

УДК 004.512

ЗРИТЕЛЬНОЕ УТОМЛЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА-ОПЕРАТОРА В ПРОЦЕССЕ ВОСПРИЯТИЯ ИНФОРМАЦИИ С ЭЛЕКТРОННЫХ ДИСПЛЕЕВ

И.В. Петухов¹, Д.Н. Чаусов², В.В. Беляев², П.А. Курасов¹, И.О. Танрывердиев¹

¹Поволжский государственный технологический университет,
424000, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, пл. Ленина, д. 3

²Московский государственный областной университет,
105005, Москва, ул. Радио, 10а

Аннотация. В работе проведен анализ деятельности человека-оператора при работе с электронными средствами отображения информации как системы «человек-машина-среда». Показано, что эффективность работы оператора во многом зависит от его способности к восприятию информации. Предложен инновационный подход к решению задачи информационного согласования оператора и технической системы, когда наряду с оценкой технических параметров средства отображения производится контроль и оптимизация зрительной нагрузки оператора. Получены новые данные о механизмах зрительного утомления человека-оператора в процессе работы с электронными дисплеями.

Ключевые слова: зрительная нагрузка, человек-оператор, электронный дисплей

Введение и постановка задачи

Работоспособность и утомляемость операторов являются одними из наиболее важных характеристик определяющих эффективность его работы в процессе трудовой смены.

Согласно работам [1-3] оценка эффективности деятельности оператора может быть основана как на оценке развитости его профессионально-важных качеств (ПВК), так и на основе анализа эффективности на отдельных этапах операторской деятельности.

В настоящее время одним из наиболее широко используемых для решения данной задачи методов является аналитический лабораторный эксперимент. Согласно этому, в лабораторных условиях воспроизводят определенный фрагмент профессиональной деятельности, а остальные элементы сознательно исключаются, что позволяет, в определенной степени, сегментировать отдельные этапы операторской деятельности.

Разновидностью аналитического лабораторного эксперимента являются тестовые испытания. При этом тестом называется задача или задание, с помощью которого проверяется уровень развития у оператора того или иного психофизиологического качества. Этот вид эксперимента обычно применяется для изучения влияния различных условий и факторов, например трудовой среды, организации трудового процесса, функционального состояния оператора [4] на отдельные элементы его профессиональной деятельности.

Таким образом, возникает задача оценки эффективности деятельности оператора на основе оценки степени развитости профессионально-важных качеств с использованием аналитического лабораторного эксперимента.

Методика проведения эксперимента

В общем виде операторская деятельность может быть представлена в виде следующих этапов:

$$St = \{St\ 1, St\ 2, St\ 3, St\ 4\},$$

где St 1 – этап приема и восприятия поступающей информации, St 2 – этап оценки и переработки информации, St 3 – этап принятия решений, St 4 – этап реализации принятого решения.

Согласно представленной схеме можно сформулировать следующие задачи аналитического лабораторного эксперимента по оценке эффективности операторской деятельности:

- Оценка способности к обнаружению полезного сигнала, выделения приоритетного сигнала на фоне сигналов с меньшим приоритетом, расшифровке и декодированию информации.

- Оценка способности к переработке, запоминанию информации, извлечения из памяти информативных образцов, декодированию информации.

- Оценка способности к принятию правильного решения в условиях самостоятельно выделенного критерия правильного решения, соответствующего представлениям оператора о цели и результате своей работы.

- Оценка способности к реализации принятого решения, которая во многом зависит от готовности оператора быстро, на уровне автоматизма выполнять сложные действия.

Способность индивидуума к определенному виду деятельности зависит от типологических особенностей нервной системы и выражается, применительно к профессиональной деятельности, в профессиональных качествах (ПВК). То есть для эффективного выполнения операторских действий на каждом этапе оператор должен обладать специфическим набором ПВК, каждое из которых при этом может быть связано с несколькими этапами операторских действий.

На основе этого предложена следующая обобщенная модель аналитического лабораторного тестового эксперимента, схема которого представлена на рис.1.

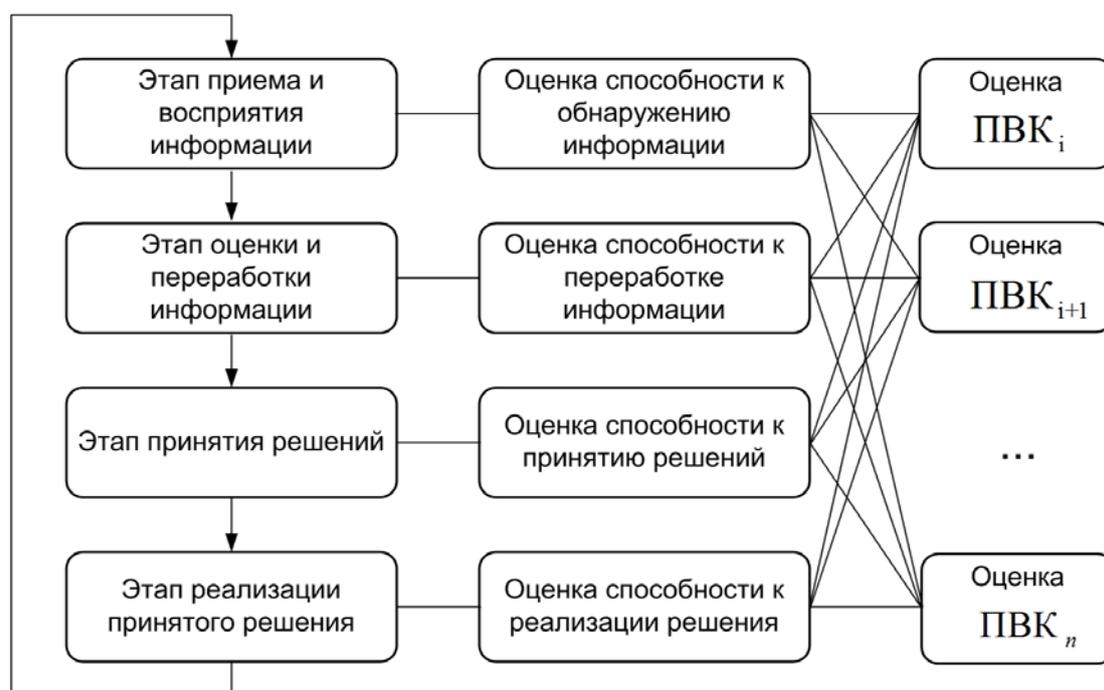


Рис.1. Схема оценок успешности операторской деятельности на отдельных ее этапах.
ПКВ – профессионально-важные качества.

Под каждый из этапов операторской деятельности, согласно представленной модели эксперимента, можно подобрать тесты или набор тестов, характеризующих соответствующие способности испытуемого.

Анализ соотношения ошибок четырех этапов деятельности оператора свидетельствует, что в ее структуре при выполнении задачи преобладают ошибки на этапе переработки информации и принятия решения (55%), значительно меньше приходится на этапы приема информации (18%), выполнения решения (17%) и контроля реализации решения (10%) [5]. В тоже время, ошибки на этапе приема информации приводят к неправильной оценке ситуации и принятию последующих решений.

Для оценки эффективности операторской деятельности и зрительного утомления в процессе восприятия информации с электронных дисплеев была выбрана группа операторов, занятых переносом (вводом) информации с одного электронного носителя в другой с использованием электронного дисплея. Условия работы операторов регламентировались в соответствии с санитарными правилами «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (СанПиН 2.2.2.542–96), а также государственными стандартами (ГОСТ): «Средства отображения информации индивидуального пользования. Общие эргономические требования и требования безопасности» (ГОСТ Р 50949) и «Дисплей. Рабочее место оператора. Общие эргономические требования и требования к производственной среде» (ГОСТ Р 50923–96).

Каждый из испытуемых работал по вводу информации при 8-ми часовой рабочей смене, регламентированные перерывы при которой осуществлялись по следующей схеме: через два часа от начала рабочей смены и через два часа после обеденного пере-

рыва продолжительностью пятнадцать минут каждый. Во время тестирования все операторы вводили один и тот же текст при максимальной индивидуальной скорости ввода.

Известно, что устойчивое снижение качества слежения сопровождается достоверным снижением уровня лабильности нервной системы операторов, а снижение лабильности органа зрения является характерной чертой утомления организма человека в целом [6]. Имеются данные о зависимости зрительных функций от степени утомления организма человека [7].

В связи с вышеизложенным, в качестве показателей зрительного утомления были выбраны такие временные параметры зрительного восприятия, как время зрительного восприятия (ВЗВ) и лабильность зрительного анализатора. Измерение указанных временных параметров зрительного восприятия проводили в соответствии с известными способами их измерения [8, 9], с использованием перцептивно-простых световых импульсов типа «да-нет» желтого цвета.

В процессе тестирования при фиксации значения временных параметров зрительного восприятия, отображалась динамика изменения указанных параметров в координатах «значение параметра – время тестирования» и формировался файл данных результатов измерений для документирования. Кроме того, определяли процентное содержание ошибок в набранном за контрольный период тексте, являющееся индикатором утомления.

Измерения временных параметров зрительного восприятия проводилось в начале тестирования и через каждые тридцать минут работы.

Анализ результатов исследования

Графики динамики времени зрительного восприятия (ВЗВ) и процентного содержания ошибок представлены на рис.2, где Т – время зрительного восприятия, а пунктиром отмечено время регламентированных перерывов.

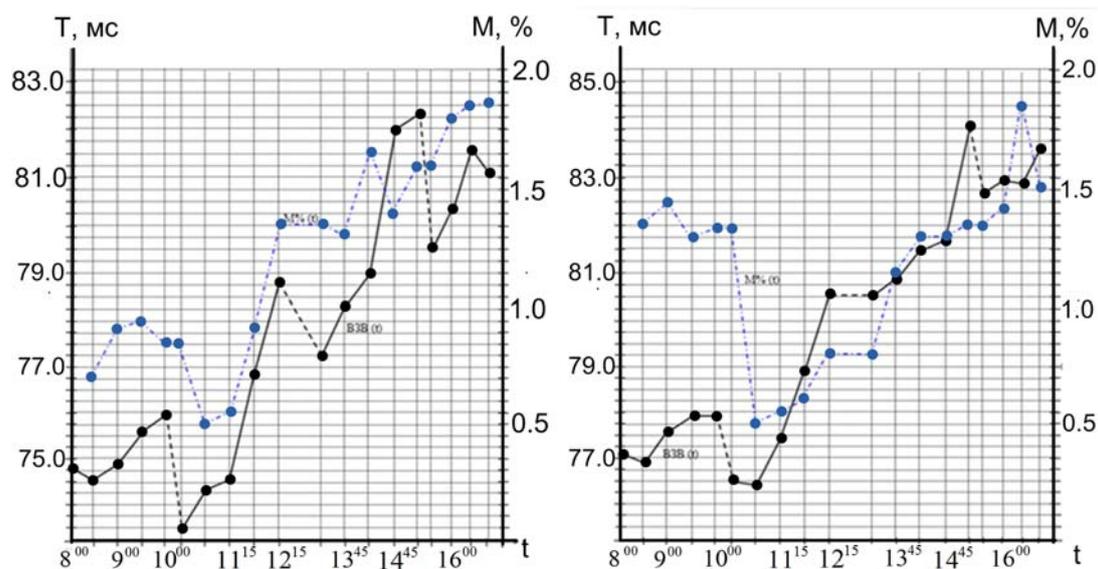


Рис. 2. График динамики значения ВЗВ в процессе трудовой смены

Проведен анализ результатов измерений ВЗВ и используемого для диагностики зрительного утомления критерия. Оценка связи между двумя рядами наблюдений проводилась с использованием коэффициента корреляции рангов по Спирмену. Результаты анализа показали значимость связи в диапазоне от 0,439 до 0,913, соответствующей умеренной и высокой тесноты связи.

Аналогичным образом осуществлено исследование лабильности, результаты которого представлены на рис.3, где F – лабильность зрительного анализатора.

По результатам экспериментальных исследований, установлено, что утомление оператора в процессе трудовой деятельности находит отражение в изменении параметров зрительного восприятия, в частности в значении ВЗВ и лабильности.

При этом из анализа графиков следует, что ВЗВ и лабильность зрительного анализатора обладают достаточно высокой динамической чувствительностью, так как позволяют оценить изменения в функциональном состоянии операторов ЭВМ за время 15-минутных перерывов в работе.

Так, анализ индивидуальных графиков лабильности свидетельствует, что у испытуемого А. (рисунок 3 а), в процессе трудовой деятельности утомление накапливалось относительно равномерно. При этом на начальном этапе деятельности отмечался этап вработывания (с 8:00 до 8:30), во время первого регламентированного перерыва (с 10:00 до 10:15) и во время обеденного перерыва (с 12:15 до 13:15) отдых позволил уменьшить утомление, второй регламентированный перерыв (с 15:15 до 15:30) видимого эффекта не дал – утомление продолжало накапливаться.

Анализ индивидуального графика испытуемого Б. (рисунок 3 б) свидетельствует о похожей картине утомления, с тем отличием, что этап вработывания наблюдался на большем временном отрезке (с 8:00 до 9:00). Эффект релаксации наблюдался после каждого регламентированного перерыва. При этом можно констатировать, что испытуемый Б. за время смены утомился в меньшей степени, чем испытуемый А.

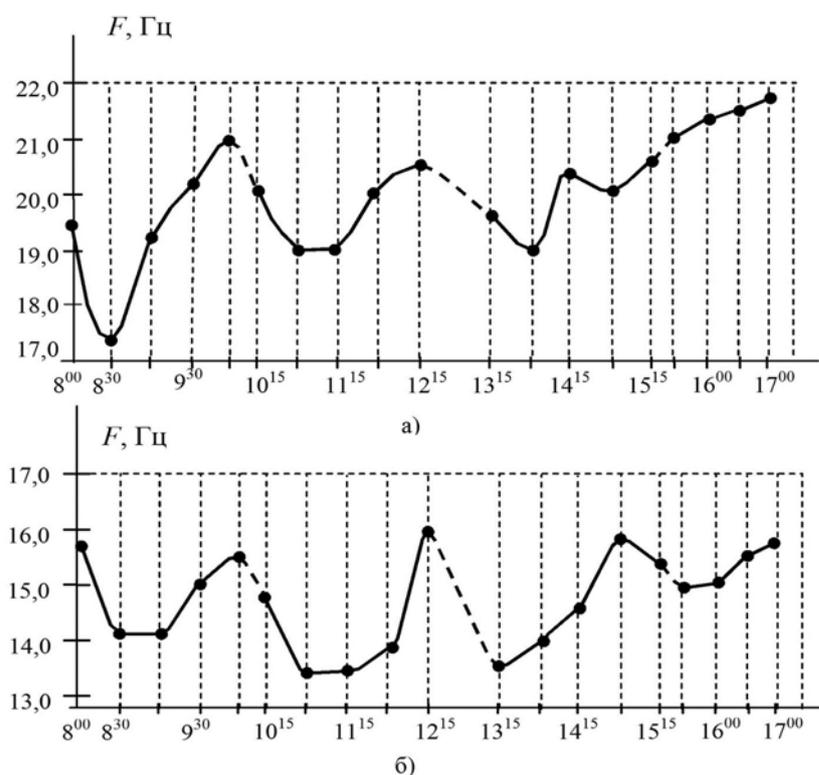


Рис. 3. Графики динамики лабильности в процессе трудовой деятельности операторов А (а) и Б (б)

Учитывая одинаковый объем работы, проделанный испытуемыми А. и Б., можно предположить, что испытуемый Б. обладает большим запасом работоспособности при зрительно-напряженном труде и более устойчив к зрительному утомлению.

Таким образом, анализ полученных графиков позволяет оценить характер адаптации человека к работе, определить период оптимальной работоспособности, время наступления утомления. Это свидетельствует о том, что время зрительного восприятия и лабильность зрительного анализатора являются диагностическими параметрами зрительного утомления при зрительно-напряженной работе, позволяющие выявить этапы наступления утомления и момент перехода в состояние острого утомления.

Выводы

Корреляционные физиологические связи органа зрения с другими физиологическими системами обширны и интегрированы во все системно очерченные отделы центральной нервной системы (ЦНС), включая сенсорную, моторную, эмоциональную, вегетативную, эндокринную и др. [10]. В связи с этим, очевидно, что изменение функционального состояния зрительного анализатора при утомлении сопровождается изменением функционального состояния организма человека в целом, при этом утомление ЦНС находит отражение в ухудшении зрительных функций.

Таким образом, проведенные исследования зрительного утомления человека-оператора свидетельствуют, что:

- параметры инерционности зрительного анализатора и лабильности являются диагностическими показателями сенсорного утомления;

- исследование зрительного утомления позволяет выявить индивидуумов в наибольшей степени устойчивых к данному виду утомления при выполнении зрительно-напряженной работы; и, следовательно, в наибольшей степени пригодных к данному виду операторской деятельности.

- исследование утомления в процессе зрительно-напряженного труда позволяет выявить индивидуумов, для которых с наступлением утомления не наблюдается критического ухудшения зрительных функций;

- использование описанного способа исследования зрительного утомления позволит своевременно внести коррективы объема и (или) интенсивности нагрузки, правильно организовать время и длительность рабочих перерывов и снизить уровень зрительного утомления.

Работа была выполнена при поддержке по гранту РФФИ № 13-07-00339_a.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Глебова, Е.В.* Снижение риска аварийности и травматизма в нефтегазовой промышленности на основе модели профессиональной пригодности операторов: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.26.03 / Глебова Елена Витальевна. – Уфа, 2009. – 46 с.
2. *Петухов, И.В.* Эргатические системы: техногенная безопасность: монография / И. В. Петухов, Л. А. Стешина. – Воронеж: Науч. кн., 2012. – 280 с.
3. *Liu, Y.* Queuing Network-Model Human Processor (QN-MHP): A Computational Architecture for Multitask Performance in Human-Machine Systems / Y. Liu, R. Feyen, O. Tsimhoni // ACM Transactions on Computer-Human Interaction. – 2006. – Vol.13. – No.1. – P. 37 – 70.
4. *Кальниш, В.В.* Современные подходы к анализу надежности операторской деятельности / В. В. Кальниш // Український журнал з проблем медицини праці. – 2009. – № 4(20). – С. 75 – 85.
5. *Жовнерчук, Е.В.* Система психопрофилактики информационного стресса специалистов операторского профиля: автореф. дисс. ... докт. мед. наук: 14.03.11 / Жовнерчук Евгений Владимирович. – М.: 2011. – 48 с.
6. *Бушов, Ю.В.* Связь индивидуальных свойств человека-оператора с продуктивностью деятельности и устойчивостью к влиянию фактора монотонности труда / Ю. В. Бушов, Ю. А. Рябчук // Вопросы психологии. – 1981. – № 1. – С. 126 – 130.
7. *Халфина, Р.Р.* Психофизиологические показатели обработки зрительной информации при зрительном утомлении / Р. Р. Халфина, Т. Ф. Емелева, Р. М. Халфин // Вестник НГПУ. – 2012. – №3. – С. 80 – 85.
8. Патент 2209030 РФ, МПК А61В5/00 Способ определения времени восприятия зрительной информации / Роженцов В.В., Петухов И.В. // Заяв. № 2002116877/14. – опубл. 27.07.2003, Бюл. № 21.
9. Патент 2233115 РФ, МПК А61В5/16 Способ определения лабильности зрительной системы человека / Роженцов О.В., Петухов И.В. // Заяв. № 2003127900/14. – опубл. 27.07.2004, Бюл. № 21.

10. Корнюшко, В.И. Роль и значение вестибулярной системы в физиологической функции зрительной фиксации цели в норме и при патологии: автореф. ... канд. мед. наук / Корнюшко Вадим Игоревич. – СПб., 2011. – 19 с.

**VISUAL FATIGUE OF THE HUMAN OPERATOR
IN THE PERCEPTION INFORMATION
FROM ELECTRONIC DISPLAYS**

I. Petukhov¹, D. Chausov², V. Belyaev², P. Kurasov¹, I. Tanryverdiev¹

¹*Volga State University of Technology
Ploshchad' Lenina, 3, Yoshkar-Ola, Respublika Mariy El 424000, Russia*

²*Moscow Region State University
10a, Radio st., Moscow, 105005, Russia*

Abstract The analysis of the activities of the human operator when working with electronic means of information as the "man - machine-environment". It is shown that the operator's efficiency depends largely on its ability to process information. We propose an innovative approach to solving the problem of information and coordination of the technical system operator, when combined with the assessment of technical parameters display means made control and optimization of visual load of the operator. New data on the mechanisms of visual fatigue of the human operator in the process of working with electronic displays.

Keywords: visual load, human-operator, electronic display