

**ПРОГНОЗУВАННЯ ВПЛИВУ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ НА ЯКІСНИЙ СТАН
ВОДНОЇ ЕКОСИСТЕМИ РІЧКИ ДНІПРО****Р. В. Пономаренко**Національний університет цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, м. Харків, 61023, Україна. E-mail: prv@nuczu.edu.ua**Л. Д. Пляцук, М. М. Шерстюк**Сумський державний університет
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007, Україна. E-mail: l.plyacuk@ecolog.sumdu.edu.ua**О. В. Третьяков**Харківська державна академія фізичної культури
вул. Клочківська, 99, м. Харків, 61058, Україна. E-mail: mega_ovtr@ukr.net**В. М. Штепа**Київський національний університет технологій та дизайну
вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ, 01011, Україна. E-mail: shns1981@gmail.com

Виконано ретроспективний аналіз даних оперативного контролю показників БСК та розчиненого кисню в воді Дніпра. На підставі ретроспективних даних спостережень 2013-2018 років виявлено тенденції до покращання кисневого режиму водойми – збільшення концентрації розчиненого кисню та зменшення БСК за середньорічними показниками. Це пояснюється зменшенням антропогенного навантаження на басейн водойми через економічний спад у країні. Найбільш доцільним підходом до прогнозування зміни екологічних показників поверхневого вододжерела (на прикладі басейну Дніпра) можна вважати використання двокомпонентної моделі Стритера-Фелпса, а також її модифікації (РК-БСК). Доцільність використання запропонованого методу є простота проведення вимірювань оперативних показників екологічного стану поверхневого вододжерела. Запропоновано підхід та удосконалено математичну модель динаміки кисневих показників екологічного стану поверхневих вод, шляхом введення коригуючих коефіцієнтів, що дозволяє забезпечити високу точність прогнозу екологічного стану водойми. Така модель дозволяє оптимізувати екологічний моніторинг та управління екологічною безпекою водойми. Перевагами проведеного дослідження є можливість оперативної обробки даних моніторингу поверхневих джерел водопостачання.

Ключові слова: басейн Дніпра, екологічний стан, антропогенне навантаження, оцінка якості.

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
НА КАЧЕСТВЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ РЕКИ ДНЕПР****Р. В. Пономаренко**Национальный университет гражданской защиты Украины
ул. Чернышевская, 94, г. Харьков, 61023, Украина. E-mail: prv@nuczu.edu.ua**Л. Д. Пляцук, Н. Н. Шерстюк**Сумской государственной университет
ул. Римского-Корсакова, 2, г. Сумы, 40007, Украина. E-mail: l.plyacuk@ecolog.sumdu.edu.ua**О. В. Третьяков**Харьковская государственная академия физической культуры
ул. Клочковская, 99, г. Харьков, 61058, Украина. E-mail: mega_ovtr@ukr.net**В. Н. Штепа**Киевский национальный университет технологий и дизайна
ул. Немировича-Данченко, 2, г. Киев, 01011, Украина. E-mail: shns1981@gmail.com

Выполнен ретроспективный анализ данных оперативного контроля показателей БПК и растворенного кислорода в воде Днепра. На основании ретроспективных данных наблюдений 2013-2018 годов выявлены тенденции к улучшению кислородного режима водоема - увеличение концентрации растворенного кислорода и уменьшения БСК по среднегодовым показателям. Это объясняется уменьшением антропогенной нагрузки на бассейн водоема из-за экономического спада в стране. Наиболее целесообразным подходом к прогнозированию изменения экологических показателей поверхностного водоисточника (на примере бассейна Днепра) можно считать использование двухкомпонентной модели Стритера-Фелпса, а также ее модификации (ЖК-БСК). Целесообразность использования предложенного метода является простота проведения измерений оперативных показателей экологического состояния поверхностного водоисточника. Предложен подход и усовершенствована математическая модель динамики кислородных показателей экологического состояния поверхностных вод, путем введения корректирующих коэффициентов, позволяет обеспечить высокую точность прогноза экологического состояния водоема. Такая модель позволяет оптимизировать экологический мониторинг и управление экологической безопасностью водоема. Преимуществами проведенного исследования является возможность оперативной обработки данных мониторинга поверхностных источников водоснабжения.

Ключевые слова: бассейн Днепра, экологическое состояние, антропогенная нагрузка, оценка качества.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Безперервна діяльність людини постійно призводить до погіршення якості води і екологічного режиму річкового стоку. Питання охорони водних басейнів річок, а особливо їх раціонального використання – це найбільш актуальне питання сьогодення, що безпосередньо пов'язане з здоров'ям нації в цілому.

Проблема, пов'язана з оцінкою якості води в реальному часі має першочергове значення. Системний аналіз сучасного екологічного стану басейну Дніпра та організації управління охороною і використанням його водних ресурсів дає змогу окреслити коло найбільш актуальних проблем, які потребують розв'язання.

Значення вод басейну Дніпра в забезпеченні водними ресурсами України важко переоцінити, оскільки майже 80% ресурсів господарського водопостачання в Україні, а це дві третини території країни, на якій проживає близько 30 мільйонів людей, припадає саме на води Дніпра. На його берегах розташовані понад півсотні великих міст та промислових центрів, зокрема столиця України – Київ, що визначає його загальнонаціональне значення для країни [1–4].

В [2] розглянуто основні характеристики басейну Дніпра, що визначають його екологічний стан, проведено ретроспективний аналіз якості води річки Дніпро за даними моніторингу водних ресурсів України за останні 10 років (різниця сумарного вмісту аніонів, фосфат іонів PO_4^{3-} , амонію NH_4^+ , відношення BCK_5 до концентрації розчиненого кисню), а також встановлено можливі причини зміни якості води поверхневого джерела.

Виходячи з проведеного аналізу [2, 5], водна екосистема річки Дніпро, як головної водної артерії України, знаходячись під постійним техногенним впливом, має тенденцію до постійного та стійкого погіршення її екологічного стану.

В подальшому зміна екологічного стану поверхневих вод басейну Дніпра в напрямку його покращення не може відбуватися без розробки та запровадження в дію надійної та ефективної моделі прогнозування його екологічного стану.

Розв'язання комплексної проблеми екологічного оздоровлення басейну Дніпра необхідно здійснювати на якісно новому рівні відповідно до радикальних змін характеру природокористування та стратегії розвитку економіки країни і лише шляхом розробки загальнодержавної програми відродження його екологічного стану.

Метою статті є визначення адекватності прогнозної математичної моделі для прогнозування показників кисневого режиму (BCK та PK) в умовах басейну Дніпра на основі класичної моделі Стрітера-Фелпса.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проведення ретроспективного аналізу даних кисневих показників Дніпра;
- перевірка адекватності моделі Стрітера-Фелпса для умов басейну Дніпра.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Проведення ретроспективного аналізу якісного стану води було проведено за даними проб контрольного забору води р. Дніпро в межах Басейнового управління водними ресурсами по 14 постах [2] (рис. 1).

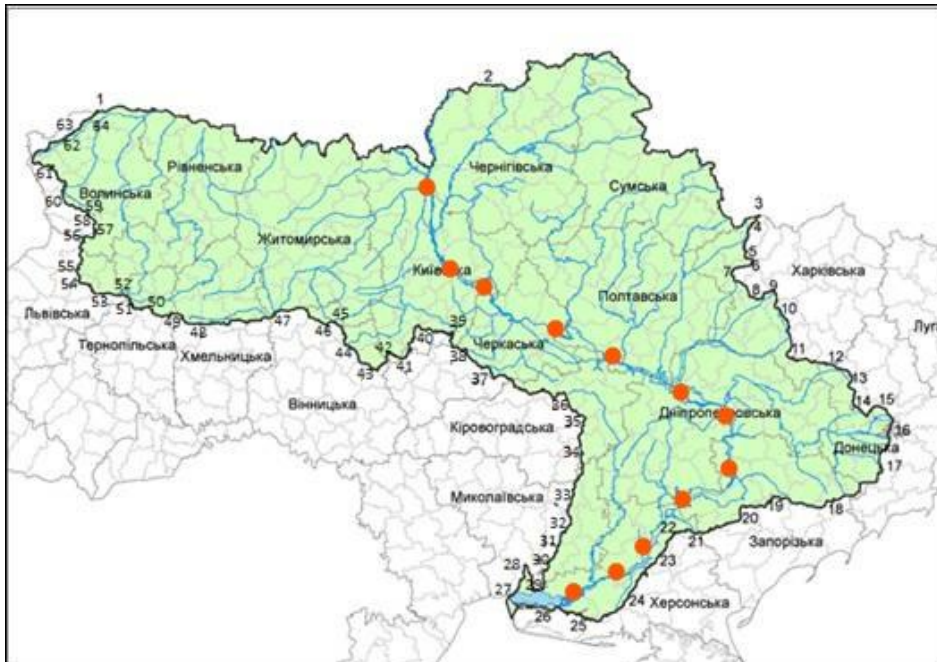


Рисунок – 1 Схематичне розміщення 14 постів контрольного забору води, за даними яких було проведено ретроспективний аналіз даних кисневих показників Дніпра

Дослідження кисневого режиму поверхневих вод басейну Дніпра проводили шляхом ретроспективного аналізу даних моніторингу та екологічної оцінки водних ресурсів України Державного агентства

водних ресурсів України [6, 7] за період з січня 2013 року по січень 2018 року (для BCK_5) та з січня 2015 року по січень 2018 року (для PK). Вихідні дані для дослідження наведені в табл. 1, 2.

Таблиця 1 – Середньорічні значення розчиненого кисню (мг/дм³) на постах заборів води басейну Дніпра

Роки	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	9,68	7,80	7,80	9,20	8,85	9,95	10,19	8,34	8,25	8,00	10,46	8,00
2016	9,53	7,45	9,53	7,57	9,01	9,47	9,46	8,30	7,87	9,20	10,63	9,20
2017	8,68	6,75	8,25	7,58	7,79	9,10	8,74	8,64	8,00	9,23	10,35	9,23
2018	8,83	8,82	9,05	8,79	8,96	8,78	8,48	8,50	7,40	8,53	9,53	8,53

Таблиця 2 – Середньорічні значення БСК₅(мг/дм³) на постах заборів води басейну Дніпра

Роки	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	П8	П9	П10	П11	П12
2013	2,0	2,7	4,2	2,6	2,6	2,0	2,3	2,6	2,8	1,3	1,4	1,3
2014	2,9	3,6	2,4	2,4	3,6	2,1	2,4	2,9	2,8	1,4	1,3	1,4
2015	4,0	3,6	3,1	2,1	4,5	1,8	2,0	2,9	2,8	1,5	1,2	1,5
2016	4,3	4,2	3,3	2,1	3,9	2,4	2,4	2,6	2,9	1,6	1,3	1,6
2017	3,0	5,9	2,9	2,4	4,0	2,4	2,5	3,1	3,0	1,3	1,2	1,3
2018	2,4	6,0	2,4	2,0	3,5	2,2	2,4	3,1	3,5	2,0	1,5	2,0

Внутрішня структура моделі взаємодії РК і БСК визначається множиною $\{S_1\}$ функцій споживання РК і множиною $\{S_2\}$ функцій виробництва / споживання БСК. Аргументами кожної функції, що входять до $\{S_1\}$ і $\{S_2\}$ є РК і БСК (що, в свою чергу, є функціями координат і часу), а також їх похідні та фактори зовнішнього середовища – функції сторонніх джерел і стоків РК і БСК [8].

Виходячи з [8] очевидно, що вирішального впливу на всю еволюцію моделей РК і БСК завдало класичне дослідження Стритера і Фелпса. В роботі наведено припущення, що баланс між концентраціями РК і БСК залежить тільки від двох процесів: реаерації потоку та споживання РК при окисненні (або розпаді) БСК, тобто

$$\{S_1\} = \{-k_1 x_1\} \tag{1}$$

$$\{S_2\} = \{k_2 (C_s - x_2) - k_1 x_1\}$$

де x_1 – концентрація БСК₅, мг/дм³; x_2 – концентрація РК, мг/дм³; C_s – концентрація насичення РК, мг/дм³; k_1 – константа швидкості розпаду БСК₅ (коефіцієнт мінералізації), 1/с; k_2 – константа швидкості реаерації для РК, 1/с.

Після врахування умов для спрощення (стаціонарність водного потоку, функцій S_1 і S_2 для всіх точок річки та рівномірність розподілу x_1 , x_2 по перерізу потоку), тобто $x_1 = x_1(z, t)$, $x_2 = x_2(z, t)$, де z – відстань від джерела скиду вздовж русла річки, t – час, а незалежні змінні z і t зв'язані одне з одним простим співвідношенням: $z = ut$ (тут u – швидкість течії), модель Стритера-Фелпса зводиться до системи звичайних диференціальних рівнянь і набирає наступного вигляду:

$$\begin{cases} u \frac{dx_1}{dz} = -k_1 x_1; \\ \frac{dx_2}{dt} = u \frac{dx_2}{dz} = k_2 (C_s - x_2) - k_1 x_1. \end{cases} \tag{2}$$

Розв'язок цієї системи рівнянь має такий вигляд:

$$\begin{cases} x_1 = x_{1,0} e^{-k_1 z/u} + C_1; \\ x_2 = x_{2,0} e^{-k_2 z/u} + C_s (1 - e^{-k_2 z/u}) + \frac{k_1}{k_2 - k_1} x_{1,0} (e^{-k_2 z/u} - e^{-k_1 z/u}) + C_2; \end{cases} \tag{3}$$

де $x_{1,0}$, $x_{2,0}$ – концентрації, відповідно, БСК₅ і РК у початковій точці, мг/м³; C_1 , C_2 – коригувальні коефіцієнти, введені для підвищення точності прогнозу.

$$C_1 = f(GM), \tag{4}$$

$$C_2 = f(COD/BOD), \tag{5}$$

де $f(GM)$ – функція загального солемісту; $f(COD/BOD)$ – функція, що визначає відношення ХСК до БСК₅.

Видно, вдалині від точки скиду $\lim_{t \rightarrow \infty} x_1 = 0$, тобто вода самоочищується від активних домішок, а $\lim_{t \rightarrow \infty} x_2 = C_s$, тобто вода насичується киснем.

Множники $x_{1,0}$ та $x_{2,0}$ – в рівняннях (3) визначаються експериментально, коефіцієнти k_1 та k_2 невідомі.

Коефіцієнти мінералізації k_1 та реаерації k_2 можуть бути знайдені експериментально за формулами:

$$k_1 = t^{-1} \cdot \ln \frac{x_{1,0}}{x_1}, \tag{6}$$

$$k_2 = \frac{x_{1,0} \cdot k_1 \cdot e^{-k_1 t}}{x_2}. \tag{7}$$

Зміна вмісту розчиненого кисню в воді Дніпра за середньорічними показниками наведена на рис. 2.

На графіку (рис. 2) простежується нечітка тенденція до збільшення розчиненого кисню у воді Дніпра, що може пояснюватися зменшенням антропогенного навантаження на басейн водойми через економічний спад, який спонукала несприятлива економічна ситуація у країні.

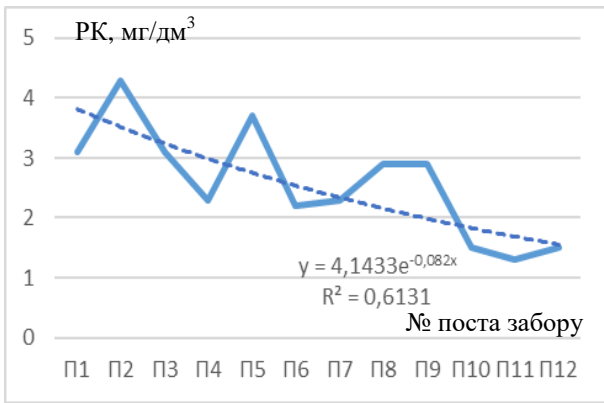


Рисунок 2 – Зміни вмісту розчиненого кисню (мг/дм³) у воді Дніпра за середньорічними показниками 2015–2018 років

Тенденції зміни вмісту БСК₅ у воді Дніпра за середньорічними показниками наведені на рис. 3.

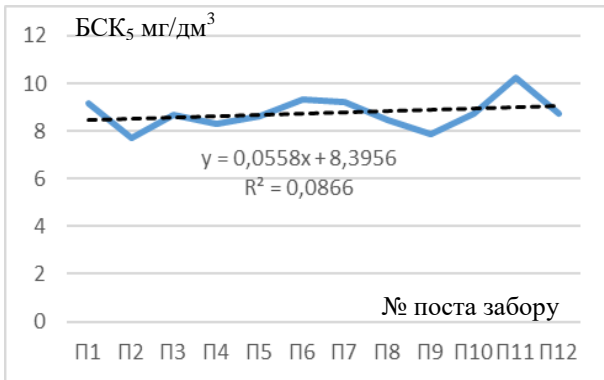


Рисунок 3 – Зміни вмісту БСК (мг/дм³) у воді Дніпра за середньорічними показниками 2013–2018 років

Так само, як у випадку з розчиненим киснем, на графіку спостерігається тенденція до зменшення показника БСК₅ у воді Дніпра, що може пояснюватися зменшенням антропогенного навантаження на басейн водойми через економічний спад, який є наслідком несприятливої економічної ситуації у країні, а також про здатність Дніпра до не значного самоочищення.

Аналіз багаторічних результатів спостереження за екологічним станом Дніпра дозволив встановити, що коригуючий коефіцієнт C_1 (4) залежить від загального вмісту аніонів у воді за законом:

$$C_1 = -0,0002c_1^2 + 0,2719c_1 - 81,922, \quad (8)$$

де C_1 – ΔBCK_5 (різниця БСК₅ вище та нижче місця скиду стічних вод), мг/м³; c_1 – загальний солевміст, мг/м³.

Аналіз багаторічних результатів спостереження за екологічним станом Дніпра дозволив встановити, що коригуючий коефіцієнт C_2 (5) залежить від БСК₅/РК у вигляді

$$C_2 = -0,5542c_2^2 - 0,561c_2 + 2,871, \quad (9)$$

де C_2 – ΔPK (різниця РК вище та нижче місця скиду стічних вод), мг/м³; c_2 – відношення БСК₅/РК.

Таким чином, маючи фактичні дані спостережень за екологічним станом водного об'єкту, виникає можливість обрахувати параметри моделі індикаторних (сигнальних) показників (РК – БСК) у залежності від значень показників вмісту аніонів та відношення БСК₅/РК.

Введення коригуючих коефіцієнтів C_1 і C_2 дозволяють суттєво підвищити надійність прогнозу екологічного стану води поверхневого джерела водопостачання за допомогою запропонованої математичної моделі, що гарантує високу адекватність оперативних рішень управління водними ресурсами.

Для визначення параметрів моделі динаміки кисневого режиму Дніпра, тобто значення коефіцієнтів k_1 (коефіцієнт біохімічного окислення органічних речовин) та k_2 (коефіцієнт реаерації), використовуємо дані таблиць 1–2 та розраховуємо за формулами (6) та (7). В табл. 3 наведені значення коефіцієнтів k_1 та k_2 .

Таблиця 3 – Розраховані значення коефіцієнтів k_1 та k_2

Пост	k_1	k_2
П1	-0,001667	0,00350
П2	0,001725	0,00783
П3	0,001525	-0,01254
П4	-0,002432	-0,01493
П5	0,002658	0,01451
П6	-0,000369	0,00740
П7	-0,001034	0,00311
П8	-0,000150	0,00076
П9	0,003318	0,01135
П10	0,000740	0,00075
П11	-0,000740	0,00064
П12	0,001061	0,0053

Таким чином, вихідними даними для розрахунку коефіцієнтів k_1 та k_2 є усереднені середньорічні значення відповідних показників кисневого режиму за період 2013–2018 р.р.

На підставі розрахованих коефіцієнтів k_1 та k_2 розраховано модельні значення БСК₅ та дефіциту розчиненого кисню. Перевірка адекватності моделі зміни БСК₅ та РК приведена на відповідних графіках (рис. 4 та рис. 5), де зображені криві середньорічних значень показників БСК₅ та дефіциту розчиненого кисню за 2018 рік, значення, змодельовані за класичною моделлю Стритера-Фелпса, при цьому значення, отримані з врахуванням коригуючих коефіцієнтів.

Коефіцієнт кореляції між модельним значенням БСК₅ та фактичним становить (рис. 4) 0,76, а між фактичним значенням та модельним з використанням коригуючого коефіцієнту – 0,94, що можна вважати прийнятним враховуючи досвід попередніх дослідників [9, 10], які вказують на те, що на всі моделі, запропоновані для опису взаємодії РК та БСК₅ впливає факт неточності задання усіх параметрів цієї моделі, отриманих із експерименту (величина похибки може досягати 40 %).

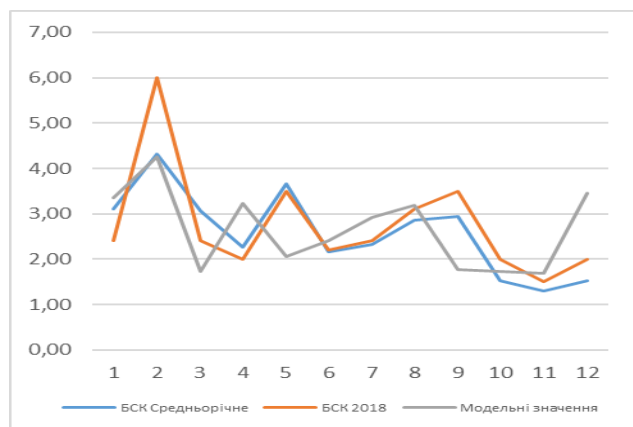


Рисунок 4 – Динаміка змодельованих, середньорічних та фактичних (2018 р.) значень БСК5 (мг/дм³)

Результат моделювання значень розчиненого кисню (рис. 5) показує високий коефіцієнт кореляції – 0,85; за класичною моделлю – 0,71.



Рисунок 5 – Динаміка змодельованих та фактичних (2018 р.) значень розчиненого кисню (мг/дм³)

Перевагами запропонованого підходу є можливість простої та оперативної обробки наявних даних моніторингу поверхневого джерела водопостачання. Використання запропонованої моделі дає змогу проводити розрахунки без застосування спеціальних комп'ютерних програм та профільних навиків.

Як недоліком все ж справедливо буде вказати на обмеженість складових моделі, що можливо може стати предметом подальших досліджень в напрямку визначення оперативних методів контролю зміни екологічного стану поверхневого джерела. Для випадку досягнення мети наших досліджень застосування запропонованої моделі є оправданим.

Основне призначення отриманої моделі – прогноз показників БСК та дефіциту розчиненого кисню за результатами оперативного моніторингу.

ВИСНОВКИ. На основі даних ретроспективного аналізу за 2013–2018 роки проведено аналіз зміни показників БСК та розчиненого кисню Дніпра по 12 постах забору проб. Виявлено тенденції до покращення кисневого режиму річки – збільшення концентрації розчиненого кисню та зменшення БСК за середньорічними показниками. Це можна пояснити зменшенням антропогенного навантаження на басейн водойми через економічний спад у країні. Удосконалено математичну модель динаміки інтеграль-

них показників екологічного стану водойми (модель Стрітера-Фелпса) шляхом доповнення корегуючими коефіцієнтами, що дозволяє з достатньо високою точністю прогнозувати зміну екологічного стану Дніпра. Розраховано параметри k_1 (коефіцієнт біохімічного окислення органічних речовин) та k_2 (коефіцієнт реаерації) моделі Стрітера-Фелпса для умов вод басейну Дніпра.

ЛІТЕРАТУРА

1. Маринич О. М., Шищенко П. Г. Фізична географія України: Підручник. К.: Знання, 2005. С. 128.
2. Визначення якісного стану водної екосистеми річки Дніпро. Р. В. Пономаренко, Є. Д. Слепужніков, Л. Д. Пляцук, І. Ю. Аблєєва, О. В. Третьяков. *Науковий журнал «Екологічна безпека»*. Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. 2019. Вип. № 2(28). С. 52–62.
3. Савчук Д. Екологічні та економічні аспекти функціонування Дніпровських водосховищ. *Екологічний вісник*. 2003. № 5–6. С. 24–26.
4. Сніжко С.І. Оцінка та прогнозування якості природних вод. К.: Ніка-Центр, 2001. 264 с.
5. Bezsonnyi V., Tretyakov O., Khalmuradov B., Ponomarenko R. Examining the dynamics and modeling of oxygen regime of Chervonooskil water reservoir (Дослідження динаміки та моделювання кисневого режиму Червонооскільського водосховища). *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2017. № 5/10 (89). Р. 32–38.
<http://repositsc.nuczu.edu.ua/handle/123456789/5546>
6. Підвищення ефективності прогнозування впливу техногенного забруднення на поверхневі водойми. О. В. Третьяков, В. Л. Безсонний, Р. В. Пономаренко, П. Ю. Бородич. *Проблеми надзвичайних ситуацій: науковий журнал*. Харків: НУЦЗУ, 2019. Вип. 29. С. 61–78.
http://repositsc.nuczu.edu.ua/bitstream/123456789/8881/1/%D0%9F%D0%9D%D0%A1%201_2019.pdf
7. ДСТУ 4808:2007. Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання: на дано чинності наказом Держспоживстандарту України від 05.07.07 р. №144. Офіц. вид. К.: Держспоживстандарт України, 2007. 39 с.: іл. + додатки. (Національний стандарт України).
8. Третьяков О. В., Безсонний В. Л. Основні методи математичного моделювання для методичного забезпечення басейнового підходу в управлінні якістю водних ресурсів. *Системи обробки інформації*. 2016. № 8(145). С. 194–199.
9. Цхай А. А. Математическое моделирование качества воды в проектируемом водохранилище на основе РК-БПК. *Известия Алтайского государственного университета*. Вып. № 1(73). Т. 2/2012. С. 123–126.
10. Михайлов М. Д. Об одной модификации модели Стритера-Фелпса и ее численной реализации с помощью многопроцессорных вычислительных систем. *Вестник Томского государственного университета. Серия: Математика и механика*, 2010, №1(9). С. 39–46.

PREDICTING THE IMPACT OF MAN-MADE POLLUTION ON THE QUALITATIVE STATUS OF THE AQUATIC ECOSYSTEM OF THE DNIEPER RIVER

R. Ponomarenko

National University of Civil Protection of Ukraine
vul. Chernyshevskaya, 94, Kharkiv, 61023, Ukraine. E-mail: prv@nuczu.edu.ua

L. Plyatsuk, N. Sherstyuk

Sumy State University
vul. Rymkoho-Korsakova, 2, Sumy, 40007, Ukraine. E-mail: l.plyacuk@ecolog.sumdu.edu.ua

O. Tretyakov

Kharkiv State Academy of Physical Education
vul. Klochkivska, 99, Kharkiv, 61058, Ukraine. E-mail: mega_ovtr@ukr.net

V. Shtepa

Kyiv National University of Technology and Design
vul. Nemirovich-Danchenko, 2, Kyiv, 01011, Ukraine. E-mail: shns1981@gmail.com

Purpose. The adequacy of the predictive mathematical model for the prediction of oxygen regime in the Dnieper basin conditions was determined on the basis of the classical Striter-Phelps model, by conducting a retrospective analysis of the data of the Dnieper oxygen indices with further verification of the adequacy of the Striter-Phelps model for the Dnieper basin conditions. **Methodology.** A retrospective analysis was conducted according to the data on the control of water intake on the Dnieper within the framework of the Basin Water Management at 12 posts. The analysis was carried out taking into account the requirements of State Standard of Ukraine 4808: 2007. The studies were carried out using a two-component model of Strinter-Phelps, as well as its modification (dissolved oxygen - biological oxygen consumption). Mathematical modeling of the dynamics of oxygen indicators of the ecological status of surface waters, by introducing correction coefficients. **Results.** The analysis of changes in biological oxygen and dissolved oxygen consumption of the Dnieper by 12 sampling posts was carried out. Trends in the improvement of the oxygen regime of the river and a decrease in biological oxygen consumption by annual average were revealed. The mathematical model of the dynamics of the integral indices of the ecological status of the reservoir (the Striter-Phelps model) has been improved by supplementing the correction coefficients, which allows to predict with sufficient accuracy the change of the Dnieper ecological state. The parameters k_1 (coefficient of biochemical oxidation of organic substances) and k_2 (coefficient of reaction) of the Striter-Phelps model for the water conditions of the Dnieper basin were calculated. **Originality.** The study is based on an integrated approach, which includes a retrospective analysis of available data from the State Agency for Water Resources of Ukraine, which takes into account the principles of biodiversity conservation, sustainable use of water resources, management and basins of rivers, monitoring and evaluation of information on their status. **Practical value.** Further consideration of a larger number of components of the model may be the subject of research towards determining operational methods for controlling the change in the ecological status of the surface source. The main purpose of the obtained model is the prediction of biological oxygen consumption and dissolved oxygen deficiency as a result of the operational monitoring of surface water quality. The results of the study can be used in the development and implementation of a reliable and effective model for predicting the ecological status of surface waters, including the Dnieper basin. References 5, tables 3, figures 5.

Key words: Dnieper basin, ecological status, anthropogenic load, quality assessment.

REFERENCES

1. Marinich, O. M., Shishchenko, P. G. (2005), *Fizichna geografiya Ukrayini: Pidruchnik [Physical Geography of Ukraine: Textbook]*, Kyiv, Knowledge, 128 p. [in Ukrainian]
2. Ponomarenko, R. V., Slepuzhnikov, E. D., Plyatsuk, L. D., Ablieva, I. U., Tretyakov, O. V. (2019), "Determination of the qualitative state of the aquatic ecosystem of the Dnieper River", *Scientific journal "Ecological safety": Kremenchuk Mykhailo Ostrogradsky National University*. Iss. 2 (28), pp. 52-62.
3. Savchuk, D. (2003), "Ecological and economic aspects of the functioning of the Dnieper reservoirs". *Ecological Bulletin*. Iss. 5-6, pp. 24-26.
4. Snizhko, S. I. (2001), *Ocinka ta prognozuvannya yakosti prirodnih vod, [Estimation and prediction of natural water quality]*, Kyiv, Nika-Center, 264 p.
5. Bezsonnyi, V., Tretyakov, O., Khalmuradov, B., Ponomarenko, R. (2017), "Examining the dynamics and modeling of the oxygen regime of the Chervonooskil water reservoir". *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Iss. 5/10(89), pp. 32-38.
6. Tretyakov, O. V., Bezsonnyi, V. L., Ponomarenko, R. V., Borodich, P. U. (2019), "Increasing the efficiency of predicting the impact of technogenic pollution on surface water bodies", *Problems of Emergency Situations: Scientific Journal*, Kharkiv: NUCA, Iss. 29, pp. 61-78.
7. The state standard of Ukraine 4808: 2007. Sources of centralized drinking water supply. Hygienic and environmental requirements for water quality and selection rules: issued by the Order of the State Consumer Standard of Ukraine dated 05.07.07 №144. Offic. kind. K.: State Consumer Standard of Ukraine, 2007. 39 p. : il. + apps. (National Standard of Ukraine).
8. Tretyakov, O. V., Bessonnyi, V. L. (2016), "Basic methods of mathematical modeling for methodical provision of basin approach in water quality management", *Information processing systems*. Iss. 8(145), pp. 194-199.
9. Tshai, A. A. (2012), "Mathematical modeling of water quality in a projected reservoir based on PK-BOD", *News of the Altai State University*. Iss.1(73), Vol. 2, pp. 123-126.
10. Mikhailov, M. D. (2010), "On a single modification of the Striter-Phelps model and its numerical implementation using multiprocessor computing systems", *Bulletin of the Tomsk State University. Series: Mathematics and Mechanics*, Iss. 1(9), pp. 39-46.

Стаття надійшла 26.12.2019.