.
28. Strokal V.P., Kovpak A.V. Consequences of climate change for water resources of Ukraine: theoretical aspects / [III International scientific-practical conference «Ecological problems of the environment and rational use of nature in the context of sustainable development»]: collection of materials (October 22-23, 2020, Kherson, Ukraine). Kherson: «OLDI-PLUS», 2020. P. 299-302
29. Tarariko O., Iliencko T., Kuchm, T. & Velychk, V. (2017). Long-term prediction of climate change impact on the productivity of grain crops in Ukraine using satellite data. Agricultural science and practice 4, 3-13.
30. On the main water and environmental problems of the Upper Dnieper sub-basin and the Desna River - Information materials were prepared by the State Water Agency together with the project «Water Initiative plus the European Union for the Eastern Partnership countries». URL: https://www.davr.gov.ua/fls18/upperdnipro-desna_summary_21072020.pdf

Strokal V., Kovpak A. (2021). ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WATER QUALITY FOR DIFFERENT WATER USES: THE UPSTREAM SUB-BASIN OF THE DNIEPER AND DESNA RIVERS. BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 12(2): 24-40. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/15092> <https://doi.org/10.31548/biologiya2021.02.003>.

Abstract. *Novelties of this study include a synthesis of water quality parameters for the upstream sub-basin of the Dnieper River. This upstream sub-basin includes the Desna River. The synthesis reveals new insights on the sources of the water pollution and the status of the water quality for different purposes such as drinking, aquaculture and recreation. The main*

research objective was to identify the main sources of water pollution and how those sources could decrease the water quality. As a result of our analysis, we conclude the following. The levels of ammonium-nitrogen and nitrite-nitrogen in the Desna River (upstream sub-basin) are by 2-43 times and up to 53 times higher than the water quality thresholds, respectively. This poses a risk for recreational activities since too much nutrients often lead to blooms of harmful algae. We also find an increased level of biological oxygen demand in the river for drinking purposes. For aquaculture, decreased levels of dissolved oxygen are found. Climate change has an impact on water quality. For example, extreme floods caused by too much precipitation can bring pollutants to nearby waters. Monthly average temperature has increased by +2.7 degrees contributing to increased microbiological processes that could stimulate blooms of harmful algae. Main sources of water pollution are sewage discharges in cities, agricultural runoff and erosion activities after floods.

Keywords: water quality assessment, water supply, recreational purpose, fishery purpose, level of pollution, causes of pollution, climate change, water suitability
