

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗРИТЕЛЬНОГО ВОСПРИЯТИЯ ОПЕРАТОРАМИ ВНЕШНЕЙ ОБСТАНОВКИ В НАБЛЮДАТЕЛЬНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В.С. Маслов, В.Г. Румянцев, Н.И. Сенова, Ю.М. Рыцарев

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация
e-mail: shlemm@yandex.ru

Разработана новая методика изучения закономерностей вариаций напряженности визуального восприятия внешней светотехнической обстановки зрительным анализатором оператора при наблюдении им ярких объектов на фоне с помеховыми источниками света. В качестве тест-объектов, по которым проводились оценки различительных свойств зрения, использованы образы офтальмологических колец Ландольта в модифицированном варианте: они были представлены с помощью специальной программы “Тахистоскоп” в виде случайной равновероятной последовательности вертикальных и горизонтальных направлений разрезов колец. В качестве блеских помех использованы светлые, круглые пятна. При этом яркости и размеры рассматриваемых компонентов в различных соотношениях заданы компьютерными проекторами специального светотехнического стенда. Для получения численных эквивалентов напряженности зрения принят и апробирован новый подход к оценке работоспособности зрительного анализатора, основанный на компьютерном подсчете среднего количества ошибок, допущенных операторами при визуальном распознавании направлений разрезов колец Ландольта по отношению к общему количеству испытаний. Установлено, что напряженность зрения операторов резко возрастает при уменьшении яркости колец Ландольта и увеличении яркости помехи. Изложены рекомендации по снижению значения напряженности зрения до приемлемых уровней, в том числе с помощью адаптивных светофильтров.

Ключевые слова: яркость, адаптация, зрительный анализатор, ослепление, кольца Ландольта, светофильтр, помеха, объект, фон.

RESEARCH OF DISTINCTIVE FEATURES OF VISUAL SENSATION OF THE EXTERNAL SITUATION BY OPERATORS WITHIN OBSERVATION AND INFORMATION SYSTEMS

V.S. Masloy, V.G. Rumyantsev, N.I. Senova, Yu.M. Rytsarev

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation
e-mail: shlemm@yandex.ru

The article presents the development of the new technique for studying regularities of variations of intensity of visual sensation (sight) of an external luminous technical situation by the visual analyzer of the operator at his observation of bright objects on background with a interfering light sources. For formation of the test objects the authors have used images of ophthalmologic Landolt rings by which the estimation of distinctive properties for sight were carried in the modified variant: they were built in the form of a casual equiprobable sequence of the vertical and horizontal directions of sectional views of rings by means of the special program “Tachistoscope”. Bright, round spots were used as hindrances of blaze. In this case brightnesses and the sizes of considered components in various ratios was set by computer projectors of the

special lighting stand. For obtaining numerical equivalents of intensity of visual sensation new approach was accepted and approved for an assessment operability of the visual analyzer based on computer calculation of average number of errors made by operators at visual recognition of the directions of sectional views of Landolt rings in relative to the total number of tests. It is established that intensity of operator's sight increases sharply at reduction of brightness of Landolt rings and at growth of brightness of a hindrance. The authors have stated recommendations for decreasing the value of operator's intensity sight to acceptable levels including using adaptive light filters.

Keywords: brightness, adaptation, visual analyzer, dazzle, light filter, Landolt rings, hindrance, object, background.

В реальных условиях наблюдения в наблюдательно-информационных системах (НС) видимых операторами ярких или контрастных объектов в том же фоне часто присутствует посторонняя яркая слепящая помеха. Она может приводить к увеличению напряженности зрительных функций оператора, т.е. усилий, прилагаемых глазными мышцами зрительного анализатора (ЗА) для распознавания наблюдаемого объекта, возникновению у него зрительного и психологического дискомфорта, частичному или полному ослеплению, а в наиболее неблагоприятных условиях (при чрезмерно больших яркостях) к появлению органических повреждений тканей глаза. Психофизиологическая основа этих нарушений — механизм дезадаптации, т.е. искажение зрительных функций оператора [1].

Причина увеличения напряженности зрения и его ослепления заключается в том, что при изменении внешней освещенности одновременно начинаются два процесса адаптации ЗА: 1) изменение диаметра его зрачка; 2) рост скорости распада зрительного пигмента фоторецепторов (при возрастании внешней освещенности, т.е. при световой адаптации) или восстановление его (при уменьшении освещенности, т.е. при темновой адаптации). Пока размеры зрачков и концентрация пигмента не стабилизируются, глаз или не способен что-либо видеть или плохо различает детали в поле наблюдения. Время полного ослепления ярким источником зависит от динамического диапазона перепада входной для ЗА яркости (объект + помеха) и составляет в среднем 7...35 с, а возврат в состояние с максимальной чувствительностью глаза, т.е. с минимальной пороговой яркости светового раздражения, наступает только через 5–8 мин [1–3].

Дезадаптирующие (нарушающие зрительное восприятие и вызывающие увеличение напряженности визуальной деятельности оператора) световые источники (помехи) могут иметь как естественную природу (Солнце), так и техногенный характер (например, прожектор или дуга электросварки и др.). Наиболее мощный естественный дезадаптирующий источник — Солнце: при наблюдении летчиками (космонавтами) в верхних слоях и вне земной атмосферы яркость солнечного диска составляет около $1,5 \cdot 10^9$ кд/м² при угле приблизительно

0,5° [1] и является дезадаптирующей. С учетом изложенного и аналитического обзора рассматриваемой области можно утверждать, что проблема снижения влияния яркости ослепляющих помех и напряженности работы ЗА операторов недостаточно изучена и является весьма актуальной [2–5].

В настоящей статье одной из задач проведенных исследований стала разработка методики психофизиологических оценок напряженности зрительной деятельности оператора по критерию “ошибки различения деталей тест-объектов”, конструирование и апробация на его основе моделирующей установки для экспериментального изучения этих ошибок и возможности снижения напряженности деятельности ЗА операторов при их работе с НС в условиях внешних слепящих помех и различных соотношений яркостей объекта и помехи.

Для решения проблемы дезадаптации ЗА оператора в условиях появления в его поле зрения ярких источников света авторами этой работы предложены и реализованы перспективные электрооптические жидкокристаллические АСФ, например, жидкокристаллические АСФ [6, 7]. Они позволяют по обратно пропорциональному закону пропускания света (при увеличении или уменьшении входной яркости) автоматической регулировкой напряжения мгновенно (за время менее 0,02 с) снижать или увеличивать до близких к комфортным значениям для ЗА уровни яркости интегральных (локальных) участков наблюдаемого пространства.

В соответствии с принятым в офтальмологии подходом методика экспериментальных оценок напряженности деятельности ЗА операторов базируется на использовании наиболее простого и удобного для изучения тест-объекта — колец Ландольта, образованных двумя концентрическими окружностями черного цвета, сформированными на светлом фоне и имеющими разрез (зазор), ориентированный случайным образом вдоль каждой оси обычной двумерной прямоугольной системы координат (таблицы Головина – Сивцева [1]). Ширина разреза такого тест-объекта равна ширине кольца a и составляет $1/5$ часть его наружного диаметра (рис.1, a). При этом в исследованиях, отраженных в настоящей статье принято, что целесообразнее использовать модифицированные кольца Ландольта: на темном экране наблюдать светлые кольца (рис. 1, b), так как в таком варианте экспериментально можно получить больший диапазон изменения яркости помехи и иных приемлемых имитаций условий зрительной деятельности операторов в различного рода НС, что особенно актуально для операторов в авиационных и космических системах.

Для создания таких колец Ландольта разработана специальная компьютерная программа “Тахистоскоп” [8], которая позволяет проводить различные виды психофизиологических экспериментов:

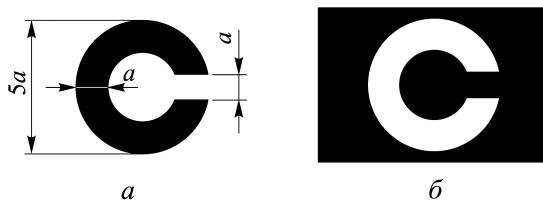


Рис. 1. Кольцо Ландольта (а) и модифицированное кольцо Ландольта (б):
 a — ширина кольца и разреза; $5a$ — диаметр кольца

1) последовательно (во времени) создавать на экране кольца Ландольта постоянного диаметра со случайной равновероятной ориентацией направления их разрезов (вверх, вниз, вправо, влево) на каждом очередном шаге испытаний;

2) изменять диаметр колец и их яркость;

3) варьировать длительность времени предъявления колец;

4) измерять (задавать) минимальную длительность времени определения оператором направления разреза кольца (для последующей оценки времени реакции оператора);

5) статистически обрабатывать результаты экспериментов.

Схема разработанной экспериментальной установки (моделирующей среды) для исследования адаптационных характеристик ЗА операторов, включающих определение времени восприятия и достоверности выявления оператором направления разреза колец Ландольта путем измерения количества ошибок, допущенных им при этом процессе, в различных светотехнических условиях (без применения и с применением АСФ), приведена на рис. 2.

Вблизи тестового кольца (угол $\approx 0,5^\circ$), имитирующего наблюдаемый тест-объект, на минимально возможном угловом расстоянии — около 1° (соответствует наихудшим условиям наблюдения и максимальной напряженности работы ЗА оператора) располагалось яркое

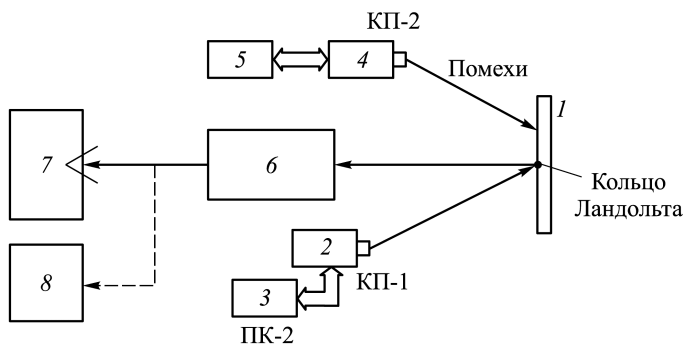


Рис. 2. Схема экспериментальной установки для изучения влияния слепящей яркости помехи на точность определения оператором направления разреза колец Ландольта:

1 — экран; 2, 4 — проекторы; 3, 5 — компьютеры; 6 — коллиматор; 7 — ЗА; 8 — яркомер-люксметр

круглое пятно с угловым диаметром $0,5^\circ$ (позволяло имитировать в качестве помехи солнечный диск — наиболее яркий природный объект) [1–8].

Светлое кольцо Ландольта проецировалось на экран 1 с помощью проектора 2 (PLC-SV55), управляемого компьютером 3 (Pentium IV) с использованием программы “Тахистоскоп”. Яркий круг (имитатор слепящей помехи) имитировался на том же экране проектором 4 (EIP-X350), управляемым компьютером 5 (Pentium IV), позволяющим изменять в широких пределах яркость пятна помехи. Яркости колец Ландольта — тест-объекта и помехи — измерялись яркомером-люксметром 8 (ЯРМ-3). Измерения проводились в затемненной комнате в целях исключения влияния на них паразитных засветок. Рассеяние света на оптических элементах проекторов обуславливало небольшую яркость темного экрана-фона, равную $7,5 \text{ кд/м}^2$, которая не учитывалась.

Кольца Ландольта в присутствии яркого круга-помехи рассматривались ЗА 7 (через АСФ или без него) на экране с помощью коллиматора 6 (“Ленинград-4”), позволяющим имитировать бесконечно большое удаление этих колец. Численные значения яркостей объекта ($H = 20 \dots 40 \text{ кд/м}^2$) и помехи ($L_\phi = 90 \dots 5300 \text{ кд/м}^2$) определялись техническими возможностями стенда.

Методика исследования напряженности зрительной деятельности оператора заключалась в следующем:

1) проведение комплекса измерений при одной фиксированной (наибольшей экспериментально достигнутой на стенде) яркости слепящей помехи ($L_\phi = 5300 \text{ кд/м}^2$) и одной из двух фиксированных и специально пониженных для получения более четких и значимых для практики результатов яркостей кольца Ландольта (сначала при $H_1 = 40 \text{ кд/м}^2$, а затем при $H_2 = 20 \text{ кд/м}^2$);

2) повторение цикла измерений при комфортной яркости слепящей помехи ($H = 90 \text{ кд/м}^2$) за счет подключения электрически управляемого АСФ после соответствующей адаптации ЗА (примерно через 2 ч). Испытуемому оператору последовательно 96 раз в каждом эксперименте предъявлялись кольца Ландольта со случайной (создаваемой с помощью генератора равновероятных случайных чисел “Тахистоскоп”) ориентацией разреза (по 24 раза с каждым из четырех перпендикулярных направлений).

В первом варианте методики оператору на каждом шаге предъявления стимула — кольца Ландольта — разрешалось рассматривать его столько времени, отсчитываемого компьютерным таймером, сколько необходимо для адаптации зрения и субъективно уверенного опознания (правильного, либо неправильного) направления разреза тест-объекта и компьютерной фиксации требуемого для опознания направления разреза времени. Для получения более достоверных сведений

в измерениях участвовали четыре оператора с примерно одинаковой остротой ЗА, результаты испытаний затем усреднялись. Второй (контролирующий) оператор отмечал, суммировал и вычислял среднее количество неправильных ответов и среднее время, затраченное оператором при неправильном различении вертикальных и горизонтальных разрезов. Далее находилось отношение количества неправильных ответов к общему количеству ответов ($K = 4 \times 48 = 192$), которое переводилось в проценты по формуле

$$n_c = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^m n_i \cdot 100,$$

где n_c — среднее количество ошибок, допущенных операторами при рассмотрении горизонтальных и вертикальных разрезов колец Ландольта, %; n_i — количество неправильных ответов, сделанных i -м оператором; $m = 4$ — количество операторов; $K = 192$ — общее количество ответов. Среднее время вычислялось аналогичным образом по формуле

$$t_{\text{оп}} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m t_j \cdot 100,$$

где $t_{\text{оп}}$ — среднее время, затраченное операторами на неправильное различение разрезов, %; t_j — время, затраченное j -м оператором на неправильные ответы при определении направления вертикальных и горизонтальных разрезов колец Ландольта; $m = 4$ — количество операторов.

Второй вариант методики предусматривал выделение испытуемому оператору фиксированного времени t_n для визуального определения направления разреза колец Ландольта: из практических соображений оно было принято равным $t_n = 0,15$ с (в лабораторных условиях допустимое время реакции, например водителя, составляет около 0,2 с [9]). Цель экспериментов состояла в подсчете и вычислении (в %) количества ошибок, допущенных испытуемым оператором в процессе определения направления разреза колец Ландольта. Измерения выполнялись тремя (с примерно одинаковой остротой ЗА) операторами для получения более достоверных усредненных результатов (процедура усреднения аналогична описанной выше).

Апробация методики и полученные результаты оценок для двух вариантов психофизиологической напряженности зрительной деятельности операторов при различных условиях структурной неоднородности внешней среды и параметрах яркостей тест-объектов H и слепящих помех L_{ϕ} (с АСФ и без) показаны в табл. 1, 2.

Количество ошибок (n_1, n_2) при визуальном и неограниченном по длительности определении направления разреза колец Ландольта в зависимости от их яркости при $H = 20$ (числитель) и 40 (знаменатель) кд/м²

Количество ошибок	Оператор				Усредненное значение
	1	2	3	4	
При $L_\Phi = 5300$ кд/м ² без АСФ					
n_1 при разрезе колец:					
горизонтальном	12/4	0/0	6/1	20/1	9,5/1,5
вертикальном	10/0	0/0	4/1	16/0	7,5/0,3
Среднее значение	11/2	0/0	5/1	18/0,5	8,5/0,9
При $L_\Phi = 90$ кд/м ² с АСФ					
n_2 при разрезе колец:					
горизонтальном	0/0	0/0	0/0	1/0	0,25/0
вертикальном	0/0	0/0	0/0	1/0	0,25/0
Среднее значение	0/0	0/0	0/0	1/0	0,25/0

Значения затраченного времени $t_{оп}$ на визуальное определение направления разреза колец Ландольта при различных значениях яркости пятна приведены ниже:

Яркость пятна, кд/м ²	Время, с									
5300	1,2	0,76	1,0	0,9	3,4	1,2	1,7	1,2	1,8	1,0
90	0,7	0,6	0,9	0,7	1,8	1,1	1,2	0,9	1,2	0,8

Таблица 2

Количество ошибок (n_1, n_2) при визуальном и фиксированном по длительности ($t_n = 0,15$ с) определении направления разреза колец Ландольта в зависимости от их яркости при $H = 20$ (числитель) и 40 (знаменатель) кд/м²

Количество ошибок	Оператор			Усредненное значение
	1	2	3	
При $L_\Phi = 5300$ кд/м ² без АСФ				
n_1	14/1	4/0	17/0	12/0,3
При $L_\Phi = 90$ кд/м ² с АСФ				
n_2	1/0	0/0	1/0	0,7/0

Согласно данным, приведенным в табл. 1, при слепящей яркости пятна-помехи 5300 кд/м² (без АСФ) и уменьшении яркости колец с 40 до 20 кд/м², т.е. в 2 раза, приблизительно на порядок (с 0,9 до 8,5 %) возрастает количество усредненных ошибок операторов. При этом для яркости пятна-помехи 90 кд/м², создаваемой с помощью АСФ и являющейся комфортной для глаз, эта закономерность (при тех же значениях

яркости колец) малозаметна: около 0% ошибок при 40 кд/м² и 0,25% ошибок при 20 кд/м². При этом количество ошибок при распознавании вертикального разреза колец существенно больше, чем при определении горизонтального разреза. По мнению авторов, это может быть связано с тем, что при фиксации взгляда на наблюдаемом (на заданном расстоянии) объекте вертикальные (саккадические) быстрые микродвижения глазного яблока происходят медленнее горизонтальных саккад. Ранее было установлено, что вертикальная скорость макродвижений (осуществляемых теми же глазными мышцами, что и при микродвижениях) поворачивающегося вслед за объектом глаза меньше соответствующей горизонтальной скорости [1, 6, 7, 10].

При уменьшении яркости колец Ландольта (40...20 кд/м²) увеличивается среднее время распознавания (время реакции t_p) оператором направления разреза этих колец: от 0,8 до 1,2 с (в 1,5 раза для пятна с яркостью 90 кд/м², ослабленного по яркости с помощью АСФ); от 1,0 до 1,8 с (в 1,8 раза для пятна со слепящей яркостью 5300 кд/м² без АСФ).

Снижение яркости пятна с 5300 кд/м² до комфортного значения яркости 90 кд/м² (имитация введения АСФ) при фиксированной яркости кольца Ландольта наоборот приводит к уменьшению среднего времени распознавания: от 1,0 до 1,8 с при яркости кольца 40 кд/м² (в 1,25 раза) и от 1,8 до 1,2 (в 1,5 раза) при яркости кольца 20 кд/м².

Эти количественные измерения позволили сделать заключение о том, что возрастание яркости дезадаптирующей помехи и уменьшение яркости тест-объекта в соответствии со значениями ошибочных реакций оператора приводит к возрастанию напряженности зрительной деятельности оператора, косвенно оцениваемой увеличением количества ошибок распознавания.

Согласно данным, приведенным в табл. 2, яркость колец Ландольта (имитатора объекта) и слепящая яркость пятна — помехи (имитатора дезадаптирующего фона) влияет на количество ошибок, допущенных испытуемыми операторами за фиксированное время наблюдения (t_n). С учетом данных, полученных для усредненного оператора, при яркости слепящего пятна 5300 кд/м² и уменьшении яркости колец Ландольта всего в 2 раза (с 40 до 20 кд/м²) количество ошибок возрастает в 10 раз (с 0,3 до 12%). В то же время при комфортной яркости слепящего пятна 90 кд/м² (НС с АСФ) аналогичное уменьшение яркости колец Ландольта приводит лишь к небольшому увеличению количества ошибок (с 0 до 0,7%).

Выводы. 1. Разработана методика и экспериментальная установка для оценки психофизиологической напряженности деятельности зрения операторов при наблюдении ими ярких, например равновеликих (по угловым размерам [3]), объектов и слепящих помех.

2. Ограничение выделяемого операторам фиксированного времени на опознавание слабоосвещенных тест-объектов на фоне ярких слепящих помех приводит к увеличению количества ошибок их определения.

3. Экспериментально установлено, что количество ошибок, допускаемых операторами при опознавании горизонтальных разрезов колец Ландольта, существенно меньше ошибок опознавания вертикальных разрезов.

4. Доказана возможность и эффективность защиты зрения операторов от ослепляющего действия оптических помехи с помощью АСФ, обеспечивающих автоматическое снижение уровней психологической напряженности работы операторов до комфортных значений в условиях появления в их полях зрения ярких источников света.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Хацевич Т.Н.* Физиологическая оптика. Новосибирск: СГГА, 2010. 134 с.
2. *Ощепков Н.А., Ляшуклова С.М.* Влияние засвечивающего действия на зрительный анализатор при выполнении оператором ориентации космического объекта // Психологический журнал. 1987. Т. 7. № 6. С. 46–51.
3. *Влияние окружения на ошибки опознавания при краудинг-эффекте / В.Н. Чихман, В.М. Бондарко, А.Г. Голузина, М.В. Данилова, С.Д. Солнушкин // Сенсорные системы. 2012. Т. 26. № 3. С. 195–203.*
4. *Компьютерная поддержка экспериментальных исследований зрительного восприятия / В.М. Бондарко, М.В. Данилова, С.Д. Солнушкин, В.Н. Чихман, Ю.Е. Шелепин // Сб. трудов 15 Международной конф. по нейрокибернетике. Ростов н/Дону: Изд-во ЮФУ, 2009. С. 284–287.*
5. *Бондарко В.М., Семенов Л.А.* Влияние контекста на различение ориентации линий // Сенсорные системы. 2011. Т. 25. № 3. С. 257–263.
6. *Разработка, создание и экспериментальное исследование интегрально адаптивных светофильтров / В.С. Маслов, В.Г. Румянцев, Н.И. Сенова, Ю.М. Рыцарев // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Приборостроение. 2012. № 88. С. 54–67.*
7. *Разработка научно-методических основ построения локально адаптивных светофильтров и их исследование / В.С. Маслов, В.Г. Румянцев, Н.И. Сенова, Ю.М. Рыцарев // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Спец. вып. № 5. Сер. Приборостроение. 2012. С. 193–202. URL: <http://engjournal.ru/articles/120/120.pdf>.*
8. *Колоколов А.С.* Компьютерный тахистоскоп и тренажер внимания // Современное образование. 2003. № 6 (75). С. 4–7.
9. *Сысоев В.Н.* Тест Ландольта. Диагностика работоспособности. СПб.: Изд-во ИМАТОН, 2003. 31 с.
10. *Стрелков Ю.К.* Инженерная профессиональная психология. М.: Академия, 2005. 360 с.

REFERENCES

- [1] *Khatsevich T.N. Meditsinskie opticheskie pribory. Fiziologicheskaya optika [Medical optical instruments. Physiological optics]. Novosibirsk, SGGGA Publ., 2010. 135 p.*
- [2] *Oshchepkov N.A., Lyashchukova S.M. The effect of lightening action on the visual analyzer when performing orientation of the space object by the operator. Psikhologicheskiiy zhurnal [Psychol. J.], 1987, vol. 7, no. 6, pp. 46–51 (in Russ.).*

- [3] Chikhman V.N., Bondarko V.M., Goluzina A.G., Danilova M.V., Solnushkin S.D. Effect of environment on identification errors during crowding effect. *Sensornye sistemy* [Sensor Systems], 2012, vol. 26, no. 3, pp. 195–203 (in Russ.).
- [4] Bondarko V.M., Danilova M.V., Solnushkin S.D., Chikhman V.N., Shelepin Yu.E. Computer support for experimental researches of visual sensation. *Sb. Tr. 15 Mezhdunar. Konf. po Neyrokibernetike* [Proc. Int. Conf. on Neurocybernetics]. Rostov-on-Don, YuFU Publ., 2009, pp. 284–287 (in Russ.).
- [5] Bondarko V.M., Semenov L.A. The influence of context on an ability to distinguish the line orientation. *Sensornye sistemy* [Sensor Systems], 2011, vol. 25, no. 3, pp. 257–263 (in Russ.).
- [6] Maslov V.S., Rumyantsev V.G., Senova N.I., Rytsarev Yu.M. Development, creation and experimental researches of integrally adaptive light filters. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Priborostr.* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Instrum. Eng.], 2012, no. 3 (88), pp. 54–67 (in Russ.).
- [7] Maslov V.S., Rumyantsev V.G., Senova N.I., Rytsarev Yu.M. Development of scientific and methodological bases for construction of locally adaptive light filters and their research. *Vestn. Mosk. Gos. Tekh. Univ. im. N.E. Baumana, Priborostr., Spetsvyp. "Informatika i sistemy"* [Herald of the Bauman Moscow State Tech. Univ., Instrum. Eng., Spec. Issue "Information Science and Systems"], 2012, no. 5, pp. 193–202 (in Russ.). Available at: <http://engjournal.ru/articles/120/120.pdf> (accessed 20.02.2014).
- [8] Kolokolov A.S. Computing tachistoscope and simulator of attention. *Nauchno-prakticheskiy zhurnal "Sovremennoe obrazovanie"* [Sci. and Pract. J. "Contemporary Education"], 2003, no. 6 (75), pp. 4–7 (in Russ.).
- [9] Sysoev V.N. Test Landol'ta. Diagnostika rabotosposobnosti [Landolt Test. Diagnostic working capacity]. SPb., IMATON Publ., 2003. 31 p.
- [10] Strelkov Yu.K. Inzhenernaya professional'naya psikhologiya [Engineering professional psychology]. Moscow, Akademiya Publ., 2005. 360 p.

Статья поступила в редакцию 20.02.2014

Маслов Владимир Сергеевич — канд. техн. наук, старший научный сотрудник, начальник отдела НИИ "Информатика и системы управления" МГТУ им. Н.Э. Баумана, доцент кафедры "Компьютерные системы и сети" МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 150 научных работ в области человеко-машинных информационных и управляющих систем.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Maslov V.S. — Cand. Sci. (Eng.), assoc. professor of "Electronic Computing Machines and Nets" department of the Bauman Moscow State Technical University, senior researcher, head of department of the Scientific-Research Institute "Informatics and Control Systems" of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 150 publications in the field of human-machine and control systems.

Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Румянцев Владимир Григорьевич — канд. физ.-мат. наук, ведущий инженер НИИ "Информатика и системы управления" МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 50 научных работ в области жидкокристаллических материалов, модуляторов и дисплеев. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Rumyantsev V.G. — Cand. Sci. (Phys.-Math.), leading engineer of department of the Scientific-Research Institute "Informatics and Control Systems" of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 50 publications in field of liquid crystal materials, modulators and displays.

Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Сенова Наталья Ивановна — старший научный сотрудник НИИ “Информатика и системы управления” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 50 научных работ в области человеко-машинных и управляющих систем.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Senova N.I. — senior researcher of department of the Scientific-Research Institute “Informatics and Control Systems” of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 50 publications in the field of human-machine and control systems. Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Рыцарев Юрий Михайлович — научный сотрудник НИИ “Информатика и системы управления” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор около 30 научных работ в области оптико-электронных компонентов человеко-машинных систем.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

Rytsarev Yu.M. — researcher of “Electronic Computing Machines and Nets” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of about 30 publications in the field of opto-electronic components human-machine systems.

Bauman Moscow State Technical University, 2-ya Baumanskaya ul. 5, Moscow, 105005 Russian Federation.