

УДК 681.518:004:912

О ВИЗУАЛЬНОМ КОДИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ КОГНИТИВНЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА. СООБЩЕНИЕ 2

А. Л. Ерохин

ХНУВД, г. Харьков, Украина, auegokhin@ukr.net

Рассматривается решение задачи визуального кодирования информации для моделирования психофизиологических состояний человека-оператора. Предложен метод невербального неинвазивного воздействия на систему психофизиологического состояния человека-оператора.

КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ЧЕЛОВЕКА, ЗРИТЕЛЬНЫЕ ОБРАЗЫ, ЦВЕТОДИНАМИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ.

Введение

В [1] рассматривается постановка задачи идентификации когнитивных функций человека на основе моделирования и адаптации психофизиологических состояний (ПФС) человека-оператора как одного из важных компонентов системы управления сложной системой. Статья посвящена исследованию возможности построения технических средств адаптации ПФС человека-оператора во время стрессорных воздействий при выполнении им операторских функций на основе анализа принципов работы мозга как моделирующей установки [2]. Разработан метод невербального неинвазивного воздействия на ПФС человека-оператора на основе взаимодействия цветодинамических изображений с эндогенными системорегулирующими процессами [3] в системе когнитивных функций человека-оператора.

1. Анализ принципов работы мозга с точки зрения моделей восприятия зрительных образов

Как известно, образование моделей образов происходит в результате перекодирования информации из низшего кода в высший по вероятностному принципу. Например, для речевого образа (по Н.М. Амосову): код звукового сообщения — код слов — код фраз — код смысла. Так, психофизиологи установили следующие основные принципы формирования моделей образов: принцип активного изоморфизма (образование модели происходит по законам изоморфного отображения); принцип компарации (процесс сличения или установления меры сходства, идентификации); принцип функционального кольца (образование новых моделей происходит при сравнении врожденных или приобретенных в ходе индивидуального развития моделей со вновь возникающими при поступлении сигналов в мозг, моделирование — это результат циркуляции по кольцу: центр — периферия — кора — подкорковые образования); принцип энтропийности (создание моделей в мозге ведет к уменьшению энтропии); принцип вероятностного прогнозирования (наличие обратной связи — канала, по которо-

му в мозг идет сигнализация о том, что делается на периферии, имеет смысл тогда, когда в мозгу происходит сравнение того, что сделано, и того, что должно быть в результате действия); принцип минимизации отрицательного (организм избирает такую тактику, которая сулит ему удовлетворение жизненных потребностей и позволяет избежать неблагоприятных ситуаций и отрицательных эмоций, то есть принцип максимума выигрыша при минимальных затратах) [4]. Эти принципы будем использовать при компьютерном моделировании человека-оператора при выполнении им операторских функций во время стрессорных воздействий.

Основной целью функционирования оператора является обеспечение выполнения им своих основных операторских функций в течение заданного времени (время дежурства) на заданном уровне, независимо от внешних проявлений негативных факторов. Поэтому важной задачей является совершенствование интерфейсов «человек-машина» путем добавления в систему специальных устройств, обеспечивающих адаптацию ПФС человека-оператора на заданном уровне.

Для построения такой модели вначале необходимо решить задачу формальной идентификации ПФС человека-оператора. Важной остается проблема влияния стресса монотонии на человека-оператора, включенного в интеллектуальную систему. Стресс монотонии является неспецифической реакцией человека-оператора на выполнение им однообразных длительных действий, и основным механизмом развития стресса является способность центральной нервной системы отфильтровывать длительные и монотонные стимулы [5–7]. Указанная фильтрация выводит эти стимулы из области внимания, переводя сенсомоторные функции в область подсознательного автоматизма, а само сознание — в измененное состояние. Человек-оператор, находясь в состоянии монотонии, начинает допускать ошибки управления и принятия адекватного ситуации решения.

Представляет интерес разработка специальных методов, позволяющих адаптировать систему пси-

хофизиологического состояния человека-оператора к негативному воздействию монотонии, для чего необходимо рассмотреть два класса указанных систем ПФС по степени включения его когнитивных функций. Степень включения этих функций определяет открытое множество психических структур-процессов, которые, исходя из синергетических воззрений [8], расположены между полем сознания и подсознанием, то есть взаимно переходящих с уровня перцепции через уровень восприятия к уровню представлений.

Первый класс систем ПФС человека-оператора — это многообразие ансамбля психических структур-процессов, образующих спектр состояний между процессами перцепции и восприятия [9]. При этом к самым нижним психическим процессам можно отнести процессы «субъективных состояний», локализованных ближе всех к подсознательному. Относительная близость систем ПФС этого слоя к областям подсознательного определяет возможность воздействия на систему ПФС, расположенных ближе всех к подсознательному, посредством какого-либо внешнего (экзогенного) воздействия. Такое эндогенное невербальное воздействие способно достичь решения, по крайней мере, двух задач.

Первая из них — помочь системе гомеостаза вернуть систему ПФС из неустойчивого состояния в исходное устойчивое состояние (в исходный аттрактор), вторая — перевести систему ПФС в новое устойчивое состояние (в новый аттрактор). Благодаря открытости и нелинейности семантического пространства психических процессов переходы систем ПФС с уровня на уровень осуществляются скачком, образуя спектр переходных состояний. Примером таких переходов может являться процесс лабиринтного развития ассоциативной цепи вне поля внимания [10]. Рождение ассоциации возникает при минимальном экзогенном воздействии, однако такое же экзогенное воздействие с минимальной интенсивностью, но уже с другой топологией и архитектурой воздействия на систему ПФС становится достаточным для вытеснения предыдущей ассоциации и замены ее на новую.

Ко второму классу систем ПФС человека-оператора относятся психические структуры-процессы, рождающиеся и развивающиеся на «поле мозга и сознания» [9]. Системы ПФС этого класса отличает активное включение познавательных и креативных процессов, образующих открытое многоуровневое вербальное пространство. Переход структур-процессов с нижних уровней систем ПФС на более высокие подчинен механизмам последовательной обработки информации. Переход системы ПФС на более высокий уровень сознательного происходит

по принципу эмерджентности, по мере поступательного процесса движения мысли к решению.

Общими принципами эволюции первого и второго классов системы ПФС от подсознательного к сознательному являются: топология, время и интенсивность экзогенных воздействий. Топологически структурированные, темпорально правильные воздействия резонансно взаимодействуют с системой ПФС человека-оператора и классифицируются как резонансные хронотопы [8]. Правильно подобранные низкоинтенсивные резонансные хронотопы могут рассматриваться как факторы адаптации систем ПФС человека-оператора к стрессорам.

Формально системы ПФС человека-оператора можно представить как функцию множества динамично изменяемых параметров $P_{SF} = [\bigcup(P_S), \bigcup(P_F)]$, где $(P_S), (P_F)$ — психологические и физиологические параметры. Для метастабильной фазы во временном интервале Δt_c психологические и физиологические параметры $P(S_j), (P_{Fi}) = C \quad \forall S_j, F_i, \Delta t$. Системы ПФС человека-оператора могут рассматриваться как неизменные.

Применим для структур-процессов первого класса, включающих механизмы переходов ощущений с уровня пространственного поля на уровень действий, нейропсихологический механизм взаимодействий систем ПФС человека-оператора с резонансными хронотопами. В качестве таких воздействий на человека-оператора используем последовательность визуальных стимулов с динамическим изменением цветовых образов, или цветодинамические воздействия (ЦДВ). При этом ЦДВ обладают дискретной топологией, дающей возможность генерировать на дискретной фазовой плоскости детерминированный цветовой хаос, и частотно-временными параметрами, позволяющими подобрать наиболее оптимальный режим резонансного взаимодействия ЦДВ и СПФС человека-оператора.

Нейропсихологический механизм резонансно-го взаимодействия описывается следующей последовательностью:

а) ЦДВ первично кодируется в зрительном анализаторе, после чего закодированные сигналы поступают в соответствующие проекционные зоны поля мозга [11–13];

б) нервные импульсы возбуждения спускаются по колонкам нейронов с верхних слоев проекционных зон мозга к нижним, на которых формируются медленные импульсы торможения, направленные встречно [14];

в) спектры нервных импульсов и медленных волн посредством интермодальных переходов коллатералей аксонов нейронов поступают в проекционные зоны других модальностей, осуществляя взаимодействие на различных уровнях поля мозга;

в) резонансное усиление или ослабление нервных импульсов или медленных волн осуществляется через взаимосвязь проекционных зон зрительного анализатора с зоной гипокампа, лимбической системой и областей гипоталамуса [14].

ЦДВ представляют собой спектр частот модулируемых цветовых стимулов в виде абстрактных, изменяемых в каждое мгновение времени образов и траекторий перемещения в диапазоне частот модуляции от 2 до 12 Гц. Максимальная частота цветового импульса, посредством которого модулируются ЦДВ, составляет 24–30 Гц [15]. Цветовые стимулы, предъявляемые человеку-оператору в виде ЦДВ, препятствуют развитию стресса монотонии, поскольку топология их образов и частотно-временные параметры способны обеспечить в проекционных зонах мозга постоянный уровень возбуждения, временно отключая при этом механизмы фильтрации циклически повторяющихся стимулов. При отключении механизма фильтрации монотонных стимулов включается механизм выделения спектров ведущих ритмов (или частот) заинтересованными структурами-функциями сознания-подсознания. Благодаря разветвленной системе аксонов мозга в нем происходят разнообразные когерентные взаимодействия эндогенных ритмов с экзогенными ритмами. Ввиду того, что регулирующие центры интрацептивных уровней управления физиологическими процессами находятся в глубинных слоях подкорки, когерентно-резонансное усиление (ослабление) амплитуд эндогенных ритмов способно косвенно воздействовать на эти центры управления.

Такие внешне наведенные цветовые ритмы избирательно воздействуют на те структуры сознания-подсознания, которые в данный момент времени становятся топологически и темпорально эквивалентными одному из эндогенных ритмов. Так, для активации когнитивной функции внимания переменные поля эндогенного воздействия красного цвета должны быть предъявлены человеку-оператору с частотой 10–12 Гц, так как эта частота соответствует частотному диапазону бета-волн электрической активности мозга [16]. Кроме известных альфа-, бета-, дельта- и тета-волн электрической активности мозга, существует ряд других эндогенных ритмов, таких, как колебания биологических процессов в трехсекундном ритме [16], частота сердечных сокращений и дыхания, посредством которых возможно модулировать ЦДВ и оказывать адаптивное влияние на систему ПФС человека-оператора.

Таким образом, гипотеза взаимодействия системы ПФС человека-оператора и ЦДВ основывается на механизмах амплитудного усиления или ослабления эндогенных ритмов и, в первую очередь, ам-

плитуд волн электрической активности головного мозга.

Для когнитивных процессов на уровне концептуальных структур предлагается гипотеза взаимодействия резонансного хронотопа ЦДВ и системы ПФС человека-оператора, основанная на механизмах циклически изменяемых процессов ассоциации — концентрации [17, 18].

Волна ассоциаций устанавливается именно в режиме концентрации, для которой необходим определенный интервал Δt времени для синтеза или извлечения ассоциаций. Абстрактный и динамический фрагмент цветового образа, находящийся в поле внимания человека-оператора, сравнивается с содержимым памяти, на которое затем переключается внимание. Ассоциированный объект внимания, в свою очередь, является основой последующей ассоциации, что порождает цепочку связанных ассоциаций в виде последовательного хода мысли. При дефиците времени $t < \Delta t$ происходит обрыв цепи связанных ассоциаций, выводящий последнюю ассоциацию из поля внимания, переключая внимание на следующую ассоциацию. Из этого следует, что изменяемые ЦДВ обладают высоким значением важности [18].

На основании указанных исследований определим минимальные значения времени Δt , которое необходимо для восприятия субъектом образа во время ЦДВ. Известно, что информация в кратковременной памяти (КВП) кодируется в виде акустических, визуальных и семантических кодов [11–14], при этом часть времени информация в КВП кодируется зрительно в иконической памяти [19].

Обработка цветовой информации в КВП после ее восприятия кодируется несколькими различными системами и с различной продолжительностью. Так, для цветовой информации различают три типа кодов: физический код цвета, код названия цвета и концептуальный (ассоциативный) код. Экспериментально установлено, что код ассоциации возникает через 1500 мс. Из этого следует, что для эволюции цепи ассоциаций к образу человек должен иметь временной интервал $\Delta T_a \gg (500 - 1500)$ мс.

2. Разработка метода воздействия на систему ПФС человека-оператора

Для формирования ЦДВ с указанными характеристиками будем использовать метод комбинаторно-топологического преобразования двумерных изображений [20], который дает возможность разработать новые способы цветодинамического воздействия на психофизиологическое состояние человека и устройств для использования в практической психологии для обеспечения психологической адаптации человека к стрессорным нагрузкам. Спе-

циальные волоконно-оптические устройства, преобразующие изображения с искажением структуры исходного изображения для кодирования информации, описаны в [21–23]. Каждый элементарный канал (ЭК) такого устройства имеет два сопряженных поперечных сечения, которые фиксируются с двух сторон, образуя с одной стороны приемную поверхность, или вход, а с другой стороны — выходную поверхность (выход). В зависимости от взаимного расположения указанных сопряженных сечений различают волоконно-оптические элементы (ВОЭ) с регулярным (упорядоченным) расположением, которые используются для передачи изображения без искажения его структуры. При нарушении такой упорядоченности, например, со стороны выхода структура изображения искажается.

Рассмотрим способ преобразования двумерной информации — комбинаторно-топологическое преобразование (КТП) [20]. Для реализации способа используются специальные волоконно-оптические преобразователи (ВОП) изображений [15, 20]. В способе КТП внутри ВОП случайным образом вводятся комбинаторные перестановки ЭК, нарушающие их упорядоченность. При этом положения входных и выходных сечений понимаются как декартовы произведения упорядоченных пар относительно их базовых систем координат. В результате таких перестановок на выходе ВОП формируется совокупность некоторых цветных, абстрактных фигур. При линейных и угловых перемещениях относительно указанного входа ВОП формирует на своем выходе последовательность сменяемых друг друга цветowych, хаотических по форме и траектории перемещений изображений, так называемых цветодинамических изображений (ЦДИ). Визуально ЦДИ складывается из множества дискретных, разноокрашенных фрагментов, которые формально могут рассматриваться как детерминированные хаотические процессы. Исследования [13–6] доказали, что ЦДВ обладают эффективным психореабилитирующим и психокорректирующим воздействием на человека.

Для формирования ЦДВ будем использовать модель волоконно-оптического системного канала (СК) [20], состоящего из множества оптических ЭК. Для представления формальной модели обозначим СК как (W) , а совокупность поперечных сечений ЭК, образующих СК, с одной стороны рассматриваем как элементы (a_i) его входа $[A]$. Тогда все сопряженные сечения (b_j) определим как элементы выхода $[B]$ для (W) . Топологические свойства множеств (a_i) , $(b_j) \in (W)$ определяются следующим образом:

1) элементы (a_i) и (b_j) на входе $[A]$ и выходе $[B]$ в (W) являются дискретными, с геометрически правильными формами, преимущественно круг-

лого сечения диаметра d , свойство определяет тип топологического пространства как дискретное;

2) любой ЭК, далее (w_i) , обладает сопряженностью своих входных и выходных сечений, которое обосновывает изоморфизм отображений на элементах входа-выхода (a_i) и (b_j) :

$$(a_i) \leftrightarrow (b_j); \quad (1)$$

3) любой (w_i) обладает тождественностью передачи информации по ЭК со входа на выход $(a_i) \equiv (b_j)$ как следствие инварианта Штраубеля [24], что означает отсутствие оптических искажений в самом ЭК $(w_i) \in (W)$;

4) все $(w_i) \in (W)$ являются слабоструктурированными, поскольку ЭК, образующие СК, не имеют между собой детерминированных связей, и вследствие этого любой из ЭК внутри СК может занять любое положение.

Свойство 4 не выполняется в зонах компактно-го объединения элементов $(a_i) \in [A], (b_j) \in [B]$ на входе-выходе СК в виде двумерных структур. Слабая структурированность ЭК в модели дает возможность выполнить любую последовательность комбинаторных преобразований (перестановок) элементов выхода $(b_j) \in [B]$ относительно их сопряжений на входе. За счет деформаций сжатия, кручения и изгиба подмножеств ЭК внутри СК элементы выхода образуют совокупность топологически подобных кругу фигур или гомеоморфизмов $\bigcup (b_j) \in [B]$. Введение в СК хаотичности положений ЭК за счет комбинаторных перестановок и формообразование подмножеств ЭК в виде гомеоморфизмов при топологических преобразованиях характеризуют КТП информации. Любые из этих параметров КТП могут быть зафиксированы двумерными структурами входа-выхода СК. В общем виде процесс формального комбинаторного и топологического преобразований состоит из следующих этапов:

1) формирование образа исходного двумерного изображения проективным непрерывным преобразованием [17] исходного изображения $F(x, y, l)$ на входе $[A]$ в виде множества дискретных его фрагментов $\bigcup f'(a_{ij})$, отображенных на множестве $[A] = \bigcup (a_{ij})$;

2) выполнение произвольных перестановок ЭК внутри СК с частичным или полным нарушением упорядоченности координат на выходе, которые задаются таблицей отношений между координатами входа и выхода:

$$\begin{aligned} (a_{ij}) &\leftrightarrow (b_{kl}) \quad \forall (i, j) \neq (k, l), \\ (a_{pr}) &\leftrightarrow (b_{pr}) \quad \forall (p, r) = (p, r), \end{aligned} \quad (2)$$

и формирование гомеоморфизмов подмножеств $(b_{pr}) \cup (b_{kl}) \in [B_i]$, где $i = 1, 2, \dots$;

3) формирование фрагментов прообраза исходной информации на выходе в виде объединения гомеоморфизмов $[B] = \bigcup_{i \in M^2} [B_i]$ с комбинаторным нарушением упорядоченности элементов внутри каждого из $[B_i]$.

Неупорядоченность в СК на этапе 2 можно ввести с помощью коэффициента нерегулярности K , который в теории волоконной оптики характеризует величину фазовых искажений пространственных частот, и для него есть два ограничения.

$K = 0$ соответствует СК с сохранением полной упорядоченности взаимных координат ЭК на входе-выходе.

При $K = 1$ все ЭК расположены в СК хаотически, с полным нарушением упорядоченности. Если упорядоченность входа-выхода ввести посредством матричного представления множеств, то вышеприведенные этапы преобразования исходной информации могут быть представлены в виде системы:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (S_{ij}) p \xrightarrow{K} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (S_{ij}^*) p, p = 1, 2, \dots, M, \\ 0,3 \leq K \leq 0,7, \\ \bigcup_{p=1}^M [A_i] \xrightarrow{T, K_1} \bigcup_{p=1}^M [B_i], i \geq 2, 3, \dots, \\ 0 \leq K \leq 1, 0, \end{array} \right. \quad (3)$$

где K — оператор комбинаторного преобразования элементов (b_{kl}) внутри гомеоморфизмов $[B_i]$ относительно сопряженных им входов $[A_i]$, определяющий степень хаотичности в виде коэффициента $k = \sum \sum S^* / (m \times n)$, где S^* — число неупорядоченных элементов в СК, соотношенное к общему числу элементов; T — оператор топологических преобразований входов в объединении гомеоморфизмов на выходе; K_1 — оператор неупорядоченности гомеоморфизмов выхода относительно сопряженных им входов, который также определяет фазовые искажения в СК, когда число входов $i > 2$.

Если двумерное изображение $F(x, y, I)$, заданное в континуальном пространстве координатами (x, y) и интенсивностью I и отображенное на входе СК, линейно перемещается относительно него, то его отображение есть образ последовательностей перемещаемых цветовых потоков с геометрически правильными формами. На этапе 1 в каждый момент времени первичные изображения преобразуются во множество фрагментов, образующих в со-

вокупности образ, эквивалентный исходному изображению:

$$F(x, y, I) \approx [F'(i, j, \sum I)] = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (a_{ij} \otimes f'_{ij}) \subset [A], \quad (4)$$

где $(a_{ij} \otimes f'_{ij})$ — дискретные фрагменты (f'_{ij}) образа изображения, отображенные на элементах (a_{ij}) множества входа; $\sum I_{ij}$ — значение обобщенной интенсивности, проинтегрированной по всей площади элемента (a_{ij}) с диаметром d ;

4) дискретные фрагменты образа изображения формируются на элементах $(b_{ij}) \in [B]$ выхода в виде прообраза $[F^*(k, l, \sum I)]$, который уже может быть неадекватным образу изображения, при этом их неадекватность пропорциональна степени неупорядоченности:

$$[F^*(k, l, \sum I)] = \sum_{k=1}^p \sum_{l=1}^s (b_{kl} \otimes f^*_{kl}) \subset [B], \quad (5)$$

где $(b_{kl} \otimes f^*_{kl})$ — дискретные фрагменты (f^*_{kl}) прообраза изображения, отображенные на элементах (b_{kl}) выхода.

Таким образом, разработан метод, реализующий формирование ЦДВ, которые пригодны для психологической реабилитации операторских функций человека. Результатом взаимодействия ЦДВ и систем ПФС человека-оператора является адаптация к стрессу монотонии, обеспечивающая оптимальный уровень когнитивных функций и уменьшение вероятности принятия неадекватного решения [23].

3. Практическая реализация метода

Экспериментально [18, 20] установлено, что оптимальными значениями коэффициента k , при котором преобразованные изображения воспринимаются человеком как ЦДВ, является интервал $0,3 \leq k \leq 0,7$.

Для формирования ЦДВ применяются специальные проекционные установки, состоящие из проекционного источника света, вращающейся цветопрограммной матрицы, которая представляет собой набор цветных светофильтров, устройства для формирования изображений и проекционного объектива. Светофильтры устанавливаются в непосредственной близости от входной поверхности устройства, и тогда первичными изображениями являются ограниченные их геометрией цветовые потоки от каждого фильтра. Принципы, заложенные в КТП, дают возможность программировать абстрактные формы ЦДВ.

Например, для активации когнитивной функции внимания посредством специального преобра-

зователя изображений моделируют на экране топологические структуры, дискретные фрагменты которых создают визуальную иллюзию цветового пространства, сходящегося в точку. Для этого из множества элементарных каналов последовательностью деформаций формируют объединения гомеоморфизмов, топологически подобные кольцевым или спиралевидным и вложенным друг в друга. При движении исходного цветового изображения, например, слева направо на выходе преобразователя изображений формируются ЦДВ в виде сходящихся в точку концентрических или спиралевидных цветовых волн. При реверсе направления движения исходного изображения происходит изменение траектории цветовых волн на противоположное («расходящееся» цветовое пространство).

Указанные проекционные установки выпускаются мелкими сериями на научно-производственном предприятии «Цветодинамика» [21, 22]. Результатом взаимодействия ЦДВ и систем ПФС человека-оператора является адаптация к стрессу монотонии, обеспечивающая оптимальный уровень когнитивных функций и уменьшение вероятности принятия неадекватного решения.

Выводы

Обосновано использование цветодинамических преобразователей изображений для визуального моделирования хаотических процессов, отображаемых на двумерных фазовых дискретных плоскостях с детерминированными коэффициентами нерегулярности и гомеоморфизмами, образующими группу устойчивых аттракторов.

Предложено использовать цветодинамические воздействия в качестве экзогенного резонансного хронотопа, взаимодействующего с эндогенными, системорегулирующими процессами в системе ПФС человека-оператора.

Разработан метод воздействия на ПФС человека-оператора в виде экзогенного резонансного хронотопа, взаимодействующего с эндогенными системорегулирующими процессами в системе ПФС человека-оператора.

Список литературы: 1. Ерохин А.Л. О визуальном кодировании информации на основе идентификации когнитивных функций человека-оператора. Сообщение 1 // Бионика интеллекта: научн.-техн. журнал. — 2006. — № 2 (65). — С. 19–26. 2. Винер Н. Кибернетика или управление и связь в животном и машине. — М.: Сов. Радио, 1968. — 325 с. 3. Федоров Л.И. Эндогенные ритмы организма как факторы модуляции параметров стимуляции // Биофизика. — 1996. — Т. 41. — Вып. 3. — С. 718–724. 4. Васильев Ю. М., Гельфанд И. М., Губерман Ш. А., Шик М.Л. Взаимодействие в биологических системах // Природа. — 1969. — № 6. —

С. 13–21; №7. — С. 24–33. 5. Селье Г. Стресс без дистресса. — Рига: Виеда, 1992. — 109 с. 6. Суворов Н.Б., Меницкий Д.Н., Булгакова О.С., Гусева Н.Л., Фролова Н.Л. Психофизиологическая подготовка оператора в биотехнической системе // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2003. — Т. 2. — № 1. — С. 4–12. 7. Абдусаматов Р.М., Беркенблит М.Б., Фельдман А.Г., Чернавский А.В. Моторика и интеллект // Интеллектуальные процессы и их моделирование. — М.: Наука, 1987. — С. 13–39. 8. Князева Е. Н., Курдюмов С.П. Интуиция как самодостраивание // Вопросы философии. — № 2. — 1994. 9. Величковский Б.М., Капица М.С. Психологические проблемы изучения интеллекта // Интеллектуальные процессы и их моделирование. — М.: Наука, 1987. — С. 120–141. 10. Дорфман Я.Г., Сергеев В.М. Нейроморфогенез и модели мира в сетях нейронных процессов // Интеллектуальные процессы и их моделирование. — М.: Наука, 1987. — С. 39–65. 11. Ruggieri V., Morelli J. Chromatic perception in relation to an hypothesized cerebral dominance // Percept and Mot. Skills. — 1985. — V. 60. — P. 583–589. 12. Solso R.L. Cognition and Visual Arts, Cambridge, MA: The MIT Press, 1994. 13. Shepard R.N. The perceptual organization of color: An adaptation to the regularities of the terrestrial world // The adapted mind: Evaluator psychology and the generation of culture New York: Oxford University Press, 1992. — P. 495–532. 14. Прибрам К. Языки мозга. — М.: Прогресс, 1975. — 453 с. 15. Бондаренко М.Ф., Бурцев В.Н., Бурцев Вл.Н., Ерохин А.Л. Моделирование стохастических процессов и их применение в практической психологии // Системный анализ, управление и информационные технологии. Вестник ХГПУ: Сборник научных трудов. — Вып. 99. — Харьков: ХГПУ, 2000. — С. 11–14. 16. Зенкин Г.М., Петров А.П. Функциональная организация зрительного процесса и принцип гелыштата // Интеллектуальные процессы и их моделирование. — М.: Наука, 1987. — С. 265–293. 17. Бурцев Вал.Н., Бурцев Вл.Н., Ерохин А.Л. Обеспечение устойчивости системы психофизиологического состояния ЛПР в системах поддержки принятия решений // Проблемы бионики. Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. — Харьков: Изд-во ХНУРЭ, 2002. — Вып. 57. — С. 91–94. 18. Исследования и разработка рекомендаций по улучшению условий труда и совершенствованию профессиональной подготовки пожарных ОАЭ и промышленности. Отчет о НИР / ВНИИПО МВД РФ. Рук. Марьин М.И. №ГР01900057262. — М., 1990. — 279 с. 19. Tversky A., Hutchinson J.W. Nearest neighbor analysis of psychological spaces // Psychological Review. — 1986. — Vol. 9, № 3. — P. 3–22. 20. Ерохин А.Л., Бурцев Вал.Н., Бурцев Влад.Н. Исследование стохастических процессов комбинаторно-топологического кодирования информации. Сообщение 1. // Радиоэлектроника и информатика. — 2000. — № 4 (13). — С. 44–48. 21. <http://www.color-dynamic.com/science.htm>. 22. <http://www.colordyn.com.ua/>. 23. Корнелиук В. А., Давыдов Д.М. Использование цветодинамических приборов для комнат психологической разгрузки персонала // Новые промышленные технологии. Минатом. — Вып. 4 (279). — 1997. — С. 82–90. 24. Вейнберг В. Б., Самтаров Д.К. Оптика световодов. — М.: Машиностроение, 1977. — 320 с.

Поступила в редакцию 25.03.07