



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **75489** (13) **U**
(51) МПК
G01N 33/18 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 02605	(72) Винахідник(и): Архипова Людмила Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 05.03.2012	(73) Власник(и): ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.12.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.12.2012, Бюл.№ 23	

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ВОДОКОРИСТУВАННЯ З РІЧКОВИХ ЕКОСИСТЕМ

(57) Реферат:

Спосіб оцінки природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування належить до екології способів комплексної оцінки ризику і екологічного контролю поверхневих вод. Запропонований спосіб може бути використаний для визначення безпечного рівня техногенного навантаження річкових екосистем, ступеня природно-техногенної небезпеки гідро екосистеми.

UA 75489 U

Корисна модель належить до природно-техногенної безпеки, екології, способів комплексної оцінки ризику водокористування з річкових екосистем в умовах впливу виснаження і забруднення на функціонування гідроекосистем, способів екологічного контролю поверхневих вод різного цільового призначення, і може бути використана для визначення безпечного рівня техногенного навантаження річкових екосистем, ступеня природно-техногенної небезпеки гідроекосистеми для водокористування.

Спосіб може знайти застосування в екологічному нормуванні, екологічній експертизі, екологічному аудиті при оцінці небезпеки та взаємовпливу водоспоживачів, водокористувачів і річкової екосистеми, розробці водоохоронних заходів. Як відомо, якість і кількість питної води в значному ступені визначається якістю і кількістю вихідної води водних об'єктів - джерел водопостачання.

Глибокий аналіз результатів вітчизняних та закордонних досліджень свідчить про багатоплановість впливу техногенного навантаження на якість і кількість поверхневих вод як природного ресурсу, що призводить до негативних екологічних, соціальних, технічних й економічних наслідків.

Згідно запропонованого підходу прийняття оптимального з водоохоронної точки зору технічного рішення в галузі водокористування визначає екологічно і соціально об'ґрунтоване зведення до мінімуму негативного антропогенного впливу на водні екосистеми.

Тільки розробка та впровадження превентивних водоохоронних заходів, які базуються на вірогідній екологічній інформації, дозволить покращити екологічну ситуацію, що склалася в Україні. У зв'язку із цим важливою частиною заходів щодо покращення стану поверхневих вод є впровадження в водоохоронну практику системи оцінки природно-техногенної безпеки річкових екосистем для водокористування.

Відомим є спосіб оцінки ризику антропогенного евтрофування поверхневих вод [див. патент України на корисну модель № 11702, МПК G01N 33/18], відповідно до якого, за даними наземних спостережень визначають еколого-гігієнічний ризик, для чого сумісно використовують комплекс екологічних та гігієнічних показників "цвітіння води", і на основі значень сумарного показника ступеня "цвітіння води" визначають рівень еколого-гігієнічного ризику евтрофування поверхневих вод.

Відомим є також спосіб оцінки ризику водокористування з поверхневих водних об'єктів [див. патент України на корисну модель № 37626, МПК G01N 33/18], відповідно до якого за даними наземних спостережень, додатково за даними дистанційного зондування Землі із космосу визначають коефіцієнт спектральної яскравості пікселів зображення, за якими будують матрицю даних, яку потім узгоджують з матрицею даних наземних спостережень, визначають залежність вмісту хлорофілу від величини коефіцієнта спектральної яскравості і проводять комплексну оцінку ризику водокористування з одночасним використанням комплексу екологічних, гігієнічних та космічних показників.

Обидва способи в оцінці ризику водокористування враховують лише якісний стан водних об'єктів. Недоліком відомих способів оцінки є те, що ризик водокористування не базується на кількісних балансових характеристиках, що знижує об'єктивність і повноту оцінки.

Відомим є спосіб комплексного оцінювання ризиків життєдіяльності, розроблений в Інституті проблем національної безпеки [Биченюк М.М., Іванюта С.П., Яковлев Є.О. Про комплексне оцінювання ризиків життєдіяльності у потенційно небезпечних регіонах. // Екологія і ресурси: Зб. наук. праць Інституту проблем національної безпеки. - К. - ІПНБ, 2007. - № 17-33-42 с.], згідно з яким комплексне оцінювання природно-техногенного ризику життєдіяльності охоплює спільну дію природних і техногенних факторів, базується на визначенні комбінованої ймовірності впливу подій природного і техногенного походження, які представлені у вигляді активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів та аварії на хімічно небезпечному об'єкті.

Цей спосіб не дозволяє оцінити комплексний рівень природно-техногенної безпеки річкових екосистем для водокористування.

Вибраним за прототип найбільш близьким до запропонованої корисної моделі за сукупністю ознак є спосіб оцінки збалансованого водокористування річкової екосистеми [див. патент України на корисну модель № 67479, МПК G01N 33/18 (2006.01)], що включає виміри об'ємів і інтенсивності використання водних ресурсів басейну, об'ємів незворотного водокористування, об'ємів скидів стічних вод, вимірів якості води до і після скидання стічних вод, обробку результатів вимірювань з визначенням коефіцієнту раціонального використання водних ресурсів, коефіцієнту пониження гідроекологічного потенціалу, коефіцієнту самовідновлення якісної складової з подальшим визначенням показника стійкого збалансованого водокористування.

В основу корисної моделі поставлена задача розробки способу визначення природно-техногенної безпеки річкових екосистем для водокористування шляхом визначення комплексного показника природно-техногенного ризику водокористування, та оцінки за його значенням ступеня природно-техногенної безпеки гідроекосистеми для водокористування за сукупністю природних і техногенних факторів.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі оцінки природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування за даними вимірів об'ємів і інтенсивності використання водних ресурсів річкової екосистеми, об'ємів незворотного водокористування, об'ємів скидів стічних вод, вимірів якості води проводять обробку результатів з визначенням коефіцієнту потенціалу якості і показника стійкого збалансованого водокористування, згідно із способом додатково визначають зміни кількісних і якісних показників річкової екосистеми від прояву небезпечних подій природного і техногенного походження за певний час, кількість водокористувачів, то попадають під вплив небезпечних подій, кількість факторів природно-техногенної безпеки, надалі отримують значення комплексного показника природно-техногенного ризику водокористування R і на підставі розробленої шкали оцінюють ступінь природно-техногенної безпеки гідроекосистеми для водокористування наступним чином: якщо $R < 0,05$ - гідроекосистема знаходиться в зоні безпеки; $0,05 < R < 0,1$ - гідроекосистема знаходиться в зоні припустимого ризику безпеки; $0,1 < R < 0,3$ - зона напруження; $0,3 < R < 0,5$ - критична зона безпеки; $0,5 < R < 0,7$ - кризова зона; $0,7 < R < 0,9$ - катастрофічна зона неприпустимої безпеки; $R > 0,9$ - зона екологічного лиха.

Таким чином, запропонований спосіб оцінки природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування забезпечує одержання достовірних результатів внаслідок одночасною використання комплексу фактично виміряних кількісних і якісних показників гідроекосистеми, врахування факторів ризику, просторово-часової уразливості екосистеми, сумісності і одночасності прояву подій природного і техногенного походження.

При здійсненні цього способу вимірюють: об'єми і інтенсивність використання водних ресурсів річкової екосистеми, об'єми незворотного водокористування, об'єми скидів стічних вод, показники якості води; визначають: перелік факторів (подій) природного і техногенного походження, відносно яких розраховуватиметься ризик; значення комплексного індексу потенціалу якості гідроекосистеми [див. патент України на корисну модель № 64027, від 25.10.11] та показника стійкого збалансованого водокористування [див. патент України на корисну модель № 67479, МПК G01N33/18 (2006.01) від 27.02.2012] як результати небезпечної події і їх відхилення від оптимуму; площу гідроекосистеми і площу в її межах охоплену дією небезпечного фактору; кількість водокористувачів і водоспоживачів в межах гідроекосистеми, які зазнають наслідків небезпечної події і загальну кількість населення в межах басейнової гідроекосистеми; тривалість події відносно періоду, що береться до розрахунку.

При функціонуванні складної природно-техногенної гідроекосистеми (ПТГЕС) можливі різні небажані події природного (Н1) і техногенного (Н2) походження, які характеризуються різними масштабами негативних наслідків для гідроекосистеми і для життєдіяльності населення в межах території ПТГЕС, що призводять до ризику водокористування з кількісної точки зору і з якісної точки зору. Причому реалізація однієї з цих подій не виключає прояву іншої, тобто в межах басейнової екосистеми може відбутися, наприклад, і затоплення території внаслідок паводку, і аварійний скид шкідливих речовин у водний об'єкт. Тобто ймовірним є виникнення незалежних чи сумісних негативних подій природного і техногенного походження, що призводять до ризику водокористування з кількісної точки зору і з якісної точки зору. З урахуванням вищенаведеного та опираючись на теореми ймовірностей, природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна оцінити так:

1) при несумісності подій природного і техногенного походження за наступним співвідношенням:

$$R = \sum_{1}^n (R(H_1) + R(H_2)),$$

де R - природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем;

n - число факторів ризику;

$R(H_1)$ - природний ризик водокористування з річкових екосистем;

$R(H_2)$ - техногенний ризик водокористування з річкових екосистем;

$R(H_1) = P_1(H_1) \cdot V_1(H_1) \cdot K_1(H_1) \cdot T(H_1)$,

$P_1(H_1) = P_1(Ibwr) \cdot P_1(KIPJA)$,

де $P_1(H_1)$ - річна ймовірність прояву небезпечної події природного походження в межах басейнової екосистем, що визначається добутком ймовірності відхилення від оптимального

(0,1) показника стійкого збалансованого водокористування (Ibwr) та ймовірності відхилення від оптимального (3) комплексного індексу потенціалу якості (КІПЯ) (долі одиниці);

$V_1(H_1)$ - уразливість гідроекосистеми від прояву небезпечної події природного походження, що визначається відношенням ураженої частини території басейну до загальної площі ПТГЕС (долі одиниці);

$K_1(H_1)$ - просторова уразливість населення, що визначається відношенням постраждалої від прояву небезпечної події природного походження частини населення до загальної кількості населення в межах ПТГЕС (долі одиниці);

$T(H_1)$ - орієнтовна тривалість події, що визначається відношенням часу прояву небезпечної події природного походження до річної тривалості (долі одиниці).

$$R(H_2) = P_2(H_2) \cdot V_2(H_2) \cdot K_2(H_2) \cdot T(H_2),$$

$$P_2(H_2) = P_2(Ibwr) \cdot P_2(KIPYA)$$

де $P_2(H_2)$ - річна ймовірність прояву небезпечної події техногенного походження в межах басейнової екосистем що визначається добутком ймовірності відхилення від оптимального (0,1) показника стійкого збалансованого водокористування (Ibwr) та ймовірності відхилення від оптимального (3) комплексного індексу потенціалу якості (КІПЯ) (долі одиниці);

$V_2(H_2)$ - уразливість гідроекосистеми від прояву небезпечної події техногенного походження, що визначається відношенням ураженої частини території басейну до загальної площі ПТГЕС (долі одиниці);

$K_2(H_2)$ - просторова уразливість населення, що визначається відношенням постраждалої від прояву небезпечної події техногенного походження частини населення до загальної кількості населення в межах ПТГЕС (долі одиниці);

$T(H_2)$ - орієнтовна тривалість події, що визначається відношенням часу прояву небезпечної події техногенного походження до річної тривалості (долі одиниці);

2) природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна оцінити як ймовірність сумісних подій природного і техногенного походження (без ймовірності спільної появи) за наступним співвідношенням;

$$R = \sum_1^n (R(H_1) + R(H_2) - R(H_1, H_2))$$

3) природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна оцінити як ймовірність спільної появи незалежних подій природного та техногенного походження за наступним співвідношенням (наприклад, повінь і скид стічних вод):

$$R = \sum_1^n (R(H_1) \cdot R(H_2))$$

4) природно-техногенний ризик водокористування з річкових екосистем можна оцінити як ймовірність спільної появи взаємозалежних подій природного та техногенного походження за наступним співвідношенням (наприклад, катастрофічна межень і погіршення якості водного об'єкту внаслідок дозволеного скиду стічних вод):

$$R = \sum_1^n (R(H_1) \cdot R_{H_1}(H_2))$$

На основі розробленої шкали (табл. 1) визначають ступінь природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування.

Таблиця 1

Градація ступеня природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування

Значення ризику водокористування	Оцінка ступеня природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування
$R < 0,05$	зона безпеки
$0,05 < R < 0,1$	припустимий ризик небезпеки
$0,1 < R < 0,3$	зона напруження
$0,3 < R < 0,5$	критична зона небезпеки
$0,5 < R < 0,7$	кризова зона
$0,7 < R < 0,9$	катастрофічна зона неприпустимої небезпеки
$R > 0,9$	зона екологічного лиха

Запропонований спосіб оцінки дає можливість більш повно оцінювати стан басейну ріки, визначити імовірність порушення стійкості річкової екосистеми, кількісно-якісних показників водних ресурсів та умови їх відтворення, і відповідно більш предметно застосовувати комплекс технічних заходів щодо відновлення екологічної рівноваги екосистеми, зниження ризику негативних наслідків виснаження і забруднення водних екологічних систем, досягнення рівня збалансованості водокористування.

Корисна модель описується далі прикладом, який ілюструє запропонований спосіб.

Приклад застосування способу

Для ілюстрування запропонованого способу проведемо розрахунок природно-техногенної безпеки річкової екосистеми р. Прут для водокористування в створах: с. Ворохта, с. Татарів, м. Яремче (табл. 2).

Як природний фактор визначимо гідрометеорологічний, який характеризується екстремальними гідрометеорологічними умовами, що призводять до руслового перемерзання або пересихання, тобто спричиняють зміну кількісних показників гідроекосистеми на рівні ризику водокористування.

Як фактор техногенного ризику водокористування визначимо технохімічний, який діє постійно і характеризується різними поєднаннями техногенних хімічних екзогенних та ендегенних впливів з виходом за межі рибогосподарських чи господарсько-побутових нормативів.

Для реалізації способу використовуємо дані про кількість населення (Дані Головного управління статистики в Івано-Франківській області про населення <http://stat.if.ukrtel.net/>), Форму А Т.ІІ (виміряні щоденні витрати води по створах Ворохта, Татарів, Яремче р. Прут), Форму 2ТП Водгосп за 2005-2010 рр. з виміряними об'ємами водоспоживання, дані результатів аналізів Карпатського національного природного парку якості р. Прут у визначених створах за останні 10 років. Отримані розрахункові дані заносимо в таблицю 2.

Природно-техногенний ризик водокористування з річкової екосистеми в даному випадку оцінюємо як ймовірність сумісних подій природного і техногенного походження.

Отримана величина ризику - це ймовірність виникнення сумісних подій природного походження (в даному випадку пересихання (перемерзання) р. Прут в досліджуваних створах, і техногенного забруднення водойми, які спричиняють неможливість водокористування. Згідно розрахунків, така ймовірність для м. Яремче складає 68 випадків на 100000. Тобто для м. Яремче ймовірність відмови водоспоживачів від забору води внаслідок її забруднення і зниження рівня, які унеможливають водоспоживання в даному створі, складає 34 дні один раз в 137 років.

За значенням ризику водокористування згідно розробленої шкали проводимо оцінку природно-техногенної безпеки екосистеми р. Прут для водокористування у вибраних створах с. Ворохта, с. Татарів, м. Яремче. Отримані величини ризиків у всіх трьох випадках відносять екосистему р. Прут у верхній її частині (природоохоронна територія Карпатського національного природного парку) до безпечної зони водокористування.

Таблиця 2

Розрахунок показника природно-техногенного ризику водокористування з річкової екосистеми Прута за 2012 рік

Яремче	Татарів	Ворохта	Створ
597	366	48,3	Площа
7543	1564	4108	Населення
0,01	0,01	0,01	$P_1(I_{bwr})$
0,6053	0,4211	0,1842	$P_1(KI_{ПЯ})$
0,5	0,1667	0,6667	$P_2(I_{bwr})$
0,6053	0,4211	0,1842	$P_2(KI_{ПЯ})$
0,0061	0,0042	0,0018	$P_1(H_1)$
1	1	1	$V_1(H_1)$
0,155	0,0409	0,07546	$K_1(H_1)$
0,0833	0,0833	0,0833	$T(H_1)$
0,3026	0,0702	0,1234	$P_2(H_2)$
0,013	0,0063	0,0217	$V_2(H_2)$
0,155	0,0409	0,07546	$K_2(H_2)$
1	1	0,75	$T(H_2)$

Продовження таблиці 2

0,0000788	0,0000143	0,0000113	$R(H_1)$
0,0006097	0,00001809	0,0001515	$R(H_2)$
0,0006885	0,00003239	0,0001628	$R(H_1)+R(H_2)$
0,00000004804	0,000000002587	0,00000000171	$R(H_1) \cdot R(H_2)$
0,00068845196	0,0000323897	0,000162798	R

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 5 Спосіб оцінки природно-техногенної безпеки річкової екосистеми для водокористування, згідно з яким за даними вимірів об'ємів і інтенсивності використання водних ресурсів річкової екосистеми, об'ємів незворотного водокористування, об'ємів скидів стічних вод, вимірів якості води проводять обробку результатів з визначенням коефіцієнту потенціалу якості і показника стійкого збалансованого водокористування, який **відрізняється** тим, що додатково визначають
- 10 зміни кількісних і якісних показників річкової екосистеми від прояву небезпечних подій природного і техногенного походження за певний час, кількість водокористувачів, що попадають під вплив небезпечних подій, кількість факторів природно-техногенної небезпеки, надалі отримують значення комплексного показника природно-техногенного ризику водокористування R і на підставі розробленої шкали оцінюють ступінь природно-техногенної безпеки
- 15 гідроекосистеми для водокористування наступним чином: якщо $R < 0,05$ - гідроекосистема знаходиться в зоні безпеки; $0,05 < R < 0,1$ - гідроекосистема знаходиться в зоні припустимого ризику небезпеки; $0,1 < R < 0,3$ - зона напруження; $0,3 < R < 0,5$ - критична зона небезпеки; $0,5 < R < 0,7$ - кризова зона; $0,7 < R < 0,9$ - катастрофічна зона неприпустимої небезпеки; $R > 0,9$ - зона екологічного лиха.

20

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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