

УДК 636.6

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства

**СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УЧЕТА ИКРЫ**

Маслов Геннадий Георгиевич  
доктор технических наук, профессор  
[maslov-38@mail.ru](mailto:maslov-38@mail.ru)

Цыбулевский Валерий Викторович  
кандидат технических наук, доцент  
[valera-1913@mail.ru](mailto:valera-1913@mail.ru)

Полуэктов Александр Александрович  
студент  
[aleksandr.poluektov2000@yandex.ru](mailto:aleksandr.poluektov2000@yandex.ru)

Предложен способ автоматизированного учёта икры, включающий получение одной матрицы с данными, характеризующими размеры икринки путем сканирования изображения и последующей его обработки, отличающийся тем, что сначала плоскую поверхность вместе с икринками в цветном изображении с расширением файла jpg и разрешающей способностью не ниже 600 dpi на дюйм подвергают компьютерной обработке, затем после получения трех матриц компонентов цветной поверхности по цветам выбирают матрицу компонента одного цвета и одну икринку в виде матрицы выделяют в этом же цвете, после чего в этом объекте рассчитывают среднюю яркость выбранного цвета и площадь икринки в пикселях, затем определяют общую площадь всех икринок на плоской поверхности путем суммирования всех значений матрицы компонентов одного цвета в пикселях в интервале от 0 до средней яркости икринки, после деления которой на площадь одной икринки получают общее их количество. По расчётам средняя площадь одной икринки составила 16723 пикселя, а количество икринок 86 штук

Ключевые слова: ИКРА, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ УЧЕТ, МАТРИЦА, ИЗОБРАЖЕНИЕ, КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА, ОЦИФРОВКА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-179-024>

UDC 636.6

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization

**METHOD OF AUTOMATED CAVIAR ACCOUNTING**

Maslov Gennady Georgievich  
Doctor of technical sciences, professor  
[maslov-38@mail.ru](mailto:maslov-38@mail.ru)

Tsybulevsky Valery Viktorovich  
Candidate of technical sciences, associate professor  
[valera-1913@mail.ru](mailto:valera-1913@mail.ru)

Poluektov Aleksander Aleksandrovich  
student  
[aleksandr.poluektov2000@yandex.ru](mailto:aleksandr.poluektov2000@yandex.ru)

The study proposes a method for automated accounting of caviar, including obtaining a single matrix with data characterizing the size of the caviar by scanning the image and its subsequent processing, characterized in that, first, a flat surface together with eggs in a color image with the file extension jpg and a resolution of at least 600 dpi per inch subjected to computer processing, then after obtaining three matrices of components of a colored surface, a matrix of a component of the same color is selected by color and one egg is selected in the form of a matrix in the same color, after which the average brightness of the selected color and the area of the egg in pixels are calculated in this object, then the total the area of all eggs on a flat surface by summing all the values of the matrix of components of the same color in pixels in the range from 0 to the average brightness of the eggs, after dividing by the area of one egg, their total number is obtained. According to calculations, the average area of one egg was 16723 pixels, and the number of eggs was 86 pieces

Keywords: CAVIAR, AUTOMATED ACCOUNTING, MATRIX, IMAGE, COMPUTER PROCESSING, DIGITIZATION

Актуальность работы определяется необходимостью дальнейшего повышения производительности труда и качества получаемой продукции. Разработан способ количественного учёта и контроля икры. Цель исследований – с помощью разработанных компьютерных программ для подсчёта

<http://ej.kubagro.ru/2022/05/pdf/24.pdf>

количества икринок в пробе снизить трудоёмкость, погрешность расчётов и повреждаемость икры. Методы исследований: фотосъёмка икры в виде файла с расширением jpg для определения среднего значения в пикселях одной икринки, оцифровка фотографий с помощью оператора READRGB с получением массива и общего количества столбцов в нем. С помощью дальнейшей компьютерной обработки получают среднюю площадь одной икринки в пикселях, общую площадь в пикселях, занятую под икрой в цифровой матрице, и находят общее количество икринок. Новизна заключается в том, что после выделения одной икринки в одном из трёх цветов, рассчитывается средняя яркость выбранного цвета и площадь икринки в пикселях, затем определяется общая площадь всех икринок на плоской поверхности. Работа выполнена в Кубанском ГАУ в 2020-2021 гг.

Повышение производительности труда и качества и качество продукции сельского хозяйства находится в центре внимания работников АПК [1,2]. Это относится и к отраслям рыболовства, где актуальной задачей является совершенствование методов количественного учёта и контроля игры [3,4].

Учёт рыболовной продукции имеет важное значение, так как без него невозможно эффективно и рационально управлять производством продукции, в том числе при получении икры.

Известен способ для учёта икры (см. Переверзев Ю.А., Власов В.А. [3] Рыжков Л.П., Кучко Т. Ю., Дзюбук И.М. [4], в котором учёт осуществляется объёмным способом при помощи медных кружек от одной самки; весовой способ взвешивания всей партии и подсчётом количества содержащихся в ней икринок. Недостатком известного способа является повреждаемость икры при контакте работников с ней, сами методы трудоёмки и не обладают высокой точностью.

Известен метод фон Баера (см. интернет-ресурс [http://www.survivorlibrary.com/library/a\\_method\\_of\\_measuring\\_fish\\_eggs\\_1910](http://www.survivorlibrary.com/library/a_method_of_measuring_fish_eggs_1910)

.pdf) – прототип, в котором учёт икры осуществляется подсчетам 2-3 раза количества икры в лотке площадью 30,5 см<sup>2</sup>.

Недостатком известного способа является повреждаемость при контакте работников с ней, сам метод трудоемок и не обладает высокой точностью, которая зависит степени переутомления и внимательности работника.

Техническим результатом предлагаемого метода является отсутствие повреждаемости икры при подсчете количества икринок, снижение трудоемкости и погрешности подсчета.

Технический результат достигается тем, что способ автоматизированного учета икры, включающий получение одной матрицы с данными, характеризующими размеры икринок, путем сканирования изображения и последующие обработки, отличающиеся тем, что сначала плоскую поверхность вместе с икринками в цветном изображении с расширением файла jpg и разрешающей способностью не ниже 600 dpi на дюйм подвергают компьютерной обработке, затем после получения трёх матриц компонентов этой поверхности по цветам выбирают матрицу компонента одного цвета и одну икринку в виде матрицы выделяют в этом же цвете, после чего в этом объекте рассчитывают среднюю яркость выбранного цвета и площадь икринок в пикселях, затем определяют общую площадь всех икринок на плоской поверхности путем суммирования всех значений матрицы компонентов одного цвета в пикселях в интервале от нуля до средней яркости икринок, после деления которой на площади одной икринок получают общее их количество.

Новизна способа обусловлена тем, что после выделения одной икринок в одном из трёх цветов рассчитывается средняя яркость выбранного цвета и площадь икринок в пикселях, затем определяется общая площадь всех икринок на плоской поверхности путем суммирования всех значений матрицы в пикселях в интервале от нуля до средней яркости объекта, после

деления которой на площадь одной икринки получают общее количество, что повышает точность и расширяет технологические возможности.

Способ осуществляется следующим образом (рис.1-6). Оплодотворенную икру рыб размещают в известном количестве в один слой на плоской поверхности и производят фотосъёмку в виде файлов с расширением *jpg* и разрешающей способностью не ниже 600 dpi на дюйм, полученную фотографию размещают в папке данных для определения среднего значения в пикселях одной икринки. Алгоритм обработки указанного способа состоит в следующем. Полученную исходную информацию в виде фотографии (рис.1) с расширением *jpg* обрабатывают, указав путь нахождения этой фотографии и имя файла в программе MathCad-2001 [5], присвоив полученной цифровой матрицы в программе идентификатор «М» для дальнейшей работы.

Далее выполнялась оцифровка фотографий с помощью оператора «READRGB» [6]. В результате получили массив состоящий из трёх подмассивов, которые представляют красный, зелёный и синий компоненты цветного изображения в виде плотности каждого цвета, находящихся в пределах от 0 до 255 (рис.2) в виде изображений.

Вычислили размер полученного массива по горизонтали оператором *cols (M)* для работы одним массивом (средним), массив плотности зелёного цвета (*G*).

Общее количество столбцов в массиве *M*:  $cols (M) = 3051$  [6].

Определим начало и размер массива плотности зелёного цвета (*G*), с которым будем работать дальше.

$W: cols (M)/3, W = 1017$ , а высота массива  $rows (M) = 870$  в пикселях.

Выделим массив (*G*) из массива (*M*) оператором *submatrix* (рис.3).

$G := submatrix (M, 1, rows (M), W + 1, 2 * W)$

На рисунке 4 представлена цифровая матрица массива *G*.

Для прядения плотности зелёного цвета непосредственно на икринке, выделим массив (G1) из массива (G) оператором *submatrix* (рис. 5-6) и определи интервал цифровой плотности приходящийся к объекту (икра), задав начальные координаты и размеры массива (G1).

$$G1 := submatrix (G, ia, ib, ja, jb) \quad ia = 250 \quad ib = 200 \quad ja = 130 \quad jb = 70$$

Все эти расчёты делаются один раз на одну партию с целью определения интервала плотности и среднего размера икринки в пикселях.

$$minG1 = 75, \quad maxG1 = 137$$

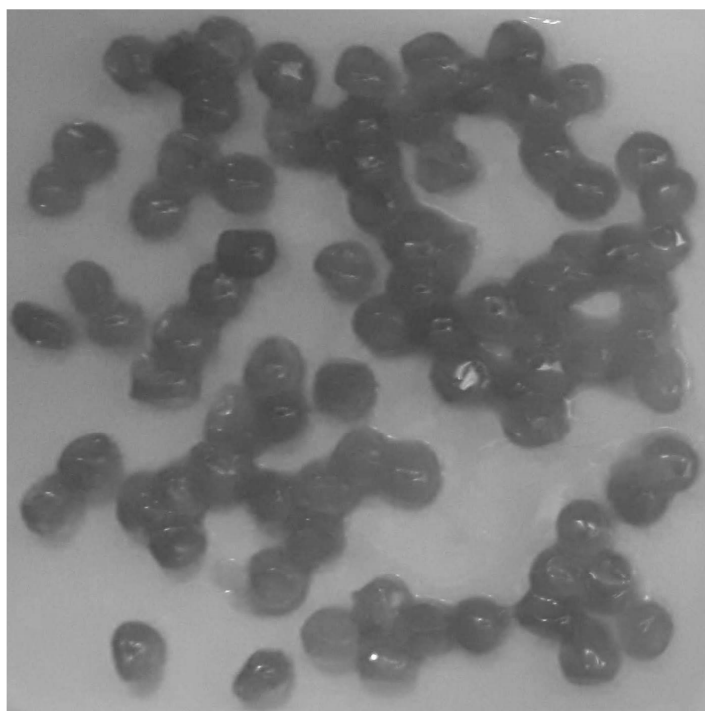


Рисунок 1 – исходное фото объекта

Для определения среднего размера в пикселях одной икринки надо определить суммарное количество пикселей, занятых под икру в цифровой матрице (G), определяемой как сумма всех пикселей, входящих в интервал плотности от  $min G1$  до  $max G1$  самой игры, и поделить на количество икринок, находящихся на рис. 1.

$$S_g := \begin{cases} Z \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1 \dots n_i \\ \text{for } j \in 1 \dots n_j \\ Z \leftarrow Z + 1 \text{ if } \min G \leq G_{ij} \leq \max G \\ Z \end{cases}$$

$$S_g = 83615$$

$$KOL := \frac{S_g}{5} \quad KOL = 1,67230 \cdot 10^4$$

По расчётам средняя площадь одной икринки составила 16723 пикселя.

Переходим к расчёту общего количества икры на плоской поверхности. Икру помещаем в рамку одним слоем, не деформируя и не уплотняя слой, при этом могут быть пустые промежутки между икринками.

Повторяем процесс оцифровки фотографии аналогично вышеизложенному расчету до получения цифровой матрицы (G).

Зная интервал плотности икры определяем общую площадь в пикселях, занятую под икру в цифровой матрице (G), разделив общую площадь на среднюю площадь икринки в пикселях, найдём количество икринок.

Решая находим:

$$S_g := \begin{cases} Z \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1 \dots n_i \\ \text{for } j \in 1 \dots n_j \\ Z \leftarrow Z + 1 \text{ if } \min G \leq G_{ij} \leq \max G \\ Z \end{cases}$$

$$S_g = 1442565$$

$$KOL := \frac{S_g}{16723} \quad KOL = 86.262$$

Полученное количество икринок составило 86,262 штуки, то есть 86 штук. В отличие от исследования операций [7] и математической статистики [8,9] предлагаемым метод расчёта более удобен для решения нашей задачи.

Проведённые расчёты подтверждают достижение технического результата предлагаемым способом и возможность его осуществления с помощью компьютерных программ [10], снизив повреждаемость икры трудоёмкость процесса и повысив точность расчёта.

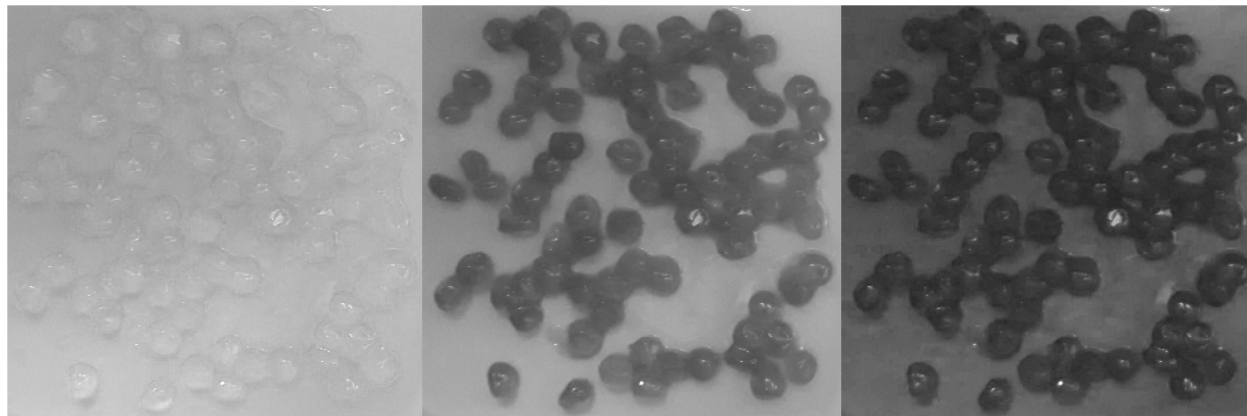


Рисунок 2 – Три подмассива (М) в виде изображения

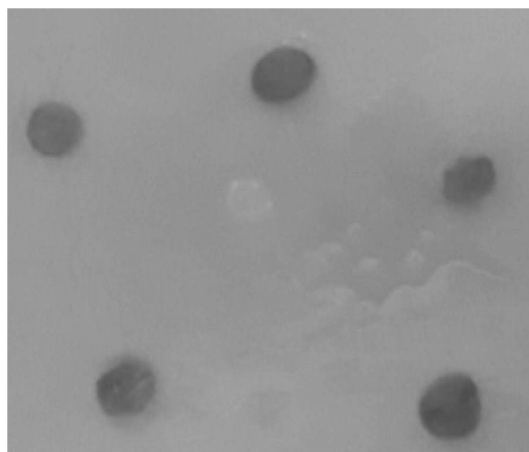


Рисунок 3 – Массив (G) в виде изображения



G =

	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
526	129	125	124	122	121	117	113	110	106	103	100	98	94
527	130	124	124	122	120	116	112	109	105	100	99	96	94
528	129	124	122	121	119	115	111	106	104	99	97	94	94
529	127	118	117	115	112	110	107	104	103	96	92	91	90
530	122	115	113	111	108	106	103	101	99	95	92	90	90
531	116	112	110	108	106	104	101	99	97	95	93	90	91
532	113	112	110	108	106	103	100	99	97	95	93	91	91
533	112	112	110	108	107	104	101	100	98	95	94	91	92
534	112	111	110	108	105	102	101	98	97	96	94	91	92
535	111	108	106	105	102	100	98	96	94	96	95	91	93
536	110	106	103	102	100	98	95	93	91	97	94	92	93
537	107	107	105	103	99	97	95	95	94	98	97	96	96
538	107	105	103	101	98	97	96	95	95	96	96	95	95
539	106	103	100	99	97	96	96	97	97	96	96	95	95
540	106	101	98	97	96	96	97	98	98	95	95	94	...

Рисунок 4 – Цифровая матрица (G)



G1

Рисунок 5 – Массив (G1) в виде изображения



G1 =

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	109	109	107	107	107	106	106	105	105	105
2	109	109	107	107	107	106	106	105	105	105
3	108	108	107	107	107	106	106	105	105	105
4	108	108	107	107	107	106	106	105	105	105
5	107	107	108	108	107	107	106	106	106	105
6	107	107	108	108	108	107	107	106	106	106
7	106	106	109	109	108	108	107	107	107	106
8	105	105	109	109	109	108	108	107	107	107
9	105	105	110	110	109	109	108	108	108	107
10	106	105	111	110	110	109	110	108	109	108
11	108	107	111	110	111	110	111	110	111	110
12	108	108	111	111	111	111	111	111	111	111
13	108	108	110	110	110	110	110	110	110	110
14	108	108	110	110	110	110	110	110	110	110
15	108	108	109	109	109	109	109	109	109	109
16	108	108	109	109	109	109	109	109	109	...

Рисунок 6 – Цифровая матрица (G1)

Предлагаемый способ автоматизированного учёта икры обеспечивает отсутствие повреждаемости при подсчете количества икринок, снижение трудоемкости и погрешности подсчета. Такой полезный результат достигается компьютерным получением одной матрицы с данными, характеризующими размеры икринок путем сканирования изображения и последующей его обработке по специально разработанной программе с получением площади одной икринки и общей площади всех икринок на плоской поверхности путем суммирования всех значений матрицы компонентов одного цвета в пикселях в интервале от 0 до средней яркости икринки. Делением общей площади на площадь одной икринки находят их достоверное количество.

### Список литературы

1. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники. – М.:ГОСНИТИ – ФГНУ «Росинформагротех» – ч.1,2 – 2002. – с.3
2. Маслов Г. Г. Инновационная система механизации полеводства: монография / Г. Г. Маслов, И. Е. Трубилин. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2019. – 172 с.
3. Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Основы рыбоводства: Учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 528 с.: ил. (+вклейка,32 с.). – (Учебник для вызов. Специальная литература).
4. Переверзев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство. М.: Мир, 2004. – с. 107.
5. Дьяков В.П., Абрамова И.В. MathCAD 7.0 в математике физике и Internet. – М.: «Нолидж», 1999.
6. Длин А. М. Математическая статистика в технике. – М.: Сов.наука, 1958. – 466 с.
7. Дегтярев Ю.И. Исследование операций. – М.: Высшая школа, 1981. – 320 с.
- 8.Джонсон Н., Мюн Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке. –М.: Мир.
9. Дунин-Барковский И.В., Смирнов Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1969.
10. Патент № 2420801 С2 Российская Федерация, МПК G06K 9/52. Способ определения количества объектов на плоской поверхности : № 2009111956/08 : заявл. 31.03.2009 : опубл. 10.06.2011 / В. В. Цыбулевский, В. Д. Таратута, Г. В. Серга ; заявитель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет".

### References

1. Resursosberezhenie pri texnicheskoj e`kspluatácii sel`skoxozyajstvennoj texniki. – М.:GOSNITI – FGNU «Rosinformagrotex» – ch.1,2 – 2002. – s.3
2. Maslov G. G. Innovacionnaya sistema mexanizacii polevodstva: monografiya / G. G. Maslov, I. E. Trubilin. – Krasnodar: Kubanskij GAU, 2019. – 172 s.
3. Ry`zhkov L.P., Kuchko T.Yu., Dzyubuk I.M. Osnovy` ry`bovodstva: Uchebnik. – SPb.: Izdatel`stvo «Lan`», 2011. – 528 s.: il. (+vklejka,32 s.). – (Uchebnik dlya vy`zov. Special`naya literatura).
4. Pereverzev Yu.A., Vlasov V.A. Ry`bovodstvo. M.: Mir, 2004. – s. 107.
5. D`yakov V.P., Abramova I.V. MathCAD 7.0 v matematike fizike i Internet. – М.: «Nolidzh», 1999.
6. Dlin A. M. Matematicheskaya statistika v texnike. – М.: Sov.nauka, 1958. – 466 s.
7. Degtyarev Yu.I. Issledovanie operacij. – М.: Vy`sshaya shkola, 1981. – 320 s.
- 8.Dzhonson N., Myun F. Statistika i planirovanie e`ksperimenta v texnike i nauke. – М.: Mir.
9. Dunin-Barkovskij I.V., Smirnov N.V. Kurs teorii veroyatnostej i matematicheskoj statistiki dlya texnicheskix prilozhenij. – М.: Nauka, 1969.
10. Patent № 2420801 С2 Rossijskaya Federaciya, MPK G06K 9/52. Sposob opredeleniya kolichestva ob`ektov na ploskoj poverxnosti : № 2009111956/08 : zayavl. 31.03.2009 : opubl. 10.06.2011 / V. V. Cybulevskij, V. D. Taratuta, G. V. Serga ; zayavi-tel` Federal`noe gosudarstvennoe obrazovatel`noe uchrezhdenie vy`sshego professio-nal`nogo obrazovaniya "Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet".