УДК 681.519.7

ИССЛЕДОВАНИЕ СТОХАСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ КОМБИНАТОРНО-ТОПОЛОГИЧЕСКОГО КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ. СООБЩЕНИЕ 1

БУРЦЕВ В.Н., БУРЦЕВ ВЛ.Н., ЕРОХИН А.Л.

Излагаются результаты исследований процессов комбинаторно-топологического кодирования информации на основе волоконно-оптических систем. Постановка задачи определения адекватности закодированной информации с исходной подсказывает возможность применения волоконно-оптических систем в качестве физических и математических моделей.

Практическое использование волоконно-оптических систем передачи информации, при выполнении условий "регулярности" взаимных положений каналов передачи, не нарушает целостности "образа информации". При появлении в каналах флуктуационных искажений целостность переданной информации нарушается пропорционально имеющимся разрывам "регулярности". Так как любая волоконно-оптическая система представляет собой дискретное множество, то регулярность будет подразумевать структурную упорядоченность каналов передачи информации. При этом большой интерес могут представить статические модели кодирования, а также и динамические процессы. В последнем случае мы имеем физическую модель визуального представления стохастического процесса и математическую модель, основанную на теоретико-множественных свойствах дискретных систем с использованием теории конечных предикатов.

Остановимся на разработке математической модели процесса кодирования информации посредством волоконно-оптических преобразователей информации (ВОПИ). Математическая и физическая модели задаются в дискретном метрическом пространстве M^2, которое организовано компактным объединением поперечных сечений W_{ij} множества W элементарных светопроводов (аналогов информационных каналов). Каждый ВОПИ имеет "вход" – приёмную поверхность A, также образованную множеством $(a_{ij} \in A)$ дискретных элементов, подобных элементам w_{ij}, и "выход" – выходную поверхность B из множества $(b_{ij} \in B)$. Множества (a_{ij}) и (b_{ij}) также заданы в метрическом пространстве, которое является в данном случае двумерным. В соответствии с теорией оптико-волоконных систем [1] каждый светопровод (W_{ij}) обладает свойством сопряженности. Для математической модели это свойство формулируется как взаимно-однозначное соответствие типа $a_{ij} \leftrightarrow b_{ij}$ для множества $(a_{ij}) \in A$ и $(b_{ij}) \in B$. В рассматриваемых моделях предполагается, что любая двумерная информация $F\ (x, y)$, непрерывная и регулярная в континуальном пространстве, при переходе в дискретное пространство M^2 преобразуется в объединение множества дискретных фрагментов $f_{ij}(x, y)$, образующих первичную упорядоченную растровую структуру:

$$F(xy) \sim F_1(xy) = \bigcup f_{ij}(i, j) \in M\ / \qquad (1)$$

Между информациями F и F_1 существует эквивалентность "подобия", определяющая их адекватность.

Рассмотрим более простую модель кодирования информации, которую назовем комбинаторным кодированием. Последнее является частью более общего процесса комбинаторно-топологического кодирования [2-4]. Математически комбинаторное кодирование – это операция перестановки любого из элементов f_{ij}, заданных на носителях $(a_{ij} \in A)$ или $(b_{ij} \in B)$ и включенных в объединение (1).

Организуем из поперечных сечений $(w_{ij} \in W)$ приёмную A и выходную B поверхности прямоугольных форм с общим числом светопроводящих элементов $M = (m \times n)$, где m и n – число элементов (a_{ij}) или (b_{ij}) в строке и столбце матриц

$$\{A\} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (a_{ij}), \qquad (2)$$

$$\{B\} = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (b_{ij}). \qquad (3)$$

При этом считаем, что все $(a \in A)$ и $(b \in B)$ расположены в параллельных строках (столбцах) матриц (2) и (3). Площади поверхностей A и B будут составлять

$$S_A = S_B = M * Sw, \qquad (4)$$

где S_W – площадь сечения элементарного светопровода (w_{ij}).

Диаметр дискретного элемента (a_{ij}) или (b_{ij}) равен диаметру d поперечного сечения (w_{ij}) и является метрикой пространства M^2. Сопряженность элементов (a_{ij}) и (b_{ij}) в соответствии с (2) и (3) определяют сопряженность между матрицами

$$\{A\} \leftrightarrow \{B\}. \qquad (5)$$

Зададим ещё одно свойство модельного ВОПИ – фиксированность взаимных положений элементов (a_{ij}) и (b_{ke}) в матрице (2),(3). Это свойство даёт возможность считать в дальнейшем матрицы $\{A\}$ и $\{B\}$ инвариантами каждого из ВОПИ и является неизменным при неизменности базовых координат для $\{A\}$ и $\{B\}$. Для матрицы $\{A\}$ базовыми координатами будут ортогональные оси

$$a_{1i} \ldots i = 1,2,\ldots m, \ a_{1j} \ldots j = 1,2,\ldots n \qquad (6)$$

с началом координат в элементе a_{11}. Соответственно для {B} координатные оси будут

$$b_{1e}...e = 1,2,...n\ ;\ b_{1k}...k = 1,2,...m \qquad (7)$$

с началом в элементе b_{11}.

Условия (2)-(6) определяют поверхность $\{A\}$ любого ВОПИ как аналог приёмной двумерной растровой сети с шагом b .

Следует отметить, что комбинаторное кодирование информации посредством волоконно-оптических систем не является новым. Для целей криптографии делались попытки [5] использовать преобразователи с “перепутанными” светопроводами. Однако анализ теории [1,6] показал, что математически процесс кодирования не проводился.

Целью настоящего сообщения является разработка формализованных моделей информационного кодирования для статичной и динамически меняющейся информации. Для последнего мы имеем вариант стохастического процесса.

Любым из известных способов, например, проективным, сформируем первичную информацию F (X,Y) на поверхности $\{A\}$. В соответствии с тем, что указанная поверхность является растром, на ней происходит преобразование информации во множество дискретных, упорядоченно расположенных фрагментов (f_{ij}), заданных на носителях $(a_{ij}) \in A$.

По определению (1) на $\{A\}$ формируется растровое подобие $F_1(X,Y)$.

После комбинаторной кодировки $F_1(X,Y)$ на поверхности $\{B\}$ формируется “закодированная” информация $F^*(X,Y)$, которая по аналогии с (1) имеет вид

$$F^*(xy) = \bigcup_{(ke)\in M} f^*_{ke}\,. \qquad (8)$$

Между $F_1(X,Y)$ и $F^*(X,Y)$ существуют определенные отношения, которые, например, могут быть заданы в форме таблицы отношений

$$(a_{11}^{bij}, a_{12}^{bke}, ..., a_{mn}^{bps}),\ (a_{11}^{bij}, a_{12}^{bpn}, ..., a_{mn}^{bps}) \qquad (9)$$

с сохранением принципа взаимной однозначности.

Запишем “первичный растровый образ” информации в виде системы:

$$\mathrm{F}_1\,(\mathrm{X,Y}) = \bigcup_{i=1}^{m}\ (a_{i1}^{fi1} \vee a_{i2}^{fi2} \vee \dots \vee a_{in}^{fin}) \qquad (10)$$

с элементами разложения по “строке”. Аналогичная запись может быть представлена и для разложения по столбцам базисных координат (6):

$$\mathrm{F}_1\,(\mathrm{X,Y}) = \bigcup_{i=1}^{m}\ (a_{1j}^{f1j} \vee a_{2j}^{f2j} \vee \dots \vee a_{mj}^{fmj}). \qquad (11)$$

При фиксированном положении $(a_{ij} \in \{A\})$ естественно фиксируется и фрагмент (f_{ij}) в границах области метрического пространства:

$$M^2 = \left[\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} f_{ij}\right]. \qquad (12)$$

Введем в рассмотрение предикат “узнавания регулярности” переменной (f_{ij}), заданной по константе (a_{ij}). Определим, что при условии совпадения координат положения (i, j) предикат

$$P(f_{ij}) = (a_{ij}^{f_{ij}}) = 1\,, \qquad (13)$$

для $(f_{ij}) \in F_1\ \ (X,Y) \subset M^2$ с несовпадающими координатами (ke) и (ij) предикат

$$P(f_{ke}) = (a_{ij}^{f_{ke}}) = 0\,. \qquad (14)$$

Для приёмной поверхности $\{A\}$ всегда выполняется условие (13), и областью существования $F_1(X,Y)$ является вся область M^2, которая эквивалентна площади (4).

Определим теперь область существования предикатов (10) или (11), посредством квантора существования [6], который по определению

$$\exists f_{ij} P(f_{ij}) \bigvee_{(fij)\in M^2} \cdot P(f_{ij})\,. \qquad (15)$$

Как было показано, при фиксировании элементов $a_{ij} \in A$ выполняется условие (13). Тогда (15) выполняется всюду на (A).

Таким образом, областью существования систем предикатов для растровой поверхности $\{A\}$ будет вся область M^2 и квантор существования

$$\exists = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & . & . & . & 1 \\ 1 & 1 & 1 & . & . & . & 1 \\ . & . & . & . & . & . & . \\ 1 & 1 & 1 & . & . & . & 1 \end{pmatrix}. \qquad (16)$$

Свойство фиксации $(a_{ij}) \in \{A\}$, а также (16) позволяют сделать вывод о том, что для каждого ВОПИ существует инвариантная система предикатов, не изменяемая при линейных преобразованиях растра $\{A\}$. В свою очередь операция квантования позволяет отвлечься от реальных изменений информации $F(X,Y)$ переводом её фрагментов (f_{ij}) из метрического M^2 в логическое L^2 пространство. Это заметно упрощает процесс исследований областей квантования преобразованных систем предикатов Р (f^*_{ke}). Аналогичные выводы относятся и к растровой структуре $\{B\}$, для которой в системе координат (7) квантор существования имеет вид (16). Рассмотрим систему

$$F^*(X,Y) = \bigcup_{k=1}^{m}(\bigvee_{e=1}^{n} * b_{ke}^{f^*_{ke}})\,. \qquad (17)$$

При этом следует иметь в виду, что формирование кодированного изображения на $\{B\}$ осуществляется в системе координат (7), т.е. при замене направления кодировки входной системой будет (17) поверхность $\{B\}$. Инвариантность систем (10),(11) и (17) является математической гарантией того, что возможна также задача декодирования информации $(f_{ij}^*) \in F^*(X,Y)$ в исходную – $(f_{ij}) \in F_1(X,Y)$.

Кодирование информации осуществляется за счет операторов комбинаторной перестановки элементов приёмного $\{A\}$ в сопряженные им элементы выходного растра $\{B\}$:

$$(a_{ij}) \overset{Kke}{\leftrightarrow} (b_{ke}). \tag{18}$$

Операторы (K_{ke}) являются сопряженными:

$$(K_{ke}) = (\bar{K}_{ij}). \tag{19}$$

Составим матрицу кодирования

$$\begin{pmatrix} a_{11}^{b_{ij}} & a_{12}^{b_{11}} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{1n}^{b_{ps}} \\ a_{21}^{b_{12}} & a_{22}^{b_{22}} & \cdot & \cdot & \cdot & a_{2n}^{b_{ke}} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{m1}^{b_{m1}} & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & a_{mn}^{b_{n}} \end{pmatrix}, \tag{20}$$

$P(b_{ke}) = a_{ke}^{b_{ke}}$ “узнавания регулярности” со свойствами аналогичности (13),(14). Тогда матрица (20) будет иметь вид

$$\begin{bmatrix} P(b_{ij}) & P(b_{11}) & \cdot & \cdot & \cdot & P(b_{ps}) \\ P(b_{12}) & P(b_{22}) & \cdot & \cdot & \cdot & P(b_{ke}) \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ P(b_{m1}) & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & P(b_{n}) \end{bmatrix}. \tag{21}$$

Рассмотрим случай, когда все $P(b_{ke}) = 1$, что соответствует отсутствию процесса кодирования. В силу правила сопряжённости (18) между соответствующими элементами “входа” – “выхода” будем иметь две эквивалентные растровые системы:

$$\bigcup_{i=1}^{m} (\bigvee_{j=1}^{n} a_{ij}^{f_{ij}}) \sim \bigcup_{i=1}^{m} (\bigvee_{j=1}^{n} b_{ij}^{f_{ij}^*}). \tag{22}$$

Рассмотрим случай, когда все $P(b_{ke}) = 0$. Тогда на поверхности $\{B\}$ имеем:

$$\exists b_{ke} P(b_{ke}) = \bigvee_{(b_{ke}) e M} [P(b_{ke}) \equiv 0], \tag{23}$$

и ни один из фрагментов $(f_{ij}) \in F_1(X,Y)$ на $\{A\}$ не совпадает ни с одним из элементов $(f_{ke}^*) \in F^*(X,Y)$ на $\{B\}$. На растре $\{B\}$ указанный фрагмент (f_{ke}^*) может занять любое из положений в матрице (B). Для исследования нас будут интересовать случаи, когда значения предикатов

$$\begin{cases} P(b_{ij}) = 1 & для \quad всех \quad b_{ij} = a_{ij}, \\ P(b_{ke}) = 0 & для \quad всех \quad b_{ke} \neq a_{ke}. \end{cases} \tag{24}$$

Тогда область существования системы предикатов (21) будет

$$\exists b_{ij} P(b_i) = \bigvee_{(b_{ij}) \in M^2} P(b_{ij}) = \bigvee_{\substack{(b_{ij}) \in M^2 \\ (b_{ke}) \in M^2}} \begin{bmatrix} P(b_{ij}) \equiv 1 \\ P(b_{ke}) \equiv 0 \end{bmatrix} \tag{25}$$

и логическая матрица, характеризующая квантор существования предикатов, составится из существующего числа “единиц” и “нулей”, занимающих соответствующие позиции в матрице

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & . & . & . & 0 \\ 0 & 1 & 0 & . & . & 0 \\ 1 & 0 & 1 & . & . & 1 \end{pmatrix}. \tag{26}$$

Благодаря выражениям (25) и (26), дальнейшее изучение свойств закодированных информаций будет вестись в основном в логическом L^2 пространстве предикатов, исключающем громоздкую конструкцию системы отношений (20). При рассматривании всех возможных ситуаций полностью игнорируются действительные положения фрагментов (f_{ke}^*) с учетом того, что вероятность их размещения в области

$$\Omega_0 = \left[\bigcup_{(b_{ke}) \in M^2} P(b_{ke}) \equiv 0 \right] \tag{27}$$

произвольная, например, равномерная. Тогда область единичных предикатов также образует множество

$$\Omega_1 = \left[\bigcup_{(b_{ij}) \in M^2} P(b_{ij}) \equiv 1 \right]. \tag{28}$$

Матрицу (26) можно представить в виде объединения двух подмножеств (27) и (28):

$$\Omega = \Omega_0 \bigcup \Omega_1. \tag{29}$$

При этом множества Ω_1 характеризуют область неискаженных фрагментов информации (f_{ij}^*) относительно эквивалентных им (f_{ij}^*):

$$(f_{ij}) \approx (f_{ij}^*) \text{ для } \forall P(b_{ij}) \in \Omega_1. \tag{30}$$

Указанные фрагменты (27) также являются инвариантными как для растра $\{A\}$, так и для растра $\{B\}$ при любых линейных преобразованиях их.

По определению (20), (21) $P(b_{ke}) = a_{ij}^{bke}$ и $P(b_{ij}) = a_{ij}^{b_{ij}}$, подставим их в (27) и (28):

$$\Omega_0 = \bigcup_{\substack{(i,j)\in M \\ (ke)\in M}} a_{ij}^{b_{ke}}, \qquad (31)$$

$$\Omega_1 = \bigcup_{\substack{(i,j)\in M \\ (ke)\in M}} a_{ij}^{b_{ij}}. \qquad (32)$$

В свою очередь каждый из фрагментов (f^*_{ij}) или (f^*_{ke}) задан на соответствующих носителях (b_{ij} или b_{ke})$\in\{B\}$. При этом, как было отмечено выше, в системе базовых координат (7) квантор существования предикатов (17) образует матрицу (16). На основании этого перепишем (31), (32) в виде

$$\Omega_0 = \bigcup_{(f_{ke})\in M^2} b_{ke}^{f^*_{ke}}, \qquad (33)$$

$$\Omega_1 = \bigcup_{(f_{ij})\in M^2} b_{ij}^{f^*_{ij}}. \qquad (34)$$

Все элементы $(b_{ij}) \in B$ являются фиксированными, поэтому, не теряя общности, опустим их в (33), (34), определив, что для всех

$$\Omega_0^* = \bigcup_{(ke)\in M} f_{ke}^*, \qquad (35)$$

$$\Omega_1^* = \bigcup_{(ij)\in M} f_{ij}^*. \qquad (36)$$

Подмножества (Ω_0^*) и (Ω_1^*) определим как области существования закодированных (f_{ke}^*) и не измененных (f_{ij}^*) фрагментов информации $F_1(X,Y)$. В такой интерпретации информация $F^*(X,Y)$ рассматривается как объединение подмножеств не изменённых фрагментов (f_{ij}), заданных в области (36) с подмножеством фрагментов (f_{ke}^*), случайным образом распределенных в области (35):

$$F^*(xy) = \Omega_0 \bigcup \Omega_1. \qquad (37)$$

Области (подмножества) Ω_0 и Ω_0^*, Ω_1 и Ω_1^* структурно эквивалентны и инвариантны, поэтому моделирование стохастических процессов в виде последовательности матриц переходных состояний, описывающих их, проще вести с областями (27)-(29).

Для описания матриц $P(S)$ переходных состояний стохастических процессов в качестве модели двумерной информации будем рассматривать простые монохроматические изображения, например, полуплоскость, параллельную столбцевым или строчным элементам $(a_{i1}, a_{1j}) \in A$. Также могут рассматриваться растровые решётки с синусоидальным распределением интенсивности света [1]. Считаем при этом, что наличие “изображения” на любом из элементов $(a_{ij}) \in \{A\}$ есть попадание светового излучения на него. Для этого случая определяем $(f_{ij}) \neq 0$. При попадании элемента (a_{ij}) в зону “тени” полуплоскости соответствующий фрагмент $(f_{ij}) = 0$. Введём в рассмотрение предикат $p(a_{ij}^{f_{ij}})$ наличия фрагмента информации на носителе $(a_{ij}) \in \{A\}$. Тогда при наличии фрагмента $(f_{ij}) \neq 0$ соответствующий предикат $p(a_{ij}^{f_{ij}}) = 1$, в противном случае $-$ $p(a_{ps}^{f_{ps}}) = 0$. Перемещение полуплоскости (растра) образует конечное подмножество матриц $P_{(S)}$.

Для описания поведения системы кодирования информации при последовательно-дискретном сканировании растра $\{A\}$ полуплоскостью $F(X)$ воспользуемся свойствами инвариантности: квантора (16), матриц отношений (20), (21) и системы (25).

Предположим, что в начальный момент времени t_0 входной растр $\{A\}$ полностью перекрыт полуплоскостью и предикат $p^*(a_{ij}^{f_{uj}}) = 0$ для всех носителей $(a_{ij}) \in \{A\}$. Тогда, в соответствии со свойством взаимной однозначности $(a_{ij}) \leftrightarrow (b_{ij})$, в системе $\{B\}$ выходного растра все $(b_{ij}^{f_{ij}}) = 0$. Переместим полуплоскость на один d_1 шаг сканирования, засветив первый столбец элементов (a_{1i}). Тогда

$$\mathrm{F}_1(\mathrm{s}) = \bigcup_{\mathrm{j}=1}^{\mathrm{m}} (\mathrm{a}_{1\mathrm{j}}^{\mathrm{f}_{1\mathrm{j}}} \vee 0 \vee \ldots \vee 0). \qquad (38)$$

К элементам (a_{1i}) столбца растра $\{A\}$ применим систему отношений

$$(a_{i1})\Big|_{i=1}^{m} \xrightarrow{(k_{1j})} \begin{cases} (b_{ke}) & \text{для} \quad P(b_{ke}) = 0, \\ (b_{i1}) & \text{для} \quad P(b_{i1}) = 1. \end{cases} \qquad (39)$$

Из общего числа n фрагментов (f_{ps}^*) закодированных информаций i$-$фрагментов совпадают по расположению с соответствующими фрагментами $(a_{1j}^{f_{1j}}) \in \Omega_1$, а к-фрагментов $-$ распределены случайным образом на подмножестве Ω_0. Будучи зафиксированными, все n-фрагменты исключаются из дальнейшего анализа в силу инвариантности (25). Перейдем на второй и последующие шаги сканирования $F_1(S_2)...$, $F_1(S_k)...$, . Получаем на растре $\{A\}$ динамически расширяющуюся систему

$$F_1(S_k) = \bigcup_{i=k}^{m} (\bigvee_{j=k}^{m} a_{ij}^{f_{ij}}). \qquad (40)$$

Применив последовательно к каждому из элементов $(a_{ij}^{f_{ij}}) \neq 0$ отношение (20), получим, в конечном счёте, матрицу, аналогичную (25). Таким образом, самым простейшим динамическим, стохастическим процессом кодирования может считаться модельный процесс пошагового сканирования входной растровой структуры $\{A\}$ полуплоскостью $F(X)$ или ортогональной ей $-$ $F(Y)$. Результатом последовательно-дискретного сканирования является появление множества матриц переходных состояний, получаемых, например, последовательным вычленением из системы (26) некодируемых фрагментов $(f_{ij}^*) \sim (f_{ij})$.

Аналогична и обратная задача, когда к матрице из нулевых элементов размерностью $(m \times n)$ последовательно добавляются фрагменты $(f_{ij}^*) \in \Omega_1$ и $(f_{ke}^*) \in \Omega_0$. Такой стохастический процесс имеет два устойчивых состояния, когда все элементы $(a_{ij}) \in A$ "засвечены" и $(f_{ij}) \neq 0$, либо – закрыты полуплоскостью и $(f_{ij}) = 0$. Количество матриц (расширяющихся или сужающихся по размерности) переходных состояний стохастического процесса соответствует количеству сканируемых столбцов или строк входного растра $\{A\}$, т.е. $N(P(s)) = n$ или $N(P(s)) = m$.

В процессе кодирования информации принимает участие два типа предикатных переменных: $P(a_{ij}^{f_{ij}})$ – предикат "наличия фрагментов информации на носителе $(a_{ij}) \in A$" и $P(a_{ij}^{b_{ij}})$ – предикат "узнавания порядка в системе отношений":

$$P(a_{ij}^{f_{ij}}) = \begin{cases} 1 & для \quad (f_{ij}) = 1\,, \\ 0 & для \quad (f_{ij}) = 0\,; \end{cases} \tag{41}$$

$$P(a_{ij}^{b_{ij}}) = \begin{cases} 1 & для \quad (i,j) = (i,j\ )^*\,, \\ 0 & для \quad (i,j) \neq (i,j)^*\,. \end{cases} \tag{42}$$

Приведем четыре результата логических операций взаимодействия предикатных переменных (41) и (44):

$$\begin{aligned} & P(a_{ij}^{f_{ij}}) \wedge P(a_{ij}^{b_{ij}}) \\ & (1 \wedge 0) = 0, \ соответствующие \quad (f_{ij}^*) \in \Omega_0^*, \\ & (1 \wedge 1) = 1, \ соответствующие \quad (f_{ke}^*) \in \Omega_0^*, \\ & \left.\begin{aligned} (0 \wedge 0) = 0 \\ (0 \wedge 1) = 0 \end{aligned}\right\} пустое \quad множество \quad 0\,. \end{aligned} \tag{43}$$

Таким образом, посредством предикатных переменных осуществляется комбинаторная сепарация закодированных фрагментов информации в полном пространстве:

$$\Omega = \Omega_0 \bigcup \Omega_1 \bigcup \varnothing\,, \tag{44}$$

$$\Omega^* = \Omega_0^* \bigcup \Omega_1^* \bigcup \varnothing\,, \tag{45}$$

которые можно определить как топологические пространства с дискретным носителем топологии $(a_{ij}) \in \{A\}$ или $(b_{ke}) \in \{B\}$. Топологический характер пространства, в котором происходит формирование и кодирование информации, даёт возможность в дальнейшем рассмотреть более широкий класс стохастических процессов кодирования – комбинаторно-топологический.

Выводы

1. Проведенный анализ модельных процессов комбинаторного кодирования информации описывает эргодические процессы, реализуемые посредством логических операций с предикатными переменными, заданными на фиксированных растровых структурах "входа - выхода" дискретной системы кодировки.

2. Растровые структуры, благодаря свойствам фиксирования взаимной однозначности, могут быть описаны инвариантными матрицами.

3. Переход от метрического пространства, в котором происходит кодирование, к логическому пространству предикатных переменных существенно облегчает анализ матриц переходных состояний стохастического процесса, оставляя в стороне вопросы возможных распределений закодированных фрагментов на выходе системы кодирования.

4. Дискретные метрические и логические пространства являются топологическими пространствами с дискретными носителями топологии.

Литература: 1. *Вейнберг В.Б., Саттаров Д.К.* Оптика световодов. М.: Машиностроение, 1977. 320 с. 2. *Бурцев В.Н.*, *Бурцев Вл.Н.* Принцип комбинаторно-топологических преобразований первичной информации невербального типа в цветодинамические изображения и феномен их влияния на психофизиологическое состояние человека. Держагенство України з авторських та суміжних прав. Свідоцтво про державну реєстрацію прав автора на твір ПА 1240 від 25.06.98. 3. *Бурцев В.Н., Бурцев Вл.Н.* Устройство формирования цветовых изображений. Патент России №1320585 от 11.04.96. 4. *Бурцев В.Н.*, *Бурцев Вл.Н.* Волоконно-оптический преобразователь изображения. Патент России № 2124747 от 10.01.99. 5. *Kapany N.S.* In Concepts of Classic Optics. Appendix N, Freeman, SF, California, 1958. P.553. 6. *Капани Н.С.* Волоконная оптика. Принципы и применение. М.: Мир, 1969. 464 с.

Поступила в редколлегию 10.05.2000

Рецензент: д-р техн. наук Зацеркляный Н.М.

Бурцев Валерий Николаевич, аспирант кафедры программного обеспечения ЭВМ ХТУРЭ, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории "Цветодинамика". Научные интересы: психология, математическое моделирование процессов в волоконно-оптических системах, цветодинамика, системы принятия решений. Адрес: Украина, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, тел. 40-94-46.

Бурцев Владимир Николаевич, научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории "Цветодинамика". Научные интересы: волоконная оптика, цветодинамика. Увлечения и хобби: туризм. Адрес: Украина, 61166, Харьков, ул. Дарвина, тел: 43-17-30.

Ерохин Андрей Леонидович, канд. техн. наук, доцент кафедры информатики Университета внутренних дел Украины, доцент кафедры программного обеспечения ХТУРЭ. Научные интересы: системы поддержки принятия решений, современные компьютерные информационные технологии. Увлечения и хобби: компьютер, радиолюбительство, музыка. Адрес: Украина, 61000, Харьков, пр. 50-летия СССР, 27, тел. 40-94-46, e-mail: eal@adm.univd.kharkov.ua