

[0000-0003-0401-9836] **О. О. Мислюк**, к.х.н., доцент,

e-mail: o.mysliuk@chdtu.edu.ua

[0000-0001-9329-0577] **О. М. Хоменко**, к.х.н., доцент,

[0000-0002-7801-5582] **О. В. Єгорова**, к.т.н.

Черкаський державний технологічний університет
б-р Шевченка, 460, м. Черкаси, 18006, Україна

СУЧАСНІ ПРИРОДНІ Й АНТРОПОГЕННІ ЗАГРОЗИ ЕКОЛОГІЧНОМУ БЛАГОПОЛУЧЧЮ ПРІСНОВОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Гідроекологічна ситуація на багатьох водних об'єктах України за останні десятиліття відчутно погіршилася, наслідком чого є порушення рівноваги у гідроекосистемах, погіршення якості води, зменшення різноманіття риб, погіршення їх фізіологічного стану. У світлі зростання антропогенного навантаження на довкілля особливо актуальним є вивчення сучасного стану водних об'єктів для підтримання екологічної рівноваги та забезпечення сталості їх використання і розроблення водоохоронної стратегії. Для комплексного оцінювання екологічної ситуації на водних об'єктах України задля ефективного управління водоохоронною діяльністю на прикладі р. Рось проаналізовано сучасний стан басейну річки, її гідрохімічні характеристики за останні 28 років, досліджено динаміку середньорічної температури повітря в регіоні, розраховано показники якості води за екологічними та гігієнічними критеріями. Пораховано збитки, заподіяні рибному господарству під час масового замору риби у серпні 2018 р. Показано, що основними причинами трансформації водної екосистеми є як природні, так і антропогенні чинники. Вперше дано оцінку екологічному ризику порушення благополуччя водної екосистеми р. Рось за довгостроковий період і показано, що якість води річки незадовільна, і є високий ризик подальшої деградації гідроекосистеми. Найбільший потенційний екологічний ризик порушення екологічної рівноваги у р. Рось, зниження біологічного різноманіття і спрощення трофічної структури становлять сполуки Нітрогену і поліфосфати.

Ключові слова: поверхневі води, трансформація річок, екологічний індекс якості води, коефіцієнт забрудненості, потенційний екологічний ризик.

Вступ. Безпрецедентні темпи потепління, що спостерігаються протягом останніх десятиліть, перевищують природну мінливість настільки, що це широко визнається основною екологічною проблемою не лише серед вчених. Зміна клімату – не єдине джерело стресових факторів, що впливають на водні ресурси та водні екосистеми. Некліматичні фактори, такі як збільшення населення, урбанізація, економічний розвиток, нераціональне використання водних ресурсів, скиди забруднюючих речовин, також становлять виклик сталому використанню ресурсів і цілісності водних екосистем. Поверхневі води України зазнали значної трансформації в результаті регулювання стоку, сегментації русел греблями, зміни структури поверхні водозбору, забруднення стічними водами, зміни гідрологічного режиму тощо. Трансформація водотоків становить загрозу існуванню гідробіонтів [1, 2]. У світлі зростання антропогенного наван-

таження на довкілля особливо актуальним є вивчення сучасного стану водних об'єктів для підтримання екологічної рівноваги та забезпечення сталості їх використання.

Мета дослідження – аналіз природних і антропогенних загроз екологічному благополуччю поверхневих гідроекосистем на прикладі річки Рось. Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- аналіз природних і антропогенних чинників на стан гідроекосистеми;
- оцінювання стану водних об'єктів за певними критеріями;
- оцінювання ризиків трансформації річок.

Методи досліджень: системний аналіз з використанням науково-методичних основ оцінювання стану водних об'єктів України за певними критеріями і статистичного аналізу даних.

Матеріали і результати досліджень. Сучасні глобальні процеси, зміна клімату, зростаюче антропогенне навантаження спричиняють якісні та кількісні зміни у прісноводних

екосистемах (рисунок 1), наслідком чого є порушення рівноваги у гідроекосистемах, погіршення якості води, зменшення різноманіття риб і погіршення їх фізіологічного стану [3].

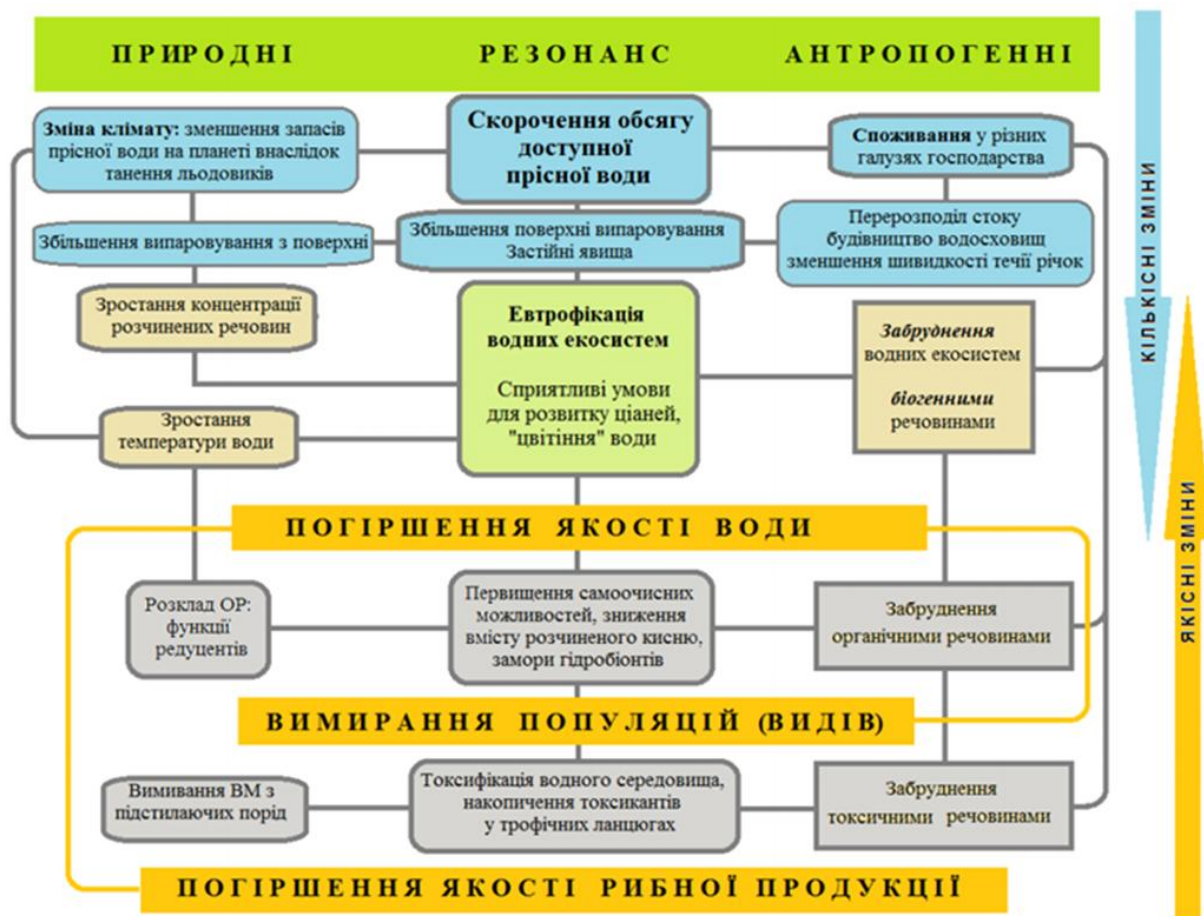


Рисунок 1 – Зміни у прісноводних екосистемах в результаті дії глобальних процесів

Зростання антропогенного навантаження на довкілля призводить до змін кліматичних умов (глобальне зростання температури і, як наслідок, збільшення випаровуваності з поверхні водойм, перерозподіл кількості атмосферних опадів як за сезонами, так і у просторі), від яких залежить гідрологічний режим водойм. Клімат є надзвичайно важливим фактором екосистемних процесів загалом, але особливо в прісноводних екосистемах, оскільки їх тепловий та гідрологічний режимі тісно пов'язані з кліматом [4]. У звіті про оцінювання змін клімату [5] відзначено, що період з 1983 по 2012 рр. був найтеплішим за останні 140 років у Північній півкулі. Починаючи з 1950 р., екстремуми з високою температурою (спекотні дні, тропічні ночі та спекотні хвилі) почастишали, тоді як екстремуми з низькою температурою (похолодання, дні

з морозами) стали рідшими. Починаючи з 1950 р., річна кількість опадів зростала в Північній Європі (до +70 мм/десятиліття) і зменшувалася в деяких районах Південної Європи [6]. На думку багатьох вчених, такі зміни клімату становлять загрозу глобальному біорізноманіттю та функціонуванню місцевих екосистем [4, 7-8].

Швидкість підвищення температури повітря в Україні випереджає світові тенденції (за 30 останніх років підвищилася на 1,2 °С). Аналіз метеоданих, проведений нами за період 1813–2019 рр., показує, що у другій половині ХХ ст. в Україні спостерігається значне зростання температури повітря (рисунки 2–3). Починаючи з 1991 р., кожне наступне десятиліття було теплішим за попереднє: 1991–2000 рр. – на 0,5 °С, 2001–2010 рр. – на 1,2 °С, 2011–2019 рр. – на 1,7 °С [9].

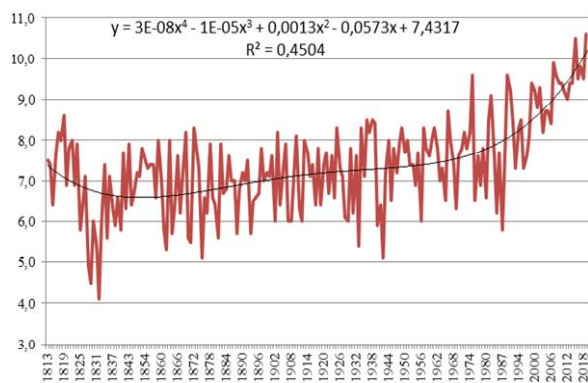


Рисунок 2 – Динаміка середньорічної температури повітря в Україні (1813–2019 рр.)

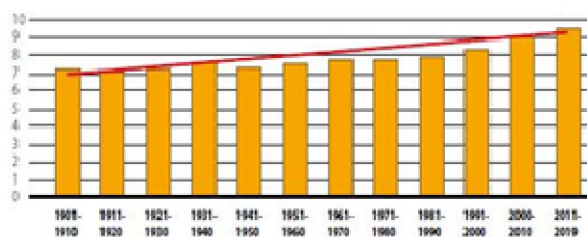


Рисунок 3 – Динаміка температури повітря в Україні за десятиліттями (1901–2019 рр.) [9]

На фоні зростання температури кількість опадів характеризується нерівномірним розподілом у часі (особливо влітку) і територіально. Підвищення температури повітря призводить до підвищення температури води річок. Зміна теплових характеристик водойм принципово змінює екологічні процеси, зокрема, зниження вмісту розчиненого кисню, і відбивається на умовах існування гідробіонтів.

На прісноводні екосистеми значно впливають і інші джерела стресу, зокрема антропогенні (зарегульованість річок, скиди стічних вод без очищення, стоки з сільськогосподарських угідь). Поверхневі й підземні водні ресурси є високочутливими водними системами до забруднювачів через їх доступність до багаточисельних та неточкових джерел забруднення. Особливо значні порушення екологічної рівноваги спостерігаються у водотоках, що протікають територіями міст та районів з активним розвитком сільського господарства [10].

Зростання температури води, зменшення швидкості течії водотоків, надходження у водойми критичної кількості біогенних елементів призводять до інтенсифікації процесів евтрофікації, що зумовлює порушення екологічної рівноваги у водоймах, погіршення умов існування гідробіонтів, замор риби. Заморні

процеси іхтіофауни спостерігаються по всьому світу [11-14], не є винятком і Черкащина. За даними Управління Державного агентства рибного господарства, у Черкаській області кількість іхтіофауни, що загинула за останні 15 років, становила понад 1 млн екземплярів (таблиця 1).

Таблиця 1 – Замор іхтіофауни у водоймах Черкаської області

Рік	Загинуло, тис. екз.	Рік	Загинуло, тис. екз.
2006	2,3	2013	16,0
2007	34,0	2014	29,5
2009	40,4	2015	290,8
2010	134,3	2016	25,3
2011	12,0	2017	171,7
2012	3,8	2018	242,2

Для комплексного оцінювання екологічної ситуації на водних об'єктах України задля ефективного управління водоохоронною діяльністю, на прикладі р. Рось проаналізовано сучасний стан басейну річки, її гідрохімічні характеристики за останні 28 років, досліджено динаміку середньорічної температури повітря, розраховано показники якості води за екологічними і гігієнічними критеріями. Пораховано збитки, заподіяні рибному господарству під час найбільшого за масштабами замору риби у серпні 2018 р.

Басейн річки Рось розташований на правобережній Придніпровській височині на території Київської, Вінницької, Житомирської і Черкаської областей. Річка має високу зарегульованість стоку і, як наслідок, уповільнений водообмін. Висока розораність території басейну річки, значний забір води, скиди стічних вод підприємств, особливо господарсько-побутових (переважно неочищених або недостатньо очищених), поверхневі стоки з сільськогосподарських угідь – все це призводить до періодичного порушення екологічної рівноваги, особливо у маловодні роки [15, 16], і, як наслідок, до масового замору іхтіофауни (таблиця 2).

Збитки внаслідок замору іхтіофауни у серпні 2018 р. біля с. Яблунівка, розраховані нами за методикою [17], становили понад 285 млн грн.

Аналіз метеоумов у регіоні показав, що, починаючи з 1991 р., кожне наступне десяти-

ліття було теплішим за попереднє (рисунок 4), що, звичайно, призводило і до збільшення температури води, особливо влітку. Температура впливає на процеси евтрофікації; вона визначає ступінь насичення води киснем; температурний профіль впливає на інтенсивність вертикальної турбулентності і перенесення біогенів з придонних областей.

Таблиця 2 – Замор іхтіофауни на р. Рось

Дата	Зона замору	Кількість, тис. екземплярів
08.06.2007	2,3 км	плітка – 10,3; верховодка – 5,1; бичок – 2,1; лящ – 1,9; окунь – 0,9. Всього – 20,4
15.08.2014	0,4 га	окунь – 8,4; плітка – 3,6; щука – 1,2; бичок – 1,2. Всього – 14,4
13.08.2018	12 км	плоскирка – 98; окунь – 94; щука – 16; сом – 14; лящ – 6; судак – 6; лин – 4; раки – 2. Всього – 240
11.09.2018	1 км	окунь – 1,9; щука – 0,2; раки – 0,1. Всього – 2,2

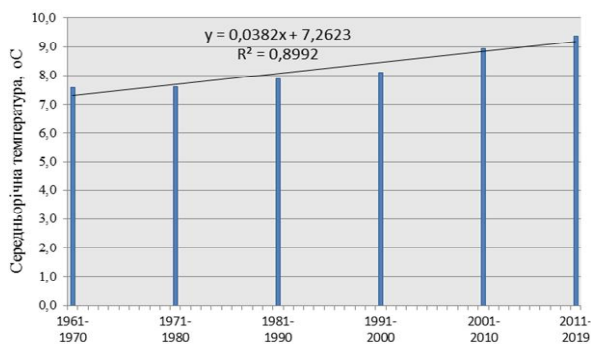


Рисунок 4 – Динаміка середньорічної температури повітря в Черкаській області (1961–2019 рр.)

Спекотна погода влітку 2018 р. (рисунок 5) і несанкціонований скид стічних вод у річку спричинили різке погіршення якості води. Особливо небезпечна ситуація спостерігалася за вмістом кисню (рисунок 6). Аналіз статистичних даних [18] моніторингу якості води за розчинним киснем (рисунки 7–8) за останні 28 років на постах спостережень (ПС) вище смт Стеблів (ПС 1) і нижче за течією м. Корсунь-Шевченківський (ПС 2) показав, що концентрація кисню коливалася в межах від 2,8 до 14,3 мг/дм³ при середньому значенні 8,2 мг/дм³ на ПС 1, і від 2,0 до 17,7 мг/дм³ при середньому значенні 8,1 мг/дм³ на ПС 2.

© О. О. Мислюк, О. М. Хоменко, О. В. Єгорова, 2020
DOI: 10.24025/2306-4412.4.2020.216090

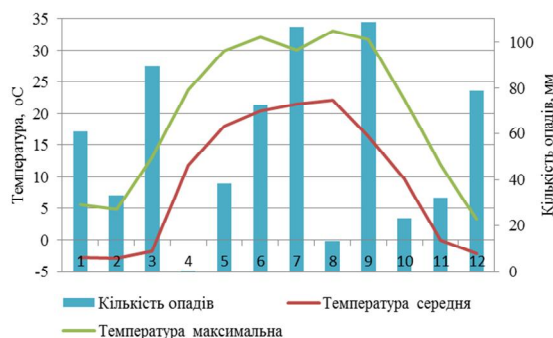


Рисунок 5 – Метеоумови у Черкаській області у 2018 р.

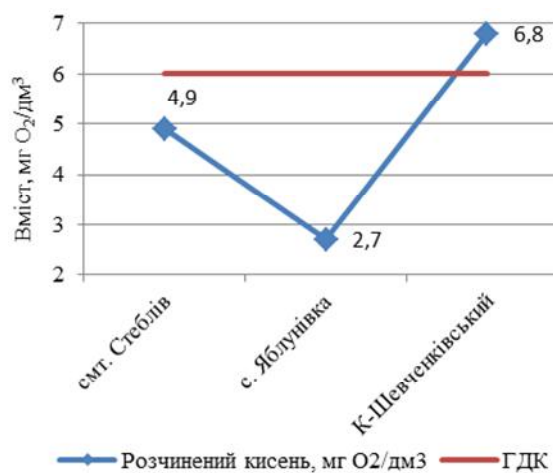


Рисунок 6 – Концентрація кисню у воді під час масового замору риби

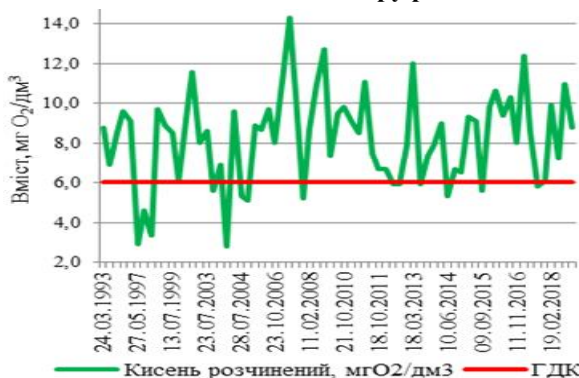


Рисунок 7 – Динаміка концентрації кисню на ПС 1

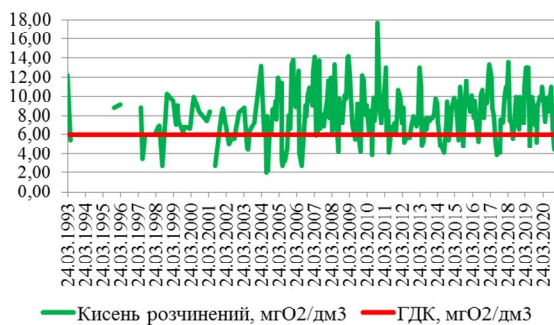


Рисунок 8 – Динаміка концентрації кисню на ПС 2

На ПС 1 і ПС 2 цей показник також перевищував нормативне значення і становив 6,1 і 5,6 мг/дм³ відповідно (при усереднених багаторічних значеннях 2,7 мг/дм³). Високі значення БСК₅, імовірно, зумовлені скидами стічних вод міст і тваринницьких ферм, які містять органічні сполуки (рисунок 9). Рівень органічного забруднення річки є результатом протидії двох процесів: надходження забруднюючих речовин та природного очищення водотоку. Під час масового замору риби токсичне органічне навантаження було настільки потужним, що здатність річки до самоочищення різко знизилася.

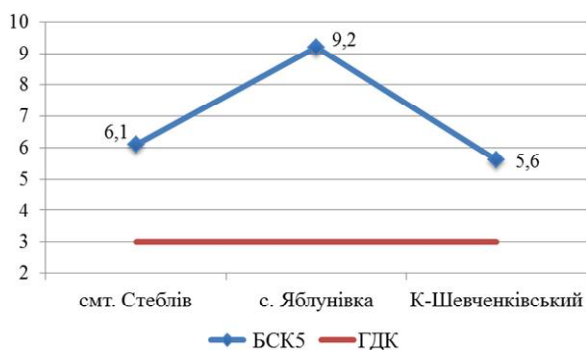


Рисунок 9 – БСК₅ в зоні замору риби, мг/дм³

Уявлення про високий рівень забруднення води р. Рось органічними і неорганічними речовинами, зокрема сполуками Нітрогену, дає й інший показник – хімічне споживання кисню (рисунок 10). Значне перевищення нормативу за ХСК також є свідченням того, що річка зазнала значного забруднення.

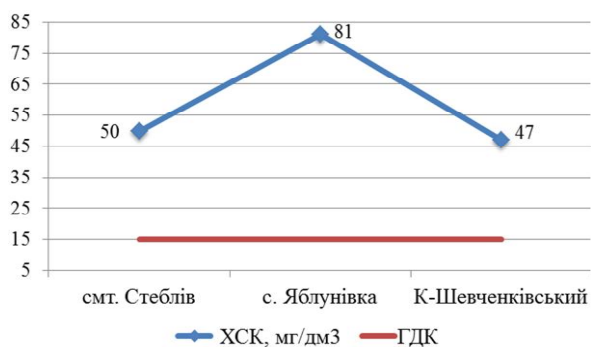


Рисунок 10 – Значення ХСК в зоні замору риби

Концентрація амоній-іону під час замору риби перевищувала ГДК у 3,3 разу (рисунок 11), нітрит-іону – у 6,3 разу (рисунок 12). Вміст нітратів не перевищував ГДК=40 мг/дм³ і становив 3,8; 5,4; 3,2 мг/дм³ на ПС 1, біля Яблунівки та на ПС 2 відповідно.

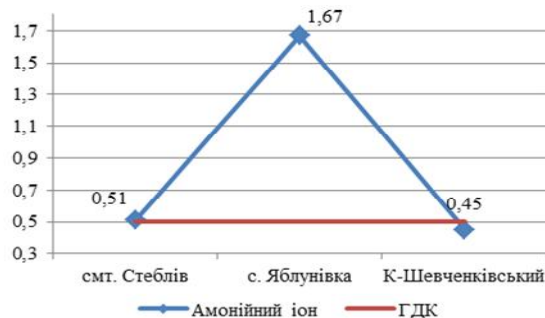


Рисунок 11 – Концентрація іонів амонію, мг/дм³

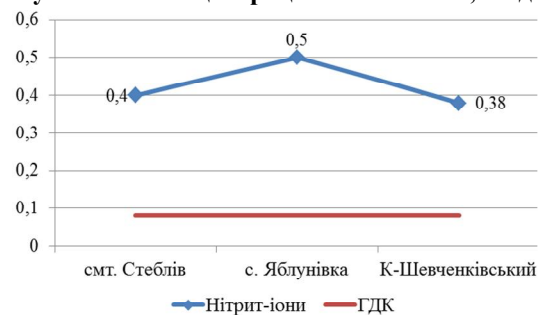


Рисунок 12 – Концентрація нітрит-іонів, мг/дм³

Слід зазначити, що на цьому відрізку річки періодично фіксуються перевищення ГДК за амонійним і нітрит-іонами (рисунок 13–16).

Зазвичай нітрит-іони наявні в поверхневих водних об'єктах в незначних кількостях завдяки їх здатності легко окиснюватися до нітратів. Велика концентрація нітрит-іонів у р. Рось є результатом значного дефіциту кисню і свідчить про нещодавнє забруднення нітрогеновмісними сполуками в результаті несанкціонованого скиду стічних вод.

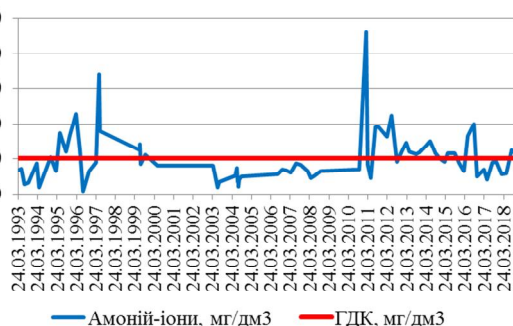


Рисунок 13 – Концентрація іонів амонію на ПС 1

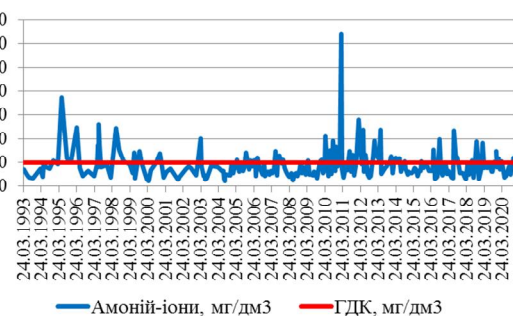


Рисунок 14 – Концентрація іонів амонію на ПС 2

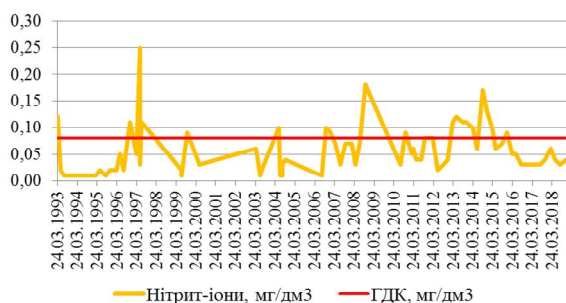


Рисунок 15 – Концентрація нітрит-іонів на ПС 1

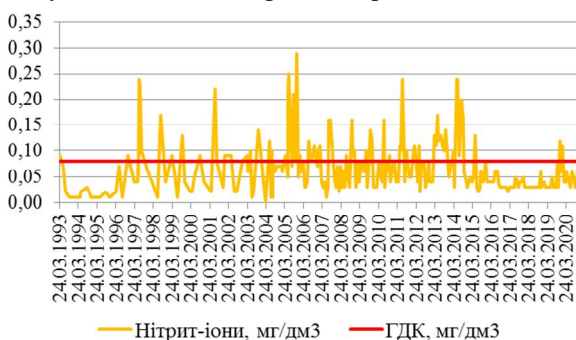


Рисунок 16 – Концентрація нітрит-іонів на ПС 2

Посилення процесів евтрофікації водойм спричиняє надмірне навантаження фосфатами. За даними перевірки якості води, під час забору риби вміст фосфатів на ПС 1, біля с. Яблунівка і на ПС 2 становив 2, 3,5 і 2,3 мг/дм³ відповідно. Аналіз багаторічних даних показав, що вміст фосфатів змінювався від 0,10 до 1,34 при середньому значенні 0,61 мг/дм³ на ПС 1 і від 0,06 до 6,80 при середньому значенні 0,67 мг/дм³ на ПС 2.

Погіршення якості води р. Рось зумовлено і високим вмістом нафтопродуктів (рис. 17).

Екологічне оцінювання якості поверхневих вод р. Рось за методикою [19] показало, що якість води на ПС 1 і ПС 2 оцінюється як перехідна між слабко і помірно забрудненою, в зоні забору риби – помірно забруднена з переходом у слабко забруднену (3-й клас якості води).

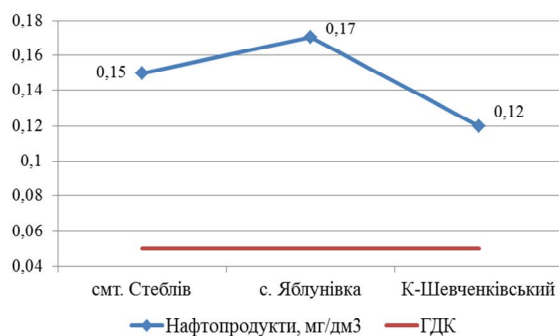


Рисунок 17 – Концентрація нафтопродуктів

За коефіцієнтом забруднення, розрахованим за методикою [20], вода на ПС 1 оцінюється як помірно забруднена ($K_3=2,6$), в зоні забору риби – брудна ($K_3=6,8$), на ПС 2 – слабко забруднена ($K_3=2,1$). Основним показником, який найбільше вплинув на погіршення якості води в зоні забору риби, був вміст розчинного кисню (37 ГДК), вище за течією на ПС 1 – нітрит-іони (5 ГДК), розчинний кисень (4,3 ГДК), ХСК (3,3 ГДК), нафтопродукти (3 ГДК), БСК₅ (2 ГДК), фосфат-іони (2 ГДК), нижче за течією на ПС 2 – нітрит-іони (4,75 ГДК), ХСК (3,1 ГДК), нафтопродукти (2,4 ГДК), фосфат-іони (2 ГДК), БСК₅ (1,9 ГДК) (рис. 18).

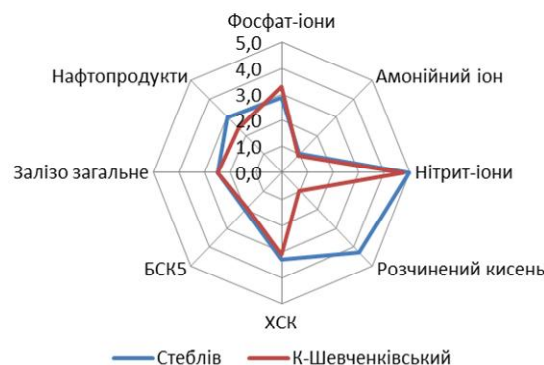


Рисунок 18 – Зміна за течією показників якості води (кратність перевищення ГДК)

Імовірність подальшого порушення екологічного добробуту, трансформацію екосистеми, зменшення біологічного різноманіття визначали за показником екологічного ризику. Для розрахунку брали показники, які перевищують верхню межу 3-ї категорії якості води екологічного нормативу [21].

За сумарним екологічним ризиком ($R=0,63$) вода річки Рось оцінюється як забруднена (4-й клас), існує значний потенційний ризик порушення екологічної рівноваги і подальшої деградації гідроекосистеми. Найбільшу небезпеку становлять фосфат- і нітрит-іони (рис. 19).

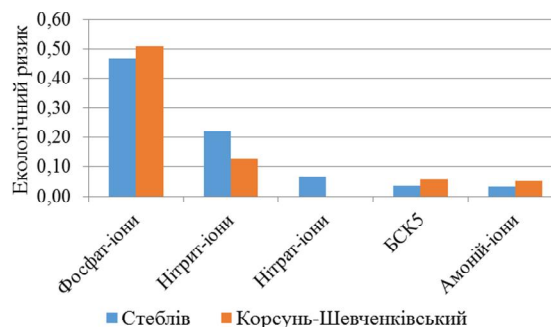


Рисунок 19 – Ранжування показників на ПС 1 і ПС 2 за даними багаторічних спостережень

Якщо перші свідчать про первинне зовнішнє забруднення р. Рось переважно комунально-побутовими стоками, то другі – про вторинне забруднення в результаті процесів, що відбуваються в самих водоймах внаслідок погіршення кисневого режиму водойми, зумовленого надмірним надходженням біогенних елементів (сполук Нітрогену і Фосфору).

Проблема забруднення фосфатами характерна для більшості річок в Україні, зокрема, вміст фосфатів у р. Дніпро за період з 2010 по 2017 рр. збільшився більш ніж удвічі [22].

Необхідна розробка адекватної та надійної управлінської стратегії комплексного використання водних ресурсів і впровадження проактивних заходів задля мінімізації ризиків деградації гідроекосистем, що сприятиме екологічному благополуччю водотоків та збереженню біорізноманіття гідробіонтів.

У розвинених країнах забруднення річок історично зменшувалось завдяки поєднанню екологічного регулювання та широкомасштабного очищення стічних вод. Середня концентрація фосфату в європейських річках майже вдвічі зменшилася за період 1992–2017 рр. (рисунком 20), а в багатьох річках це зменшення розпочалося у 1980-х роках [23].

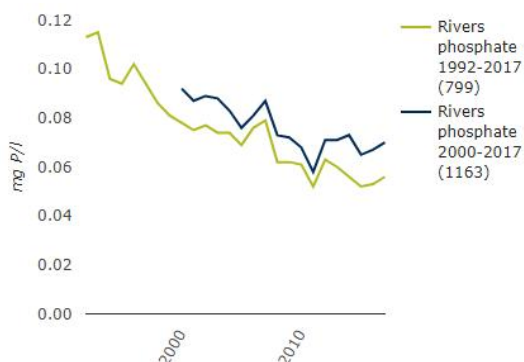


Рисунок 20 – Динаміка зміни вмісту фосфатів у річках Європи

Джерело: наводиться за [23]

У середньому концентрація зменшується на 1,6 % на рік. Зниження фосфатів у річках пов'язане із заходами, запровадженими національним та європейським законодавством, зокрема Директивою про очищення міських стічних вод [24], яка передбачає виведення з них поживних речовин. Крім того, зниженню концентрації фосфору сприяв перехід на безфосфатні миючі засоби. В Україні також потрібні скоординовані зусилля, що поєднують інноваційні та доступні за ціною ме-

тоди очищення стічних вод з інтегрованим управлінням водокористуванням, цілеспрямованою економічною політикою та формуванням екологічної свідомості споживачів води.

Висновки. Негативні зміни у функціонуванні прісноводних екосистем вимагають постійного моніторингу стану водних об'єктів і ґрунтового аналізу причин погіршення ситуації з метою своєчасного запобігання порушенню екологічної рівноваги.

Проведений системний аналіз стану р. Рось показав, що найбільшу небезпеку погіршення екологічного стану гідроекосистеми становлять надмірне надходження у водне середовище біогенних елементів та спекотна погода, яка спричиняє посилення евтрофікаційних процесів.

Вперше дано оцінку екологічному ризику порушення благополуччя водної екосистеми та спрощенню трофічної структури р. Рось за довгостроковий період і показано, що стан якості води річки незадовільний, є високий потенційний ризик порушення екологічної рівноваги і подальшої трансформації екосистеми річки.

Розроблення адекватної та надійної управлінської стратегії є ключовим для збереження рівноваги водних екосистем і умов існування гідробіонтів. Проактивні зусилля з управління дадуть можливість мінімізувати ризики для гідроекосистеми і можуть бути менш затратними, ніж реактивні зусилля, що застосовуються лише після виникнення проблем. Попередження трансформації поверхневих вод сприятиме екологічному благополуччю гідроекосистем і збереженню їх біорізноманіття.

Список використаних джерел

- [1] М. Ю. Євтушенко, "Відновна іхтіоекологія як науковий напрям розвитку рибництва внутрішніх водойм України", *Рибогосподарська наука України*, № 3, с. 88-91, 2010.
- [2] П. Я. Пукало, Л. М. Дармограй, Л. Я. Божик, та Н. Я. Васерук, "Актуальність відтворення аборигенної іхтіофауни водойм України", *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. С. Гжицького*, т. 18, № 2 (67), с. 216-218, 2016.
- [3] Ю. Р. Гроховська, "Екологічний резонанс як відгук екосистеми на антропогенний вплив", на *VIII Всеукр. наук.-*

- прат. конф. з міжнар. участю Біологічні дослідження-2017: зб. наук. пр., Житомир, 2017, с. 197-199.
- [4] F. Pletterbauer, A. Melcher, and W. Graf, "Climate change impacts in riverine ecosystems", in *Riverine Ecosystem Management. Science for Governing Towards a Sustainable Future?* J. Schmutz and A. Sendzimir, Eds., Aquatic Ecology Series, Cham, Switzerland: Springer, 2018, vol. 8, pp. 203-223.
- [5] D. L. Hartmann, A. M. G. K. Tank, and M. Rusticucci, "IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis", IPCC, 2014.
- [6] "Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report", European Environment Agency, 2017.
- [7] Dejene W. Sintayehu, "Impact of climate change on biodiversity and associated key ecosystem services in Africa: a systematic review", *Ecosystem Health and Sustainability*, vol. 4, iss. 9, pp. 225-239, 2018.
- [8] Sarahi Nunez, Eric Arets, Rob Alkemade, Caspar Verwer, and Rik Leemans, "Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2 °C enough?", *Climatic Change*, no. 154, pp. 351-365, 2019.
- [9] Як змінюється клімат в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/news/35246.html>. Дата звернення: Лист. 05, 2020.
- [10] Д. Є. Решетняк, "Методи оцінювання антропогенних загроз біорізноманіттю прісноводних екосистем", *Вісник Дніпропетровського університету. Серія: геологія, географія*, т. 25, вип. 19, с. 71-79, 2017.
- [11] Л. О. Герасимчук, Р. А. Валерко, та Л. І. Гребенчук, "Державний контроль за випадками масового замору риби на водоймах Житомирської області", *Водні біоресурси та аквакультура*, № 2, с. 6-20, 2018.
- [12] Й. В. Гриб, О. М. Климнюк, І. Ю. Бузевич, та М. А. Михальчук, "Особливості формування кисневого режиму заморних водойм, складу аборигенної іхтіофауни в підлідний період і її відновлення", *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Сільськогосподарські науки*, вип. 1 (69), с. 133-152, 2015.
- [13] О. В. Рибалова, та С. В. Белан, "Аналіз причин виникнення надзвичайних ситуацій масової загибелі риби в Харківській області", *Східно-Європейський журнал передових технологій*, № 6/10 (60), с. 17-21, 2012.
- [14] О. В. Степова, та В. В. Рома, "Аналіз впливу змін кліматичних умов на кисневий режим річки Псел", *Вісник Полтавської державної аграрної академії*, № 2, с. 113-119, 2018.
- [15] В. К. Хільчевський, С. М. Курило, С. С. Дубняк, В. М. Савицький, та М. Р. Забокрицька, *Гідроекологічний стан басейну річки Рось*: монографія. Київ: Ніка-Центр, 2009.
- [16] Водні ресурси в басейні річки Рось. Басейнове управління водних ресурсів річки Рось. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://rovrosi.gov.ua/vodni-resursi-v-basejni-richki-ros.html>. Дата звернення: Лист. 05, 2020.
- [17] Методика розрахунку збитків, заподіяних рибному господарству внаслідок порушення правил рибальства та охорони водних живих ресурсів: Наказ 12.07.2004 № 248/273. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-04>. Дата звернення: Лист. 06, 2020.
- [18] Дані моніторингу вод та ґрунтів Черкаського РУВР Дніпровського БУВР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://openenvironment.org.ua/water/>. Дата звернення: Лист. 03, 2020.
- [19] А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко та ін., *Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями*. Харків: УкрНДІЕП, 2012.
- [20] Організація та здійснення спостережень за забрудненням поверхневих вод (в системі Мінекоресурсів) КНД211.1.1.106. Київ, 2003.
- [21] O. Rybalova, and S. Artemiev "Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 5, iss. 10 (89), pp. 67-76, 2017.
- [22] Про фосфати, фосфонати та проблеми забруднення водойм в Україні. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.davr.gov.ua/pro-fosfati-fosfonati-ta-problemi-zabrudnennya>

- vodojm-v-ukraini. Дата звернення: Лист. 16, 2020.
- [23] Nutrients in freshwater in Europe. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/nutrients-in-freshwater/nutrients-in-freshwater-assessment-published-9>. Дата звернення: Лист. 16, 2020.
- [24] The Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD): Council Directive 91/271/EEC concerning urban waste-water treatment. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0271>. Дата звернення: Лист. 16, 2020.
- ### References
- [1] M. Yu. Yevtushenko, "Restorative ichthyology as a scientific direction of fish farming development of inland waters of Ukraine", *Rybohospodarska nauka Ukrainy*, no. 3, pp. 88-91, 2010. [in Ukrainian].
- [2] P. Ya. Pukalo, L. M. Darmohray, L. Ya. Bozhyk, and N. Ya. Vaseruk, "Topicality of native fish fauna reproduction of Ukraine reservoirs", *Naukovyi visnyk LNUVMBT im. S. Gzhyskoho*, vol. 18, no 2 (67), pp. 216-218, 2016. [in Ukrainian].
- [3] Ju. R. Grohovs'ka, " Ecological resonance as a response of the ecosystem to anthropogenic impact", in *VIII All-Ukr. Sci.-Pract. Conf. with Int. Participation Biological research-2017*: coll. of sci. works, Zhytomyr, 2017, pp. 197-199. [in Ukrainian].
- [4] F. Pletterbauer, A. Melcher, and W. Graf, "Climate change impacts in riverine ecosystems", in *Riverine Ecosystem Management. Science for Governing Towards a Sustainable Future?* J. Schmutz and A. Sendzimir, Eds., Aquatic Ecology Series, Cham, Switzerland: Springer, 2018, vol. 8, pp. 203-223.
- [5] D. L. Hartmann, A. M. G. K. Tank, and M. Rusticucci, "IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis", IPCC, 2014.
- [6] "Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report", European Environment Agency, 2017.
- [7] Dejene W. Sintayehu, "Impact of climate change on biodiversity and associated key ecosystem services in Africa: a systematic review", *Ecosystem Health and Sustainability*, vol. 4, iss. 9, pp. 225-239, 2018.
- [8] Sarahi Nunez, Eric Arets, Rob Alkemade, Caspar Verwer, and Rik Leemans, "Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2 °C enough?", *Climatic Change*, no. 154, pp. 351-365, 2019.
- [9] How the climate in Ukraine is changing. [Online]. Available: <https://mepr.gov.ua/news/35246.html>. Accessed on: Lyst. 05, 2020.
- [10] D. Ye. Reshetniak, "Methods for assessing anthropogenic threats to freshwater ecosystems biodiversity", *Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Seriya: heolohiia, heohrafiia*, vol. 25, iss. 19, pp. 71-79, 2017. [in Ukrainian].
- [11] L. O. Herasymchuk, R. A. Valerko, and L. I. Hrebenchuk, " State control over cases of mass slaughter of fish in reservoirs of Zhytomyr region", *Vodni bioresursy ta akvakultura*, no. 2, pp. 6-20, 2018. [in Ukrainian].
- [12] Y. V. Hryb, O. M. Klymniuk, I. Yu. Buzevych, and M. A. Myhalchuk, " Features of formation of an oxygen mode of fish fatigue reservoirs, structure of aboriginal ichthyofauna in the subglacial period and its restoration", *Visnyk Natsionalnoho universytetu vodnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia. Silskohospodarski nauky*, iss. 1 (69), pp. 133-152, 2015. [in Ukrainian].
- [13] O. V. Rybalova, and S. V. Bjelan, "Analysis of the causes of emergencies of mass death of fish in the Kharkiv region", *Shidno-Jevropejs'kyj zhurnal peredovyh tehnologij*, no. 6/10 (60), pp. 17-21, 2012. [in Ukrainian].
- [14] O. V. Stepova, and V. V. Roma, "Analysis of the influence of changes in climatic conditions on the oxygen regime of the river Psel", *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, no. 2, pp. 113-119, 2018. [in Ukrainian].
- [15] V. K. Khilchevskiy, S. M. Kurylo, S. S. Dubniak, V. M. Savytskyi, and M. R. Zabokrytska,, *Hydroecological condition of the Ros river basin*: monograph. Kyiv: Nika-Tsentr, 2009. [in Ukrainian].
- [16] Water resources in the basin of the river Ros. Basin management of water resources of the river Ros. [Online]. Available: <https://rovrosi.gov.ua/vodni-resursi-v>

- basejni-richki-ros.html. Accessed on: Nov. 05, 2020.
- [17] Methods for calculating the damage caused to fisheries due to violations of the rules of fisheries and protection of aquatic living resources: Order 12.07.2004 № 248/273. [Online]. Available: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-04>. Accessed on: Nov. 06, 2020.
- [18] Water and soil monitoring data of Cherkasy Regional Department of Internal Affairs of Dniprovsky District Department of Internal Affairs. [Online]. Available: <http://openenvironment.org.ua/water/>. Accessed on: Nov. 03, 2020.
- [19] A. V. Grycenko, O. G. Vasenko, G. A. Vernichenko et al., *Methods of ecological assessment of surface water quality by relevant categories*. Harkiv: UkrNDIEP, 2012. [in Ukrainian].
- [20] Organization and implementation of observations of surface water pollution (in the system of the Ministry of Energy and Natural Resources) KND211.1.1.106. Kyiv, 2003. [in Ukrainian].
- [21] O. Rybalova, and S. Artemiev "Development of a procedure for assessing the environmental risk of the surface water status deterioration", *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, vol. 5, iss. 10 (89), pp. 67-76, 2017.
- [22] About phosphates, phosphonates and problems of water pollution in Ukraine. [Online]. Available: <https://www.davr.gov.ua/pro-fosfati-fosfonati-ta-problemi-zabrudnennya-vodojm-v-ukraini>. Accessed on: Nov. 16, 2020.
- [23] Nutrients in freshwater in Europe. [Online]. Available: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/nutrients-in-freshwater/nutrients-in-freshwater-assessment-published-9>. Accessed on: Nov. 16, 2020.
- [24] The Urban Waste Water Treatment Directive (UWWTD): Council Directive 91/271/EEC concerning urban waste-water treatment. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31991L0271>. Accessed on: Nov. 16, 2020.

O. O. Myslyuk, Ph.D., associate professor,
e-mail: o.mysliuk@chdtu.edu.ua

O. M. Khomenko, Ph.D., associate professor,
O. V. Yehorova, Ph.D.

Cherkasy State Technological University
Shevchenko Blvd, 460, Cherkasy, 18006, Ukraine

CURRENT NATURAL AND ANTHROPOGENIC THREATS TO ECOLOGICAL WELL-BEING OF FRESHWATER ECOSYSTEMS

The hydroecological situation on many water bodies on the territory of Ukraine has significantly deteriorated in recent decades, resulting in imbalances in hydroecosystems, deterioration of water quality, reduction of fish diversity and degradation of its physiological condition. In the light of the growing anthropogenic pressure on the environment, it is especially important to study the current state of water bodies to maintain ecological balance and ensure the sustainability of their use and to develop the water protection strategies. In order to comprehensively assess the ecological situation on water bodies of Ukraine for effective management of water protection activities on the example of the Ros river, the current state of the river basin, its hydrochemical characteristics over the past 28 years have been analyzed, the dynamics of average annual air temperature in the region has been studied, the water quality indicators by ecological and hygienic criteria have been calculated. The losses caused to fisheries during the mass slaughter of fish in August 2018 have been calculated. It is shown that both natural (climate change) and anthropogenic (high river control, specific features of the Stebliv Reservoir dam, high plowing of the river basin, systematic entry of pollutants into the

aquatic environment from municipal and industrial enterprises and wastewater from agricultural lands) factors are the main reasons for the transformation of the aquatic ecosystem. For the first time, the ecological risk of affecting the well-being of the aquatic ecosystem of the Ros river has been assessed for the long term and it has been shown that the river water quality is unsatisfactory and there is a high risk of further degradation of the hydroecosystem. The greatest potential ecological risk of affecting the ecological well-being in the Ros river, reducing biodiversity and simplifying the trophic structure, comes from nitrogen compounds and polyphosphates. It is necessary to develop an adequate and reliable management strategy for the integrated use of water resources and implementation of proactive measures to minimize the risks of transformation of rivers hydroecosystems, which will contribute to their revival, environmental well-being and conservation of aquatic organisms biodiversity.

Keywords: *surface waters, rivers transformation, ecological index of water quality, pollution index, potential ecological risk.*

Стаття надійшла 11.11.2020

Прийнято 18.12.2020