



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **110047** (13) **C2**
(51) МПК (2015.01)
A01K 61/00
A01K 79/00
G06M 15/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

<p>(21) Номер заявки: а 2013 10250</p> <p>(22) Дата подання заявки: 20.08.2013</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 10.11.2015</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 25.02.2015, Бюл.№ 4</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.11.2015, Бюл.№ 21</p>	<p>(72) Винахідник(и): Заморов Веніамін Веніамінович (UA), Леончик Євген Юрійович (UA), Заморова Марія Панасівна (UA), Джуртубаєв Михайло Магометович (UA), Баранов Олександр Опанасович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА, вул. Дворянська, 2, м. Одеса, 65082 (UA)</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 984422, 05.01.1983 SU 1056970, 30.11.1983 Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов / Г.В. Никольский. – М.: Пищевая промышленностью – 1974. - 446 с. Долгов А.В. Пищевые рационы и потребление пищи у черного палтуса Баренцева моря / А.В. Долгов, А.Н. Бензик // Вестник МГТУ – 2012. – т.15, №3. – С.509-516 Джуртубаев М.М. Зообентос придунайских озер / М.М. Джуртубаев, Ю.М. Джуртубаев, М.А. Заморова // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. Біол. – 2010. - №2 (43). – С.163-166</p>
--	---

(54) СПОСІБ ОЦІНКИ БІОМАСИ РИБ-БЕНТОФАГІВ В КОНТИНЕНТАЛЬНИХ ВОДОЙМАХ

(57) Реферат:

Винахід належить до іхтіології та рибництва, а саме до обчислювання риб у природних умовах, і може використовуватись у рибному господарстві та промисловості. Винахід стосується способу визначення потенційної біомаси риб-бентофагів в континентальних водоймах, у якому вивчається кормова база водойми та живлення риб, аналізується розмірно-віковий склад досліджуваних риб, далі за станом макрозообентосу за вегетаційний період, за рахунок якого риба здійснює енергетичний, пластичний та генеративний обміни, особливостей конкретних видів риб та коливання факторів середовища їх проживання розраховується загальна кількість та біомаса риб, а також кількість та біомаса окремих її видів у водоймі.

UA 110047 C2

Винахід належить до іхтіології та рибництва, а саме до обчислювання риб у природних умовах, і може використовуватись у рибному господарстві та промисловості.

Досягнутий рівень в даній галузі ілюструється наступними прикладами.

Відомий "Способ учёта рыб", авт. св. СССР № 1056970, опубл. 30.11.1984 р, бюл. № 44, який полягає в пропуску риби разом з іншими водними об'єктами в потоці води через обліковий канал з електричним полем, реєстрації сигналу, що виникає при проходженні каналу риб і водних об'єктів, аналізі сигналів та визначенні кількості риб по розмірах в залежності від амплітуди сигналу.

Недоліками відомого способу є громіздкість споруд, неможливість використання у відкритих континентальних водоймах, неможливість визначення кількості риб по видах.

Відомий "Способ определения плотности расселения голотурій на исследуемом участке при искусственном воспроизводстве", авт. св. СССР № 984422, опубл. 30.12.1982 р, бюл. № 48 (прототип), який полягає в тому, що визначають щільність поселення голотурій на еталонній ділянці, вимірюють швидкість пересувань 5-15 голотурій на еталонній та дослідницькій ділянках, потім на кожній ділянці цих голотурій збирають, зважують, обчислюють середню вагу одної голотурії, а щільність розселення на досліджуваній ділянці визначають по формулі:

$$N_{\text{рас}} = N_{\text{ет}} \cdot \frac{V_{\text{ет}} \cdot P}{V \cdot P_{\text{ет}}},$$

де $N_{\text{рас}}$ - оптимальна щільність розселення на дослідницькій ділянці, екз./м²;

$N_{\text{ет}}$ - щільність поселення голотурій на еталонній ділянці, екз./м²;

V - середня швидкість руху голотурій на дослідницькій ділянці, см/г;

$V_{\text{ет}}$ - середня швидкість руху голотурій на еталонній ділянці, см/г;

P - середня вага одної голотурії на дослідницькій ділянці, г;

$P_{\text{ет}}$ - середня вага одної голотурії на еталонній ділянці, г.

Недоліками відомого способу є те, що при його використанні можна підрахувати тільки кількість малорухомих організмів і неможливо визначити кількість риб та їх види.

Задачею, на рішення якої спрямовано пропонований винахід, є визначення з високою точністю як загальної біомаси риби, так і її окремих видів у відкритих водоймах.

Поставлена задача вирішується способом оцінки біомаси риб-бентофагів в континентальних водоймах, який полягає в аналізі кормової бази водойми, видів та розмірно-вікового стану риб у водоймі і відрізняється тим, що обчислюється сумарна біопродукція всього кормового макробоєнтосу водойми за вегетаційний період, за рахунок якої риби здійснюють енергетичний, пластичний та генеративний обміни, враховуються особливості досліджуваних видів риб та коливання факторів середовища їх проживання, розраховується загальна біомаса всіх видів риб водойми за формулою:

$$N = \sum P / \sum K,$$

де P - величина біопродукції для кожного таксону водойми;

K - добовий раціон, необхідний статевозрілій рибі кожного виду водойми, після чого на підставі відносного складу видів риб водойми визначається потенційна чисельність їх окремих видів.

Здійснюється спосіб наступним чином.

Збирають матеріали по видах риб та їх живленню шляхом вилову об'єктів досліджень різними знаряддями. У різних екологічних умовах живлення видів може суттєво відрізнятися. Тому збір матеріалу для вивчення харчової поведінки риб бажано проводити в усі сезони року на всій площі водойми. Методи збору матеріалу, вказівки відносно необхідної кількості риб у пробі, їх фіксації, етикетуванні проб і ведення польового журналу є в інструкціях і керівництвах щодо вивчення живлення риб.

Одночасно з виловом риб у тому ж місці відбирають проби бентосу для вивчення кормової бази риб водойми, або її конкретної ділянки. За загальноприйнятими методиками проводиться лабораторна обробка проб бентосу. Після збору даних визначають продуктивність водойми. Для цього розраховують біомасу організмів (кг/га) за вегетаційний період для кожного таксону водойми, яка досліджується, за формулою:

$$P = 10 \cdot k \cdot B \cdot s \cdot C,$$

де B (г/м²) - щільність організмів на одиницю площі;

s - коефіцієнт відношення продукції за певний відрізок часу до середньої, за цей же період біомаси;

k - коефіцієнт використання продукції, допустимий ступінь утилізації органічної речовини;

C (Дж/г або кДж/кг) - енергетичний еквівалент кожної групи кормових організмів.

Множник 10 у формулі з'явився внаслідок того, що щільність організмів водойми вимірюється у г/м^2 , а маса біопродукції - у кг/га .

Значення коефіцієнтів для певного виду макрзообентосу знаходимо в іхтіологічній літературі. Далі підсумовуємо енергетичний внесок кожної групи. Таким чином, можемо обчислити сумарну кількість продукції всіх груп кормових організмів водойми на одному гектарі за вегетаційний період. Харчові потреби риб визначаються кількістю енергії, яка необхідна для здійснення життєвих функцій і оптимального росту риб. Таким чином, метод розрахунку раціону заснований на балансі надходження в організм енергії та витрат на життєві функції, приріст маси і відходу незасвоєної частини.

Для визначення добового раціону K , необхідного дорослій статевозрілій рибі, користуються такою формулою балансу енергії:

$$K = R + L + Q + F,$$

де R - витрати на енергетичний обмін;

L - витрати енергії на пластичний обмін;

Q - витрати енергії на генеративний ріст;

F - незасвоєна частина спожитої їжі.

Для молодняка значення Q можна вважати рівним нулю. Одиниця виміру всіх доданків у цій формулі - $\text{г} \cdot \text{екз.}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$ або $\text{Дж} \cdot \text{екз.}^{-1} \cdot \text{доба}^{-1}$.

Значення всіх величин в правій частині формули обчислюються наступним чином.

1) Енергетичний обмін R . Для розрахунку таких витрат використовують формулу:

$$R = \frac{731,88 \cdot a \cdot W^k}{q \cdot C_c},$$

де W - середня маса риби даної вікової групи (г);

a і k - коефіцієнти з рівняння швидкості споживання кисню даним видом риби;

q - температурна поправка, дорівнює співвідношенню швидкості обміну при температурі

20°C і даній температурі $q = 2,3^{2-0,1 \cdot T}$;

C_c - енергетичний еквівалент сирової речовини риби ($\text{Дж} \cdot \text{г}^{-1}$). Для дорослих риб всіх видів це значення приймають рівним $4184,0 \text{ Дж} \cdot \text{г}^{-1}$.

Значення константи $731,88$ виходить як добуток $24 \cdot 1,5 \cdot 20,33$, де 24 - кількість годин у добі, $1,5$ - прийняте співвідношення середньої швидкості обміну в природних і стандартних (штучних) умовах, $20,33$ - енергетичний еквівалент кисню.

Приріст маси риб визначають ретроспективним шляхом - відніманням середньої маси екземпляра даної вікової групи із середньої маси екземпляра старшої вікової групи. При цьому температурну поправку q обчислюють за середньою температурою, при якій відбувалося живлення риби, а період росту зазвичай становить близько 6-8 місяців, тобто 183-244 дні. Точні дані з періоду росту для певного виду риб завжди можна знайти в іхтіологічній літературі.

2) Пластичний обмін. Наступний доданок у формулі балансу енергії - витрати енергії на приріст маси риби за добу:

$$L = C_w \cdot W,$$

де W - середня маса риби;

C_w - питома швидкість її росту.

Значення C_w може бути обчислено таким чином:

$$C_w = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{W_2}{W_1},$$

де W_1 - маса риби на початку досліджень;

W_2 - маса риби наприкінці досліджень;

t - тривалість періоду росту у добах.

3) Генеративний обмін Q . Для того, щоб розрахувати раціон статевозрілої особини, необхідно мати в своєму розпорядженні дані генеративного росту. Далі середньодобовий приріст маси гонад визначають так само, як приріст маси риб. Якщо під час періоду росту відбувається кілька нерестів, то результат для кожного з них розраховується окремо аналогічним чином.

4) Незасвоєна частина раціону F . При споживанні тваринної їжі її величину приймають рівною 20 %, змішаної їжі у рівній пропорції - 30-35 %, а при споживанні виключно рослинної їжі - 40-50 %. Якщо значення добового раціону C ще не визначено, то зручніше замість обчислення

величини F , на підставі вищенаведених даних, ввести множники (p) у залежності від типу живлення - 1,25, 1,50 і 2,00 відповідно.

Для проміжних значень співвідношення між рослинною і тваринною їжею обчислюють множник p , використовуючи наступну емпіричну формулу:

$$p = 0,50 \cdot r^2 + 0,25 \cdot r + 1,25,$$

де r - частка рослинної їжі.

Далі обчислюється середня величина раціону з урахуванням співвідношення статей, вікового складу та обчислюється середньозважена величина раціону всіх видів риб водойми K (кДж/екз.). Таким чином, потенційна загальна кількість всіх видів риб водойми становить:

$$N = \frac{\sum P}{\sum K}.$$

Розрахована величина визначає максимальну кількість екземплярів популяцій риб при певному співвідношенні їх видів в водоймі, які можуть прогодуватися в даній водній екосистемі.

На підставі відносного складу видів риб водойми визначається потенційна чисельність окремих видів. Контрольними умовами визначають середню масу екземпляру кожного виду та розраховують загальну біомасу риб-бентофагів в водоймі.

Виконати такий обсяг обчислень досить складно, тому рекомендується для розрахунків використовувати будь-яку, призначену для таких завдань, комп'ютерну програму, наприклад, Excel з пакету Microsoft Office.

Спосіб ілюструється наступним прикладом.

Приклад

Проводились дослідження по оцінці біомаси риби придунайського озера Кагул. Шляхом вилову риби на різних ділянках озера було встановлено, що основними видами риб, що мешкають в озері, є бичок-кругляк, лящ, карась та сазан. Лабораторна обробка проб бентосу, взятих на тих же ділянках, і обчислення величини біопродукції організмів усіх груп дали наступні результати.

Олігохети: $0,5 \cdot 3,83 \cdot 5 \cdot 3910 \cdot 10 = 374,4$ МДж/га (або 95,8 кг/га).

У даному випадку враховується $k=0,5$, $B=3,83$ г/м², $s=5$ та енергетичний еквівалент $C=3910$ Дж/г.

Аналогічно отримуємо значення для інших груп макрозообентосу.

Амфіподи: $0,5 \cdot 1,80 \cdot 5 \cdot 2950 \cdot 10 = 132,8$ МДж/га (або 45,0 кг/га).

Мізиди: $0,5 \cdot 1,00 \cdot 10 \cdot 4790 \cdot 10 = 239,5$ МДж/га (або 50,0 кг/га).

Хірономіди: $0,5 \cdot 4,70 \cdot 21 \cdot 4640 \cdot 10 = 2289,8$ МДж/га (або 493,5 кг/га).

Молюски червононогі: $0,5 \cdot 4,15 \cdot 2 \cdot 2260 \cdot 10 = 93,8$ МДж/га (або 41,5 кг/га).

Молюски двостулкові: $0,5 \cdot 23,2 \cdot 2 \cdot 1990 \cdot 10 = 461,7$ МДж/га (або 232,0 кг/га).

Таким чином, величина біопродукції цих груп макрозообентосу в озері Кагул за сезон дорівнює 3591,9 МДж/га (або 957,8 кг/га).

На підставі контрольних виловів були отримані дані вікового складу бичка-кругляка та для кожної вікової групи розраховано величину раціону (таблиця 1).

Таблиця 1

Вік самців, роки	Відносна чисельність риб, %	Величина раціону особини даної вікової групи за вегетаційний період, кДж/екз.	Вік самок, роки	Відносна чисельність риб, %	Величина раціону особини даної вікової групи за вегетаційний період, кДж/екз.
1+	70,9	471,2	1+	58,4	414,3
2+	27,1	556,3	2+	37,2	502,4
3+	2,0	647,5	3+	4,4	592,7

Також важливо знати статевий склад риб у популяції. Якщо відомо співвідношення самців і самок за результатом контрольних ловів, то їх відносну чисельність досить легко може бути обчислено. Наприклад, якщо це співвідношення становить 1:1,25, то кількість самців і самок буде відповідною. Отже середня величина раціону самців становить (кДж/екз.):

$$0,709 \cdot 471,2 + 0,271 \cdot 556,3 + 0,020 \cdot 647,5 = 497,9;$$

а раціон самок:

$$0,584 \cdot 414,3 + 0,372 \cdot 502,4 + 0,044 \cdot 592,7 = 454,9.$$

І остаточно, з урахуванням співвідношення статей (44,4 % і 55,6 %), отримали, що середньозважена величина раціону особини бичка-кругляка за період росту становить (кДж/екз.):

$$497,9 \cdot 0,444 + 454,9 \cdot 0,556 = 474,0.$$

- 5 Аналогічно були проведені розрахунки раціону для інших видів риб водойми, які споживають бентос. Дані наведені у таблиці 2.

Таблиця 2

Вид риби	Величина раціону особини даного виду риб за вегетаційний період, кДж/екз.	Відносна чисельність видів для даної водойми, %
Лящ	5259,2	11,5 %
Карась	4780,7	55,9 %
Сазан	14675,1	0,5 %
Бичок-кругляк	474,0	32,1 %

Отримали середньозважену величину раціону всіх видів риб водойми (кДж/екз.):

$$10 \quad 0,115 \cdot 5259,2 + 0,559 \cdot 4780,7 + 0,005 \cdot 14675,1 + 0,321 \cdot 474,0 = 3502,7.$$

Так як величина біопродукції за сезон дорівнює 3591,9 МДж/га, то потенційна кількість екземплярів на один гектар (щільність) може досягати:

$$\frac{3591,9}{3502,7} \cdot 1000 = 1025,5 \text{ екз./га.}$$

- 15 Тут множник 1000 з'явився внаслідок того, що продуктивність водойми вимірювалась у МДж/га, а раціон риб - у кДж/га.

Отже потенційна кількість для кожного виду із збереженням відносної чисельності видів становить:

- 20 Лящ - $1025,5 \cdot 0,115 = 117,9$ екз./га;
 Карась - $1025,5 \cdot 0,559 = 573,3$ екз./га;
 Сазан - $1025,5 \cdot 0,005 = 5,1$ екз./га;
 Бичок-кругляк - $1025,5 \cdot 0,332 = 329,2$ екз./га.

На підставі контрольних умов визначили середню масу екземпляру кожного виду. Для ляща озера Кагул ця величина складає 0,317 кг, загальна біомаса ляща для всієї водойми дорівнює $0,317 \cdot 117,9 = 37,4$ кг/га.

- 25 Для карася - 0,274 кг, загальна біомаса - 157,1 кг/га,
 Для сазана - 1,127 кг, загальна біомаса - 5,7 кг/га,
 Для бичка-кругляка - 0,053 кг, загальна біомаса - 17,4 кг/га.

Таким чином, загальна біомаса риб-бентофагів у озері Кагул оцінюється 217,6 кг/га.

- 30 Даний винахід пропонується для використання на підприємствах і установах Державного агентства рибного господарства України з метою раціонального використання живих водних ресурсів континентальних водойм країни. Авторами розробляється комп'ютерна програма, що значно спростить обчислювання.

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

- 35 Спосіб визначення потенційної біомаси риб-бентофагів в континентальних водоймах, що включає аналіз кормової бази водойми та розмірно-вікового стану риб, який **відрізняється** тим, що обчислюють сумарну біопродукцію всього кормового макрозообентосу водойми за вегетаційний період, за рахунок якої риби здійснюють енергетичний, пластичний та генеративний обміни, враховуючи особливості досліджуваних видів риб та коливання факторів середовища їх проживання, розраховують загальну кількість особин всіх видів риб водойми за формулою:

$$N = \sum P / \sum K,$$

де

- 45 P - величина біопродукції для кожного таксону кормового макрозообентосу водойми (кДж/га або ккал/га),

K - середньозважений раціон за вегетаційний період кожного виду з урахуванням його частки в загальній чисельності риб даної водойми (кДж/екз. або ккал/екз.),
 при цьому цей показник (K) розраховують за формулою:

$$K = (R + L + Q) \cdot p,$$

де

R – витрати на енергетичний обмін;

L – витрати енергії на пластичний обмін;

5 Q – витрати енергії на генеративний ріст;

p – множник, що характеризує незасвоєну частину спожитої їжі, що розраховують за формулою:

$$p = 0,50 \cdot r^2 + 0,25 \cdot r + 1,25,$$

де

r – частка рослинної їжі,

10 після чого на підставі відносної чисельності всіх видів риби та середньозваженої маси кожного виду в уловах визначають загальну біомасу всіх риби та їх окремих видів у водоймі.

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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