

УДК 543.3

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕГРАЛЬНИХ ІНДЕКСІВ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ЯК СКЛАДОВОЇ КОМПЛЕКСНОЇ ГЕОЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ АКВАТОРІЙ*Андрусяк Н.С.**Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

Проведено гідроекологічний аналіз якості поверхневих вод (деяких малих річок) застосовуючи інтегральні індекси та критерії. Визначено ділянки малих річок де присутнє значне забруднення як специфічними хімічними компонентами. Рекомендовано використовувати загальні інтегральні індекси та критерії у комплексному аналізі екологічного стану поверхневих вод на територіях підвищеної екологічної небезпеки.

Ключові слова: якість поверхневих вод, інтегральні індекси та критерії, рівень забруднення.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Під час проведення гідрохімічного аналізу поверхневих вод найбільші труднощі виникають із інтерпретацією результатів вимірювань хімічних компонентів для оцінки якості води певного водного об'єкта. Сьогодні визначення якості води полягає у порівнянні реальних значень компонентів із установленими нормами ГДК. Однак під час аналізу великої кількості хімічних компонентів досить складно виявити тенденції забруднення водойм та оцінити їх якість, оскільки механізми взаємодії різних хімічних елементів у повному обсязі не відображено. Тому дедалі більшого визнання набувають методи оцінки якості води із застосуванням інтегральних показників, зокрема відповідних індексів і критеріїв забруднення [2].

Формулювання цілей статті. Основною метою даної статті було визначення екотоксикологічного стану деяких малих річок Передкарпатської нафтогазоносною провінції шляхом використання інтегральних індексів забруднення поверхневих вод.

Виклад основного матеріалу. Дослідження проводили в межах Передкарпатської нафтогазоносною провінції, яка належить до Західного нафтогазоносного регіону України. Розташована на південному заході України у межах Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей. Поблизу нафтогазоносних родовищ протікають малі річки, потенційними забруднювачами яких, ймовірно, є нафтовидобувні підприємства. Для проведення екотоксикологічних досліджень нами обрано наступні малі річки: Лекече, Стримба, Тисмениця. Останні розміщені в безпосередній близькості від нафтових свердловин, тому їх екологічний стан викликає тривогу. На вищезазначених водних об'єктах визначено наступні створи відбору проб води із урахуванням їх віддаленості від нафтових свердловин: створ № 1 – контроль, на відстані 500 м до нафтової свердловини проти течії річки; створ № 2 – біля нафтової свердловини; створ № 3 – на відстані 500 м після нафтової свердловини за течією річки; створ № 4 – на відстані 1000 м після нафтової свердловини за

течією річки.

Екотоксикологічний стан річок обчислювали із використанням інтегральних кіндексів забруднення наведених у таблиці 1.

Індекс забруднення водойм (ІЗВ) характеризує ступінь забруднення води у відповідному створі спостережень. Основна умова використання ІЗВ – наявність у групі хімічних компонентів, за якими аналізується якість води, показників кисневої групи – БСК та O_2 . Значна перевага у використанні цього індексу полягає у невеликій кількості хімічних показників, за якими проводиться визначення.

Проведений нами аналіз ІЗВ води засвідчив високий рівень забруднення води у створі моніторингу безпосередньо біля нафтової свердловини: вода в цих створах належить до VII класу якості та класифікується як надзвичайно брудна (табл. 2).

Нижче за течією річки, на віддалі 500 м після нафтової свердловини, якість води малих річок поліпшується і класифікується як дуже брудна (р. Лекече та р. Стримба), а на віддалі 1000 м після нафтової свердловини за течією річки – брудна. Зменшення ІЗВ пов'язано зі зниженням концентрацій хімічних компонентів, з віддаленням досліджуваного створу від нафтової свердловини. Дослідження показали, що за ІЗВ р. Тисмениця залишається достатньо високо забрудненою навіть на відстані 1000 м від нафтової свердловини нижче за течією річки. Вода цієї річки належить до VI класу якості та характеризується як дуже брудна.

Для прогнозування стану водних екосистем, які піддаються хімічному впливу з боку інтенсивної антропопресії, важлива роль належить визначенню рівня токсичного забруднення (РТЗ) [1]. Саме цей показник дозволяє прогнозувати можливі зміни у водоймі. Водойми відповідно належать до певного РТЗ, як за всією сукупністю параметрів, так і у тому випадку, якщо хоча б один із них відповідає конкретному значенню для даного класу. Такий підхід базується на тому, що один токсикант у достатньо високій концентрації може виявляти більш токсичний вплив, ніж їх сукупність.

Для сукупної оцінки РТЗ малих річок ми застосували запропонований Брагінським Л.П. [1]

Таблиця 1

Інтегральні індекси якості води поверхневих вод

№	Назва індексу/критерію якості водою	Характеристика індексу/критерію якості водою
1	Індекс забруднення води (ІЗВ) $IZB = \sum (C_i / ГДК) / n$	C – фактична концентрація (значення) показника; ГДК – гранично допустима концентрація (значення) показника; n – кількість показників.
2	Рівень забруднення води за показником (РТЗ _{ГДК}) $K_i = \frac{C_i}{C_{ГДК}}$	K _i – кратність перевищення ГДК по i-тому інгредієнту; C _i – концентрація i-того інгредієнта у воді водного об'єкта, мг/л; C _{ГДК} – гранично допустима концентрація i-того інгредієнта, мг/л.
3	Самоочисна здатність водою $CC = [(C_0 - C_t) / C_0] \times 100,$	C ₀ – вихідна концентрація токсиканту у створі, мг/дм ³ ; C _t – концентрація у кінце-вому створі через певний проміжок часу t, мг/дм ³
4	РТЗ за показником ЛПШ $РТЗ_{ЛПШ} = \frac{X_1}{ГДК_{X_1}} + \frac{X_2}{ГДК_{X_2}} + \frac{X_3}{ГДК_{X_3}} + \dots + \frac{X_n}{ГДК_{X_n}} \leq 1,$	X ₁ ...X _n – концентрації гідрохімічних параметрів.

Таблиця 2

Індекс забруднення води малих річок в умовах нафтодобування

Створи моніторингу	р. Лекече		р. Стримба		р. Тисмениця	
	ІЗВ	Класи якості води	ІЗВ	Класи якості води	ІЗВ	Класи якості води
Створ № 1	0,2	дуже чиста (I)	0,2	дуже чиста (I)	0,3	чиста (II)
Створ № 2	10,6	надзвичайно брудна (VII)	11,1	надзвичайно брудна (VII)	14,7	надзвичайно брудна (VII)
Створ № 3	7,5	дуже брудна (VI)	9,5	дуже брудна (VI)	12,6	надзвичайно брудна (VII)
Створ № 4	5,3	брудна (V)	5,1	брудна (V)	7,4	дуже брудна (VI)

лімітуючий показник шкідливості (ЛПШ). Оцінка РТЗ_{ЛПШ} води досліджуваних нами малих річок показала, що вода у всіх створах моніторингу належать до гіпертоксичної (табл. 3.).

Гіпертоксичний – найвищий рівень токсичного забруднення. Брагінський Л.П. [1] указує на те, що такий рівень токсичності можна назвати “гіпертоксичністю” та вважає, що такий ступінь забруднення повністю виключає існування водних організмів усіх категорій.

До репрезентативних критеріїв оцінки якості, як індикаторів забруднення належить показник кратності перевищення ГДК, який досить широко використовується в гідрохімічній практиці [4]. Цей показник відрізняється від вищеписаних критеріїв ІЗВ і РТЗ тим, що обчислюється за кратністю перевищень ГДК окремо взятих забруднюючих речовин.

Дослідження показали, що за кратністю перевищення ГДК вода усіх досліджуваних річок за кисневими показниками, належить до низького

рівня забруднення. Отже, можна вважати, що існуючі перевищення норм ГДК за показниками CO₂, БСК₅, ХСК, які були визначені у воді досліджуваних річок Стримба та Тисмениця (табл. 4), нерепрезентативно відображають рівень забруднення води за кратністю перевищення ГДК.

Так, у створі № 2 біля нафтових свердловин якість води характеризується дуже високим рівнем забруднення за вмістом нафтопродуктів у всіх досліджуваних річках. У цих створах кратність перевищення ГДК за даним показником складає 58 – у воді р. Лекече, 60 – у р. Стримба та 90 – у р. Тисмениця (табл. 5).

Вниз за течією річок Стримба та р. Тисмениця, на відстані 500 м від нафтової свердловини, зафіксовано дуже високий рівень забруднення за перевищенням ГДК. Якість води за вмістом нафтопродуктів не відновлюється до низького рівня забруднення навіть на відстані 1000 м нижче нафтової свердловини. Це, імовірно, свідчить про

Таблиця 3

Рівень токсичного забруднення малих річок в умовах нафтодобування

Створи моніторингу	р. Лекече		р. Стримба		р. Тисмениця	
	РТЗ	Х-ка токсичності	РТЗ	Х-ка токсичності	РТЗ	Х-ка токсичності
Створ № 2	84,56	гіпертоксична	89,04	гіпертоксична	117,88	гіпертоксична
Створ № 3	60,12	гіпертоксична	75,77	гіпертоксична	100,82	гіпертоксична
Створ № 4	42,35	гіпертоксична	40,88	гіпертоксична	58,83	гіпертоксична

Таблиця 4

Рівень забруднення малих річок за кратністю перевищення ГДК показників O₂, CO₂, БСК₅, ХСК

Створи відбору проб води	O ₂	CO ₂	БСК ₅	ХСК
р. Лекече				
Створ № 1	0,84 низький	0,27 низький	0,33 низький	0,08 низький
Створ № 2	0,30 низький	0,90 низький	0,73 низький	0,76 низький
Створ № 3	1 низький	0,47 низький	0,67 низький	0,73 низький
Створ № 4	0,53 низький	0,32 низький	0,60 низький	0,62 низький
р. Стримба				
Створ № 1	0,67 низький	0,19 низький	0,47 низький	0,10 низький
Створ № 2	0,38 низький	1,20 низький	1,30 низький	1,01 низький
Створ № 3	0,47 низький	0,85 низький	1,23 низький	0,99 низький
Створ № 4	0,57 низький	0,51 низький	1,0 низький	0,88 низький
р. Тисмениця				
Створ № 1	0,69 низький	0,21 низький	0,53 низький	0,07 низький
Створ № 2	0,15 низький	1,42 низький	1,57 низький	1,36 низький
Створ № 3	0,18 низький	1,27 низький	1,43 низький	1,32 низький
Створ № 4	0,32 низький	1,01 низький	1,30 низький	1,22 низький

порушення процесів самоочищення води під впливом їх високих концентрацій.

Високий рівень забруднення зафіксовано, також, за вмістом амонійного (р.Стримба) та нітритного (р. Лекече, р. Стримба, р. Тисмениця) Нітрогену у створі № 2 – біля нафтової свердловини (табл.5). Іони амонійного Нітрогену – це досить нестійкі сполуки, які швидко окислюються до нітритів і нітратів, тому рівень забруднення досліджуваних річок за цим показником характеризується як середній. Характерне високе забруднення за вмістом нітритного Нітрогену зафіксовано у пробах води на відстані 500 м від нафтової свердловини, вниз за течією річки у воді всіх досліджуваних річок. З віддаленням від

нафтової свердловини рівень забруднення за нітритним Нітрогеном знижується до середнього (р. Стримба та р. Тисмениця), але залишається високим по всій течії річки у воді р. Лекече.

Отже, показник кратності перевищення ГДК характеризує рівень забрудненості малих річок за гідрохімічними показниками і є репрезентативним при підвищенні вмісту гідрохімічних компонентів більше 2 ГДК.

Висновок. Підсумовуючи все вищевикладене, зазначимо, що при застосуванні критеріїв та індексів токсикологічного стану води малих річок у районах нафтодобування найбільш репрезентативні серед досліджених гідрохімічних показників вміст нафтопродуктів, амонійного та нітритного

Рівень забруднення води малих річок за кратністю перевищення ГДК нафтопродуктів та біогенних речовин

Створи відбору проб води	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Нафтопродукти
р. Лекече				
Створ № 1	0,04 низький	0,38 низький	0,01 низький	0,00 низький
Створ № 2	3,80 середній	20,0 високий	0,07 низький	58,00 дуже високий
Створ № 3	2,20 середній	15,0 високий	0,06 низький	40,00 високий
Створ № 4	1,00 низький	11,25 високий	0,03 низький	28,00 високий
р. Стримба				
Створ № 1	0,28 низький	0,25 низький	0,00 низький	0,00 низький
Створ № 2	12,60 високий	12,50 високий	0,05 низький	60,00 дуже високий
Створ № 3	8,20 середній	10,0 високий	0,03 низький	54,00 дуже високий
Створ № 4	6,40 середній	7,50 середній	0,03 низький	24,00 високий
р. Тисмениця				
Створ № 1	0,06 низький	0,63 низький	0,01 низький	0,00 низький
Створ № 2	5,80 середній	17,50 високий	0,09 низький	90,00 дуже високий
Створ № 3	4,80 середній	13,75 високий	0,07 низький	78,00 дуже високий
Створ № 4	2,20 середній	8,75 середній	0,04 низький	44,00 високий

нітрогену. Переваги екологічної діагностики із застосуванням індексів та критеріїв очевидні. Однак недоліком цього підходу є те, що всі вони засновані на порівнянні із ГДК. Водночас існує велика кількість поллютантів, токсичність яких проявляється при перевищенні ГДК в 0,5 - 1,5 разу. Тому вважаємо за необхідне, для оцінки якості води малих річок у районах нафтодобування застосувати критерії та індекси у поєднанні з оцінкою стану екосистеми вцілому.

Список літератури

1. Брагинский Л.П. Некоторые принципы классификации пресноводных экосистем по уровням токсической загрязненности / Л.П. Брагинский // Гидробиол. журн. – 1985. – Т.21, № 6. – С.65-73.
2. Малі річки України: довідник / [ред. А.В. Яцика] – Київ: Урожай, 1991. – 295.
3. Никаноров А.М. Гидрохимия / А.М. Никаноров ? Л.: Гидрометеоиздат, 1989. ? 350 [1] с.
4. Сніжко С.І. Репрезентативність показників якості води як індикаторів забруднення / С.І. Сніжко, Т.В. Боднарчук // Гідрологія, гідрохімія і гідро екологія: наук. збірник – 2001. – Т.2. – С. 95–100.

Андрусак Н.С. Использование интегральных индексов загрязнения поверхностных вод как составляющей комплексной геоэкологической оценки акваторий. Проведено гидроэкологический анализ качества поверхностных вод (некоторых малых рек) применяя интегральные индексы и критерии. Определены участки малых рек где присутствует значительное загрязнение как специфическими химическими компонентами. Рекомендуется использовать общие интегральные индексы и критерии в комплексном анализе экологического состояния поверхностных вод на территориях повышенной экологической опасности.

Ключевые слова: качество поверхностных вод, интегральные индексы и критерии, уровень загрязнения

Andrusyak N. The use of integrated indices of surface waters pollution as a part of areas geoecological comprehensive assessment. The hydroecological analysis of surface water quality (some small rivers) using integrated indices and criteria. Defined areas of small rivers where there is significant contamination of a specific chemical components. We recommend using common integrated indices and criteria in the analysis of complex ecological status of surface waters in areas of high environmental hazard.

Key words: quality of surface water, integral indices and criteria pollution.