



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 88143

(13) U

(51) МПК

G01N 33/18 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: а 2013 09888

(22) Дата подання заявки: 09.08.2013

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: 11.03.2014

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: 11.03.2014, Бюл.№ 5

(72) Винахідник(и):

Удод Віра Михайлівна (UA),
Яців Марина Юріївна (UA),
Жукова Олена Григорівна (UA)

(73) Власник(и):

Удод Віра Михайлівна,
вул. Грушевського, 3, кв. 40, м. Вишгород,
Київська обл., 07300 (UA)

(74) Представник:

Дроздович Сергій Васильович, реєстр.
№7

(54) СПОСІБ ІДЕНТИФІКАЦІЇ САМОВІДНОВНОЇ ЗДАТНОСТІ РІЧКИ ПРУТ

(57) Реферат:

Спосіб ідентифікації самовідновної здатності річки Прут включає відбір проб води. Використовують гідробіонт-індикатор як параметр самовідновної здатності річки, беруть не менше ніж п'ять гідробіонтів, а відбір проб здійснюють хоча б двічі. Першу пробу відбирають за течією річки вище джерела забруднювання, а другу - нижче джерела за течією річки, причому другу пробу відбирають на відстані 2...32 км від місця першого відбору. В пробах визначають показники хімічного споживання кисню - ХСК $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ та біологічного споживання кисню - БСК $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$, вид гідробіонтів, вираховують коефіцієнт стійкості гідроекосистеми до техногенного навантаження ($K_{\text{ст}}$), індекс сапробності (I_c), а ефективність самовідновної здатності річки ($E_{\text{еф}}$) визначають за заданою формулою.

UA 88143 U

Корисна модель належить до області обробки води, зокрема до екологічного моніторингу гідроекосистем басейнів річок, і може бути використана для екологічної оцінки стану поверхневих вод за допомогою гідробіонтів при виборі джерела централізованого водопостачання, для контролю екологічного стану водойм питного водопостачання, рибогосподарського призначення та інших потреб господарств.

Нині достатньо поширені методи біодіагностики для екологічного контролю стану поверхневих водойм (Сухарев С.М., Чундак С.Ю., Сухарева О.Ю. Основи екології та охорони довкілля. - К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 394 с.) [1]. Біодіагностика - це виявлення причин або факторів змін стану водного середовища на основі видів біоіндикаторів з вузько специфічними реакціями і відношеннями (Дітер Гайнріх, Манфред Гергт. Екологія: dtv-Atlas (наук. редактор перекладу В.В. Серебряков). - К.: "Знання-Прес", 2001) [2]. Вона включає біоіндикацію і біотестування. Біологічний контроль потрібен для вирішення питання біологічної придатності води, можливості її використання для питного водопостачання та рибогосподарського використання. Найширше біоіндикація використовується для оцінки ступеня та характеру забруднення поверхневих вод в природних умовах. А також для біотестування очищених (зворотних) стічних вод перед скидом їх до водойми (Мітрясова О.П. Хімічні основи екології. - Київ-Ірпін: ВТФ "Перун", 1999. – 192 с.) [3].

В основі методу біотестування лежить реагування різних водних організмів на пригнічуючий чи згубний вплив на них екотоксикантів, що потрапляють у воду внаслідок промислового або сільськогосподарського забруднення тощо. Найчастіше для біотестування використовують безхребетних тварин та рибу (Величко І.М. Живі охоронці водойм. - К.: Наукова думка, 1987, 87 с. [4]; Крайнюкова А.Н. Методы биотестирования. РВВ отделения ин-та хим. физики АН СССР. Вод. Черногловка, 1988, 122 с.) [5]. Біотестування, як ми вважаємо, унеможливує визначити зміни параметрів гідроекосистем в умовах техногенного навантаження в лабораторних умовах, а потребує здійснювати дослідження в динамічних умовах поверхневих водойм.

Концепція біоіндикації заснована на адекватному відбитті живими організмами - гідробіонтами умов середовища, в яких він розвивається і на зміну яких відповідним чином і реагує (ушкодження, трансформація гідроекосистем). Тобто, біоіндикатори - це група особин одного виду або угруповань, наявність, кількість або інтенсивність розвитку яких в тому чи іншому середовищі є показником певних природних процесів чи умов навколишнього їх середовища [1-5]. Біоіндикатори для з'ясування таких змін у поверхневих водоймах не використовуються із-за відсутності сучасних підходів визначення параметрів гідроекосистем на дію техногенних навантажень на зміну структурно-функціональних властивостей живих організмів.

Відомий спосіб біотестування води за оцінкою рівня забрудненості акваторії (RU, № 2182332, У01, № 33/18, опубл. 10.06.2002) [6]. Суть способу [6] полягає у вимірюванні продукційного показника (біомаси) у ламінарієвих водоростей в забруднених зонах шельфу Камчатки, який характеризує рівень забруднення води за кількістю утвореної біомаси. Цей показник може бути використано для оцінки рівня забрудненості акваторії, як тест - об'єкт використовують біопродукційний потенціал бурих водоростей.

Недоліком способу [6] є те, що за біопродукційним потенціалом неможливо визначити зміни параметрів гідроекосистем, а відповідно й їх трансформацію (деградацію).

Відомий також спосіб визначення забрудненості водного об'єкта з використання гідробіонтів (RU, № 2326381 С1, опубл. 10.06.2008) [7]. Даний спосіб передбачає біотестування безпосередньо неадаптованими гідробіонтами, які знаходяться у водопроникному контейнері з наступним його встановленням у вододжерелі. Оцінка якості води здійснюють за реакціями тест-об'єктів (Daphnia різних видів).

Основним недоліком способу біотестування [7] є те, що в останньому не передбачено визначення параметрів гідроекосистем в умовах техногенного навантаження з наступною фіксацією рівня деградації водних екосистем. Слід також відмітити, що використання неадаптованої біоти, отриманої в лабораторних умовах, збільшує час проведення дослідів.

Відомий спосіб біотестування шляхом визначення ступеня сапробності (забрудненості) води прісних водойм (RU, № 2123533, МПК С12Q1/04, опубл. 20.12.1998, бюл. 35) [8]. Суть способу полягає в наступному: відбирають пробу води та визначають за допомогою активного ферментного препарату (уреази-карбамідамідогідролази) мікроводоростей рівня сапробності води стосовно кожного виду мікроводоростей в зоні скиду промислових вод сільськогосподарських виробництв. Екологічну оцінку стану вододжерела здійснюють за кінцевим продуктом гідролізу сечовини (основний забруднювач сільськогосподарських стоків) - аміаку та діоксину вуглецю. При цьому як контрольний показник приймають коефіцієнт потенційної активності ферменту уреази - відношення показника активності уреази (мг NH₃ мг/л)

до вмісту аміаку в пробах (мг NH_3 мг/л). Основний висновок реалізації даного способу - визначення гранично допустимого антропогенного навантаження на водну біоту.

Недоліком такого способу [8] біотестування є неможливість за результатами досліджень зробити висновок про ступінь деградації гідроекосистем із-за відсутності даних змін параметрів гідроекосистем в умовах техногенного навантаження з наступною фіксацією рівня деградації гідроекосистем, а також є складність виконання робіт, пов'язана з наявністю фахівців-біохіміків та спеціального обладнання.

Загалом слід відмітити, що основними недоліками відомих способів біотестування [6-8] є неможливість визначення інтенсивності внутрішньоводоймних процесів (самовідновної здатності) за допомогою гідробіонтів-біоіндикаторів. Існуюча в наш час система контролю якості поверхневих вод за допомогою санітарно-гігієнічних показників не дає змогу визначити структурно - функціональні зміни гідроекосистем, що унеможливорює визначити екологічне благополуччя водних об'єктів.

Таким чином, на основі доступних даних науково-технічної та патентної літератури і нормативних документів, можна зробити висновок, що існуючі методи контролю екологічного стану водойм регламентують лише дію нормативно-шкідливого агента (показник ГДК) при біотестуванні і не передбачають визначення структурних параметрів водних екосистем на різних етапах їх розвитку, наприклад, самовідновної здатності гідроекосистем.

Всі ці обставини обумовили розробку інтегральних методів контролю природних вод. Найбільш ефективним заходом, що відповідає цим цілям, є спосіб біоіндикації, за допомогою якого можна встановити зміни, які відбуваються в гідроекосистемі в умовах антропогенного навантаження (деградація гідроекосистеми) при зниженні самовідновної здатності та відгуку на це організмів біоіндикаторів.

В зв'язку із відсутністю в доступній науково-технічній і патентній літературі даних щодо визначення самовідновної здатності води за допомогою методу біоіндикації, в тому числі р. Прут, заявник використав як найближчий аналог спосіб біотестування шляхом визначення сапробності води прісних водойм [8]. З даним способом заявка на технічне рішення, що подається, співпадає тільки у дії вибору проб.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки способу ідентифікації самовідновної здатності річки, основою якого є вибір нових показників самовідновлення річки в умовах постійного техногенного навантаження, значення зміни яких дозволяє підвищити точність та експресивність визначення інтенсивності внутрішньоводоймних процесів, що характеризують рівень екобезпечного розвитку гідроекосистем.

Для вирішення поставленої задачі запропонований спосіб ідентифікації самовідновної здатності р. Прут, що включає відбір проб води, в якому, згідно з корисною моделлю, використовують гідробіонт-індикатор як параметр самовідновної здатності річки, беруть не менше ніж п'ять гідробіонтів, а відбір проб здійснюють хоча б двічі, першу пробу відбирають за течією річки вище джерела забруднювання, а наступну - нижче джерела за течією річки, причому наступну пробу відбирають на відстані 2÷32 км від місця першого відбору, в пробах визначають показники хімічного споживання кисню - ХСК $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ та біологічного споживання кисню - БСК $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, вид гідробіонтів, вираховують коефіцієнт стійкості гідроекосистеми до техногенного навантаження ($K_{\text{ст}}$), індекс сапробності (I_c), а ефективність самовідновної здатності річки - $E_{\text{еф}}$ визначають за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{кр}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot I_c,$$

де:

$N_{\text{кр}}$ - кратність перевищення показників ХСК і БСК щодо ГДК;

$K_{\text{ст}}$ - коефіцієнт стійкості гідроекосистеми до техногенного навантаження;

I_c - індекс сапробності; причому вид вид індикаторів - гідробіонтів визначають із причинно-наслідкових зв'язків в гідроекосистемах в умовах техногенного навантаження.

Особливістю способу, що заявляється, є нове використання гідробіонтів-індикаторів як параметрів процесу самовідновної здатності, що дозволяє запропонувати:

класифікацію стійкості гідроекосистем до техногенного навантаження та класифікацію самовідновної здатності гідроекосистем;

модифікацію способу визначення індексу сапробності (I_c);

визначення екологічної ефективності самовідновної здатності гідроекосистем (рівень трансформації) в умовах техногенного навантаження та відгук (дію) на ці зміни гідробіонтів-індикаторів;

систематизацію та математичну обробку даних.

- 5 Слід відмітити, що відмінністю способу є дія по відборі проб води, визначення в останніх хімічного споживання кисню - ХСК $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$ та біологічного споживання кисню - БСК $\text{мгО}_2/\text{дм}^3$, вид і вміст гідробіонтів. На підставі отриманих показників згідно із вперше запропонованою формулою визначити самовідновну здатність річки з високою точністю і експресивністю. Крім того, ідентифікація самовідновної здатності річки Прут стала можливою за рахунок видової
- 10 толерантності гідробіонтів (індикаторів екологічної витривалості) за умов просторово-часових техногенних змін гідроекосистем.

Спосіб здійснюється наступним чином.

В р. Прут визначають постійні місця відбору проб:

- перша точка (0) - вище населеного пункту (2 км);
- 15 друга точка - в межах населеного пункту (протяжність міста 18,5 км);
- третя точка - нижче населеного пункту (точки на 5 км);
- четверта точка - нижче населеного пункту (500 м нижче організованого скиду зворотних вод).

- 20 Проби води відбирають у кожному випадку досліджень у трьох повторностях у кількості 2 л на відстані 1,5 м від берега та на глибині 1 м.

- Відбір проб та їх дослідження здійснювали у травні та червні в лабораторних умовах. Для гідробіологічних досліджень 1 л води центрифугують, досліджують осад і фільтрат на вміст гідробіонтів та визначають сапробність води. У кожному випадку користуються результатами, котрі були отримані після осереднення даних по трьох пробах. Організми-біоіндикатори
- 25 ідентифікують з використанням методу мікроскопування.

Результати по точках наступні:

- 1 точка - діатомові та зелені водорості, водорості кон'югати, коловертки, гіллястовусі ракоподібні тощо; висока загальна кількість видів, але мале число біоіндикаторів - не менше 5;
- 30 2 точка - синьо-зелені, золотисті та діатомові (травень) водорості, війчасті інфузорії, личинки коловодниць; знижується число видів оксидіантів, але збільшується кількість аноксидіантних організмів, які вже характеризують збільшення рівня забрудненості води;
- 3 точка - діатомові (травень) та золотисті водорості, водорості кон'югати, корененіжки, війчасті інфузорії тощо; число особин дуже різне, велика кількість видів;
- 35 4 точка - незначна кількість діатомових (квітень) та золотистих водоростей, зооглеї, джгутікові, війчасті інфузорії, коловертки тощо; переважають зооглеї та інфузорії, що характеризують високий рівень забрудненості води.

- Змінність гідробіонтів-індикаторів враховується індексами сапробності (I_c) [1]. За умов визначення цього індексу з метою статистичної достовірності щодо змін самовідновної здатності необхідно, щоб в досліджуваній пробі було не менше 10 індикаторних видів організмів із загальним числом біоіндикаторів в полі зору мікроскопа не менше п'яти. Нами запропонований
- 40 такий спосіб визначення I_c :

$$I_c = \frac{\sum_{i=1}^n S \cdot h \cdot q}{\sum_{i=1}^n h \cdot q} \cdot K_{c.зд}, \text{ де}$$

h - частота виду, число біоіндикаторів в одній пробі води;

n - число всіх видів гідробіонтів в пробі води;

- 45 s - визначення в один із чотирьох класів [2] забрудненості води: умовно чиста вода =1; помірно забруднена вода =2; забруднена =3; брудна =4;

$K_{c.зд}$ - коефіцієнт самовідновної здатності гідроекосистем.

- Коефіцієнт самовідновної здатності води р. Прут визначали за показниками БСК_{повн} та ХСК (табл. 1). Методика визначення БСК та ХСК є нормативною та використовується у всіх лабораторіях, які здійснюють гідрохімічні дослідження (Білявський Г.О., Бутченко А.І., Навроцький В.М. Основи екології, теорія та практикум. - К.: Лібра, 2002, 351 с.) [10].
- 50 Відношення БСК_{повн}/ХСК використовують як індикатор здатності водойми до самовідновлення. В дослідках використана розроблена нами класифікація самовідновної здатності води в залежності від її забрудненості. Згідно з даними заявника, і в нашому випадку,

- 55 в межах 0-0,3 відзначається низький рівень самовідновної здатності і фіксується на рівні 60,76 %; в межах 0,3-0,7 - середній рівень самовідновної здатності та дорівнює 35,6 %; при

коефіцієнти самовідновної здатності 0,7-1,0 - високий рівень самовідновної здатності і дорівнює 3,64 %.

- Високий рівень інтенсивності самовідновної здатності стосується проб води, відібраних вище міста (2 км), де заборонено скид організованих зворотних вод. Низький рівень самовідновної здатності води - нижче 500 м скиду стічних вод у річку.

Таблиця 1

Визначення показників рівня забруднення води р. Прут

Точки відбору проб води	Показники (середні значення)		
	(мгО ₂ /дм ³)	хек (мгО ₂ /дм ³)	К _{с.зд}
травень			
I (2 км вище м. Чернівці)	3,30	1,80	1,83
II (в межах м. Чернівці)	3,90	17,00	0,23
III (5 км нижче м. Чернівці)	6,00	24,00	0,25
IV (10,5 км нижче м. Чернівці)	9,60	40,30	0,24
червень			
V (2 км вище м. Чернівці)	5,00	9,30	0,54
VI (в межах м. Чернівці)	6,40	16,00	0,40
VII (5 км нижче м. Чернівці)	9,50	22,70	0,42
VIII (10,5 км нижче м. Чернівці)	13,70	36,50	0,38

Для визначення ефективності самовідновної здатності води р. Прут необхідно визначити:

1. Коефіцієнт стійкості гідроекосистем до техногенного навантаження.

- В дослідях використана запропонована нами класифікація стійкості гідроекосистем відповідно до I_c , а саме:

$0 \leq I_c \leq 0,5$ - гідроекосистема дуже стійка до антропогенного впливу, високий потенціал самовідновної здатності системи;

- $0,5 \leq I_c \leq 1,0$ - гідроекосистема досить стійка до антропогенного впливу, достатній потенціал самовідновної здатності системи;

$1,0 < I_{cm} \leq 5,0$ - гідроекосистема чутлива до антропогенного впливу, низький потенціал самовідновної здатності системи, втрата здатності системи до самовідновлення, початок її деградації;

- $5,0 < I_c \leq 10,0$ - гідроекосистема дуже чутлива до антропогенного впливу, деградація екосистеми, кризовий стан самовідновного механізму.

Для розрахунку значень E_{ef} необхідні значення щодо перевищення БСК та ХСК (табл. 2). Зміна цього показника відбувається в залежності від змін I_c води.

Таблиця 2

Кратність перевищення ГДК

Точки відбору проб води	Показники (середні значення)		Кратність перевищення ГДК	
	БСК	ХСК	БСК	ХСК
травень				
I (2 км вище м. Чернівці)	3,3	1,8	1,47	0,12
II (в межах м. Чернівці)	3,9	17	1,73	1,13
III (5 км нижче м. Чернівці)	6	24	2,67	1,60
IV (10,5 км нижче м. Чернівці)	9,6	40,3	4,27	2,69
червень				
V (2 км вище м. Чернівці)	5	9,3	2,22	0,62
VI (в межах м. Чернівці)	6,4	16	2,84	1,07
VII (5 км нижче м. Чернівці)	9,5	22,7	4,22	1,51
VIII (10,5 км нижче м. Чернівці)	13,7	36,5	6,09	2,43

По результатах досліджень здійснено узагальнення (табл. 3) показників та параметрів екологічного стану певної ділянки р. Прут. Фіксується рівень змін параметрів гідроекосистем, що знаходять відгук (дію) на цю зміну стану води у біоіндикаторів.

- 5 Величини коефіцієнта ($E_{\text{еф}}$) самовідновної здатності річки Прут, згідно з аналізом даних за корисною моделлю, свідчать, що самовідновна здатність річки знижується. Як автори вбачають, для річки Прут на дослідженій ділянці відбулось зниження рівня самовідновної здатності річки, що характеризується підвищенням абсолютної величини $E_{\text{еф}}$ від контрольної точки відбору - 0,375 до четвертої точки відбору - 27.

Таблиця 3

Ідентифікація самовідновної здатності гідроекосистем за допомогою гідробіонтів *

Точка відбору проб	Характеристика стану гідроекосистем (ГЕ)	Модифікований індекс сапробності	Коефіцієнт самовідновної здатності ГЕ	Здатність до самоочищення, %	Гідробіонти в водних екосистемах
1	Інтенсивність техногенного впливу (ІТВ) менше за пристосувальні можливості гідроекосистем (ГЕ): самовідновна здатність не порушена, висока стійкість до техногенного навантаження	0,35-1,0	0,7-1,0	3,64	Діатомові водорості (циклотела, навікула); зелені водорості (кладофора, мікроцеркус, спірогира); інфузорії (вонтіцела небуліфеча)
2	ІТВ знаходиться на межі пристосувальних можливостей ГЕ, самовідновна здатність практично в межах норми	0,75-1,06	0,5-0,7	15,2	Діатомові (сцефанодесмус); синьо-зелені водорості (мікроцистис, афанізомень, анабена); інфузорії (педіаструм вольвокс, анктантродемус, кладофора, вортіцела, конваллярія)
3	ІТВ на гідроекосистемі знаходиться на межі перевищення саморегуляційних здатностей ГЕ; низький самовідновний потенціал	0,75-1,05	0,3-0,5	20,4	Діатомові (сцефанодесмус); синьо-зелені водорості (мікроцистис, осцилаторій, анабена, хламідомонад, сценедесмус, клослідіум)

Продовження таблиці 3

4	ІТВ-значно перевищує компенсаційні можливості гідроекосистем; деградація водних екосистем; кризовий стан самовідновної здатності.	0,1-1,2	0-0,3	60,76	Діатомові (сцифоїди); синьо-зелені (хлорелли, сцифоїди, клорелли, анкетомус); інфузорії (брахіонаус, аскариди, параміції, каудатум)
---	---	---------	-------	-------	---

*- причинно-наслідкові зв'язки між складом гідробіотів в ГЕ, характеристикою стану ГЕ та індексом сапробності, коефіцієнтом самовідновної здатності і здатності до самоочищення.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 1. Спосіб ідентифікації самовідновної здатності річки Прут, що включає відбір проб води, який **відрізняється** тим, що використовують гідробіот-індикатор як параметр самовідновної здатності річки, беруть не менше ніж п'ять гідробіотів, а відбір проб здійснюють хоча б двічі, першу пробу відбирають за течією річки вище джерела забруднювання, а другу - нижче джерела за течією річки, причому другу пробу відбирають на відстані 2...32 км від місця
- 10 першого відбору, в пробах визначають показники хімічного споживання кисню - ХСК $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ та біологічного споживання кисню - БСК $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, вид гідробіотів, вираховують коефіцієнт стійкості гідроекосистеми до техногенного навантаження ($K_{\text{ст}}$), індекс сапробності (I_c), а ефективність самовідновної здатності річки $E_{\text{еф}}$ визначають за формулою:

$$E_{\text{еф}} = \sum_{i=1}^n N_{\text{кр}} \cdot K_{\text{ст}} \cdot I_c,$$

15 де:

$N_{\text{кр}}$ - кратність перевищення показників ХСК і БСК щодо ГДК;

$K_{\text{ст}}$ - коефіцієнт стійкості гідроекосистеми до техногенного навантаження;

I_c - індекс сапробності;

- 20 2. Спосіб за п. 1, який **відрізняється** тим, що вид індикаторів-гідробіотів визначають із причинно-наслідкових зв'язків в гідроекосистемах в умовах техногенного навантаження.

Комп'ютерна верстка І. Мироненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601