виплат, який розраховується за цим видом страхування та інших, близьких за змістом розрахункових коефіцієнтів, які вживаються у актуарних розрахунках.

4. Актуарні розрахунки з використанням пропонуємих змінних потребують конкретизації вихідних даних, а саме:

- для виду страхування, значення тарифу за яким обґрунтовується вперше, в якості сум страхових виплат припустимо використання сум збитків по об'єктам цього виду страхування; в якості суми витрат на ведення страхової справи, припустимо використання нормативних обсягів витрат на утримання страхових сум споріднених видів страхування (планових, якщо започатковується діяльність страховика як юридичної особи); в якості страхових сум всіх об'єктів, які постраждали внаслідок страхових подій припустимо використання бар'єрної оцінки сум об'єктів страхування (планової страхової суми всіх об'єктів страхування за цим видом);

- для виду страхування, значення тарифу за яким коригується, в якості сум страхових виплат припустимо використання власних, або запозичених (відповідним чином відкоригованих), сум сплачених страхових відшкодувань по об'єктам цього виду страхування; в якості суми витрат на ведення страхової справи, припустимо використання фактичних обсягів витрат на утримання страхових сум об'єктів цього виду страхування (прогнозних, якщо діяльність страховика продовжується); в якості страхових сум всіх об'єктів, які постраждали внаслідок страхових подій припустимо використання власних, або запозичених (відповідним чином відкоригованих), оцінки сум об'єктів страхування (прогнозної страхової суми всіх об'єктів страхування за цим видом, якщо діяльність страховика продовжується).

Висновки з даного дослідження. Як висновок слід зазначити наступне:

1. Фінансова обґрунтованість страхового тарифу є функцією багатьох чинників серед яких ключова роль належить чинникам понятійного апарату, які перекладено мовою математичних рівнянь.

2. Результати розрахунку розміру страхових тарифів значною мірою залежать від кола вихідних показників і методики оперування значеннями останніх, яка застосовується у фінансових розрахунках.

3. В практиці актуарної роботи з фінансовими коефіцієнтами слід враховувати економічну природу страхових відносин у розрахунках вартісних характеристик страхових ризиків.

Список литературы: ***1.*** *Адамчук Н. Г.* Экономические основы страхования жизни // Страховое дело. 2001. №11.- С.33-45. ***2.*** *Матвеев О.В.* Некоторые математические модели определения оптимальной величины страховой премии // Страховое дело. 2001. №11.- С.48-50. ***3.*** *Жигалкин М. Ю.* Разработка системы тарификации при наличии категориальных рейтинговых факторов // Страховое дело. 2005. №3.- С.39-49. ***4.*** *Никулина Н.Н., Березина С.В.* Новая парадигма денежных потоков как объект управления финансовыми ресурсами страховщика // Страховое дело. 2007. №11.- С.7-13. ***5.*** *Быков А.А.* О методологии оценки стоимости среднестатистической жизни человека жизни // Страховое дело. 2007. №3.- С.10-25. ***6.*** *Головко А.Т., Денисенко М.П. та інші*. Основи довгострокового страхування. – К.: Алерта, 2007.– 444с. ***7.*** Закон України "Про страхування" №86/96-ВР від 07.03.1996 // Відомості Верховної Ради України. 1996. №18.- ст.78.

Поступила в редколлегию 30.05.08

УДК 681.3.07

В.А. ЛЮБЧЕНКО, канд. техн. наук, ХНУРЭ,
Е.В. ЯКОВЛЕВА, канд. техн. наук, ХНУРЭ,
Е.О. ПЕРЕДРИЙ, аспирант, ХНУРЭ

НОРМАЛИЗАЦИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРОЕКТИВНО ИСКАЖЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Досліджено особливості афінних та проективних перетворень. Розроблено математичну модель критерію ідентифікації проективної групи перетворень для систем технічного зору. На базі запропонованого критерію побудовано алгоритм компенсації перспективних перетворень на проективно перетворених зображеннях, що значно полегшує подальшу нормалізацію, тому що зображення залишається під дією тільки афінної групи перетворень.

Исследованы особенности аффинных и проективных преобразований. Разработана математическая модель критерия идентификации проективной группы преобразований для систем технического зрения. На базе предложенного критерия построен алгоритм компенсации перспективных преобразований на проективно искаженных изображениях, что значительно облегчает дальнейшую нормализацию, т.к. изображение остается под действием только аффинной группы преобразований.

The features of the affine and projective transformations are investigated. Mathematical model of the authentication criterion of the projective transformation group is developed for the computer vision systems. An algorithm of the perspective transformations indemnification on the projective distorted images is built on the base of the offered criterion, which is considerably simplifies further normalization, since image remains only under an action of the affine group of transformations.

Введение. Задачам обработки и анализа изображений уделяется все большее внимание. В основном, благодаря колоссальным темпам развития вычислительной техники, разрабатываются новые модели и методы обработки изображений, позволяющие решать более сложные практические задачи. Распознавание чаще всего это конечный этап обработки изображений, лежащий в основе процессов интерпретации и понимания. Входными для распознавания являются изображения, выделенные в результате сегментации. Для реальных задач распознавания применяются различные методы, среди которых являются наиболее распространенными: корреляционные, признаковые, синтаксические и методы нормализации. [1] Суть нормализации заключается в автоматическом вычислении неизвестных параметров преобразований, которым подвергнуты входные изображения, и

последующим приведением их к эталонному виду. Под преобразованиями понимаются как геометрические, так и яркостные изменения. Каждое нормализованное изображение находится значительно ближе к своему эталону, что значительно сокращает время решения задачи распознавания.

На данном этапе наиболее распространен теоретико-групповой подход для описания моделей геометрических искажений. Наиболее сложной является ситуация когда геометрические искажения относятся к проективной группе. Предлагаемая работа посвящена разработке критерия присутствия на изображении проективных искажений и исследованию возможности их нормализации.

1. Математические модели преобразований. В СТЗ для более адекватного и полного описания модели трехмерного объекта на двумерном снимке, используется проективная модель восприятия, которая представима в виде:

$$B_0(x,y) = B\left(\frac{b_{11}x+b_{12}y+b_{13}}{b_{31}x+b_{32}y+1}, \frac{b_{21}x+b_{22}y+b_{23}}{b_{31}x+b_{32}y+1}\right), \qquad (1)$$

где $\Pi = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & 1 \end{pmatrix}$, $\det(\Pi) \neq 0$, $b_{ij}(i,j=\overline{1,3})$ – параметры проективного преобразования, а B, B_0 – входное и эталонное изображения.

Однако из-за многопараметричности и нелинейности такой модели восприятия, а также сложности определения всех параметров при нормализации, переходят к более простой модели зрения – аффинной, характеризующейся 6 параметрами, которая имеет вид:

$$B_0(x,y) = B(a_{11}x+a_{12}y+a_{13}, a_{21}x+a_{22}y+a_{23}), \qquad (2)$$

матрица преобразования которой: $A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$, $\det|A| \neq 0$, где a_{ij} – параметры аффинного преобразования $(i=1,2,\ j=\overline{1,3})$.

Известно [2], что проективное преобразование вида (1) можно представить в виде композиции аффинной группы и перспективы:

$$\Pi = A \cdot P_a(h), \qquad (3)$$

где A – аффинное преобразование; $P_a(h)$ – перспектива вдоль прямой с углом наклона равным a.

Вопрос нормализации аффинной группы и ее подгрупп достаточно изучен и имеет ряд решений. Вопрос же нормализации проективных преобразований не достаточно изучен. Однако, из (3) следует, что если известны параметры преобразования перспективы $P_a(h)$, можно свести проективно искаженное изображение к аффинно искаженному.

Для определения параметров $P_a(h)$ рассмотрим вначале однопараметрическое преобразование

Рассмотрим однопараметрические преобразования перспективы вдоль осей OX и OY, которым соответствуют следующие матрицы преобразования:

$$P_x(l) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ l & 0 & 1 \end{pmatrix}, \ P_y(m) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & m & 1 \end{pmatrix},$$

где l, m – параметр перспективы вдоль осей абсцисс и ординат соответственно.

Очевидно, что перспективу вдоль прямой с углом наклона a, можно представить в виде композиции следующих преобразований:

$$\begin{aligned} P_a(h) &= U(a)P_y(h)U(-a) = U(a-90)P_x(h)U(90-a) = P_x(h_1)P_y(h_2) = \\ &= P_y(h_2)P_x(h_1) \end{aligned} \qquad (4)$$

где U – преобразование поворота, а $h = tgb$, где b – угол между плоскостью преобразования и осью наблюдения. Отметим, что $P_{90}(h) = P_x(h)$, а $P_0(h) = P_y(h)$.

Тогда матрица преобразования $P_a(h)$ представима в виде:

$$P_a(h) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ h\sin(a) & h\cos(a) & 1 \end{pmatrix}. \qquad (5)$$

Рассмотрим основные свойства преобразований (1) и (4)

Известно, что аффинная группа линейная и все точки при аффинных преобразованиях трансформируются с одинаковым коэффициентом сжатия, равным:

$$|\det A| = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix} = a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}. \qquad (6)$$

Откуда видно, что $|\det A|$ не зависит от x и y.

Рассмотрим, какое влияние на изображение оказывает преобразование перспективы.

2. Анализ свойств преобразований перспективы. Изучим характер изменения распределения энергии изображения при преобразовании перспективы. Для этого установим, как отображается каждая точка изображения при преобразовании перспективы вида:

$$B_0(x,y) = B\left(\frac{x}{h_1x+h_2y+1}, \frac{y}{h_1x+h_2y+1}\right), \tag{7}$$

где $h_1 = h\cos a$, $h_2 = h\sin a$ – параметры преобразования;

B, B_0 – входное и эталонное изображения соответственно.

Пусть $\mathrm{dP} = \frac{\mathrm{D(X,Y)}}{\mathrm{D(x,y)}} = \begin{vmatrix} \frac{\partial X}{\partial x} & \frac{\partial X}{\partial y} \\ \frac{\partial Y}{\partial x} & \frac{\partial Y}{\partial y} \end{vmatrix}$. Известно [3], что $\det(\mathrm{dP})$ дает информацию о преобразовании каждой точки изображения, а $|\det(\mathrm{dP})|$ представляет коэффициент сжатия этой точки. Поскольку

$$\frac{\partial X}{\partial x} = \frac{1+h_2y}{(h_1x+h_2y+1)^2}; \quad \frac{\partial X}{\partial y} = \frac{-h_2x}{(h_1x+h_2y+1)^2};$$

$$\frac{\partial Y}{\partial x} = \frac{-h_1y}{(h_1x+h_2y+1)^2}; \quad \frac{\partial Y}{\partial y} = \frac{1+h_1x}{(h_1x+h_2y+1)^2},$$

то

$$\det(dP) = \frac{1}{(h_1x+h_2y+1)^3}. \tag{8}$$

Тогда, из выражения (5) следует, что если входное B и эталонное B_0 изображения отличаются только преобразованием перспективы вида (7), которая не выводит изображение за пределы поля зрения D, то энергия этих изображений имеет зависимость:

$$\iint_D B(x,y)dxdy = \iint_D \frac{B_0(x,y)dxdy}{\left|(h_1x+h_2y+1)^3\right|} \tag{9}$$

3. Построение математической модели критерия идентификации проективных преобразований и алгоритма нормализации. Исходя из того,

что $|\det \Pi| = |\det A||\det P_a|$ (10), и $|\det A|$ не зависит от x и y, а $|\det P_a|$ - зависит от них, можно определить критерий присутствия проективных преобразований.

Если $|\det P_a| = 1$, то преобразования перспективы отсутствуют и из (3) можно сказать, что на изображении присутствуют только аффинные преобразования.

Рассмотрим для входного и искаженного изображения следующее отношение $\frac{E_B}{S}$, где $E_B = \iint_D B(x,\ y)dxdy$ – энергия изображения $B(x,\ y)$, а $S = \iint_D sign(B(x,y))dxdy$ – площадь изображения $B(x,\ y)$. Аналогично можно определить энергию и площадь эталонного изображения $B_0(x,y)$ соответственно как $E_{B_0} = \iint_D B_0(x,y)dxdy$ и $S_0 = \iint_D sign(B_0(x,y))dxdy$.

Пусть $B_0(x,y)$ – точка эталонного изображения, $B(x,y)$ – образ точки $B_0(x,y)$ при преобразовании (2). Тогда точка $B_0(x,y)$ вместе со своей бесконечно малой окрестностью связана со своим образом соотношением в рамках аффинной модели:

$$B(x,y) = |\det A| B_0(x,y).$$

Проинтегрируем по всей области, в которой находится рассматриваемое изображение. В результате получим функциональную зависимость энергий входного и эталонного изображений:

$$\iint_D B(x,y)dxdy = \iint_D |\det A| B_0(x,y)dxdy,$$

т.к. $|\det A| = z$ и не зависит от x и y, то $|\det A|$ можно вынести за интеграл и получим:

$$\iint_D B(x,y)dxdy = |\det A| \iint_D B_0(x,y)dxdy.$$

Подставив полученные результаты в отношение, получим:

$$\frac{E_B}{S} = \frac{|\det A| \iint B_0(x,y)dxdy}{|\det A| \iint sign(B_0(x,y))dxdy} = \frac{\iint B_0(x,y)dxdy}{\iint sign(B_0(x,y))dxdy}.$$

Видно, что для аффинных преобразований выполняется условие:

$$\frac{E_B}{S} = \frac{E_{B_0}}{S_0}. \qquad (11)$$

Действуя по аналогии, исходя из (9) получим выражения для преобразования перспективы:

$$\frac{E_B}{S} = \frac{\iint \left|\det P_a\right| B_0(x,y)dxdy}{\iint \left|\det P_a\right| sign(B_0(x,y))dxdy},$$

$$\frac{E_{B_0}}{S_0} = \frac{\iint B_0(x,y)dxdy}{\iint sign(B_0(x,y))dxdy},$$

откуда можно сделать вывод, что для преобразования перспективы:

$$\frac{E_B}{S} \neq \frac{E_{B_0}}{S_0}. \qquad (12)$$

Т.о. исследовав свойства аффинных и проективных преобразований, на основе (3), (10), (11), (12) можно предложить критерий присутствия проективных преобразований. На основании того, что перспектива, в отличие от аффинных преобразований, вносит изменение в перераспределение энергии на изображении, построим функционал вида:

$$\Phi_1 = \frac{S}{E_B} - \frac{S_0}{E_{B_0}}, \qquad (13)$$

где $E_B = \iint\limits_D B(x,y)\,dxdy$ и $E_{B_0} = \iint\limits_D B_0(x,y)\,dxdy$ – энергия изображения $B(x,y)$ и $B_0(x,y)$ соответственно;

S и S_0 – площадь изображения $B(x,y)$ и $B_0(x,y)$ соответственно.

Исходя из (9), для нормализации преобразований целесообразно будет ввести также функционал Φ_2 вида:

$$\Phi_2 = \iint\limits_D B(x,y)\partial x\partial y - \iint\limits_D \frac{B_0(x,y)\partial x\partial y}{\left|\left(h_1 x + h_2 y + 1\right)^3\right|}. \qquad (14)$$

Исходя из описанных свойств аффинной и проективной группы сформулируем критерий присутствия на изображении проективных искажений. Если величина функционала Φ_1 или Φ_2 равна нулю, то изображение относиться к аффинной группе, иначе к проективной группе.

На основании предложенного критерия можно предложить процедуру нормализации проективных преобразований, которая заключается в многократном выполнении преобразования перспективы с некоторым шагом с вычислением функционала (13) или (14). Преобразования продолжаются до тех пор, пока функционал не будет равен нулю. Этот принцип осуществления нормализации соответствует принципу построения нормализатора следящего типа.

Исходя из того, что проективная группа представляется в виде композиции аффинного и перспективного преобразования, не влияющего на параметры аффинного, в свою очередь перспективное преобразование представляется в виде композиции коммутативных преобразований однопараметрической перспективы вдоль осей OX и OY, то:

$$\Pi = AP_a\left(h\right) = AP_x(h_1)P_y(h_2) = AP_y(h_2)P_x(h_1).$$

Т.о. мы можем найти параметры перспективы корреляционным методом по двум параметрам, после чего перейти к новому изображению, которое отличается от эталонного изображения только аффинным преобразованием.

Приведем алгоритм нормализации преобразований перспективы.

Алгоритм:

1. Задаем первоначальное значение для h_1, h_2.
2. Вычисляем функционал (13) или (14).
3. Если он не равен нулю, то увеличиваем один из параметров h_1, h_2 на некоторую величину Δh и переходим к п.1, иначе h_1, h_2 являются искомым значением.
4. Нормализуем изображение, используя матрицу преобразования (5).

На практике условие равенства нулю вычисляемых функционалов из-за погрешности вычислений заменяют на условие $\left|\Phi\right| < e$, где e – некоторое малое $e > 0$.

4 Экспериментальные исследования. Целью экспериментальных исследований является проверка устойчивости критерия, а также установление значения e для эффективной работы критерия. Критерий состоит в том, чтобы на начальном этапе определить к какой группе преобразований относится искажение изображения. Также существует возможность установить некоторую априорную информацию (в частности, пределы допустимых значений параметров преобразований) [4], что существенно повышает быстродействие алгоритмов. эталонное изображение объекта искажалось проективными преобразованиями, и с помощью алгоритмов находились параметры преобразования. Устойчивость критерия оценивалась сравнением заданных значений параметров с найденными.

Последовательность экспериментов состояла в следующем:

1. исследование области возможных значений преобразования при искажении изображений;
2. исследование интервала изменения критерия при аффинных и проективных преобразованиях;
3. установлении допустимых значений параметра для базовых преобразований аффинной группы и их комбинаций;
4. нормализация преобразования перспективы на проективно искаженных изображениях;
5. оценка точности критерия и полученных параметров нормализации.

Исследования проводились на цветных и полутоновых изображениях различного размера. В табл. 1 приводятся полученные усредненные значения функционала (13).

Таблица 1

Исследование значений функционала (13)

Поворот		Масштаб			Косой сдвиг			Перспектива		
Угол пово-рота	Значение	По оси OX	По оси OY	Значение	По оси OX	По оси OY	Значение	По оси OX	По оси OY	Значе-ние
-180	0,00000	0,5	0,1	0,000088	45	-45	0	0	-0,24	0,0021
-160	0,00001	0,5	0,3	0,000017	45	-35	0,0000002	-0,11	-0,2	0,0018
-140	0,00000	0,5	0,5	0,000010	45	-25	0,0000001	0,3	-0,15	0,0024
-120	0,00002	0,5	0,7	0,000009	45	-15	0,0000011	0,45	0	0,0020
-100	0,00000	0,5	0,9	0,000022	45	-5	0,0000009	-0,36	0,007	0,0012
-80	0,00005	0,5	1,1	0,000015	45	5	0,0000001	0,128	0,03	0,0015
-60	0,00002	0,5	1,3	0,000002	45	15	0,000001	-0,02	0,034	0,0021
-40	0,00004	1	0,1	0,000083	45	25	0,0000004	0	0,041	0,0030
-20	0,00002	1	0,3	0,000017	45	35	0,0000008	0,07	0,08	0,0013
0	0,00000	1	0,5	0,000017	5	-45	0,0000001	0,016	0,104	0,0031
20	0,00000	1	0,7	0,000008	5	-35	0,0000018	0,24	0,29	0,0014
40	0,00001	1	0,9	0,000021	5	-25	0,0000009	0,00015	0,00015	0,00009
60	0,00000	1	1,1	0,000017	5	-15	0,0000003	0,0003	0,0003	0,00017
80	0,00002	1	1,3	0,000004	5	-5	0,0000008	0,00045	0,00045	0,00028
100	0,00008	1,4	0,1	0,000091	5	5	0,000002	0,0006	0,0006	0,00038
120	0,00001	1,4	0,3	0,000019	5	15	0,0000005	0,00075	0,00075	0,00048
140	0,00002	1,4	0,5	0,000013	5	25	0,000001	0,0009	0,0009	0,00061
160	0,00001	1,4	0,7	0,000010	5	35	0,0000004	0,00105	0,00105	0,00073
180	0,00001	1,4	0,9	0,000024	5	45	0,0000002	0,0012	0,0012	0,00086

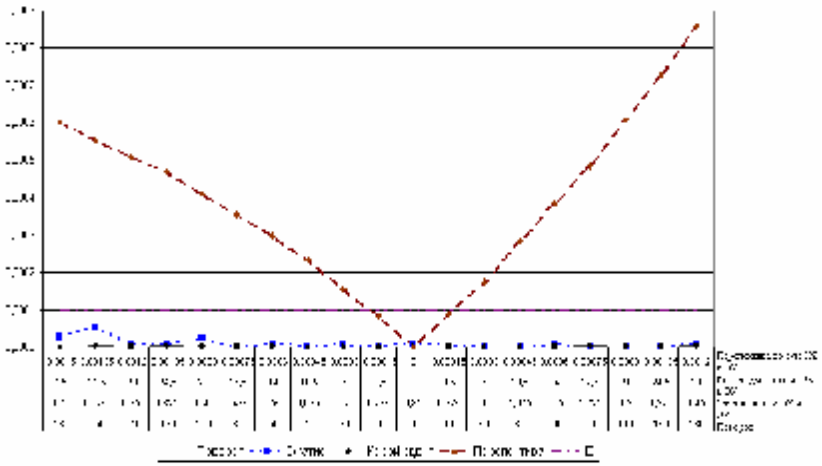
Для эталонных изображений были построены графики распределения отношения энергии изображения к его площади в условиях действия следующих преобразований: поворота, масштаба, косого сдвига и

перспективы. На рисунке приведен совмещенный график усредненных значений функционала (13) с целью их исследования и установления порогового значения e .

Проанализировав результаты экспериментов, установили, что пороговое значение функционала (13) для изображений 500x500 в среднем можно установить равным e = 0,0001. Это позволяет нам определить, к какой группе относится изображение. Если модуль функционала меньше установленного значения, то изображение относиться к аффинной группе, если больше либо равно, то к проективной.

Эксперименты показали, что чем больше размер изображения, тем значение e меньше и для изображений примерно 2000x2000 может быть уменьшено в 10 раз, а для маленьких изображений порог e для корректной работы критерия необходимо увеличивать из-за весомого вклада ошибки дискретизации при искажении изображений. Следует также отметить, что предложенный критерий не пригоден для определения группы преобразования для силуэтных изображений.

Исследовав график представленный на рисунке, а также усредненные значения, приведенные в таблице 1, можно определить интервалы, на которых можно точно вычислить значения параметров преобразования. Как видим при малых преобразованиях перспективы (примерно в интервале от -0,0003 до 0,0003) изменения изображения незначительны и точно определить вид преобразования не всегда возможно, т.к. искажения изображений схожи с искажениями, оказываемыми аффинными преобразованиями.



Совмещенный график для исследования значений критерия и установления порога

Для проверки эффективности предложенного критерия и алгоритма нормализации были проведены следующие эксперименты. На вход

подавались изображения, искаженные с известными параметрами. Эталонное изображение искажалось со всеми параметрами из заданного интервала. Искомому значению параметра соответствует минимальное значение функционала.

Для вычисления относительной погрешности используется формула:

$$\Delta = \left| \frac{\left|b^0\right| - \left|b\right|}{b^0} \right| \cdot 100\%, \qquad (15)$$

где b^0 - значение параметра преобразования, идеально нормализующее искажение. Результаты исследования приведены в табл. 2

Таблица 2

Экспериментальные исследования определения параметра перспективы

Значение параметров перспективы	Вычисленные значения параметра перспективы	Относительные погрешности, %
0; 0.0012	0; 0.0013	0; 8,33
0; 0.0001	0; 0.000108	0; 8
0.0001; 0.0002	0.000113; 0.00019	13; 5
0.0001; 0.0004	0.000107; 0.0004	7; 0
0.0002; 0.0005	0.0002; 0.000512	0; 2,4
0.0003; 0.0006	0.000311; 0.000603	3,67; 0,5
0.0003; 0.0007	0.000304; 0.000721	1,33; 3
0.001; 0.0008	0.00108; 0.000802	8; 0,25
0.001; 0.0009	0.00103; 0.000913	3; 1,44
0.0005;0.001	0.000545;0.00104	9; 4

Выводы. Разработана математическая модель критерия идентификации проективной группы преобразований для систем технического зрения. Существует множество алгоритмов обработки изображения, в каждом случае используют разные методы. Критерий позволяет на начальном этапе определить, к какой группе преобразований относиться изображение, что дает возможность автоматически выбрать алгоритм. В результате проведенных исследований экспериментально были установлены области возможных значений функционала и пороговое значение $e = 0{,}0001$ для изображений размера 500x500. Если величина функционала не превышает этого значения, значит, изображение относится к аффинной группе. Если превышает, то к проективной. Также предложен алгоритм нормализации для установления значения параметра перспективы, который позволяет свести проективные искажения изображения к аффинным, дальнейшую компенсацию которых можно произвести с помощью известных методов [1].

Список литературы: ***1.*** *Путятин Е.П., Аверин С.И.* Обработка изображений в робототехнике. М.: Машиностроение, 1990. – 320с.; ***2.*** *Любченко В.А., Путятин Е.П.* Математические модели зрительного восприятия и нормализации изображений // Проблемы бионики. – 2002. – №56. – С. 44-48; ***3***. *Мышкис А.Д.* Лекции по высшей математике. – М.: Наука, 1973. – 640 с. ***4.*** *Любченко В.А., Путятин Е.П.* Математические модели нормализации перспективы // Проблемы бионики. – 2000. – №53. – С. 22-27.

Поступила в редколлегию 06.06.08

УДК 621.375.826+636.082.4

А. В. ЛЕВКИН, канд. техн. наук ХНТУСХ им. П. Василенко,
С. Н. КОВАЛЕНКО, ст. преподаватель ХНТУСХ им. П.Василенко,
Д. А. ЛЕВКИН, студент механико-математического факультета ХНУ им. В.Н.Каразина

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ БИОТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛАЗЕРНОГО ДЕЛЕНИЯ ЭМБРИОНОВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

На основі використання лазера на аргоні, що працює у видимій області спектру, запропонована апаратурна реалізація методу лазерного ділення ранніх ембріонів у тваринництві. Обґрунтовано використання аргонового лазеру безперервної дії з довжиною хвилі випромінювання 515 нм або 488 нм і регульованою потужністю в діапазоні 0–2 Вт з акустико-оптичним модулятором, який формує промінь лазера у вигляді імпульсів тривалістю 1 мс і менше; енергія імпульсів ≈0,002 Дж.

На основе использования лазера на аргоне, работающего в видимой области спектра, предложена аппаратурная реализация метода лазерного деления ранних эмбрионов в животноводстве. Обосновано применение аргонового лазера непрерывного действия с длиной волны излучения 515 нм или 488 нм и регулируемой мощностью в диапазоне 0–2 Вт с акустико-оптическим модулятором, пропускающим луч лазера в виде импульсов длительностью 1 мс и меньше; энергия импульсов ≈0,002 Дж.

On the basis of the use of laser on an argon, working in a visible area spectrum, apparatus realization of method of laser division of early embryos is offered in a stock-raising. It is grounded, that in-use argon laser of continuous action with a wave-length radiation of 515 nм or 488 nм and managed power in a range 0–2 W with a acoustic-optical grid, allowing the ray of laser as impulses by duration 1 мс and less than, energy of impulses ≈0,002 Dzh.

Введение. В настоящее время для повышения эффективности проведения микрохирургических манипуляций с различными микробиологическими объектами, к которым относятся и эмбрионы крупного рогатого скота, все большее внимание уделяется применению технических средств на основе лазерного воздействия на эти биообъекты.