

УДК 612.843.633

DOI: 10.24160/1993-6982-2018-2-95-101

## Анализ методик и совершенствование оценки зрительных функций наблюдателя

Ю.А. Скорик, Н.П. Елисеев, А.А. Григорьев

Проанализированы методики оценки критериев качества современной осветительной установки. Особое внимание уделено оценке зрительной работоспособности, в том числе таким ее показателям, как концентрация и устойчивость внимания, показатель переключаемости, коэффициенты точности и работоспособности. Исследовательская работа проведена в учебной аудитории кафедры светотехники НИУ «МЭИ».

Род деятельности наблюдателей требует минимального снижения зрительной работоспособности в течение рабочего дня, вследствие постоянного усвоения учебного материала. Проведенные исследования показали эффективность использования корректурных проб с кольцами Ландольта по сравнению с корректурными пробами, основанными на использовании буквенных символов. Была выявлена недостаточная информативность показателя концентрации внимания, коэффициентов точности и работоспособности. Изучены частоты пропущенных и ошибочно проверенных знаков до начала и после окончания занятий. Показана целесообразность будущих исследований по оценке зрительной работоспособности с помощью вновь введенного экспериментального уточненного критерия работоспособности, который позволяет снизить временные затраты на оценку зрительной работоспособности. В его состав входят, во-первых, коэффициент точности, зависящий от количества правильных и неправильно отмеченных символов в корректурной пробе. Во-вторых, минимальный и максимальный темп работы за отрезок времени проведения эксперимента. Будущие исследования предполагают оценку целесообразности использования в качестве основного показателя зрительной работоспособности вероятности правильных ответов наблюдателя, а также разработку программного обеспечения, которое бы позволило уменьшить временные затраты на подготовку, проведение и обработку результатов исследования.

*Ключевые слова:* качество освещения, зрительная работоспособность, корректурная проба, кольца Ландольта.

*Для цитирования:* Скорик Ю.А., Елисеев Н.П., Григорьев А.А. Анализ методик и совершенствование оценки зрительных функций наблюдателя // Вестник МЭИ. 2018. № 2. С. 95—101. DOI: 10.24160/1993-6982-2018-2-95-101.

## An Analysis of Methods and Sophisticated Assessment of the Observer Visual Functions

Yu.A. Skorik, N.P. Yeliseev, A.A. Grigoriev

The article analyzes the techniques used to evaluate the quality criteria of a modern lighting system. Special attention is paid to assessing the visual performance, including such indicators as attention focusing and stability, attentional set-shifting, and accuracy and performance quotients. The research work was carried out in the classroom of the Moscow Power Engineering Institute National Research University's Department of Lighting Engineering.

The nature of activity performed by the observers necessitates that the extent to which their visual performance decreases during the working in the course constantly learning educational matter should be kept to a minimum. Our studies have shown the effectiveness of using the Landolt's rings visual acuity test in comparison with the proofreading test based on using alphabetic characters. In particular, it has been shown that the obtained attention focusing indicator and the accuracy and performance quotients bear insufficient information. The frequencies of missed and mistakenly checked characters before and after the classroom hours were studied. The expediency to carry out further studies on evaluating the visual performance using the newly introduced sophisticated experimental performance criterion (the use of which allows the visual performance to be evaluated within a shorter period of time) is shown. The proposed criterion includes (i) the accuracy quotient, which depends on the number of correctly and incorrectly marked characters in the visual acuity (proofreading) test, and (ii) the minimum and maximum rate of work for the time of the experiment. It is supposed that the future studies will include assessing the advisability of using, as the visual performance main indicator, the probability of correct answers given by the observer. The future studies should also include the development of software that would make it possible to reduce the time taken to prepare and conduct the study, and to process its results.

*Key words:* lighting quality, visual performance, visual acuity/proofreading test, Landolt's rings.

*For citation:* Skorik Yu.A., Yeliseev N.P., Grigoriev A.A. An Analysis of Methods and Sophisticated Assessment of the Observer Visual Functions. MPEI Vestnik. 2018;2:95—101. (in Russian). DOI: 10.24160/1993-6982-2018-2-95-101.

## Введение

С появлением новых источников света, осветительных приборов и систем управления повышается уровень требований к качеству освещения. Оно характеризуется показателем дискомфорта, коэффициентом пульсации, пространственным распределением светового потока в рабочей зоне (или равномерностью распределения освещенности или яркости), спектральными характеристиками источников излучения. В основу определения данных критериев положены расчеты как видимости, так и относительной зрительной работоспособности (ЗР) [1]. Оценке видимости посвящено довольно большое количество исследований [2]. Это объяснимо, ввиду их меньшей трудоемкости по сравнению с исследованиями оценки ЗР. Современные технологии работы с информацией позволяют существенно сократить время, например на обработку результатов исследований, и детально оценить ЗР.

Зрительная работоспособность является интегральным критерием: более информативным, но и более трудоемким. Это обуславливает необходимость проведения анализа входящих в него показателей. Она позволяет оценить способность человека к напряженной зрительной работе в течение продолжительного времени, что особенно важно при проектировании осветительной установки (ОУ) для учебных аудиторий, где необходим высокий уровень концентрации внимания в течение дня. Освещение интенсивно влияет на физиологические, биохимические и поведенческие функции организма. Открытия, сделанные в последние годы, позволяют говорить о новой области физиологической оптики [3 — 5].

Предпочтительным для человека в рабочее время в течение дня является естественное освещение, или же освещение искусственное, максимально приближенное к естественному по тенденциям изменений условий освещений. Важным фактом является увеличение ЗР человека в условиях повышения качества освещения [6]. При разработке современных ОУ крайне важен комплексный подход к выбору характеризующих параметров. Это не только нормируемые уровень освещенности на рабочей поверхности, коэффициент пульсации, показатель дискомфорта и оптимальная цветовая температура источников света, но и цилиндрическая и полусферическая освещенности (особенно, если речь идет об учебных аудиториях), ЗР и зрительное утомление [7]. Перейдем к разбору методик оценки ЗР.

## Анализ методов исследования

Существуют следующие варианты оценки ЗР: работа с использованием корректурных проб [8, 9], исследования зрительного восприятия [10], оценка способности глаза к аккомодации [11].

### I. Методика Вестона [8].

В ходе тестовых исследований наблюдателям предлагается вычеркнуть необходимые символы на бланке с изображением колец Ландольта. Для учета изменений, возникающих в процессе зрительной работы, Х. Вестон предложил принять за критерий выбора нормированных значений яркости ЗР, определяемую исследованием одной из функций зрения в зависимости от времени. В качестве исследуемой функции зрения он выбрал быстроту различения.

Существенным преимуществом данной методики является простота оценки ЗР и удобство использования однозначного критерия. Кольца Ландольта не принадлежат ни к одному мировому алфавиту, что несколько уравнивает скорость поиска символов при работе над бланками с корректурными пробами испытуемых различных языковых групп. Однако, в предложенном методе не нашла отражения оценка состояния наблюдателя в процессе выполнения зрительной работы (например, оценка работы наблюдателя по истечении каждой минуты выполнения).

### II. Методика Уиппла [12].

В ходе тестовых исследований применялся корректурный метод с использованием проб Бурдона–Анфилова, тестов Платонова (на концентрацию и распределение внимания), тестов Вестона (для установления времени переработки информации) и т. д. [13— 17]. Оцениваемыми параметрами в данном случае являлись коэффициенты точности и работоспособности.

Преимущество данной методики — в краткости и объективности, связанной с использованием коэффициентов точности. При этом не оценивается состояние наблюдателя в ходе выполнения зрительной работы.

### III. Расширенная методика, предложенная в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева» [9].

Наблюдатель вычеркивает заданные буквы в процессе просмотра бланка корректурной пробы. В результате обработки материалов тестирования оцениваются следующие параметры:

- концентрация внимания (К), зависящая от числа строк, просмотренных испытуемым, и количество ошибок (пропусков и ошибочных зачеркиваний лишних знаков);
- устойчивость внимания с подсчетом результатов каждые 60 с, зависящая от темпа выполнения и количества букв в просмотренной части корректурной таблицы;
- показатель переключаемости, зависящий от количества ошибочно проработанных строк;
- коэффициент точности, зависящий от количества правильно проверенных, пропущенных и неправильно отмеченных букв.
- коэффициент работоспособности, зависящий от общего количества просмотренных букв.

Преимущество данной методики заключается в комплексной оценке ЗР, включая как особенности вни-

мания, так и функциональное состояние наблюдателя. Так, устойчивость внимания наблюдателя оценивается по ходу всего эксперимента. К недостаткам можно отнести большое количество оцениваемых параметров, а также работу только с корректурными пробами Бурдона в вариации Анфимова (на бланке в виде символов для вычеркивания используются только буквы).

Для более полной оценки ЗР наблюдателя следует использовать не только показатель концентрации внимания, но и коэффициент точности. Нужно учитывать устойчивость внимания наблюдателя в течение всего эксперимента. Представляется целесообразным оптимизация всех имеющихся методик и разработка на основе их анализа единого критерия оценки ЗР. Такой критерий должен быть рабочим даже с современными осветительными установками, меняющими условия освещения в течение дня.

### Проведение исследований

С целью уточнения корректурных проб, применяемых для исследования ЗР, на кафедре светотехники НИУ «МЭИ» был проведен эксперимент по оценке ЗР студентов второго курса с применением печатных бланков с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова с применением прописных букв русского алфавита (шрифт Times New Roman, кегль 12, одинарный междустрочный интервал) [17]. Все наблюдатели обладали нормальным зрением (имеющим остроту зрения, близкую к 1,0, в том числе, с применением специальных линз). Исследования проводили во время практических занятий. Наблюдатель вычеркивал заданные буквы в процессе просмотра бланка с корректурной пробой.

Тестирование проводилось после 15-минутной адаптации к текущим условиям освещения и повторялось дважды: до и после зрительной нагрузки. По истечении каждой минуты отмечалось количество знаков, с которыми проведена работа. В ходе обработки результатов эксперимента оценивались концентрация и устойчивость внимания с подсчетом результатов каждые 60 с, показатель переключаемости, коэффициенты точности и работоспособности.

Анализ результатов эксперимента показал, как отсутствие пропусков, так и ошибочных зачеркиваний лишних знаков. Это не позволило провести расчет коэффициента работоспособности. Что касается устойчивости внимания, то данный показатель не менялся. Данная неинформативность в случае применения корректурной пробы, крайне легко заполняемой наблюдателем, является существенной помехой в оценке ЗР в ОУ, меняющих свои параметры в течение рабочего времени. Следовательно, необходимо проверить пригодность рассматриваемой методики, изменив типы корректурной пробы.

Эксперимент был повторен через полгода с заменой корректурных проб. Решено было провести две

серии исследований. По расширенной методике, предложенной в ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева», с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова с изменением углового размера поверяемых символов и кольцами Ландольта. Корректурные пробы с кольцами Ландольта выбраны для обеспечения более сложной зрительной работы. Безусловно, возможно уменьшать угловой размер символов в корректурных пробах для усложнения зрительной работы, но, с другой стороны, перед нами стояла задача поставить испытуемых в максимально реальные условия. Отсюда минимальный размер шрифта, а, следовательно, и угловой размер вычеркиваемых символов должен совпадать с кеглем, наиболее часто встречающимся наблюдателям в реальной жизни. При этом, использование корректурных проб с кольцами Ландольта несколько уравнивало скорость поиска символов для испытуемых различных языковых групп. Кроме того, корректурные пробы с кольцами Ландольта часто используются исследователями и рекомендованы для оценки ЗР Международной комиссией по освещению [18].

Эксперимент проводился дважды для выполнения задания наблюдателями в одних и тех же условиях. Тип работы наблюдателей: практические занятия по дисциплине «Физиологическая оптика». Средняя горизонтальная освещенность на рабочем месте составляла 1100 лк, что оптимально для достижения максимального значения производительности труда, а также минимальных значений утомления и допущенных ошибок [1]. В нормативных документах западных стран нормируемое значение горизонтальной освещенности на рабочей поверхности существенно выше значения, нормируемого российской документацией, равного 400 лк [7], и может достигать 1500 лк [19]. Аудитории исключали наличие естественного освещения, что могло бы повлиять на изменение условий освещения в ходе проведения эксперимента. Температура окружающей среды — 20 °С.

Наблюдатель вычеркивал заданные символы в процессе просмотра бланка с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова [17]. Для усложнения задачи в качестве символов, нанесенных на бланки, были выбраны строчные буквы русского языка. Размер и тип шрифта, как и методика проведения эксперимента в целом, изменению не подлежали.

### Результаты исследований

Изначально в исследованиях приняли участие четырнадцать человек. Затем отбор наблюдателей осуществлялся по двум основным критериям: испытуемый должен был обладать нормальным зрением и быть участником эксперимента, проведенного ранее. После обработки результатов десяти наблюдателей часть была отсеяна по причине либо наличия зрительных аномалий, либо из-за промахов, выявленных при статистической оценке данных. Количество наблюда-

телей, результаты которых были отобраны для оценки, составило пять человек. При обработке результатов эксперимента оценивались концентрация и устойчивость внимания, показатель переключаемости, коэффициенты точности и работоспособности.

На рис. 1 на примере концентрации внимания представлены данные, полученные после выбора результатов наблюдателей, пригодных для обработки. Для удобства на графике проведена линия, отражающая динамику концентрации внимания наблюдателей. Чем меньше она имеет перегибов, тем информативнее использование показателя при оценке ЗР.

По результатам эксперимента следует отметить снижение концентрации внимания, коэффициентов точности и работоспособности в ходе выполнения вычеркивания указанных в корректурных пробах знаков как при выполнении работы с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова, так и с кольцами Лан-

дольта. При этом при работе с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова ни один наблюдатель не допустил неправильной отметки знаков, при работе же с корректурной пробой с кольцами Ландольта такие ошибки были. Если рассмотреть расхождения в результатах эксперимента (рис. 2), то имеет место недостаточность информативности результатов, полученных в ходе первой серии исследований (с использованием бланка с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова).

Частота пропущенных и ошибочно проверенных знаков [20] при работе с корректурной пробой с кольцами Ландольта выше, нежели при работе с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова (рис. 3 — 6). Данные параметры (пропущенные и ошибочно проверенные знаки), в свою очередь, непосредственно связаны с оценкой коэффициентов точности и работоспособности.

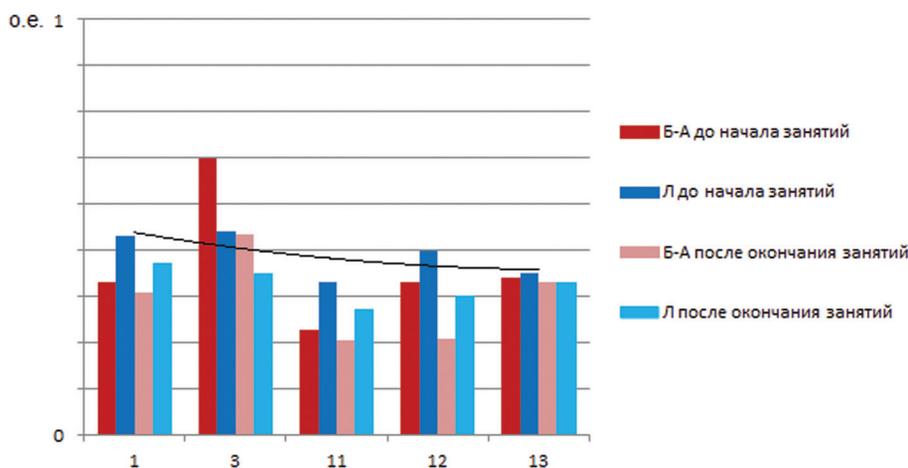


Рис. 1. График значений концентрации внимания для отобранных наблюдателей:

Б-А до/после начала занятий — наблюдатели работали до/после начала занятий с корректурными пробами Бурдона–Анфимова; Л до/после начала занятий — наблюдатели работали до/после начала занятий с корректурными пробами с кольцами Ландольта

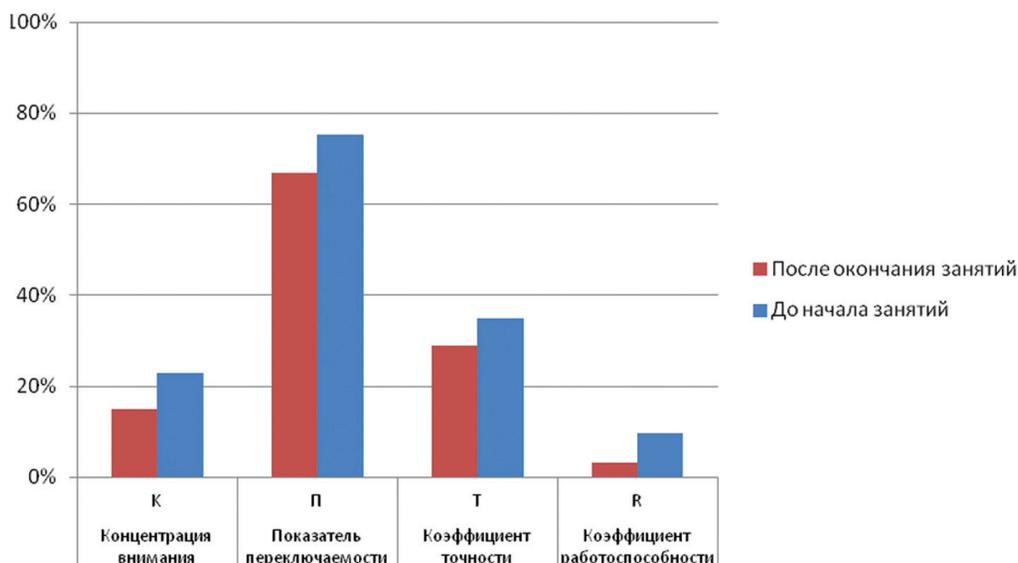


Рис. 2. Расхождение результатов с различными корректурными пробами Бурдона в вариации Анфимова и кольцами Ландольта

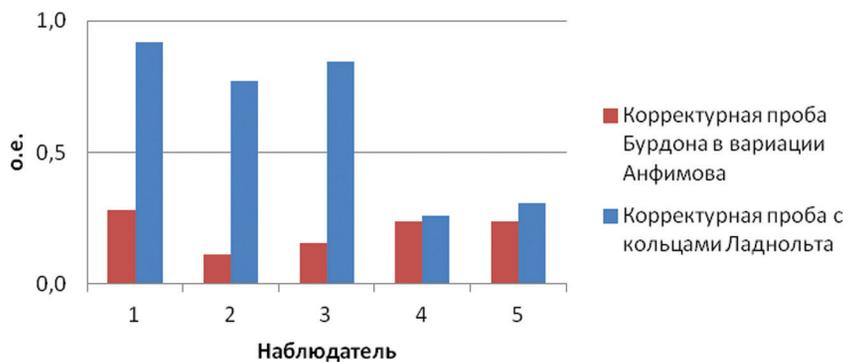


Рис. 3. Частота пропущенных знаков до начала занятий

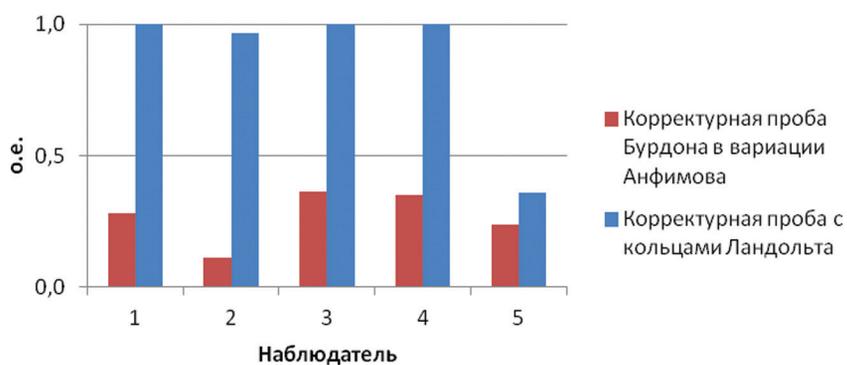


Рис. 4. Частота пропущенных знаков после окончания занятий

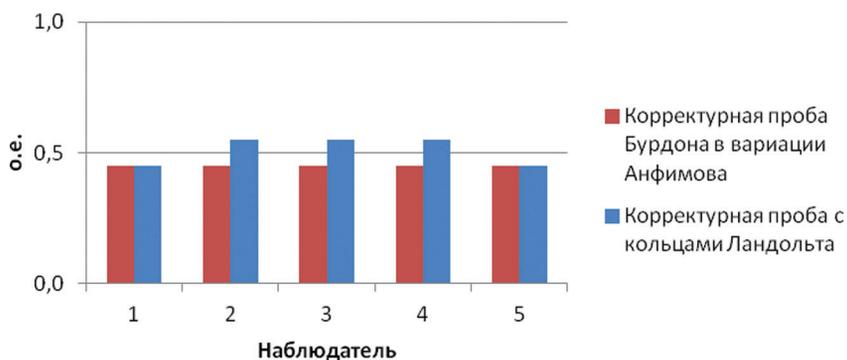


Рис. 5. Частота ошибочно проверенных знаков до начала занятий

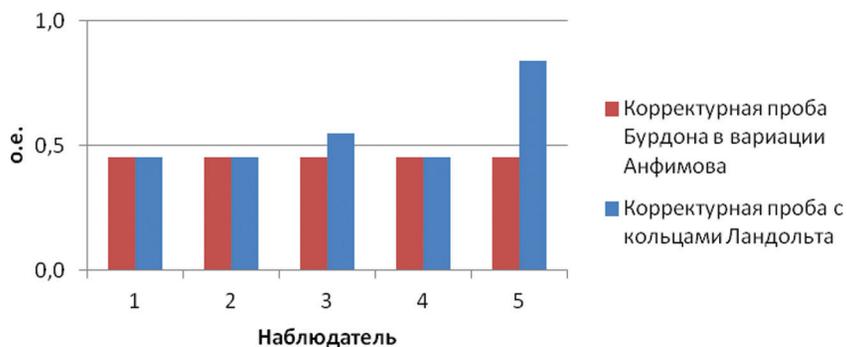


Рис. 6. Частота ошибочно проверенных знаков после окончания занятий

Из рис. 2 — 6 видно, что эксперимент с использованием корректурной пробы с кольцами Ландольта обес-печивает более высокую достоверность результатов при одинаковом угловом размере символов. При работе с корректурной пробой с кольцами Ландольта существенно увеличивался показатель переключаемости по сравнению с результатами работы с корректурной пробой Бурдона в вариации Анфимова на 75 % до начала занятий и на 67 % после окончания занятий), что свидетельствует о предпочтении применения корректурной пробы с кольцами Ландольта при оценке ЗР. В 60 % случаев более высокий, по сравнению с прочими значениями, коэффициент точности соответствует максимальному разбросу значений темпа выполнения работ. Это говорит о том, что наблюдателем выполнялась более энергозатратная зрительная работа при выполнении именно тестовых заданий вне зависимости от времени их проведения. Следовательно, оценка ЗР может оказаться недостоверной.

### Заключение

В результате проведенной работы был определен ход дальнейших исследований. Во-первых, необходима оценка максимально простого параметра, влияющего на ЗР, и вероятности правильных ответов. Во-вторых, анализ возможности введения нового критерия оценки ЗР. В него необходимо включить данные об общем количестве символов в просмотренной части корректурной пробы, количестве правильно проверенных, пропущенных, неправильно отмеченных символов, информацию о колебаниях внимания наблюдателя. С этой точки зрения, оптимальным решением было бы добавить критерий, сочетающий в себе коэффициент точности и устойчивость внимания.

Подобный модифицированный критерий оценки ЗР можно назвать коэффициентом работоспособности уточненного  $R'$ ,  $R' = TA_{\min} / A_{\max}$ , где  $T$  — коэффициент точности;  $A_{\min}$ ,  $A_{\max}$  — минимальный и максимальный темп работы за отрезок времени проведения испытания.

Иначе говоря,

$$R' = \frac{a - (b + c) \frac{d_{\min}}{d_{\max}}}{a + b}$$

где  $a$ ,  $b$  — количество правильно проверенных и пропущенных символов;  $c$  — количество допущенных ошибок;  $d_{\min}$ ,  $d_{\max}$  — минимальное и максимальное количество всех символов в просмотренной части корректурной таблицы за отрезок времени проведения испытания.

При проведении дальнейших исследований в рамках оценки состояния наблюдателя также будет использован метод оценки контрастной чувствительности для сравнения получаемых результатов [2, 21]. Будущие исследования предполагают разработ-

ку программного обеспечения, которое бы позволило уменьшить временные затраты на подготовку, проведение и обработку результатов исследования.

### Литература

1. Мешков В.В., Епанешников М.М. Осветительные установки. М.: Энергия, 1972.
2. Гвоздев С.М. Оценка восприятия визуальной информации светового цвета и цветных изображений. М.: ВНИСИ, 2013. С. 301—305.
3. Illuminating Eng. Soc. North America. Light and Human Health: An Overview of the Impact of Optical Radiation on Visual, Circadian, Neuroendocrine, and Neurobehavioral Responses. N.-Y., 2008.
4. Commission Intern. De L'eclairage. Ocular Lighting Effects on Human Physiology and Behaviour. Vienna: CIE, 2004. Tech. Rep. 158.
5. Commission Intern. De L'eclairage // Proc. CIE Symp. on Light and Health: Non-Visual Effect. Vienna: CIE, 2004.
6. Архангельский Д.В., Снетков В.Ю. Исследование влияния света на зрительную работоспособность и утомление человека с учетом его циркадных ритмов // Вестник МЭИ. 2012. № 5. С. 104—108.
7. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение.
8. Weston H.C. On Age and Illumination in Relation to Visual Performance // Illuminating Eng. Soc. Trans. 1999. Vol. 14. No. 9. Pp. 281—297.
9. Гальцова Е.М., Войнова О.С. Методы оценки зрительной работоспособности в установках со светодиодами // Проблемы и перспективы развития отечественной светотехники, электротехники и энергетики: Сб. науч. тр. XI Междунар. науч.-техн. конф. в рамках Всеросс. светотехнического форума с междунар. участием. Саранск, 2013. С. 91—95.
10. Волков В.В., Луизов А.В., Овчинников Б.В. Эргономика зрительной деятельности человека. Л.: Машиностроение, 1989.
11. Шаповалов С.Я. Методы исследования динамической рефракции глаза // Динамическая рефракция глаза в норме и при патологии. М.: Министерство здравоохранения СССР, 1981. С. 34—51.
12. Практикум по физиологии труда. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1970.
13. Методы определения показателей зрительной работоспособности. М.: ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1986.
14. Руководство по проектированию динамического освещения в производственных помещениях. М.: Стройиздат, 1980.
15. Агаджиян Н.А., Коробков А.В. Практикум по нормальной физиологии. М.: Высшая школа, 1983.
16. Луизов А.В. Глаз и свет. Л.: Энергоатомиздат, 1983.
17. Бруннер Е. Ю. Методики диагностики и психокоррекции: психология внимания; оценочные тесты;

развивающие игровые упражнения. Серия «Психологический практикум». Ростов-на-Дону: Феникс, 2006.

18. **Unified Framework of Methods for Evaluating Visual Performance Aspects Lighting.** Paris: Intern. Commission on Illumination, 1972.

19. **CSN EN 12464-1.** Light and lighting. Lighting of work places. Pt. 1. Indoor work places.

20. **Мешков В.В., Матвеев А.Б.** Основы светотехники. Ч. 2. Физиологическая оптика и колориметрия. М.: Энергоатомиздат, 1989. С. 51—52.

21. **Старк Г.** Применение методов фурье-оптики. М.: Радио и связь, 1988.

## References

1. **Meshkov V.V., Epaneshnikov M.M.** Osvetitel'nye Ustanovki. М.: Energiya, 1972. (in Russian).

2. **Gvozdev S.M.** Otsenka Vospriyatiya Vizual'noy Informatsii Svetotsvetovoy Sredy i Tsvetnykh Izobrazheniy. М.: VNISI, 2013:301—305. (in Russian).

3. **Illuminating Eng. Soc. North America.** Light and Human Health: An Overview of the Impact of Optical Radiation on Visual, Circadian, Neuroendocrine, and Neurobehavioral Responses. N.-Y., 2008.

4. **Commission Intern. De L'eclairage.** Ocular Lighting Effects on Human Physiology and Behaviour. Vienna: CIE, 2004. Tech. Rep. 158.

5. **Commission Intern. De L'eclairage.** Proc. CIE Symp. on Light and Health: Non-Visual Effect. Vienna: CIE, 2004.

6. **Arkhangel'skiy D.V., Snetkov V.Yu.** Issledovaniya Vliyaniya Sveta na Zritel'nyuyu Rabotosposobnost' i Utomlenie Cheloveka s Uchetom ego Tsirkadnykh Ritmov. Vestnik MPEI. 2012;5:104—108. (in Russian).

7. **SP 52.13330.2011.** Estestvennoe i iskusstvennoe osveshchenie. (in Russian).

8. **Weston H.C.** On Age and Illumination in Relation to Visual Performance. Illuminating Eng. Soc. Trans. 1999;14;9:281—297.

9. **Gal'tsova E.M., Voynova O.S.** Metody Otsenki Zritel'noy Rabotosposobnosti v Ustanovkakh so Svetodiodami. Problemy i Perspektivy Razvitiya Otechestvennoy Svetotekhniki, Elektrotekhniki i Energetiki: Сb. Nauch. Tr. XI Mezhdunar. Nauch.-tekhn. Konf. v Ramkakh Vseross. Svetotekhnicheskogo Forumа s Mezhdunar. Uchastiem. Saransk, 2013:91—95. (in Russian).

10. **Volkov V.V., Luizov A.V., Ovchinnikov B.V.** Ergonomika Zritel'noy Deyatel'nosti Cheloveka. L.: Mashinostroenie, 1989. (in Russian).

11. **Shapovalov S.Ya.** Metody Issledovaniya Dinamicheskoy Refraktsii Glaza. Dinamicheskaya Refrak-

tsiya Glaza v Norme i pri Patologii. М.: Ministerstvo zdra-vookhraneniya SSSR, 1981:34—51. (in Russian).

12. **Praktikum po Fiziologii Truda.** L.: Izd-vo Leningradskogo Un-ta, 1970. (in Russian).

13. **Metody Opredeleniya Pokazateley Zritel'noy Rabotosposobnosti.** М.: VTSNIIOT VTSSPS, 1986. (in Russian).

14. **Rukovodstvo po Proektirovaniyu Dinamicheskogo Osveshcheniya v Proizvodstvennykh Pomeshcheniyakh.** М.: Stroyizdat, 1980. (in Russian).

15. **Agadzhinyan N.A., Korobkov A.V.** Praktikum po Normal'noy Fiziologii. М.: Vysshaya Shkola, 1983. (in Russian).

16. **Luizov A.V.** Glaz i Svet. L.: Energoatomizdat, 1983. (in Russian).

17. **Brunner E. Yu.** Metodiki Diagnostiki i Psikhokorreksii: Psikhologiya Vnimanija; Otsenochnye Tes-ty; Razvivayushchie Igrovyе Uprazhneniya. Seriya «Psikhologicheskiiy Praktikum». Ростов-на-Дону: Feniks, 2006. (in Russian).

18. **Unified Framework of Methods for Evaluating Visual Performance Aspects Lighting.** Paris: Intern. Commission on Illumination, 1972.

19. **CSN EN 12464-1.** Light and lighting. Lighting of work places. Pt. 1. Indoor work places.

20. **Meshkov V.V., Matveev A.B.** Osnovy Svetotekhniki. Ch. 2. Fiziologicheskaya Optika i Kolorimetriya. М.: Energoatomizdat, 1989:51—52. (in Russian).

21. **Stark G.** Primenenie Metodov Fur'e-optiki. М.: Radio i Svyaz', 1988. (in Russian).

## Сведения об авторах

**Скорик Юлия Александровна** — аспирант кафедры светотехники НИУ «МЭИ», e-mail: skorikyulia@gmail.com

**Елисеев Николай Петрович** — доцент кафедры светотехники НИУ «МЭИ», e-mail: yeliseevnp@mpei.ru

**Григорьев Андрей Андреевич** — доктор технических наук, профессор кафедры светотехники НИУ «МЭИ», e-mail: aag.2010@yandex.ru

## Information about authors

**Skorik Yulia A.** — Ph.D.-student of Lighting Engineering Dept., NRU MPEI, e-mail: skorikyulia@gmail.com

**Yeliseev Nikolay P.** — Assistant Professor of Lighting Engineering Dept., NRU MPEI, e-mail: yeliseevnp@mpei.ru

**Grigoriev Andrey A.** — Dr.Sci. (Techn.), Professor of Lighting Engineering Dept., NRU MPEI, e-mail: aag.2010@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 10.04.2017