



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99580** (13) **U**  
(51) МПК  
**G01N 21/21** (2006.01)ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2015 00058</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Петрук Василь Григорович (UA), Кватернюк Сергій Михайлович (UA), Кватернюк Олена Євгенівна (UA), Петрук Роман Васильович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>05.01.2015</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>10.06.2015</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>10.06.2015, Бюл.№ 11</b>	

**(54) СПОСІБ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО ВИМІРЮВАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ЗА ПАРАМЕТРАМИ ФІТОПЛАНКТОНУ****(57)** Реферат:

Спосіб мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону полягає у відборі проб фітопланктону, визначенні якісного та кількісного складу клітин мікроводоростей, порівнянні отриманих даних з нормованими значеннями. При відборі проб і визначенні якісного та кількісного складу мікроводоростей використовують проточний мультиспектральний телевізійний вимірювальний аналіз частинок фітопланктону неперервної дії, при якому порівнюють зображення частинок у проточній вимірювальній кюветі, отримані на характеристичних довжинах хвиль пігментів фітопланктону, за допомогою мікроскопа та телевізійної CCD-камери з зображеннями з бази даних частинок фітопланктону певних видів у спеціалізованому процесорі у режимі реального часу із застосуванням оптимального класифікатора Байєса з розв'язувальною функцією на основі відстані Махаланобіса. Визначають абсолютну та відносну чисельність частинок фітопланктону кожного з видів, які присутні у пробі, та розраховують індекси Сімпсона та Шеннона, які подають на індикатор.

**UA 99580 U**



Корисна модель належить до галузі оптичного приладобудування, а саме до пристроїв оптико-фізичних вимірювань, і може бути використана для телевізійного вимірювального контролю концентрації частинок фітопланктону, що може бути застосовано для екологічного контролю стану природних водних об'єктів.

5 Відомо спосіб біоіндикації водного середовища, який включає визначення токсичності водного середовища, який відрізняється тим, що для визначення токсичності відбирають з дна водойми проби мікрофітобентосу, досліджують їх, визначають якісний склад та чисельність клітин мікроводоростей, які існують на дні, отримані дані порівнюють з контролем, і наявність відмінностей в сторону зменшення чисельності мікроводоростей чи відсутність їх взагалі  
10 свідчить про присутність токсикантів в водному середовищі (Патент України № 65329, G01N 33/18, 2010, "Спосіб біоіндикації водного середовища").

Недоліком такого способу є відсутність функції автоматизованого розпізнавання частинок мікроводоростей, що ускладнює процедуру визначення якісного складу та чисельності клітин мікроводоростей, що зменшує достовірність контролю екологічного стану водних об'єктів.

15 Найбільш близьким є спосіб ідентифікації фітопланктонних водоростей у пробах води з водних об'єктів, який включає: відбір з водних об'єктів проб води, що містять фітопланктонні водорості, підготовку препарату з кожної проби води на предметному склі та його розміщення під окуляром мікроскопа, виявлення кожного екземпляра фітопланктонних водоростей у цих препаратах, ідентифікацію кожного екземпляра фітопланктонних водоростей за його  
20 належністю до одного з видів цих водоростей, визначення загальної кількості фітопланктонних водоростей кожного виду у кожному препараті, розрахунок кількісних показників, що характеризують розвиток фітопланктонних водоростей в цілому та їх окремих видів у водному об'єкті, який відрізняється тим, що після розміщення в мікроскопі препарату з проби води формують його відеозображення за допомогою відеокамери, приєднаної до оптичної системи  
25 мікроскопа, та вводять це відеозображення в обчислювальне середовище цифрової електронної обчислювальної машини, причому виявлення кожного екземпляра фітопланктонних водоростей виконують шляхом цифрової обробки відеозображення препарату з проби води, після чого для кожного екземпляра фітопланктонних водоростей розраховують геометричні  
30 ознаки форми, інваріантні до масштабування, зсуву та повороту цього екземпляра в площині відеозображення, а ідентифікацію фітопланктонних водоростей виконують за допомогою штучної нейронної мережі, причому кількість входів цієї мережі відповідає кількості геометричних ознак форми, що використовують для ідентифікації, а кількість виходів цієї мережі відповідає кількості видів фітопланктонних водоростей, що вибрані для досліджень та можуть існувати в умовах водних об'єктів, які досліджують, причому для навчання штучної нейронної  
35 мережі використовують тестові відеозображення, що містять фітопланктонні водорості заздалегідь відомих видів, а як простір ознак для ідентифікації використовують розраховані геометричні ознаки форми (Патент України № 88673, G01N 15/14, 2007, "Спосіб ідентифікації фітопланктонних водоростей у пробах води з водних об'єктів").

Недоліком даного способу є те, що він використовує для ідентифікації частинок  
40 фітопланктону геометричні ознаки форми мікроводоростей, які не дозволяють точно визначити вид фітопланктону, що впливає на достовірність екологічного контролю стану водного об'єкта.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення достовірності екологічного контролю стану природних водних об'єктів за параметрами фітопланктону.

45 Поставлена задача вирішується тим, що в способі мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону, який полягає у відборі проб фітопланктону, визначенні якісного та кількісного складу клітин мікроводоростей, отримані дані порівнюють з нормованими значеннями, здійснюють проточний мультиспектральний телевізійний вимірювальний аналіз частинок фітопланктону неперервної дії, при якому порівнюють зображення частинок у проточній вимірювальній кюветі, отримані на  
50 характеристичних довжинах хвиль пігментів фітопланктону, за допомогою мікроскопа та телевізійної CCD-камери з зображеннями з бази даних частинок фітопланктону певних видів у спеціалізованому процесорі у режимі реального часу із застосуванням оптимального класифікатора Байєса з розв'язувальною функцією на основі відстані Махаланобіса, визначають абсолютну та відносну чисельність частинок фітопланктону кожного з видів, які  
55 присутні у пробі та розраховують індекси Сімпсона та Шеннона, які подають на індикатор.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображена структурна схема пристрою, що реалізує спосіб.

Пристрій містить пробу води з частинками фітопланктону 1, насос 2, телевізійну CCD-камеру 3, мікроскоп 4, проточну вимірювальну кювету 5, зливну ємність 6, базу даних частинок

фітопланктону 7, спеціалізований процесор 8, освітлювач 9, блок розрахунку індексів Сімпсона та Шеннона 10, індикатор 11.

Спосіб здійснюється наступним чином.

1. Відбирають з водного об'єкта пробу води 1, що містить частинки фітопланктону. За допомогою насосу 2 вода з частинками фітопланктону прокачується через проточну вимірювальну кювету 5 у зливну ємність 6.

2. За допомогою мікроскопа 4 та телевізійної CCD-камери 3 здійснюється проточний мультиспектральний телевізійний вимірювальний аналіз частинок фітопланктону неперервної дії, який полягає у порівнянні зображень частинок, отриманих на характеристичних довжинах хвиль пігментів фітопланктону у проточній вимірювальній кюветі 5 із зображеннями з бази даних частинок фітопланктону 7 спеціалізованим процесором 8 із застосуванням оптимального класифікатора Байєса з розв'язувальною функцією на основі відстані Махаланобіса. Спеціалізований процесор 8 також перемикає дожину хвилі освітлювача 9, що забезпечує формування зображень частинок на характеристичних довжинах хвиль пігментів фітопланктону  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ . Спеціалізований процесор 8 підраховує кількість частинок фітопланктону кожного з видів  $N_i$ , які присутні у водному об'єкті.

3. Блок розрахунку індексів Сімпсона та Шеннона 10 розраховує індекси та видає їх на індикатор 11. За рахунок використання спеціалізованого процесора 8 з'являється можливість у режимі реального часу з високою точністю ідентифікувати частинки фітопланктону, що дозволяє зменшити похибку визначення абсолютної ( $N_i$ ) та відносної чисельності  $p_i = N_i/N_\Sigma$  частинок фітопланктону кожного з видів, які присутні у пробі. На основі значень відносних відносної чисельності частинок фітопланктону кожного з видів розраховуються індекси Сімпсона та Шеннона дозволяють достовірно оцінити стан екосистеми водного об'єкт.

Індекс Сімпсона (індекс домінування):

$$D = \sum_{i=1}^n p_i^2,$$

де  $n$  - кількість видів фітопланктону в пробі, яка потрапила у аналізатор;

$p_i = N_i / N_\Sigma$  - відносна чисельність частинок фітопланктону  $i$ -того виду у досліджуваній пробі;

$N_i$  - абсолютна чисельність частинок фітопланктону  $i$ -того виду у досліджуваній пробі;

$N_\Sigma$  - сумарна абсолютна чисельність частинок фітопланктону усіх  $n$  видів у досліджуваній пробі.

Індекс Шеннона (індекс різноманіття):

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i.$$

При погіршенні екологічного стану екосистеми водного об'єкта, наприклад внаслідок його евтрофікації починається бурхливий ріст чисельності певних видів фітопланктону, ці види починають домінувати в екосистемі, поступово витісняючи з екосистеми водного об'єкта інші види. Таким чином відносна чисельність  $p_i$  домінуючих видів буде зростати та наближатись до одиниці, що призведе до зростання індексу Сімпсона та його наближенню до одиниці. На противагу цьому у екосистемі водного об'єкта, що має добрий екологічний стан, жоден з видів фітопланктону не є домінуючим, екосистема збалансована і значення відносної чисельності  $p_i$  окремих видів невеликі, що призводить до зменшення індексу Сімпсона.

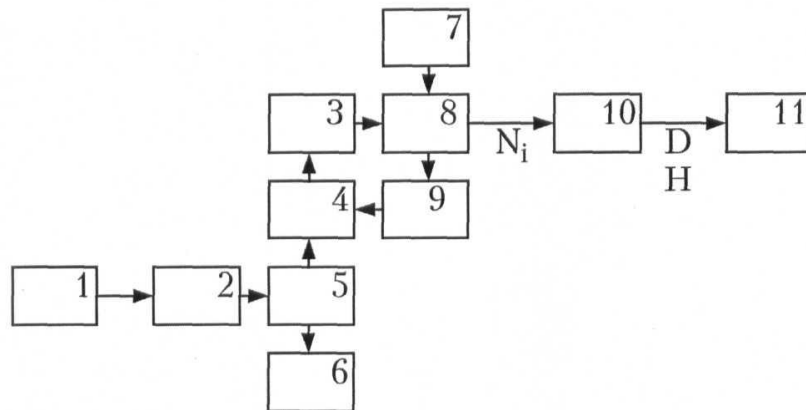
При погіршенні екологічного стану екосистеми водного об'єкта, наприклад внаслідок його антропогенного забруднення найбільш чутливі види фітопланктону зменшують свою чисельність і в подальшому повністю зникають та витісняються більш стійкими до забруднення видами фітопланктону, що призводить до зменшення індексу Шеннона.

Таким чином, використання індексів Сімпсона та Шеннона дозволяє об'єктивно оцінити екологічний стан водного об'єкту на основі значень чисельності окремих видів фітопланктону у досліджуваній пробі, а використання проточного телевізійного вимірювального аналізатора дозволяє підвищити точність підрахунку частинок фітопланктону різних видів.

## 50 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб мультиспектрального телевізійного вимірювального контролю екологічного стану водних об'єктів за параметрами фітопланктону, який полягає у відборі проб фітопланктону, визначенні якісного та кількісного складу клітин мікроводоростей, порівнянні отриманих даних з нормованими значеннями, який **відрізняється** тим, що при відборі проб і визначенні якісного та

- кількісного складу мікроводоростей використовують проточний мультиспектральний телевізійний вимірювальний аналіз частинок фітопланктону неперервної дії, при якому порівнюють зображення частинок у проточній вимірювальній кюветі, отримані на характеристичних довжинах хвиль пігментів фітопланктону, за допомогою мікроскопа та телевізійної CCD-камери з зображеннями з бази даних частинок фітопланктону певних видів у спеціалізованому процесорі у режимі реального часу із застосуванням оптимального класифікатора Байєса з розв'язувальною функцією на основі відстані Махаланобіса, визначають абсолютну та відносну чисельність частинок фітопланктону кожного з видів, які присутні у пробі, та розраховують індекси Сімпсона та Шеннона, які подають на індикатор.




---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

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

---

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