

УДК 556.531

ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОД РІЧОК БАСЕЙНУ СІВЕРСЬКОГО ДІНЦЯ ЗА ПОКАЗНИКОМ БСК5

Н. С. Лобода, І. В. Катинська, О. В. Смалій

Одеський державний екологічний університет,

вул. Львівська, 15, 65016, Одеса, Україна,

natalie.loboda@gmail.com, irinakatinskaya@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>, <https://orcid.org/0000-0001-9152-0471>

Актуальність роботи полягає у необхідності визначення екологічного статусу річок басейну Сіверського Дінця та оцінці можливостей досягнення «доброго екологічного стану» у сучасних кліматичних умовах та антропогенному навантаженні. Сіверський Донець є головною річкою східної України. На території водозбору розташовані великі індустріальні зони, серед яких знаходиться Донецький кам'яновугільний басейн та промислові комплекси міста Харків, які десятиріччями чинили вплив на якість поверхневих вод. У представленій роботі використана методика оцінки рівня забруднення вод та їх екологічного стану за гідрохімічним показником БСК5 (біохімічне споживання кисню протягом 5 днів).

Метою роботи є виявлення основних тенденцій змін якості води за гідрохімічним показником БСК5. Об'єктом дослідження є забруднення вод річок басейну Сіверського Дінця промисловими, комунально-побутовими, шахтними водами. Предметом дослідження є оцінка якісного стану вод за БСК5.

У роботі використані дані гідрохімічних спостережень на 7 створах головної річки та 7 притоках за період 1990-2015 рр. Головна увага приділена найбільш забрудненим річкам сходу України: Уди та Кривий Торець. Якість вод річки Уди у значній мірі визначається комунально-побутовими стічними водами м. Харків. Річка Кривий Торець відноситься до річок Донбасу, де значним є забруднення шахтними водами та водами промислових підприємств.

За середніми річними показниками БСК5 визначені рівні забруднення, екологічний стан та сапробність. Для порівняльного аналізу були розраховані емпіричні ймовірності появи тієї чи іншої характеристики забруднення у різних створах.

Установлено, що на річках водозбору Сіверського Дінця переважає тенденція до зменшення БСК5 на початку XXI сторіччя. Найбільші показники БСК5 спостерігалися на притоках Донбасу та річці Уди (нижче міста Харків), а також вище і нижче міста Лисичанськ, найменші – на річці Оскіл.

Виявлено, що на початку XXI сторіччя води головної річки знаходяться у «пороговому» екологічному стані (β -мезосапробна зона), за виключенням створу Лисичанськ, де цей стан є «незворотно зміненим» через надходження до Сіверського Дінця забруднених вод річок Донбасу.

Дослідження якості вод річки Уди вище та нижче промислового міста Харків показали, що у верхній течії цієї річки води класифікуються як «чисті» та «помірно забруднені», а екологічний стан у майбутньому може набути статусу «доброго». Нижче міста води переважно «брудні», а екологічний стан є «незворотно зміненим», α -мезосапробна зона. Для річки Кривий Торець (Донбас) через вплив органічного забруднення екологічний стан визначений як «пороговий» та «незворотно змінений», у останні роки став погіршуватися.

Для покращення екологічного стану річок Донбасу необхідно зменшення скидів у поверхневі водотоки неочищених комунально-побутових та промислових вод, а також будівництво очисних споруд сучасного рівня.

Ключові слова: річка Сіверський Донець, біохімічне споживання кисню, рівень забруднення органічними речовинами, екологічний стан, зона сапробності

1. ВСТУП

Актуальність роботи полягає у необхідності визначення екологічного статусу річок басейну

Сіверського Дінця та можливості їх відновлення до «доброго екологічного стану», що відповідає вимогам Водної Рамкової Директиви (ВРД) ЄС

(ВРД ЄС 2000/60/ЄС, 2006; Directive 2000/60/EC, 2000) [1]. Особливістю даних спостережень на річках України є те, що в них найбільш висвітлені матеріали щодо хімічного складу вод. У даній роботі оцінка якості вод виконана за показником *БСК5* згідно із методикою, запропонованою у роботі [2]. На основі цього показника можна опосередковано визначати якість поверхневих вод, ступінь забруднення води та стан водної екосистеми за рівнем сапробності. Сапробність характеризує ступінь насичення води органічними речовинами, які, як правило, не мають токсичної дії. Біохімічне споживання кисню (*БСК*) показує кількість кисню, яка споживається мікроорганізмами при окислюванні органічних речовин, тому *БСК* може розглядатися як оцінка загального забруднення органічними речовинами. Найчастіше вживається значення *БСК5* – біохімічне споживання кисню протягом 5 діб і *БСКнов* (*БСК20*) – повне біохімічне споживання кисню, закінчення якого визначається початком процесу нітрифікації і настає, як правило, через 15-20 діб [3].

Встановлено, що витрачання кисню й окиснення органічних речовин, які легко окиснюються, проходить із затухаючою швидкістю, пропорційно їх вмісту у воді. У природних водах, в яких *pH* змінюється від 6 до 8, за 5 діб при температурі 20 °С окиснюється близько 70 % легкоокиснюваних органічних речовин, а за 10 і 20 діб – відповідно 90 і 99 % [4].

Метою роботи є виявлення основних тенденцій змін якості води за показником якості *БСК5*. Головна увага приділена найбільш забрудненим річкам сходу України: Уди та Кривий Торець [5]. Річка Уди підлягає забрудненню комунально-побутовими стічними водами м. Харків. У роботі розглянуті два створи: вище міста Харків та нижче міста. Річка Кривий Торець відноситься до річок Донбасу, де значним є забруднення шахтними водами та водами промислових підприємств [6]. *Об'єктом* дослідження є ступінь забруднення вод річок басейну Сіверського Дінця промисловими, комунально-побутовими, шахтними водами. *Предметом* дослідження є оцінка якісного стану вод за показником *БСК5*.

Робота виконана в рамках науково-дослідної роботи кафедри гідроекології та водних дослі-

джень Одеського державного екологічного університету «Оцінка антропогенного впливу на водні екосистеми», термін виконання проекту: 2018-2022 рр. № держ. реєстр. 0118U001220. Останні дослідження авторів з проблеми оцінки якості поверхневих вод річок басейну Сіверського Дінця наприкінці ХХ та початку ХХІ сторіччя наведені у публікаціях [7, 8]. У цих роботах представлені результати дослідження динаміки змін якості вод у часі та просторі на базі використання різних показників якості, таких як коефіцієнт забруднення χ , модифікований індекс забруднення ІЗВ, узагальнений індекс стану вод I_{CB} , узагальнений екологічний індекс, визначений за державною методикою. У роботі [9] розглянутий вплив водності на формування якості вод. Оцінки антропогенних навантажень на річки басейну Сіверського Дінця у відповідності із впровадженням в дію положень Водної рамкової директиви представлені у публікації [10]. До числа невирішених проблем відноситься пошук найбільш ефективних показників якості вод на водозборах із значним антропогенним навантаженням.

2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У роботі використані дані гідрохімічних спостережень на 7 створах головної річки та 7 притоках за період 1990-2015 рр. Рівень забруднення органічними речовинами та екологічний стан водного об'єкту визначалися за методикою, описаною у роботі [2], де наведена класифікація якості водного середовища в залежності від значень концентрацій *БСК5* в поверхневих водах (табл. 1).

За ступенем забруднення органічними речовинами води поділяються на полі-, мезо- та оліго-сапробні (табл. 2). Одним з основних показників при оцінці сапробності водних об'єктів є кількісна характеристика наявності або відсутності у води вільного кисню. Чим більший ступінь забруднення органічними речовинами, тим більша кількість кисню O_2 використовується на окислення, і тим менше залишається його у воді [3].

Полісапробні води характеризуються наявністю значної кількості білків, поліпептидів, вуглеводнів, а також лише слідовими концентраціями кисню та накопиченням у воді діоксиду вуг-

лецю, сірководню й метану. Показник біохімічного споживання кисню БСК5 в таких водах становить близько $40 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Полісапробні води формуються в річках і закритих водоймах, в які скидають господарсько-побутові води та стічні води харчових і інших виробничих підприємств.

Таблиця 1 – Класифікація якості вод за величиною БСК5 [2]

Table 1 – Classification of water quality by the BOD5 value [2]

Рівень забруднення	Концентрація БСК5, $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$	Екологічний стан водного об'єкту
Дуже чисті	0,5–1,0	Стадія зворотних змін
Чисті	1,1–1,9	
Помірно забруднені	2,0–2,9	Порогова стадія
Забруднені	3,0–3,9	Стадія незворотних змін
Брудні	4,0–10,0	

Таблиця 2 – Класифікація якості вод за ступенем забруднення органічними речовинами [2]

Table 2 – Classification of water quality by the level of organic pollution [2]

Концентрація БСК5, $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$	Сапробність
12-40	полісапробні води
4-12	α -мезосапробні води
1,7-4	β -мезосапробні води
$0,5 \leq 1,6$	олігосапробні води
$0 \leq 0,5$	катаробні води

В мезосапробних водних об'єктах ступінь забруднення менш виражена, відсутні білки, більше кисню, значно менше диоксиду вуглецю та сірководню. Одночасно води містять недоокислювані азотисті сполуки: аміак, аміно- та амідокислоти.

В залежності від рівня забруднення органічними речовинами та наявності представників окремих таксономічних груп гідробіонтів мезосапробні води діляться на α - і β -мезосапробні.

Води α -мезосапробної зони характеризуються наявністю амміаку, нітритів, амідо- та амінокислот. Мінералізація органічної речовини в таких водах відбувається за рахунок аероб-

ного окислення за рахунок бактерій. Показник БСК5 для таких вод становить приблизно $4-12 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

В β -мезосапробних водах в значно меншій кількості міститься амонійний і нітритний азот, переважають нітрати. Сірководень спостерігається лише у слідових концентраціях. Відмічається деякий дефіцит кисню у воді, але слабо виражений. Органічні речовини мінералізуються шляхом повного окислення. БСК5 дорівнює в середньому $1,7-4 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$.

Води слабо-забруднених річок, озер, водосховищ, в яких відбувається інтенсивна мінералізація органічних речовин, найчастіше характеризуються як олігосапробні. В таких водних об'єктах завдяки високій концентрації розчиненого кисню переважають окислювальні процеси. Зі сполук азоту в них містяться нітрати, незначна кількість вугільної кислоти і відсутній сірководень. Значення БСК5 не перевищує $1,6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, що свідчить про низький вміст органічних речовин у воді.

Особливо чистими за системою сапробності вважаються катаробні води. Такі води перенасичені киснем, в них відсутній діоксид вуглецю і сірководень. Показник БСК5 дуже низький, що свідчить про мінімальний вміст органічних речовин [3].

3. ОПИС І АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Хронологічний хід показника БСК5 у створах спостережень на головній річці показує загальну тенденцію до його зменшення (рис. 1). За рибогосподарськими нормами показник БСК5 не повинен перевищувати $2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Згідно із класифікаціями, наведеними у табл. 1 та табл. 2, виявлено, що наприкінці минулого сторіччя за показником БСК5 води характеризуються як «брудні», в стадії «незворотних змін» і входять у α - мезосапробну зону. Починаючи з 2000 року, ситуація стабілізувалася. Показник БСК5 приймає значення, які коливаються у межах від 1 до $2,5 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ («помірно забруднені» води, екологічний стан «пороговий»), води відносяться до β - мезосапробних. Лише в створі Лисичанськ (вище та нижче міста) у період 2000-2015 рр. показник БСК5 коливається від 3,8 до $5,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ (стадія «незворотних змін» екологічного стану річки). На притоках показник БСК5 перевищує значення $4 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ на таких річках як Уди (9 км нижче міста Харків), Бахмутка,

Казенний Торець, Кривий Торець, Лугань (рис. 2). Рівень забруднення їх вод за BCK_5 віднесений до «забруднених» та «брудних», а їх екологічний стан характеризується як «незворо-

тно змінений». Значення показника BCK_5 , які менші $2 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, спотерігаються на річках Оскіл та Уди (10 км вище міста Харків).

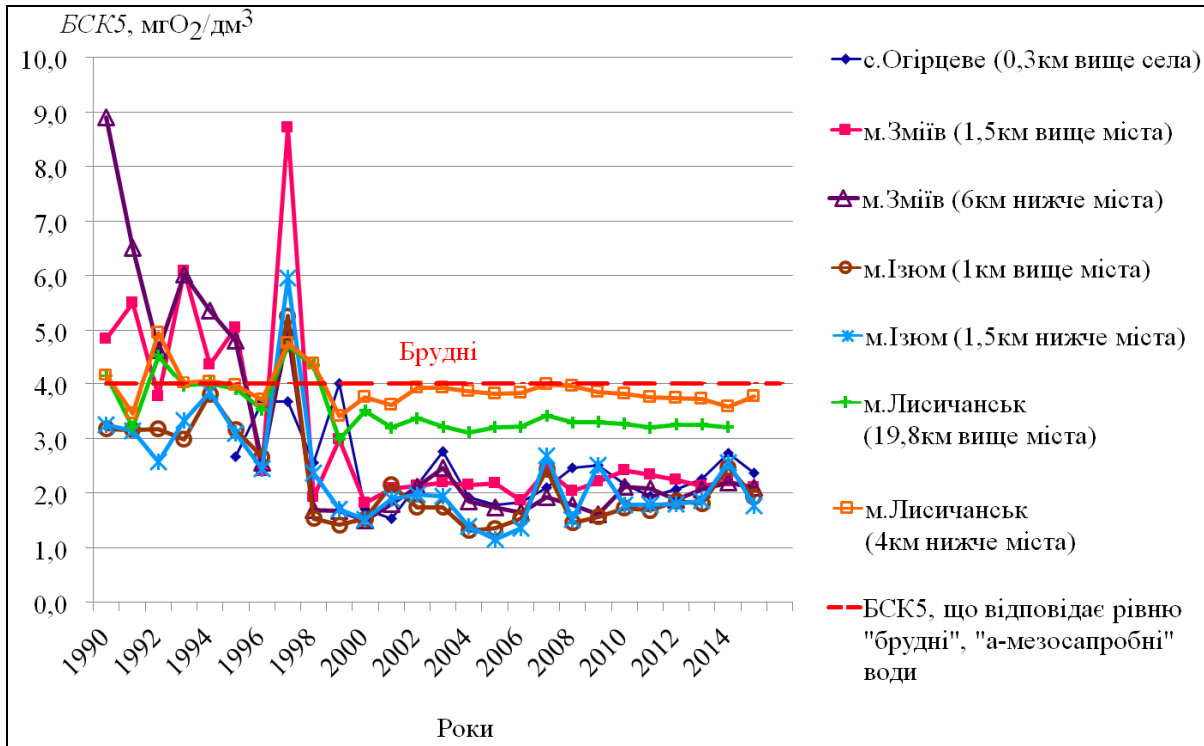


Рис. 1 – Хронологічний хід показника якості води BCK_5 по довжині головної річки
 Fig. 1 – Chronological order of the water quality indicator BOD_5 along the length of the main river

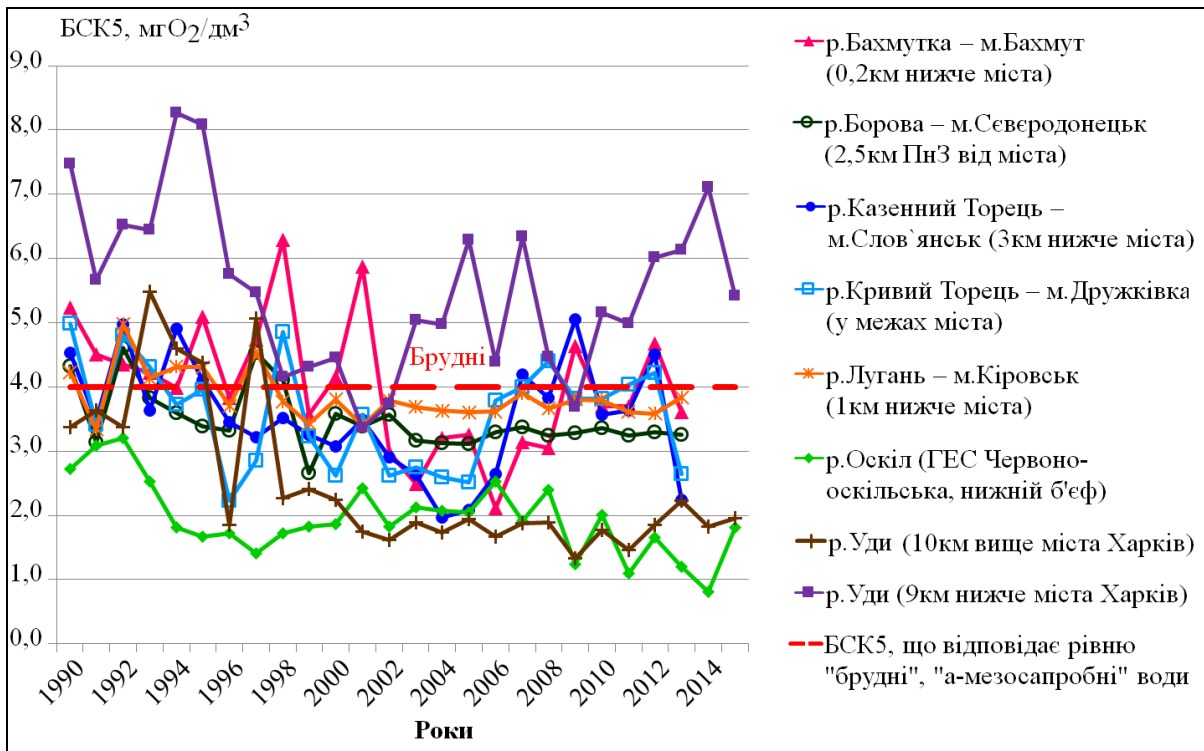


Рис. 2 – Хронологічний хід показника якості води BCK_5 на притоках річки Сівєрський Донець
 Fig. 2 – Chronological order of the water quality indicator BOD_5 on the tributaries of Siverskyi Donets River

Для більш детального аналізу були обрані притоки Уди (вище та нижче міста Харків) та Кривий Торець (річка Донбасу). Річка Уди є найбільш забрудненою водною артерією не тільки Харківської області, а і всієї України. В її басейн скидається 76 % (218 млн. м³) всіх зворотних вод Харківської області, перш за все комплексами біологічної очистки «Диканівським» та «Безлюдівським», а також Роганським і Есхарівським управліннями житлово-комунального господарства (ЖКГ), санаторієм «Бермінводи» та Харківською ТЕЦ-5. Від 24 до 84 % забруднюючих речовин, які формують якість річки Сіверський Донець в транскордонних створах, утворюються саме в басейні річки Уди [11]. Більше 80 % забруднень, що надходять в річку доводиться на неочищений поверхневий стік з території міста, що призводить до замулювання русел, забруднення вод, порушення гідрологічного режиму та технічного стану річок [12]. Вплив комунально-побутових вод проявляється у зростанні концентрацій сполук азоту, що добре видно при порівнянні графіків перевищення ГДК у створах річки Уди: вище 10 км від міста Харків (рис. 3) та нижче від міста Харків на 9 км (рис. 4). Якщо значення БСК5 у створі вище міста Харків знаходяться у допустимих межах (менше 2 мгО₂/дм³, див. рис. 2), то нижче міста

вони досягають 7 мгО₂/дм³.

Води річки Кривий Торець сильно забруднені господарсько-побутовими, промисловими, стічними і шахтними водами. Все це обумовлює неприпустимо високий вміст у її водах органічних, а в багатьох випадках і токсичних речовин. факторами, які обмежують використання вод річки Кривий Торець для питного водопостачання, є також висока мінералізація і жорсткість, підвищена концентрація сульфатів [13].

Для технічного водопостачання лімітуючими факторами придатності води є великий вміст мінеральних речовин, що обумовлюють високу мінералізацію і жорсткість води, наявність хлоридів і сульфатів, що викликають корозію будівельних матеріалів і металів. Для багатьох видів промисловості вода річок непридатна для водопостачання через наявність в ній сполук заліза, марганцю, свинцю, цинку і органічних речовин. Через забруднення шахтними водами, води річки містять велику кількість сульфатів, які агресивні по відношенню до бетонів та металу.

Для річки Кривий Торець – м. Дружківка при розгляді багаторічного періоду основною забруднювальною речовиною найбільше перевищення ГДК є азот нітритний (рис. 5).

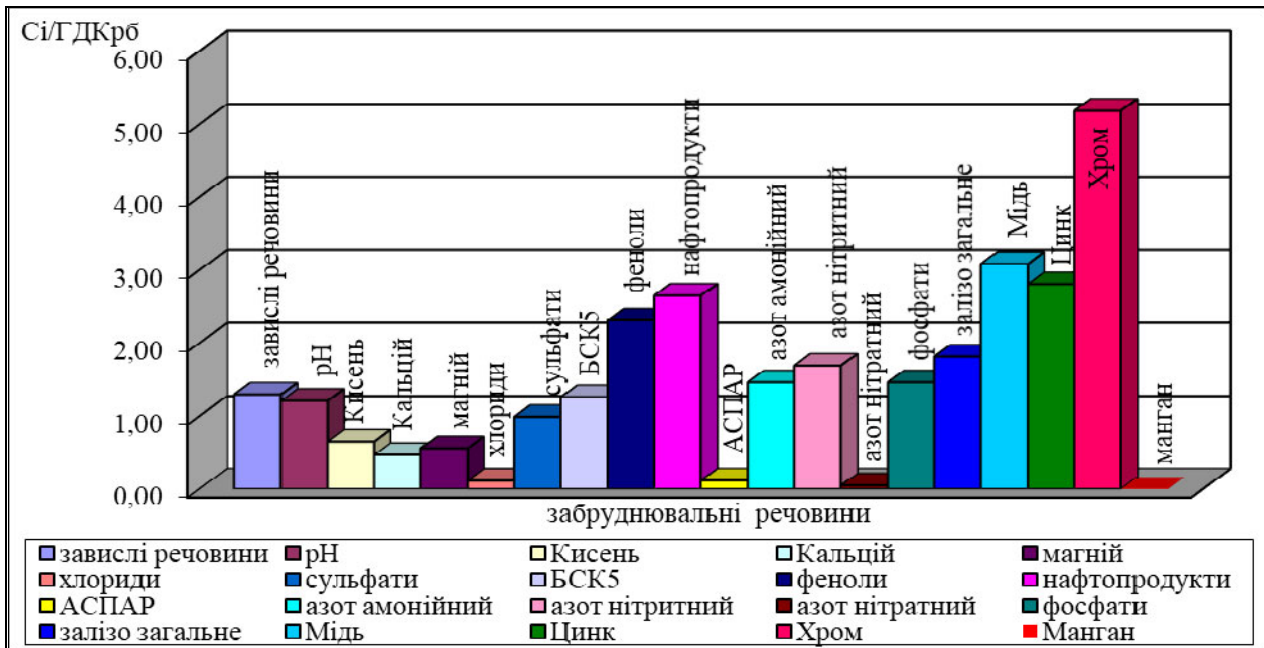


Рис. 3 – Перевищення ГДК рибогосподарського використання середніми багаторічними значеннями концентрацій у створі р. Уди – м. Харків 10 км вище міста

Fig. 3 – Exceeding the MPC for fishery use by average multi-valued concentrations in the observation point Udy River – 10 km upstream from Kharkiv City

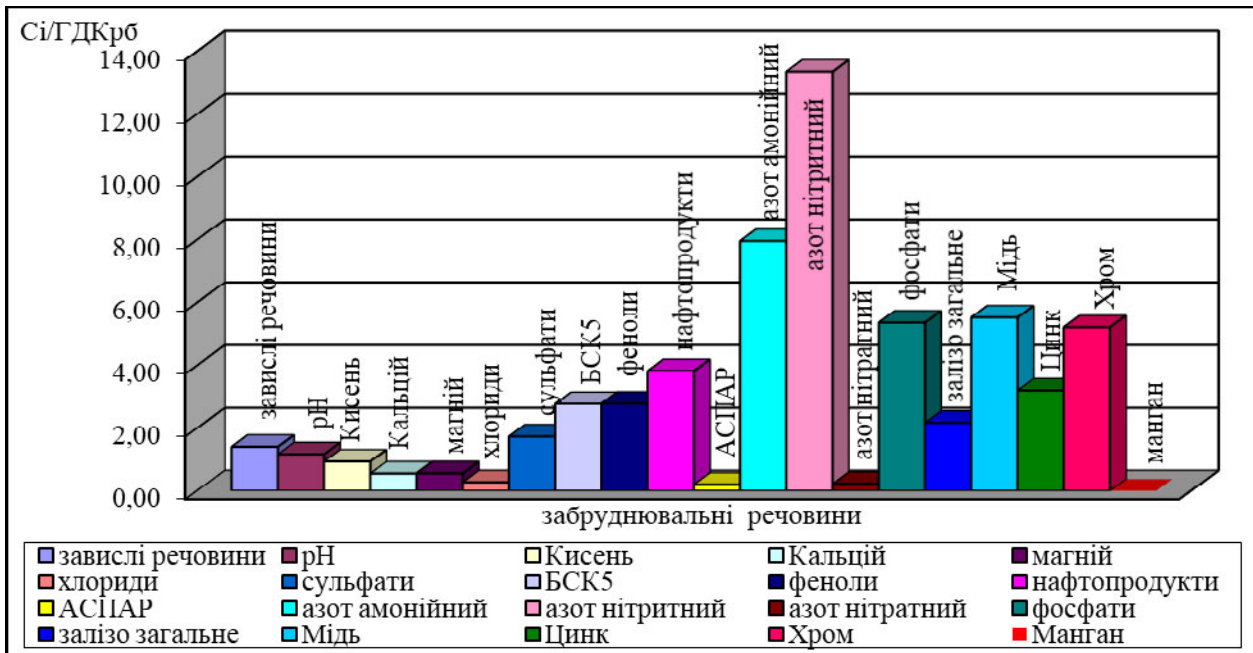


Рис. 4 – Перевищення ГДК рибогоподарського використання середніми багаторічними значеннями концентрацій у створі р. Уди – м. Харків 9 км нижче міста
Fig. 4 – Exceeding the MPC for fishery use by average multi-valued concentrations in the observation point Udy River – 9 km downstream from Kharkiv City

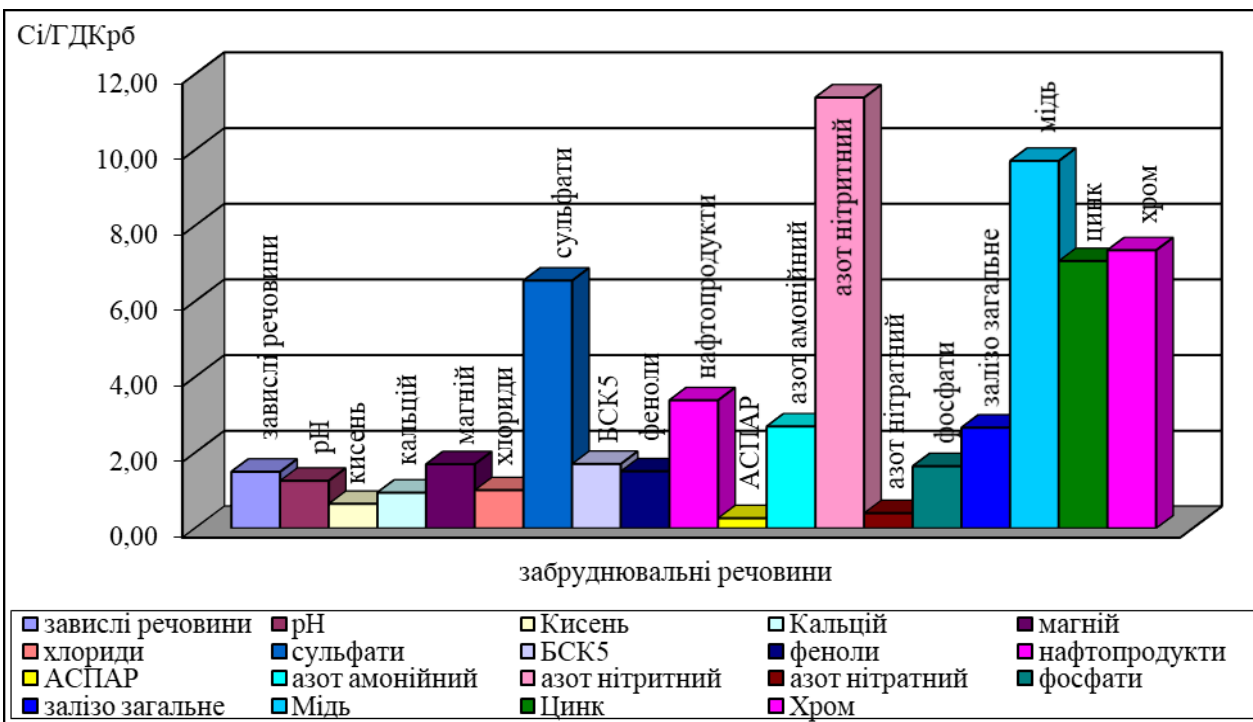


Рис. 5 – Перевищення ГДК рибогоподарського використання середніми багаторічними значеннями концентрацій у створі р. Кривий Торець – м. Дружківка [10]
Fig. 5 – Exceeding the MPC for fishery use by average multi-valued concentrations in the observation point Kryvyi Torets River – town Druzhkivka [10]

Вміст заліза, сульфатів, фенолів, солей важких металів в річковій воді перевищує допустимі норми в кілька разів. Основним джерелом забруднення є полігон промислових відходів поблизу

Костянтинівки, ВУВКГ «Костянтинівка» із об'ємом скидів 3739 тис. м³/рік. Також в районі населеного пункту Горлівка в р. Кривий Торець потрапляють шахтні води [14].

Для порівняльного аналізу за рядами середніх річних показників забруднення органічними речовинами нами були визначені емпіричні ймовірності їх появи (табл. 3). З цієї таблиці витікає, що найвищим рівнем забруднення органічними речовинами характеризується річка Уди у створі, який розташований нижче міста Харків.

Її екологічний стан класифікується як «незворотно змінений», що означає можливість недосягнення екологічних цілей. Хронологічний хід значень БСК5, взятих по кожній пробі (загальна кількість значень – 309), ілюструє, що на початку ХХІ сторіччя забруднення органічними речовинами практично не зменшилося (рис. 6).

Води річки Уди вище скидів з міста Харків, навпаки, набагато чистіші. Відносна частота появи екологічного стану “зворотні екологічні

зміни” складає 54 % і разом із «пороговим станом» – 73 %. Значення концентрацій БСК5 суттєво зменшилися, починаючи з середини 90-х років минулого сторіччя (рис. 7). Таким чином, за відсутності скидів з міста Харків приведення р. Уди до «доброго екологічного стану» було б цілком можливим.

Води річки Кривий Торець за багаторічний період класифікуються як «брудні» (32 %), забруднені (28 %), «помірно забруднені» (40 %), що в сумі становить 100 %. Екологічний стан визначений як «пороговий» у 40 %, і у 60 % як «незворотний». У хронологічному ході концентрацій БСК5 розглянутому по пробах (рис. 8) видно тенденцію до покращення, але рівень забруд-

Таблиця 3 – Емпіричні ймовірності появи показників забруднення, установлених за показником БСК5
Table 3 – Empirical probabilities of pollution indicators established by the BOD5 value

Річка-створ	Відносна частота появи «брудних» вод, %	Відносна частота появи стадії «незворотних змін» екологічного стану”, %	Відносна частота попадання у α -мезосапробну зону, %	Відносна частота попадання у β -мезосапробну зону, %
р. Уди – м. Харків (10 км вище міста)	15	27	15	77
р. Уди – м. Харків (9 км нижче міста)	85	100	85	15
р. Кривий Торець – м. Дружківка	32	60	32	68

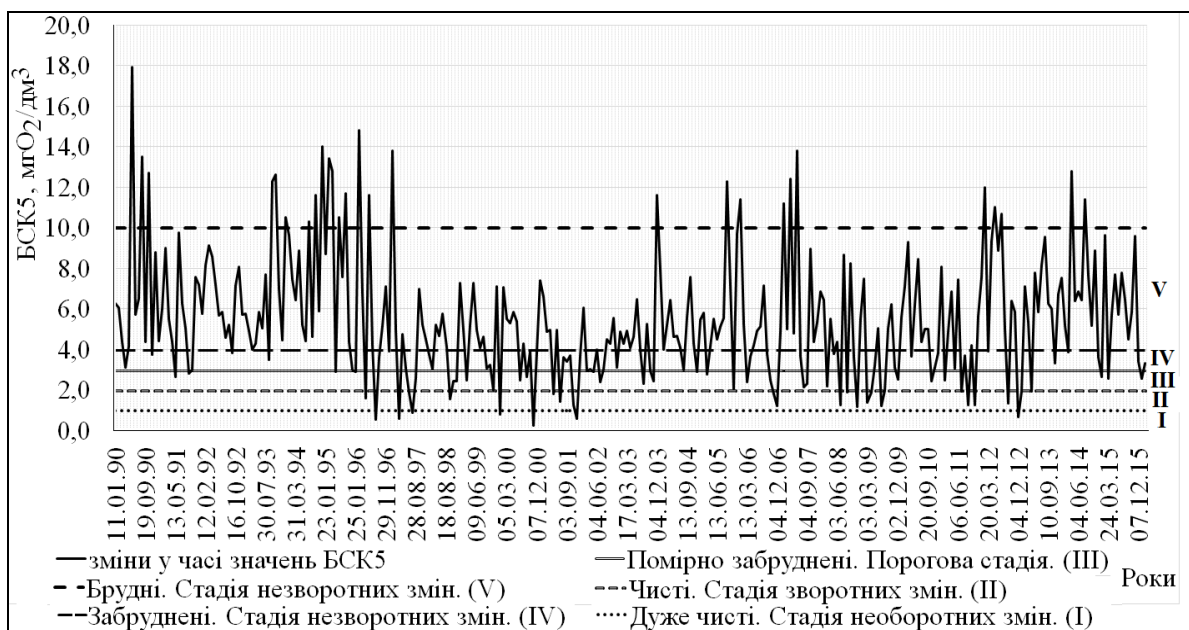


Рис. 6 – Мінливість значень показника БСК5 по датах відбору проб у пункті спостережень р. Уди – м. Харків 9 км нижче міста

Fig. 6 – Variability of BOD5 values by sampling dates in the observation point Udy River – 9 km downstream from Kharkiv City

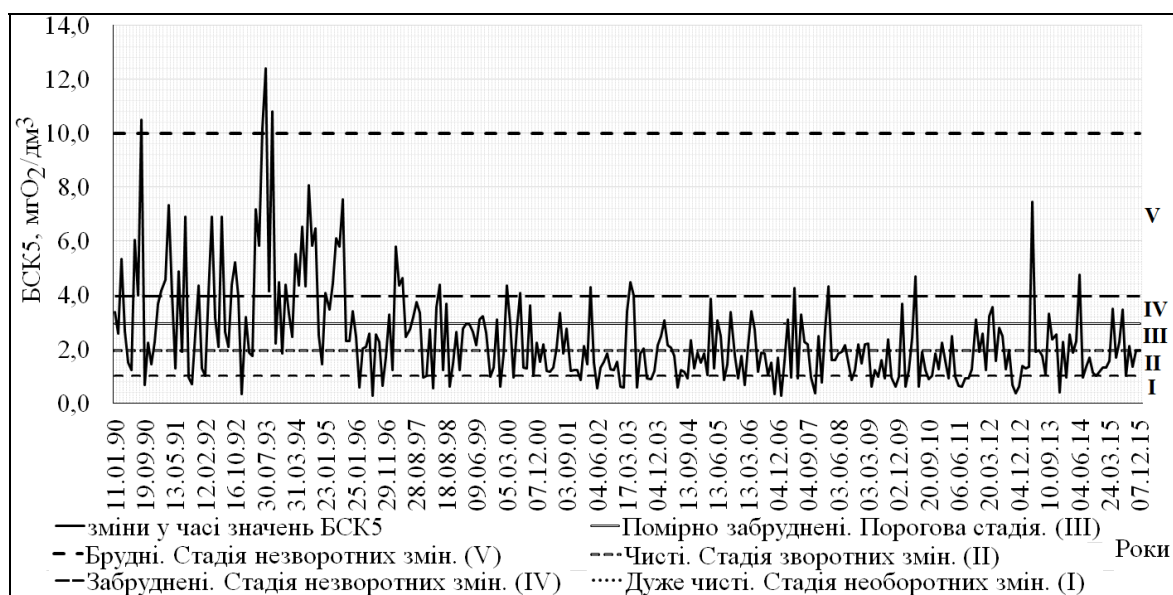


Рис. 7 – Мінливість значень показника *BCK5* по датах відбору проб у пункті спостережень р. Уди – м. Харків 10 км вище міста

Fig. 7 – Variability of *BOD5* values by sampling dates in the observation point Udy River – 10 km upstream from Kharkiv City

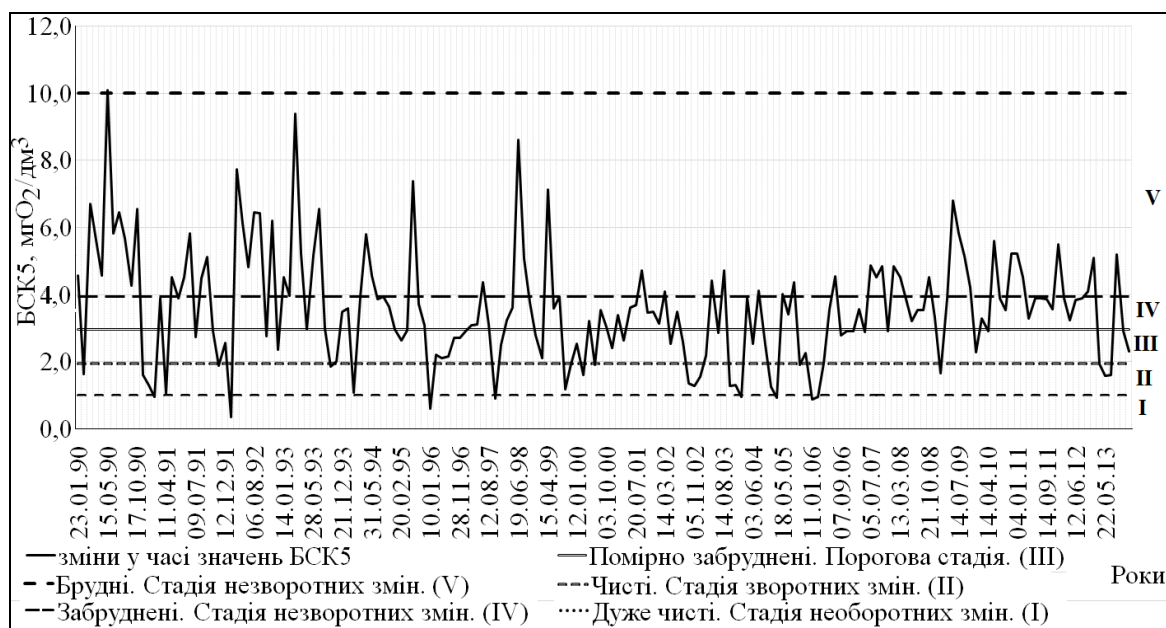


Рис. 8 – Мінливість значень показника *BCK5* по датах відбору проб у пункті спостережень р. Кривий Торець – м. Дружківка

Fig.8 – Variability of *BOD5* values by sampling dates in the observation point Kryvyi Torets River – town Druzhkivka

нення залишається високим (клас «брудні»). Зростання органічних речовин у воді річки пов'язане із несанкціонованими скидами вод харчової та хімічної промисловості.

4. ВИСНОВКИ

1. Установлено, що значення *BCK5* в басейні річки Сіверський Донець характеризуються загальною тенденцією до зменшення, починаючи з

кінця 90-х років минулого сторіччя. Ця тенденція добре виражена на головній річці і у меншій мірі на притоках. Серед створів із великими значеннями *BCK5* на початку XXI сторіччя виділяються Лисичанськ (вище та нижче міста), а також р. Уди – м. Харків (9 км нижче міста) та річки Донбасу.

2. Визначення рівня забруднення за гідрохімічним показником *BCK5* показало, що скиди комунально-побутових вод міста Харків нижче

суттєво погіршують якість вод річки Уди і роблять неможливим приведення їх до “доброго” екологічного стану. Модернізація очисних споруд і доочищення скидних вод будуть сприяти досягненню цілей, поставлених Водною рамковою директивою ЄС.

3. Річка Кривий Торець належить до річок Донбасу. Скиди неочищених та недоочищених вод металургійних та коксохімічних заводів, шахт і поверхневий злив із сховищ відходів забезпечують зростання концентрацій азоту амонійного та нітритного. Оцінки якості води за показником БСК5 показали, що забруднення органічними речовинами зменшилося при порівнянні із даними 90-тих років, але з 2006 року води знов стали «забрудненими», а їх екологічний стан – «пороговим та незворотним». Основним заходом на шляху до досягнення доброго екологічного стану річки має бути зменшення скидів недостатньо очищених та неочищених вод у поверхневі водотоки.

4. Слід зазначити, що оцінки якості та екологічного стану вод за БСК5 лише частково устанавлюють ступінь забруднення річкових вод, враховуючи лише вплив легкорозчинних органічних речовин. З урахуванням забруднення важкими металами перспективи доведення річок басейну Сіверського Дінця до доброго екологічного стану будуть ще гіршими.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Директива 2000 / 60/ ЄС Європейського Парламенту і ради від 23 жовтня 2000 року про встановлення рамок діяльності Співтовариства у сфері водної політики. 2000. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-p> (дата звернення : 18.10.2020).
2. Шабанов В. В., Маркин В. Н. Методика еколого-водохозяйственной оценки водных объектов: монография. Москва: ФГБОУ ВПО РГАУ МСХА им. К. А. Тимирязева, 2014. 162 с.
3. Романенко В. Д. Основы гидроэкологии: учебник для студентов высших учебных заведений. Киев: Генеза, 2004. 664 с.
4. Хільчевський В. К., Осадчий В. І., Курило С. М. Основи гідрохімії: підручник. Київ: Ніка-Центр, 2012. 312 с.
5. Вишневецький В. І. Річки і водойми України. Стан і використання. Київ : Віпол, 2000. 375 с.
6. Стан басейну Сіверського Дінця та фактори впливу в умовах військових дій / Технічний звіт ОБСЄ. Україна, 2018. 88 с.
7. Оцінка змін якості води по довжині річки Сіверський Донець на початку ХХІ сторіччя / Лобода Н. С., Смалій О. В., Катинська І. В. та ін. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. №23. С. 54 - 68. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.06>
8. Лобода Н. С., Смалій О. В. Роль приток Донбасу у формуванні якості поверхневих вод річки Сіверський Донець. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2019. № 24. С. 64 – 71 <https://doi.org/10.31481/uhmj.24.2019.06>
9. Loboda N. S., Smalii O. V. The Role Water Content in the Forming of the Ecological Condition of the Rivers of Siverskyi Donets Basin. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. 2020. № 24 (2). P. 83-93. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2020/v24i230205>.
10. Лобода Н. С., Катинська І. В. Визначення антропогенних навантажень та екологічних ризиків в басейні р. Кривий Торець (за програмою підтримки ЄС Водної політики України). *Український гідрометеорологічний журнал*. 2020. № 25. С. 81 - 92. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.08>
11. Кондрашенко С. Экологические проблемы в городе Харькове. Київ: Арістель, 2005. 340 с.
12. Програма охорони оточуючої природної середовища г. Харків на 2013-2017 гг. URL: http://www.gov.lica.com.ua/b_text.php?type=3&id=54433&base=27 (дата звернення : 10.10.2020).
13. Земля тревоги нашей. По материалам Докладов о состоянии окружающей среды в Донецкой области в 2007-2008 годах / под ред. С. Третьякова, Г. Аверина. Донецк, 2009. 124 с.
14. Река Кривой Торец. URL: <http://kievbook.pp.ua/donecka/konka/konka5.html> (дата звернення: 10.10.2020).

REFERENCES

1. Dyrektyva 2000 / 60 / ES Yevropeiskoho Parlamentu i rady vid 23 zhovtnia 2000 roku pro vstanovlennia ramok diialnosti Spivtovarystva u sferi vodnoi polityky. [Directive 2000 / 60 / EU of the European Parliament and of the Council about establishing a scope of activities in the field of water policy from 23 October 2000 year]. Available at: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/371-2015-p> (Accessed: 18 October 2020) (in Ukr.)
2. Shabanov, V.V. & Markyn, V.N. (2014). *Metodika ekologo-vodokhozyaystvennoy otsenki vodnykh ob'ektov. [Methodology for the environmental and water management assessment of water bodies]*. Moskva: Timiryazev, K.A FGBOU VPO RGAU MSHA. (in Rus.)
3. Romanenko, V.D. (2004). *Osnovy gidroekologii [Basics of hydroecology]*. Kyev: Geneza. (in Russ.)
4. Khilchevskiy, V.K., Osadchii, V.I. & Kurylo, S.M. (2012). *Osnovy hidrokhimii. [Fundamentals of Hydrochemistry]*. Edited by Khilchevskiy, V.K. Kyiv: «Nika-Centr». (in Ukr.)
5. Vyshnevskiy, V.I. (2000). *Richky i vodoimy Ukrainy. Stan i vykorystannia [Rivers and reservoirs of Ukraine. Condition and use]*. Kyiv: Vipol. (in Ukr.)
6. Technical Report OSCE. (2018). *Stan baseinu Siverskoho Dintsia ta faktory vplyvu v umovakh viiskovykh dii. [The state of the Siverskyi Donets Basin and factors of influence in the conditions of hostilities]*. Ukraine. (in Ukr.)
7. Loboda, N.S., Smalii, O.V., Katynska, I.V. et al. (2019). [Assessment of changes in the water quality along the length of the Siverskyi Donets River at the beginning of the 21st century]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal. [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 23, pp. 54 - 68. <https://doi.org/10.31481/uhmj.23.2019.06> (in Ukr.)
8. Loboda, N.S. & Smalii, O.V. (2019). [The role of Donbas tributaries in the formation of surface water quality of the Siverskyi Donets River]. *Ukrains'kij gidrometeorologichnij zhurnal. [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 24, pp. 64 - 71. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2020/v24i230205> (in Ukr.)
9. Loboda, N.S. & Smalii, O.V. (2020) The Role Water Content in the Forming of the Ecological Condition of the Rivers of Siverskyi Donets Basin. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, № 24 (2),

- pp. 83 - 93. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2020/v24i230205>.
10. Loboda, N.S. & Katynska, I.V. (2020). [Determination of main anthropogenic impacts and of environmental risks in the Kryvyi Torets river basin (With EU Support Program for a ukrainian water policy)]. *Ukrains'kij gidrometeorologičnij žurnal. [Ukrainian hydrometeorological journal]*, 25, pp. 81 - 92. <https://doi.org/10.31481/uhmj.25.2020.08> (in Ukr.)
 11. Kondrashenko, S. (2005). *Ekologicheskie problemy v gorode Khar'kove [Environmental problems in Kharkov City]*. Kyiv: Aristel. (in Russ.)
 12. *Programma okhrany okruzhayushchey prirodnoy sredy g. Khar'kova na 2013-2017 gg. [Environmental protection program of Kharkiv for 2013-2017]*. Available at: http://www.gov.lica.com.ua/b_text.php?type=3&id=54433&base=27 (Accessed: 10 October 2020) (in Russ.)
 13. Tret'yakov, S & Averin, G. (eds). (2009). *Zemlya trevogi nashey. Po materialam Dokladov o sostoyanii okruzhayushchey sredy v Doneckoy oblasti v 2007-2008 godakh. [The land of our anxiety. According to the Reports on the state of the environment in the Donetsk region in 2007-2008]*. Donetsk. (in Russ.)
 14. *Reka Krivoy Torets [Kryvyi Torets River]*. Available at: <http://kievbook.pp.ua/donecka/konka/konka5.html> (Accessed: 10 October 2020) (in Russ.)

ASSESSMENT OF THE WATER POLLUTION LEVEL AND THE ENVIRONMENTAL STATUS OF RIVERS IN THE SIVERSKYI DONETS BASIN BY BOD5

Loboda N.S., Katynska I.V., Smalii O.V.

Odessa State Environmental University, 15, Lvivska Str., 65016, Odesa, Ukraine,
natalie.loboda@gmail.com, irinakatinskaya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>, <https://orcid.org/0000-0001-9152-0471>

The paper topicality consists in the necessity for determination of the environmental status of the rivers in the Siverskyi Donets Basin and assessment of the possibilities for them to achieve 'good environmental status' under the modern climatic conditions and the anthropogenic load. Siverskyi Donets is the main river in the Eastern Ukraine. There are large industrial zones at the water catchment area. Among them, there are the Donetsk Coal Basin and the industrial complexes within the City of Kharkiv, which have exerted influence on surface water quality for decades. A method for assessment of the pollution level and the environmental status of waters by the hydrochemical index of *BOD5* (biochemical oxygen demand for 5 days) is used in the paper.

The paper is aimed at identification of the main trends in water quality changes by hydrochemical index of *BOD5*. *The object of research* is a pollution of the rivers at the Siverskyi Donets Basin by industrial, municipal and mine wastewaters. *The subject of research* is an assessment of water qualitative status by *BOD5*.

The hydrochemical observation data for 7 gauges at the main river and 7 tributaries for the period of 1990-2015 were used in the paper. The major attention is focused on the most polluted rivers in the Eastern Ukraine: the Udy and the Kryvyi Torets. The quality of the Udy River water is largely determined by the municipal wastewater from Kharkiv. The Kryvyi Torets River belongs to the Donbas rivers, where pollution by mine water and wastewater from industrial enterprises is significant.

Pollution levels, environmental status and saprobity were determined by the average annual indices of *BOD5*. Empirical probabilities for occurrence of a certain pollution parameter at various gauges were calculated for comparative analysis.

It is found that a *BOD5* downward trend has been prevalent on the rivers at the Siverskyi Donets catchment area in the early 21st century. The highest *BOD5* values were observed on the Donbas tributaries and the Udy River (downstream from the City of Kharkiv), as well as upstream and downstream from Lysychansk, and the lowest ones were observed on the Oskil River.

It is also revealed that in the early 21st century, the main river water has a 'threshold' environmental status (β -mesosaprobic zone), except for the Lysychansk gauge, where the status is 'irreversibly altered' owing to the inflow of polluted water from Donbas rivers into the Siverskyi Donets.

Research into the Udy River water quality upstream and downstream from the industrial city of Kharkiv has shown that the water in the upper reaches of this river is classified as 'clean' and 'moderately polluted', and the environmental status may become 'good' in the future. Downstream from the city, the water is mostly 'dirty', and the environmental status is 'irreversibly altered', which corresponds to the α -mesosaprobic zone. For the Kryvyi Torets River (the Donbas Region), owing to the impact of organic pollution, the environmental status is defined as 'threshold', 'irreversibly altered' and it has begun to deteriorate in recent years.

To improve the environmental status of the Donbas rivers, the reduction in discharges of untreated municipal and industrial wastewater into surface watercourses, as well as the

construction of state-of-the-art sewage treatment plants are necessary.

Keywords: the Siverskyi Donets River, biochemical oxygen demand, the level of organic pollution, environmental status, saprobity zone.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОД РЕК БАСЕЙНА СЕВЕРСКОГО ДОНЦА ПО ПОКАЗАТЕЛЮ БСК5

Н. С. Лобода, И. В. Катинская, О. В. Смалый

Одесский государственный экологический университет, ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина,
natalie.loboda@gmail.com, irinakatinskaya@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0794-9951>, <https://orcid.org/0000-0001-9152-0471>

Актуальность работы заключается в необходимости определения экологического статуса рек бассейна Северского Донца и оценке возможностей достижения "хорошего экологического состояния" в современных климатических условиях и антропогенной нагрузке. Северский Донец является главной рекой восточной Украины. На территории водосбора расположены крупные промышленные зоны, среди которых находится Донецкий каменноугольный бассейн и промышленные комплексы города Харьков, которые десятилетиями оказывали влияние на качество поверхностных вод. В представленной работе использована методика оценки уровня загрязнения вод и их экологического состояния по гидрохимическому показателю БПК5 (биологическое потребление кислорода в течение 5 дней).

Целью работы является выявление основных тенденций изменений качества воды по гидрохимическому показателю БПК5. Объектом исследования является загрязнение вод рек бассейна Северского Донца промышленными, коммунально-бытовыми, шахтными водами. Предметом исследования является оценка качественного состояния вод по БПК5.

В работе использованы данные гидрохимических наблюдений на 7 створах главной реки и 7 притоках за период 1990-2015 гг. Основное внимание уделено наиболее загрязненным рекам востока Украины: Уды и Кривой Торец. Качество воды реки Уды в значительной мере определяется коммунально-бытовыми сточными водами города Харькова. Река Кривой Торец относится к рекам Донбасса, где значительны загрязнения шахтными водами и водами промышленных предприятий.

По средним годовым показателям БПК5 определены уровни загрязнения, экологическое состояние и сапробность. Для сравнительного анализа были рассчитаны эмпирические вероятности появления той или иной характеристики загрязнения в разных створах.

Установлено, что на реках водосбора Северского Донца преобладает тенденция к уменьшению БПК5 в начале XXI века. Наибольшие показатели БПК5 наблюдались на притоках Донбасса и реке Уды (ниже города Харькова), а также выше и ниже города Лисичанска, наименьшие – на реке Оскол.

Выявлено, что в начале XXI века воды главной реки находятся в «пороговой» стадии (β-мезосапробная зона), исключая створ Лисичанска, где экологическое состояние является стадией «необратимых изменений» из-за поступления в Северский Донец загрязненных вод Донбасса.

Исследование качества вод реки Уды выше и ниже промышленного города Харькова показали, что в верхнем течении этой реки воды классифицируются как «чистые» и «умеренно загрязненные», а экологическое состояние может в будущем получить статус «хорошего». Ниже города воды преимущественно грязные, а экологическое состояние является стадией «необратимых изменений», α-мезосапробная зона. Для реки Кривой Торец (Донбасс) из-за влияния органического загрязнения экологическое состояние определенное как «пороговая» стадия и стадия «необратимых изменений», в последние годы стало ухудшаться.

Для улучшения экологического состояния рек Донбасса необходимо уменьшение сбросов в поверхностные водотоки неочищенных коммунально-бытовых и промышленных вод, а также строительство очистных сооружений современного уровня.

Ключевые слова: река Северский Донец, биохимическое потребление кислорода, уровень загрязнения органическими веществами, экологическое состояние, зона сапробности.

Подання до редакції : 29. 11. 2020

Надходження остаточної версії : 09. 12. 2020

Публікація статті : 17. 12. 2020