



УКРАЇНА

(19) UA (11) 11700 (13) U
(51) МПК (2006)
G01N 33/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЕКОЛОГО-ГІГІЄНИЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ УМОВ ВІДТВОРЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВОДО-
ТОКІВ АБО ВОДОЙМ

1

2

(21) u200504566

(22) 16.05.2005

(24) 16.01.2006

(46) 16.01.2006, Бюл. № 1, 2006 р.

(72) Дмитрієва Олена Олексіївна, Верніченко-
Цветков Дмитро Юрійович

(73) Український науково-дослідний інститут еко-
логічних проблем

(57) Спосіб еколого-гігієнічної діагностики умов
відтворення водних ресурсів водотоків або во-
дойм, що включає відбір проб води, шляхом ви-
значення рівнів порушення умов відтворення вод-
них ресурсів за екологічними та гігієнічними
показниками з подальшим узагальненням оцінок
по окремих блоках, що включають органолептичні,
токсикологічні, санітарного режиму та мікробіоло-
гічні показники, з подальшим встановленням об'є-
днаної оцінки з визначенням інтегральних значень,
який **відрізняється** тим, що блок показників сані-

тарного режиму додатково доповнюють визначен-
ням вмісту розчиненого кисню в придонних шарах
водного середовища, вмісту фосфатів окремо в
воді водотоків і/або водойм, біомаси фітопланкто-
ну та вмісту хлорофілу, блок токсикологічних пока-
зників - визначенням антиокислювальної активнос-
ті вод та їх потенційної самоочисної здатності, а
також даними біотестування, блок мікробіологіч-
них показників - характеристиками загальної чисе-
льності бактеріопланктону, чисельності сапрофіт-
ної мікрофлори та зростання виживання ен-
теровірусів, потім оцінюють рівень порушення
умов відтворення як слабкий при значеннях дано-
го показника 1,0-1,5, допустимий - при значеннях
показника 1,6-2,0, помірний - при значеннях показ-
ника 2,1-2,5, високий - при значеннях показника
2,6-3,0, дуже високий - при значеннях показника
3,1-4,0.

Корисна модель стосується способів діагнос-
тики умов відтворення водних ресурсів водотоків
або водойм і може бути використана для визна-
чення екологічного стану водних об'єктів - джерел
питного водопостачання, що підпадають антропо-
генному евтрофуванню.

Як відомо, якість питної води централізованих
систем водопостачання залежить від якості води
водних джерел, ефективності технологій водопід-
готовки, санітарного та технологічного стану водо-
проводних мереж.

На теперішній час в Україні більшість водних
об'єктів зазнає значного антропогенного наванта-
ження, що впливає на якість водних ресурсів, а
отже і якість питної води. Особливо небезпечна
ситуація спостерігається в південно-східних регіо-
нах країни.

Екологічна діагностика стану водних об'єктів -
джерел питного водопостачання дуже складна
проблема, яка не має доки однозначного способу
вирішення не тільки в Україні, але і за кордоном.
Це пов'язано з численністю компонентів поверхне-
вих вод, складністю зв'язків між ними, різноманіт-

тям процесів, що відбуваються у поверхневих во-
дах та факторів, які на них впливають.

Одним з найбільш негативних та небезпечних
наслідків антропогенного навантаження на водні
об'єкти є їх евтрофування, яке супроводжується
порушенням екологічної рівноваги водних екосис-
тем та погіршенням умов відтворення водних ре-
сурсів. Особливо складною і в той же час важли-
вою задачею є оцінка якості вод з екологічних і з
гігієнічних позицій, коли спостерігаються різні сим-
птоми порушень.

Відомий спосіб екологічної оцінки якості пове-
рхневих вод шляхом визначення стану вод за гід-
рофізичними, гідрохімічними та гідробіологічними
показниками з подальшим узагальненням оцінок
по окремим блокам, що включають показники со-
льового складу, трофо-сапробні показники, показ-
ники специфічних речовин токсичної і радіаційної
дії та встановлення об'єднаної оцінки з визначен-
ням інтегральних значень [Романенко В.Д., Жукин-
ський В.М., Оксіюк О.П. та ін.. Методика екологіч-
ної оцінки якості поверхневих вод за відповідними
категоріями. - Київ: СИМВОЛ-Т, 1998. - 26с.].

(13) U

(11) 11700

(19) UA

Цей спосіб, на жаль, не припускає врахування гігієнічних показників санітарного стану вод. Крім того він не враховує специфіку процесів антропогенного евтрофування в залежності від гідрологічного типу водного об'єкту.

Відомий спосіб гігієнічної оцінки впливу антропогенного навантаження на якість води водних об'єктів - джерел питного водопостачання, що включає відбір проб води, виконання гідрохімічного і мікробіологічного аналізу їх складу та визначення ступеню забруднення вод за допомогою індексу забруднення [Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения - СанПиН №4630-88].

Недоліком способу є те, що при його використанні не враховується специфіка порушень, які пов'язані з антропогенним евтрофуванням вод.

В основу корисної моделі поставлено задачу в способі еколого-гігієнічної діагностики умов відтворення водних ресурсів водотоків або водойм шляхом доповнення показників підвищити точність та достовірність виявлення зон зниження якості водних ресурсів та погіршення умов їх відтворення внаслідок антропогенного навантаження на водні екосистеми.

Поставлена задача досягається тим, що в способі еколого-гігієнічної діагностики умов відтворення водних ресурсів водотоків або водойм шляхом визначення рівнів порушення умов відтворення водних ресурсів за екологічними та гігієнічними показниками з подальшим узагальненням оцінок по окремим блокам, що включають органолептичні, токсикологічні, санітарного режиму та мікробіологічні показники, з подальшим встановленням об'єднаної оцінки з визначенням інтегральних значень; згідно з корисною моделлю, блок показників санітарного режиму додатково доповнюють визначенням вмісту розчиненого кисню в придонних шарах водного середовища, біомаси фітопланктону та вмісту хлорофілу; блок токсикологічних показників - визначенням антиокислювальної активності вод та їх потенційної самоочисної здатності, а також даними біотестування; блок мікробіологічних показників - характеристиками загальної чисельності бактеріопланктону, чисельності сапрофітної мікрофлори та зросту виживання ентеровірусів.

Спосіб комплексної еколого-гігієнічної діагностики умов відтворення водних ресурсів за екологічними та гігієнічними показниками дозволяє оцінити характер та інтенсивність процесів, що відповідають за формування складу і властивостей водних ресурсів, оцінити можливість використання поверхневих вод в якості джерел питного водопостачання не тільки в теперішній час, але і в перспективі, виявити зони екологічної небезпеки, а також визначити необхідні водоохоронні заходи.

Спосіб виконують таким чином.

Відбирають проби води, фіто- і бактеріопланктону на дослідних і фонових ділянках водних об'єктів. Відбір проб виконують згідно з діючими нормативними документами. Проби води та фіто- і бактеріопланктону аналізують з використанням стандартних методів хімічного, гідробіологічного, токсикологічного та бактеріологічного аналізу за екологічними і гігієнічними показниками з подаль-

шим узагальненням оцінок по окремим блокам, що включають органолептичні, токсикологічні, санітарного режиму та мікробіологічні показники. Згруповані по блокам щодо кожного наявного показника якості води, вихідні дані піддають подальшій обробці за методами статистичного аналізу та визначають індекс, що характеризує рівень порушення умов відтворення водних ресурсів.

Блок показників санітарного режиму додатково доповнюють визначенням вмісту розчиненого кисню в придонних шарах водного середовища, вмісту в воді фосфатів окремо у водотоках та водоймах, біомаси фітопланктону та хлорофілу, блок токсикологічних показників - визначенням антиокислювальної активності води та її потенційної самоочисної здатності, а також даними біотестування; блок мікробіологічних показників - характеристиками загальної чисельності бактеріопланктону та чисельності сапрофітної мікрофлори, плану виживання ентеровірусів.

Для визначення рівня порушення умов відтворення водних ресурсів використовують еколого-гігієнічну класифікацію водних об'єктів (таблиця 1).

Доповнення блоку показників санітарного режиму визначенням вмісту розчиненого кисню в придонних шарах водного середовища пов'язано з тим, що при евтрофуванні часто у дна водного об'єкту спостерігається дефіцит кисню, що призводить до негативних екологічних наслідків.

Використання в класифікації показника вмісту в воді фосфатів окремо у водотоках та водоймах пояснюється різницею в чутливості до надходження сполук фосфору водних екосистем в залежності від гідрологічного типу вод.

Необхідність використання показників біомаси фітопланктону та хлорофілу пов'язана з тим, що вони найбільш важливі індикатори евтрофування вод.

Доповнення блоку токсикологічних показників визначенням антиокислювальної активності води дозволяє оцінити збалансованість хіміко-біологічних процесів у водному середовищі, а потенційної самоочисної здатності вод - наявність резервів до саморегулювання у водної екосистеми.

Використання в класифікації результатів біотестування дозволяє підвищити об'єктивність оцінки та спростити процедуру її виконання, тому що кількість токсикантів, які надходять до поверхневих вод вимірюється десятками тисяч.

Доповнення блоку мікробіологічних показників характеристиками загальної чисельності бактеріопланктону та чисельності сапрофітної мікрофлори пов'язано з тим, що вони добрі індикатори мікробного забруднення вод та умов відтворення водних ресурсів. Використання в класифікації показника росту виживання ентеровірусів пояснюється його значенням для оцінки гігієнічної безпеки використання водних ресурсів.

Оцінку по окремому блоку здійснюють за формулою:

$$Ob = \frac{\sum_{i=1}^N O_i}{N},$$

де O_i - оцінка за i -м показником в балах;

N - загальна кількість вимірюваних показників у блоці.

Етап визначення об'єднаної оцінки порушення умов відтворення водних ресурсів для певного водного об'єкта в цілому або для окремих його ділянок полягає в обчисленні інтегрального індексу. Значення індексу визначають за формулою:

$$I_n = \frac{O_{орг} + O_C + O_T + O_M}{4}$$

де $O_{орг}$ - оцінка за органолептичними показниками;

O_C - оцінка за показниками санітарного режиму;

O_T - оцінка за токсикологічними показниками;

O_M - оцінка за мікробіологічними показниками.

При слабкому рівні порушень умов відтворення водних ресурсів значення індексу (I_n) дорівнює 1,0-1,5; при допустимому - 1,6-2,0; при помірному 2,1-2,5; при високому - 2,6-3,0; при дуже високому - 3,1-4.

В якості прикладу застосування еколого-гігієнічної класифікації, яка пропонується, можна навести результати визначення умов відтворення водних ресурсів в одному з пунктів водосховища Північна Прорізь проведеного влітку 2002 року. Нижче наводяться результати вимірювань окремих показників якості водних ресурсів (таблиця 2) досліджуваної ділянки та бали оцінки, що їм відпо-

відають.

За підсумком величин окремих показників по блоках, бал оцінки умов відтворення водних ресурсів за органолептичними показниками $O_{орг}$ дорівнює 2,63; за показниками санітарного режиму $O_C = 3,83$; за токсикологічними показниками $O_T = 2,50$; за мікробіологічними показниками $O_M = 4,33$. Тоді інтегральний індекс умов відтворення водних ресурсів (I_n) для дослідженої ділянки водосховища становить.

$$I_n = \frac{2,63 + 3,83 + 2,50 + 4,33}{4} = 3,32$$

Таким чином, рівень порушення умов відтворення водних ресурсів у водосховищі Північна Прорізь може вважатися дуже високим.

Запропонований спосіб дозволяє виконувати еколо-гігієнічну діагностику умов відтворення водних ресурсів водотоків та водойм, ранжувати водні об'єкти за цією характеристикою, з допомогою розробленого індексу, виявити фактори найбільш небезпечні для функціонування водних екосистем - джерел питного водопостачання, відібрати та обґрунтувати комплекс заходів щодо покращення умов відтворення водних ресурсів і зниження негативних наслідків антропогенного евтрофування водних об'єктів.

Таблиця 1

Еколого-гігієнічна класифікація водних об'єктів - джерел питного водопостачання

Показники			Рівень порушення				
			Слабкий	Допу- стами й	Помірний	Високий	Дуже ви- сокий
Органолептичні	Запах, присмак, бали		1	2	3	4	>4
	ГДК орг. (ступень перевищення)		<1	1	4	8	>8
Токсикологічні	ГДК токс. (ступень перевищення)		<1	1	3	10	100
	Антиокислювальна активність води,		<3×10 ⁴ с ⁻¹	3×10 ⁴ , с ⁻¹	3×10 ⁵ , с ⁻¹	3×10 ⁶ , с ⁻¹	>3×10 ⁶ с ⁻¹
	Потенційна самоочисна			126-250	251-500	501-750	>750
	здатність води, %		85-125	84-75	74-50	49-10	<10
	Токсичність води, од токс.		<1	2	4	8	>8
Санітарного ре- жиму	БСК ₂₀ , мг/дм ³	I*	<3	3	6	8	>8
		II*	<6	6	8	10	>10
	Розчинений ки- сень,мг/дм ³	Поверх.	>8	8-6	5-4	3-2	<2
		Придон.	>4	4	3	1	0
	Фосфати, мгР/дм ³	водоток	<0,2	0,2	0,5	1,0	>1,0
		водойм	<0,02	0,04	0,10	0,20	>0,20
	Біомаса фітопланктону, мг/дм ³		<1,0	1,0-2,5	2,6-5,0	5,1-25,0	25,1-50,0
	Хлорофіл "а", мкг/дм ³		<1	1-10	11-50	51-100	>100
Мікробіологічні	ЛКП, млн. кл./дм ³		<0,01	0,01	0,01-0,1	0,1-1,0	>1,0
	Чисельність бактеріопланктону, млн.кл./дм ³		0,5	0,5-1,5	1,6-5,0	5,1-10,0	>10,0
	Чисельність сапрофітів, тис. кл./дм ³		<1,0	1,0-5,0	5,1-10,0	10,1- 100,0	> 100,0
	Ріст виживання ентеровірусів, %		25	50	75	100	>100
Бал порушення			1	2	3	4	5

- наведені значення для водних об'єктів I та II категорії водокористування

Таблиця 2

Блок показників		Показник		Одиниця	Значення	Бал
Органолептичні	Запах			бал	2	2
	Присмак			бал	3	3
	Хлориди			мг/дм ³	21	1
	Сульфати			мг/дм ³	35	1
	Залізо			мг/дм ³	0,51	3
	Мідь			мг/дм ³	0,01	5
	Нафтопродукти			мг/дм ³	0,11	1
	Феноли			мг/дм ³	0,009	5
O _{орг}						2,63
Санітарного режиму O _c	Розчинений кисень	поверхневі. придонні.	мг/дм ³	7,6	2	
			мг/дм ³	2,1	4	
	БСК ₂₀		мгO ₂ /дм ³	15,8	5	
	Фосфати		мгP/дм ³	0,15	4	
	Біомаса фітопланктону		мг/дм ³	20,1	4	
	Хлорофіл "а"		мкг/дм ³	56,4	4	
Токсикологічні	Амонійний азот		мгN/дм	0,29	1	
	Нітрітний азот		мгN/дм ³	0,012	1	
	Нітратний азот		мгN/дм ³	0,14	1	
	Ртуть		мг/дм ³	0,0005	1	
	Марганець		мг/дм ³	0,58	4	
	Свинець		мг/дм ³	0,06	3	
	Цинк		мг/дм ³	0,03	1	
	Нікель		мг/дм ³	0,05	4	
	Ціаніди		мг/дм ³	0,3	3	
	Антиокислювальна активність води		с ⁻¹	3×10 ⁶	4	
	Потенційна самоочисна здатність		% до контролю	45	4	
Токсичність води (виживання Ceriodaphnia)		од.токс.	4	3		
O _{-т}						2,50
Мікробіологічні	Загальна чисельність бактеріопланктону		млн кл/см ³	5,7	4	
	Чисельність сапрофітної мікрофлори		тис. кл/см ³	194	5	
	ЛКП		тис.кл/дм ³	0,2	4	
O _м						4,33
In						3,32