

*Рибалова О.В.**Національний університет цивільного захисту України,
доцент, канд. техн. наук, доцент**Тесленко В.С.**Національний університет цивільного захисту України
Студентка***КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ****COMPREHENSIVE EVALUATION OF SURFACE WATER IN RIVER BASINS***Rybalova O.V.**National University of Civil Defense of Ukraine
PhD, Associate Professor**Teslenko V.S.**National University of Civil Defense of Ukraine
student***АНОТАЦІЯ**

В статті пропонується новий підхід до оцінки стану поверхневих вод річок. Методика оцінювання стану водних об'єктів базується на визначенні показників екологічного стану поверхневих вод, забезпеченості водними ресурсами та спрямованості розвитку процесів в річкових басейнах і раціональності господарського використання їх водозбірної площі. Застосування запропонованої методики дасть змогу прийняти науково обґрунтовані управлінські рішення в галузі водоохоронної діяльності.

АВСТАКТ

In the article a new approach to the assessment of surface water river is proposed. Methods of assessment of water facilities is based on determining of following indicators: ecological status of surface water, availability of water resources and direction of development processes in river basins and rational economic usage of their surface. Application of the proposed methodology will allow to adopt science-based management decisions in water protection.

Ключові слова: річковий басейн, екологічний стан, деградаційні процеси, гідрологічні показники, природоохоронні заходи.

Keywords: river basins, ecological state, degradation processes, hydrological parameters, nature protection measures.

Сучасний стан поверхневих вод вимагає розробки нових інструментів управління водоохоронною діяльністю. Екологічне нормування антропогенного впливу на навколишнє середовище потребує урахування стійкості і регенераційних можливостей екосистем на основі аналізу взаємозв'язку всіх компонентів ландшафтно-географічної системи в цілому і дослідження закономірностей формування, функціонування, а також їх зміни під впливом природних і антропогенних чинників.

Проблемі оцінювання стану поверхневих вод присвячено багато наукових досліджень, в том числі Bronw R. M., Mc. Clelland, Deininger R. A., Ott, W. R., Holling C.S., Sladeczek V. Израель Ю.А., А.В. Гриценко, О.Г. Васенко, Г.А. Верниченко, В.Д. Романенко, В.М. Жукінського, О.П. Оксіюк [2 - 16]. В багатьох країнах світу розроблено класифікації поверхневих вод на основі оцінки їх екологічного стану, але єдиний методичний підхід поки не визначений [3,6,8,9,13,15].

Стаття присвячена удосконаленню методу комплексної оцінки стану поверхневих вод річкових басейнів та визначенню загальних принципів вибору природоохоронних заходів щодо стабілізації розвитку процесів в водних екосистемах.

Підходи до оцінки якості водних об'єктів, що засновані на визначенні гранично - допустимих концентрацій (ГДК), не відображують у необхідній мірі екологічний стан поверхневих вод, тому їх використання не є коректним.

В 1998 році була розроблена екологічна класифікація стану якості поверхневих вод та естуаріїв України і затверджена «Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями» [9]. Відповідно до цієї методики необхідна повнота і об'єктивність характеристики якості поверхневих вод досягається достатньо широким набором показників, які відображають особливості абіотичної і біотичної складових водних екосистем, тому саме такий підхід відповідає змісту поняття «екологічний стан» на відміну від відомих показників ІЗВ (індекс забруднення води) [5] або КЗ (коефіцієнт забруднення) [10], яким притаманний санітарно - гігієнічний підхід і вони визначаються на основі інтеграції кратності перевищення ГДК.

Відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС 2000/60/ЄС [4] приділяти більшу увагу біологічним показникам фахівцями науково – дослідної установи «Український науково – дослідний

інститут екологічних проблем» (УКРДНІЕП) удосконалено методику оцінки екологічного стану поверхневих вод і у 2012 році розроблено проект «Методики оцінки екологічного стану поверхневих вод за відповідними категоріями» [8].

Ця методика була удосконалена наступним чином:

- запропонована нова структура побудови екологічної оцінки, що підвищує роль біологічних показників;
- розширений перелік біологічних показників (гідробіологічні показники водного середовища та донних відкладів);
- враховані окремі регіональні гідрохімічні особливості, шляхом вдосконалення класифікацій найбільш показових географічно детермінованих гідрохімічних показників (з точки зору екологічної оцінки й забезпеченими необхідним обсягом ретроспективної інформації), а саме загальна мінералізація, вміст хлоридів, сульфатів і заліза загально-

Комплекс показників екологічної класифікації якості поверхневих вод включає біологічні, фізико-хімічні та хімічні показники.

До групи біологічних показників входять: гідробіологічні, біохімічні, бактеріологічні та токсикологічні характеристики.

Група фізико-хімічних та хімічних показників включає загальні показники хімічного складу та властивостей поверхневих вод, які характеризують звичайні, властиві водним екосистемам інгредієнти, концентрація яких може змінюватись під впливом антропогенних чинників, а також показники забруднюючих речовин токсичної та радіаційної дії, що найбільш поширені у поверхневих водах України і впливають на функціонування біоценозів.

Крім того, екологічний стан поверхневих вод оцінюється за допомогою показників порушення гідроморфологічних параметрів водних об'єктів.

Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України включає дві супідрядні класифікації, а саме: класифікацію за біологічними показниками та класифікацію за фізико-хімічними і хімічними показниками (рис.1) [8].

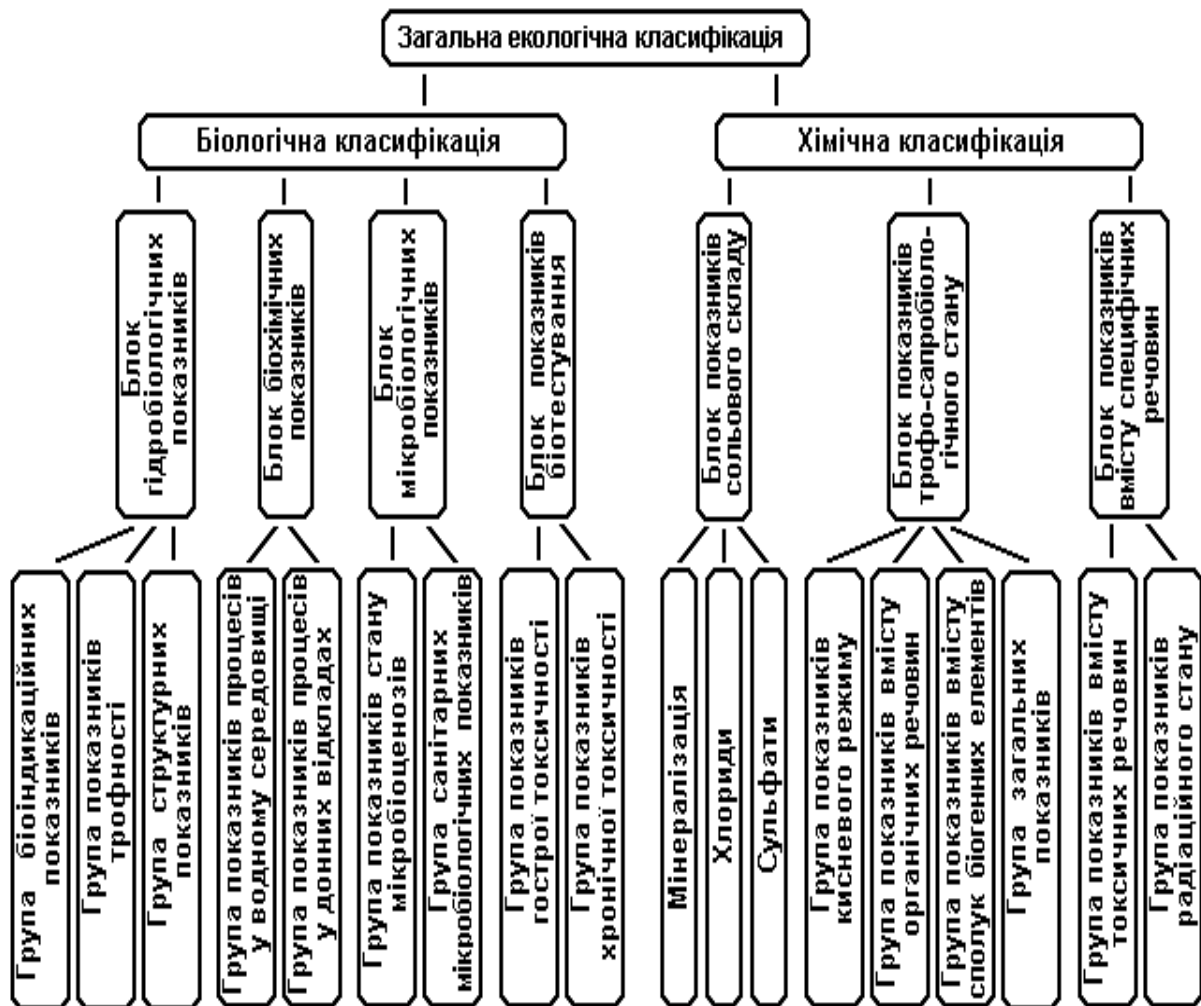


Рисунок 1. Структура екологічної класифікації поверхневих вод [8]

За значеннями групових та блокових індексів якості вод визначається їх приналежність до певного класу та категорії.

Остаточне узагальнення оцінок полягає у визначенні середніх і найгірших значень для двох індексів якості вод, а саме: для біологічного індексу (I_b) та хімічного індексу (I_x).

Екологічний індекс якості вод (I_E) розраховується як середньоарифметичне хімічного (I_X) та біологічного (I_B) індексів [8]:

$$I_E = \frac{2 \tilde{O} + 2 \acute{A}}{2} \quad (1)$$

Екологічний індекс якості вод, як і блокові індекси, обчислюється для середніх і для найгірших значень категорій окремо: $I_{E \text{ серед.}}$ та $I_{E \text{ найгір.}}$.

На процеси формування якості води впливає антропогенне навантаження, кліматичні чинники, ландшафтно-екологічні та фізико-географічні особливості річкових басейнів [1].

До природних чинників впливу на стан водних екосистем відносять зміну кліматичних умов, збільшення температури повітря, зменшення кількості опадів, надзвичайні ситуації природного характеру, що призводить до таких негативних наслідків:

- зміна гідрологічного режиму водного об'єкту;
- погіршення якісного стану водної екосистеми;
- порушення природних умов життєдіяльності гідробіонтів;
- збільшення ймовірності появи чужорідних видів;
- зміна умов потрапляння дифузних джерел забруднення;
- зміна природних ландшафтно – географічних умов формування водозбірної площі річкових басейнів, тощо.

До антропогенних джерел впливу на стан водних екосистем відносять точкові (скидання зворотних вод та водозабір) і дифузні джерела забруднення (поверхневий стік з урбанізованих та сільськогосподарських угідь), розораність, лісистість і залуженість водозбірної площі, надзвичайні ситуації техногенного характеру.

В роботі [11] запропоновано визначити раціональність використання річкового басейну на основі оцінки інтенсивності деградаційних процесів та визначення впливу позитивних і негативних

чинників формування водної екосистеми.

Показник інтенсивності деградаційних процесів, що відбуваються в басейні річки, обчислюється за такими показниками: яругоутворення (O), еродованість земель (E), замуленість (I), заболочення (B) (рис.2).

За методикою [11] окремо обчислюється ступінь негативного впливу антропогенних чинників на розвиток деградаційних процесів у річкових басейнах за показниками розораності (P), урбанізованості (Y), водозабору (B3) та скидів стічних вод (CB) (рис.2).

До “позитивних” чинників стабілізації і поліпшення стану екосистем річкових басейнів відносяться лісистість (L), залуженість (ЛГ), озерність (ПО), показник зміни стоку річки (BI) (рис.2).

Коефіцієнт спрямованості процесів в річкових басейнах (K_n) можна визначати відношенням величини негативного впливу антропогенних факторів на розвиток деградаційних процесів (S_a^-) до величини позитивного впливу природних факторів (S_{ec}^+) [11]:

$$K_n = \frac{S_a^-}{S_{ec}^+}. \quad (2)$$

Показник спрямованості розвитку процесів (Π_{nn}), що відбуваються в басейнах річок під впливом природних і антропогенних факторів, визначається за формулою [11]:

$$\Pi_{nn} = K_n \times S_{np}. \quad (3)$$

На рис.2 представлено загальні принципи оцінювання інтенсивності деградаційних процесів в річкових басейнах та визначення показника спрямованості розвитку процесів, що відбуваються в річкових басейнах під впливом природних і антропогенних чинників.



Рисунок 2 - Загальні принципи визначення раціональності господарського використання річкових басейнів на основі аналізу спрямованості розвитку процесів в їх екосистемах

Якщо $S_a > S_{ec}^+$, то $K_n > 1$, отже, антропогенні фактори впливають на розвиток деградаційних процесів в басейнах річок, що означає нераціональне використання водозбірної площі і водних ресурсів та вимагає опрацювання комплексу природоохоронних заходів на основі аналізу значимо-

сті позитивних та негативних факторів і оцінки їх наслідків.

У відповідності від значення показника спрямованості розвитку процесів ($\Pi_{ин}$), що відбуваються в річкових екосистемах, їм привласнюється клас якості (табл. 1)

Таблиця 1.

Класифікація екологічного стану річкових басейнів за показником спрямованості розвитку процесів

Назва показника	1 клас	2 клас	3 клас	4 клас	5 клас
Показник спрямованості розвитку процесів в басейнах річок ($\Pi_{ин}$)	значний розвиток стабілізаційних процесів	незначний розвиток стабілізаційних процесів	незначний розвиток деградаційних процесів	значний розвиток деградаційних процесів	небезпечний розвиток деградаційних процесів
	<0,01	0,011 - 0,1	0,11 - 1,0	1,1 - 2,0	>2,0

Природні та антропогенні чинники впливають на забезпеченість водними ресурсами, який характеризується показником модуля стоку.

З метою всебічної оцінки екологічного стану річкового басейну пропонується визначати стан водної екосистеми за методикою [8], забезпеченість водними ресурсами за показником модуля стоку, розвиток процесів в річкових басейнах, що відбуваються під впливом природних і антропогенних чинників, а також господарського використання водозбірної площі.

Комплексний підхід до оцінювання екологічного стану поверхневих вод передбачає визначення середньої геометричної змістовно незалежних показників за формулою:

$$S = \sqrt[3]{2\hat{a}\hat{\alpha} \times 2\hat{a}\hat{\delta} \times 2\hat{i}} \quad (4)$$

де

S – комплексний екологічного стану поверхневих вод річкових басейнів, безрозмірна величина;

$I_{ев}$ - індикаторний показник стану водної екосистеми, безрозмірна величина;

$I_{вр}$ - індикаторний показник забезпеченості водними ресурсами, безрозмірна величина;

I_r - індикаторний показник спрямованості розвитку процесів в річкових басейнах, безрозмірна величина.

Відповідно до методики [8] за величиною екологічного індексу (I_e) водним об'єктам привласнюється один з п'яти класів якості, тому індикаторний показник стану водної екосистеми ($I_{ев}$) визначається шляхом інтерполяції з використанням даних табл.2.

Таблиця 2.

Класифікація водотоків за значеннями індикаторного показника стану водної екосистеми ($I_{ев}$) і значеннями екологічного індексу (I_e)

Назва показника	1 – добрий	2 - задовільний	3 - посередній	4 - поганий	5 – дуже поганий
Значення індикаторного показника стану водної екосистеми ($I_{ев}$)	0 – 0,19	0,2 – 0,39	0,4 – 0,59	0,6 – 0,79	0,8 – 1,0
Значення екологічного індексу (I_e)	0-1,0	1,1 – 3,0	3,1 – 5,0	5,1-6,0	6,1-7,0

Індикаторний показник забезпеченості водними ресурсами визначається також шляхом інтерполяції значень відповідно до табл.3.

Таблиця 3.

Класифікація водотоків за значеннями індикаторного показника забезпеченості водними ресурсами ($I_{вр}$) і значеннями модуля стоку

Клас екологічного стану поверхневих вод	1 – добрий	2 - задовільний	3 - посередній	4 - поганий	5 – дуже поганий
Значення індикаторного показника забезпеченості водними ресурсами ($I_{вр}$)	0 – 0,19	0,2 – 0,39	0,4 – 0,59	0,6 – 0,79	0,8 – 1,0
Модуль стоку, л/с *км ²	>15,0	7,1-15,0	3,1-7,0	1,0-3,0	<1,0

Аналогічно визначається індикаторний показник спрямованості розвитку процесів в водних

екосистемах шляхом інтерполяції значень відповідно до табл.4.

Таблиця 4.

Класифікація водотоків за значеннями індикаторного показника спрямованості розвитку процесів в річкових басейнах (I_p) і значеннями показника спрямованості розвитку процесів ($I_{пп}$)

Клас екологічного стану поверхневих вод	1 – добрий	2 - задовільний	3 - посередній	4 - поганий	5 – дуже поганий
Значення індикаторного показника спрямованості розвитку процесів в річкових басейнах (I_p)	0 – 0,19	0,2 – 0,39	0,4 – 0,59	0,6 – 0,79	0,8 – 1,0
Показник спрямованості розвитку процесів в басейнах річок ($I_{пп}$)	<0,01	0,011 - 0,1	0,11 - 1,0	1,1 - 2,0	>2,0

Комплексна оцінка екологічного стану поверхневих вод з урахуванням визначення спрямованості розвитку процесів в річкових басейнах має велике значення для ідентифікації проблемних ситуацій з метою розробки комплексу природоохоронних заходів на основі аналізу раціональності водокористування.

Негативні антропогенні чинники, що впливають на погіршення екологічного стану та гідрологічного режиму річок:

- 1) розораність;
- 2) урбанізованість;
- 3) водозабір;

4) стічні води промисловості, комунального і сільського господарства.

Надмірна розораність виникає внаслідок екстенсивного збільшення орних земель з метою одержання додаткової сільськогосподарської продукції. Саме цей показник є одним з основних негативних чинників, що визначають стан екосистем басейнів річок, бо інтенсивне землеробство без достатніх ґрунтозахисних заходів впливає на зміни водного режиму річок, посилює ерозійні процеси, порушує морфологічну систему та руслові процеси, а вживання мінеральних добрив призводить до вносу їх залишків та збагачення біогенними елементами водних об'єктів.

Заходи до зменшення орних площ:

- 1) встановлення нормативів ріллі відповідно до умов ландшафту і спеціалізації сільськогосподарських підприємств;
- 2) переведення частини ріллі під посіви багаторічних трав у сівозмінах;
- 3) впровадження ґрунтозахисної агротехніки;
- 4) створення сіяних сіножатей і культурних пасовищ на місці віднятої від ріллі земель, залісення малопродуктивних земель.

Урбанізованість також негативно впливає на стан водної екосистеми. Поверхневий стік з урбанізованих територій забруднює водні об'єкти органічними, неорганічними і зваженими речовинами.

Основним заходом щодо зменшення негативного впливу на якісний стан річок є влаштування системи екологічно-безпечного водовідведення.

Водозабір підприємств промисловості, комунального і сільського господарства призводить до виснаження водних ресурсів річок.

Основним заходом щодо зменшення негативного впливу цього чинника на гідрологічний режим річок є створення на підприємствах зворотної системи водокористування та додержання лімітів витрат води.

Скид стічних вод підприємствами промисловості, комунального і сільського господарства є одним з найбільш значних негативних чинників, бо забруднюючі речовини, що поступають до водних об'єктів зі стічними водами, значно погіршують гідрологічний та гідрохімічний режим річок.

Заходи до зменшення негативного впливу скиду стічних вод:

- 1) впровадження на промислових підприємствах передових технологій, які зменшують утворення відходів, викидів та скидів;
- 2) будівництво очисних споруд на підприємствах, у житловому господарстві, на тваринницьких комплексах;
- 3) економне застосування добрив і інших хімічних засобів на сільськогосподарських землях, недопущення їх вимивання.

Вищезгадані антропогенні чинники призводять до розвитку таких деградаційних процесів в басейнах річок:

- 1) еродованість земель;
 - 2) деградація рослинного покриву, в тому числі зменшення лісистості;
 - 3) заболоченість через порушення природного дренажу;
 - 4) замуленість річок.
- Еродованість розділяють на:
- а) площинну поверхневу ерозію;
 - б) лінійну глибинну ерозію.

Заходи щодо зменшення площинної поверхневої ерозії:

- 1) впровадження ґрунтозахисної агротехніки;
- 2) ґрунтозахисне землевпорядження: протиерозійне розташування меж, ґрунтових шляхів, розмірів і конфігурацій полів і угідь;
- 3) обвалування ерозійно небезпечних полів і схилів.

Заходи щодо зменшення глибинної ерозії:

- 1) обвалування вершин ярів;
- 2) встановлення гідротехнічних споруд: лотків і водоскидів;
- 3) створення донних простих гідротехнічних споруд – плетених загат для попередження донних глибинних розливів;
- 4) вирощування в гирлах ярків і балок мулофільтрів із простих посадок чагарникових верб;
- 5) терасування укосів ярів і балок, вирощування лісових насаджень на терасах;
- б) виположування крутих укосів з наступним залісенням їх або засівом трав.

Заходи щодо зменшення деградації рослинного покриву:

- 1) припинення надмірного випасу худоби:
 - а) створення культурних пасовищ із затінковою системою;
 - б) заборона випасу худоби в заплавах річок і на крутих схилах;
- 2) використання заплавних луків тільки як сіножатей;
- 3) вирощування водоохоронних лісонасаджень, прибалкових і приружних лісосмуг.

Заходи щодо зменшення заболоченості:

- 1) відновлення природного дренажу;
- 2) розчищення берегів річок і бокових приток від заростей рослинності, що заважає нормальному проходженню стоку;
- 3) розчищення берегів від підмитих і впалих дерев, які призводять до руйнування берегів.

Комплекс заходів щодо раціонального використання водних ресурсів для кожної річки визначається, виходячи з її ландшафтних, гідрологічних і гідрохімічних особливостей, а також потреб водокористувачів.

Визначення комплексу природоохоронних заходів без аналізу раціональності господарського використання водозбірної площі водотоків на основі оцінки впливу негативних чинників, що прискорюють розвиток деградаційних процесів та позитивних чинників, які спроможні призвести до стабілізації та покращення екологічного стану річкових басейнів, є затратним та малоефективним.

Список літератури

1. Васенко О. Г. Аналіз значимих факторів впливу на якісний стан вод річки Оскіл (Україна) / О. Г. Васенко, О. В. Рибалова, О. В. Козловська // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. — 2016. — № 3/10 (81). — С. 48-55
2. Васенко О. Г., Верніченко Г. А. Комплексне планування та управління водними ресурсами. — Київ: Інститут географії НАН України, 2001. — 367 с.
3. Верніченко А. А. Классификации поверхностных вод, основывающиеся на оценке их качественного состояния. // В кн.: *Комплексные оценки качества поверхностных вод*. Л., 1984. — С. 14-24
4. Водна Рамкова Директива ЄС 2000/60 ЄС. Основні терміни та їх визначення. EU Water

Framework Directive 2000/60 EC Definitions of Main Terms – Київ, 2006 – 240с

5. Временные методические указания по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям – М., 1986. –28с.

6. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія [Текст] / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв, та ін. Х: НУГЗУ, 2015. – 419с

7. Израэль Ю. А. Гидробиологическая служба наблюдений и контроля поверхностных вод в СССР / Ю. А. Израэль, Н. К. Гасилина, В. А. Абакумов // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям. – Обнинск: Гидрометеиздат, 1976. – 8 с

8. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Електронний ресурс]: проект / А. В. Гриценко, О. Г. Васенко, Г. А. Верніченко [та ін.]. – Режим доступу: http://www.niiper.kharkov.ua/sites/default/files/metodika_2012_14_0.doc

9. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями [Текст] /

В. Д. Романенко, В. М. Жукинський, О. П. Оксіюк та ін. – К. : Символ–Т, 1998. – 28 с

10. Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязнения природных вод — коэффициента загрязнения. / ВНИИВО. – Харьков, 1982. – 30 с

11. Рибалова О.В. Оцінка спрямованості процесів стану екосистем малих річок [Текст] / О.В. Рибалова, С.В. Анісімова, О.В. Поддашкін // Вісн. Междунар. Славянського ун. –та. - Харьков, 2003. – Т. VI, № 1. – С.12-16

12. Bronw, R. M., Mc. Clelland, Deininger, R. A. and Tozer, R. C. (1970). Water Quality Index — Do We Dare?. *Water Sewage Works*, (10), pp.339–343..

13. Holling C.S. Resilience and Stabiliti of ecological systems // NASA Res.Rep. Luxemburg, 1973, P.1-44

14. Ott, W. R. (1972). *Environmental Indices: Theory and Practice*. Ann. Arbor: Sci Publ. Ins., p.371

15. Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // *Ergebn.himnol.*, 1973.- V.7.-P.1-128

16. US EPA, (1976). *Quality criteria for water*. p.501