

В предметной области нефтяных скважин распределение данных осложнено высокой размерностью пространства данных, что может оказать большое влияние на сбор первичных данных. В этой ситуации возможна ошибка сбора одного или нескольких видов данных, а также неравномерное распределение данных. Классический ручной анализ, такой как применение диаграмм, линейный анализ или логистическая регрессия, не позволяет достигнуть высокого качества классификации. В этом случае машина опорных векторов с использованием метода ядра лучше подходит для нелинейного сложного процесса обработки данных.

5. Заключение

В работе выполнен теоретический анализ метода опорных векторов и метода логистической регрессии. Показано, что нелинейный алгоритм SVM работает лучше, чем линейный алгоритм LR при анализе системы нефтяных скважин и прогнозировании их эффективности. В дальнейшем необходимо разработать метод классификации на базе машины опорных векторов, позволяющий осуществлять классификацию исходного множества данных на несколько классов с возможностью оценки степени близости к каждому из этих классов.

6. Литература

[1] Yong Soo Kim. Performance evaluation for classification methods: A comparative simulation study[J]. Expert Systems With Applications, 2009, 37(3).
 [2] Hanuman Thota, Raghava Naidu Miriyala, Siva Prasad Akula, K. Mrithyunjaya Rao, Chandra Sekhar Vellanki, et al.. Performance Comparative in Classification Algorithms Using Real Datasets[J]. Journal of Computer Science & Systems Biology, 2009, 02(01).

[3] HungLinh Ao, Junsheng Cheng, Yu Yang, Tung Khac Truong. The support vector machine parameter optimization method based on artificial chemical reaction optimization algorithm and its application to roller bearing fault diagnosis. Journal of Vibration and Control. 2015(12).

[4] Rimjhim Agrawal, Thukaram Dhadbanjan. Identification of Fault Location in Distribution Networks Using Multi Class Support Vector Machines. International Journal of Emerging Electric Power Systems. 2012(3).

[5] Snehal A. Mulay, P.R. Devale, G.V. Garje. Intrusion Detection System Using Support Vector Machine and Decision Tree. International Journal of Computer Applications. 2010(3).

[6] Wang Liejun, Lai Huicheng, Zhang Taiyi. An Improved Algorithm on Least Squares Support Vector Machines. Information Technology Journal. 2008(2).

[7] R. Cogdill, P. Dardenne. Least-squares support vector machines for chemometrics: an introduction and evaluation. Journal of Near Infrared Spectroscopy. 2004(2).

[8] Ke Lin, Anirban Basudhar, Samy Missoum. Parallel construction of explicit boundaries using support vector machines. Engineering Computations. 2013(1).

[9] Ashkan Moosavian, Hojat Ahmadi, Babak Sakhaei, Reza Labbafi. Support vector machine and K-nearest neighbour for unbalanced fault detection. Journal of Quality in Maintenance Engineering. 2014(1).

[10] Long Zhang, Jianhua Wang. Optimizing parameters of support vector machines using team-search-based particle swarm optimization. Engineering Computations. 2015(5).

УДК 331.101.1

ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭФФЕКТИВНОГО ВОСПРИЯТИЯ ЗРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ СЛАБОВИДЯЩИМИ

Горячкин Б.С.

к.т.н., доцент

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,
Москва*

Красильников С.Н.

магистр

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана,

ERGONOMIC FEATURES OF EFFECTIVE PERCEPTION OF VISUAL INFORMATION, VISUALLY IMPAIRED

Goryachkin B.S.

Ph.D., assistant professor

*Moscow State Technical University. N.E. Bauman,
Moscow*

Krasil'nikov S. N.

master

Moscow State Technical University. N.E. Bauman,

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ разработанной системы оценки эргономичности сайта для слабовидящих людей на основании исследования их трудовой занятости на предприятиях. Особое внимание уделяется

параметрам, оказывающим критически важное влияние на воспринимаемость, управляемость и понятность с целью проектирования эргономичного веб-сайта для слабовидящих пользователей. Кроме того, осуществляется анализ и расчет параметров пригодности сайта для использования слабовидящими людьми на основе качественных и количественных характеристик для того, чтобы достичь наивысшей эффективности работы пользователя с веб-сайтом.

ANNOTATION

The article analyzes the developed system for assessing the ergonomics of the site for visually impaired people on the basis of the study of their employment in enterprises. Special attention is paid to the parameters that have a critical impact on the perception, handling and clarity in order to design an ergonomic website for visually impaired users. In addition, the analysis and calculation of the parameters of the suitability of the site for use by visually impaired people on the basis of qualitative and quantitative characteristics in order to achieve the highest efficiency of the user with the website.

Ключевые слова: слабовидящие, эргономичность, зрительная система, сайт для слабовидящих, анализ характеристик, система оценки.

Key words: visually impaired, ergonomics, visual system, website for the visually impaired, the analysis of the characteristics of the evaluation system.

Введение

Слепота является одной из важнейших проблем здравоохранения. По данным Всемирной Организации Здравоохранения за 2018 год, в мире около 285 млн человек страдают от нарушений зрения. 39 млн из них поражены слепотой, 246 млн имеют пониженное зрение. В то же время наблюдается постоянное увеличение их количества, что обусловлено недостаточной организацией техники безопасности в быту и на производстве, постоян-

ным ведением военных действий, нарушением применения токсических веществ в сельском хозяйстве, ухудшением экологии.

Согласно международной классификации болезней [2] существует следующая классификация степени нарушения зрения, приведенная в таблице 1. Категория нарушения зрения зависит от показателей остроты зрения с максимально возможной коррекцией, которые выражены правильной дробью от показателя остроты зрения у человека с нормальным зрением.

Таблица 1 Классификации степени нарушения зрения.

Категория нарушения зрения	Острота зрения с максимально возможной коррекцией	
	Максимальный показатель менее чем	Максимальный показатель равен или более чем
Умеренное нарушение зрения (I)	6/18	6/60
	3/10	1/10
	20/70	20/200
Тяжелое нарушение зрения (II)	6/60	3/60
	1/10	1/20
	20/200	20/400
Слепота (III)	1/20	1/60
	20/400	1/50
		5/300
Слепота (IV)	1/60	Светоощущение
	1/50	
	5/300	
Слепота (V)	Отсутствие светоощущения	

Согласно данной таблице мы можем выделить следующие категории:

- I категория – лица с остротой зрения – 0,1-0,3 (у человека с нормальным зрением этот показатель равен 1)
- II категория – лица с остротой зрения – 0,05 – 0,1
- III категория – лица с остротой зрения – 0,02 – 0,05
- IV категория – лица с остротой зрения – светоощущение – 0,02
- V категория – лица с остротой зрения – отсутствие светоощущения

Первые две категории утраты зрения (I и II) определяются как «слабовидение», категории III-V – как «слепота».

В настоящей статье в качестве примера зрительной информации рассматриваются экранные формы веб-сайта для слабовидящих, то есть для людей с I и II категориями утраты зрения.

Разработка системы оценки эргономического обеспечения (ЭО)

Для того, чтобы выявить основные критерии сайта для слабовидящих было произведено исследование занятости инвалидов по зрению на предприятиях Общероссийской общественной организации инвалидов «Всероссийское ордена Трудового Красного Знамени общество слепых»

(«ВОС»). Существует множество отраслевых специализаций предприятий, таких как: автокомпоненты, медицинские изделия, кистещеточная продукция, изделия из бумаги и картона и др.

Работы, выполняемые слабовидящими, разнообразны, но в основном это механические операции с минимальной нагрузкой на зрительную систему. Все работы выполняются с простыми, привычными предметами, в некоторых видах работ присутствует машинная помощь для инвалидов, например, озвучка цветов проводов на аппарате по сборке электровилок, а в сборке светотехники присутствуют цветные индикаторы.

В соответствии с пунктом 5.16 устава «ВОС» [1]: «Осуществлять в полном объеме... защиту прав и законных интересов инвалидов по зрению, групп инвалидов по зрению, неопределенного круга инвалидов по зрению, как потребителей товаров, работ и услуг, предназначенных для их социальной, медицинской и профессиональной реабилитации» и на основании исследования, мы можем прийти к заключению, что для слабовидящих главным в работе

на предприятиях является понятность, простота, легкая воспринимаемость, доступная управляемость и индикация.

На основе данного исследования видов деятельности инвалидов по зрению на предприятиях «ВОС» была построена иерархическая система оценки эргономического обеспечения сайта для слабовидящих, которая изображена на рис.1. При этом сайт здесь рассматривается как некий информационный ресурс, информационная система (ИС), эргономичность которой может быть оценена на основе комплексных критериев, показателей и параметров, которым характерен принцип вложенности. Наиболее известными критериями ЭО для оценки ИС, как системы «человек-машина», являются такие как управляемость, обслуживаемость, осваиваемость, обитаемость, экологичность, изготовляемость. Однако этот перечень не является всеобъемлющим и может быть расширен или скорректирован в зависимости от конкретной предметной области, как в нашем случае.



Рис.1. – Иерархическая система оценки ЭО сайта для слабовидящих.

Число параметров, как было отмечено выше, может быть значительно большим. Но даже те, которые представлены на рис. 1 требуют очень большого объема исследований. Поэтому в настоящей статье мы сосредоточимся на эргономическом анализе выделенных на рисунке параметров.

Показатель «Кнопка перехода»

Первым и самым важным показателем является «Кнопка перехода», так как доступ пользователя к адаптированной для слабовидящей версии сайта первым делом начинается с нажатия на данную кнопку, после чего осуществляется переход.

Данная кнопка является кнопкой аварийной фиксации внимания, то есть пользователь должен

без труда находить, в соответствии с оптимальным расположением объектов на экране, и понимать назначение данной кнопки. Если будет выбрано неверное изображение, то пользователь просто не сможет сориентироваться и понять функциональное назначение кнопки, а это значит, что пользователь с нарушением зрения попросту не сможет перейти на адаптированную для него версию сайта.

Параметр «Изображение»



Рис.2. – Эмблема Общероссийской общественной организации инвалидов «Всероссийское ордена Трудового Красного Знамени общества слепых».

Однако, для увеличения понятности и смысла функционального назначения эмблема должна упрощена, путём удаления рисунка солнца на зад-

нем фоне и надписи: «Всероссийское общество слепых» на переднем фоне, то есть мы избавляемся от шума на изображении. Упрощенная эмблема изображена на рис.3.

нем фоне и надписи: «Всероссийское общество слепых» на переднем фоне, то есть мы избавляемся от шума на изображении. Упрощенная эмблема изображена на рис.3.



Рис.3. – Упрощенная эмблема, служащая изображением для кнопки перехода

Параметр «Цвет»

Согласно исследованиям, острота зрения или степень зрительной чувствительности восприятия знаков черного, красного, коричневого цветов на экране выше при наименьших оперативных пороговых размерах элементов информационной модели, чем у знаков желто-зеленого и бирюзового цветов [8]. Поэтому исходный цвет эмблемы (зелёный), исходя из вышеперечисленных доводов, изменить на более контрастный, а учитывая то, что ассоциативно красный цвет вызывает раздражение, а коричневый вызывает угнетение, то в качестве цвета эмблемы предлагается использовать чёрный. Тем более для монохромных изображений не нужно будет изменять его цвет.

Кроме того, учитывая специфику работы, необходимо понимать, что существуют не только нарушения в остроте зрения, но и в восприятии цветов. К таким нарушениям относятся: цветовая слепота на красный цвет (протанопия), зелёный цвет (дейтеранопия) и синий цвет (тританопия) [7].

На основании вышеизложенного, был выбран чёрный цвет для кнопки перехода, так как он имеет наименьшее пороговое восприятие, одинаково хорошо воспринимается людьми с нарушениями восприятия цветов, а также, что немаловажно, имеет нейтральный дизайн, который не повлияет на общий дизайн сайта. Итоговая кнопка перехода изображена на рис.4.



Рис. 4. – Кнопка перехода

Показатель «Удобочитаемость»

Следующим наиболее важным показателем является «Удобочитаемость», имеющий параметр «Удобочитаемый шрифт» и показатель «Контент» и его параметр «Контраст», поскольку главным в сайте является его наполнение. Пользователи с нарушениями зрения просто не увидят текст или смогут разглядеть его с большим трудом, если он не будет иметь достаточный размер и не будет контрастен фону. Часто при разработке сайтов разработчики не принимают во внимание эту рекомендацию в погоне за красивым дизайном, а потом оказывается, что слабовидящему пользователю практически невозможно прочесть текст на сайте без использования лупы.

Параметр «Удобочитаемый шрифт»

В соответствии со стандартами ГОСТ Р ИСО 9241-3 п. 5.4 и ГОСТ Р ИСО 9241-303 п. 5.5.4, угловой размер знака по высоте должен быть не менее 16', а при длительной работе с текстом оптимальным размером является 20'-22' [3,4]. В качестве параметра для зрячего пользователя возьмем угловой размер знака 16'. Для расчета углового размера знака других категорий пользователей воспользуемся следующей формулой:

$$\beta = \frac{\beta_{\text{зряч}}}{V} \quad (1)$$

где $\beta_{\text{зряч}}$ – угловой размер знака для зрячего пользователя, в угл. мин.,

V – острота зрения категории пользователей.

Кроме того, для восприятия текста важно расстояние от глаз до экрана. Согласно пункту 5.1 ГОСТ Р ИСО 9241-3 минимальным расстоянием от глаз до экрана при офисных работах является 400мм. Оптимальным значением является промежуток 600-700мм [4]. Возьмем в качестве оптимального параметра 600 мм.

Таким образом по формуле, вычисляющей высоту знака h в миллиметрах:

$$h = 2 * L * tg \frac{\beta}{2} \quad (2)$$

где L – расстояние от экрана до глаз, в мм,

β – угловой размер знака, в угл. мин. - это угол между линиями, соединяющими крайние точки знака по высоте и глаз наблюдателя.

По одной из систем для измерения шрифтов 1 кегль = 1/72 дюйма = 0,3527 мм. В таблице 2 представлены оптимальные размеры шрифта для комфортного использования сайта без вспомогательных средств в зависимости от категории пользователя.

Таблица 2 Размер шрифта в зависимости от категории пользователя

Категория	Острота зрения, %	Угловой размер знака, угл. мин.	Размер шрифта, кегль
Зрячий	100	16	
I	10-30	80-160	79-158
II	5-10	160-320	158-316

Показатель «Контент»**Параметр «Контраст»**

Контрастность определяет, насколько текст выделяется на фоне. Она определяет насколько просто пользователю будет различить символы. Согласно «Руководству по обеспечению доступности веб-контента» (WCAG) существует три уровня доступности (A-AA-AAA) [9].

Следовательно, зрячему человеку при 100% остроте зрения будет достаточен коэффициент контрастности 3:1, однако, согласно исследованиям, с

возрастом роговица глаза пропускает все меньше света: в 40 лет через нее проходит в два раза меньше света, чем в 20, к 60 годам количество поступающего в глаз света сокращается еще на 20%. Поэтому даже зрячему человеку после 40 лет будет комфортнее воспринимать высококонтрастные веб-элементы. Для I категории необходим коэффициент контрастности минимум 4,5:1, а для II категории – 7:1.

Таблица 3 Коэффициент контрастности в зависимости от категории

Категория	Острота зрения, %	Коэффициент контрастности
Зрячий	100	3:1
I	10-30	4,5:1
II	5-10	7:1

Для расчета контрастности используем следующую формулу [8]:

$$L = 0,2126 * R + 0,7152 * G + 0,0722 * B \quad (3)$$

где R, G, B определяются как:

если $R_{sRGB} \leq 0,03928$, то $R = \frac{R_{sRGB}}{12,92}$, иначе

$$R = \left(\frac{R_{sRGB} + 0,055}{1,055} \right)^{2,4} \quad (4)$$

если $G_{sRGB} \leq 0,03928$, то $G = \frac{G_{sRGB}}{12,92}$, иначе

$$G = \left(\frac{G_{sRGB} + 0,055}{1,055} \right)^{2,4} \quad (5)$$

если $B_{sRGB} \leq 0,03928$, то $B = \frac{B_{sRGB}}{12,92}$, иначе

$$B = \left(\frac{B_{sRGB} + 0,055}{1,055} \right)^{2,4} \quad (6)$$

где R_{sRGB} , G_{sRGB} , B_{sRGB} определяются как:

$$R_{sRGB} = \frac{R_{8bit}}{255} \quad (7)$$

$$G_{sRGB} = \frac{G_{8bit}}{255} \quad (8)$$

$$B_{sRGB} = \frac{B_{8bit}}{255} \quad (9)$$

где R_{8bit} , G_{8bit} , B_{8bit} – цвета в 8-битной системе.

Коэффициент контрастности рассчитывается по следующей формуле:

$$k = \frac{L_1 + 0,05}{L_2 + 0,05} \quad (10)$$

где L_1 – относительная яркость более светлых цветов переднего плана или фона,

L_2 – относительная яркость более темных цветов переднего плана или фона.

На основании [8] и критериев успеха 1.4.3 и 1.4.6 WCAG, рекомендуется придерживаться черно-белого цветового решения, так как это позволит добиться наивысшей контрастности 21:1, а также обеспечить комфортный доступ для людей с нарушениями цветового восприятия.

Показатель «Простота»

Параметр «Простые фигуры»

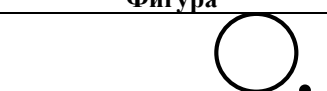


Исходя из исследования деятельности слабовидящих на предприятии было получено, что простота и понятность очень важны для I и II категорий пользователей, поэтому подробно рассмотрим параметр «Простые фигуры».

Все элементы фигур в веб-дизайне следует разделить на простые, средние и сложные категории:

- Простые – элементы, в которых присутствует одна составляющая.
- Средние – элементы, в которых присутствует несколько простых составляющих.
- Сложные – элементы, состоящие из множества простых или сложных составляющих, а также имеющие объем.

В Таблице 4 приведены примеры элементов, входящих в категории.

Таблица 4 Элементы в зависимости от категории

Категория элементов	Фигура	Составляющие элементов
Простые		Одна точка, линия
Средние		Несколько точек, несколько прямых линий
Сложные		Множество точек, множество прямых или криволинейных линий, объем

Так как у слабовидящих зрительное восприятие сохранено частично и не совсем полноценно, то обзор окружающей действительности у них сужен, замедлен, неточен, поэтому зрительные представления имеют качественные своеобразия, цветовые ощущения нарушены, цветовые образы-представления обеднены [6]. На основании этого сделан вывод, что нельзя использовать сложные фигуры для отображения веб-контента в версии сайта для сла-

бовидящих, иначе данные фигуры будут восприниматься некорректно и медленно, а некоторые из них будут и вовсе невозможны для восприятия

Поэтому для пользователей I категории необходимо использовать простые и средние элементы, так как они состоят из прямых линий и минимальных количеств составляющих элементов, а для пользователей II категории рекомендуется использовать только простые элементы, поскольку они

имеют лишь один составляющий элемент и пользователям будет наиболее просто и быстро сориентироваться в данном элементе.

Показатель «Объем контента»

Параметр «Число ссылок»

Последний показатель, который будет рассмотрен, это «Объем контента». Согласно ГОСТ Р 52872-2012 Часто посещаемые страницы по своему объему должны быть не более 2-3 экранов текста. Число ссылок на странице должно быть не более 15 (уровень AAA) [5].

Данное ограничение по числу ссылок выбрано для того, чтобы достичь наивысшей эффективности работы пользователя с веб-сайтом. Поскольку при большем числе ссылок слабовидящему пользователю будет труднее найти необходимую ссылку для навигации, что в разы замедлит его взаимодействие с веб-сайтом и создаст дискомфорт в работе с ним.

Вывод

Таким образом, в статье была разработана иерархическая система оценки эргономичности сайта для слабовидящих, выделены основные критерии, показатели и параметры оценки. Для расчета параметров введены качественные и количественные характеристики, на основании которых можно определить пригоден ли сайт для эффективного использования слабовидящими людьми или нет.

Список литературы

1. Устав Общероссийской общественной организации инвалидов «Всероссийское ордена Трудового Красного Знамени общество слепых». // Москва, 2011.
2. Всемирная организация здравоохранения. Международная классификация болезней (10-й пересмотр). // 1994.

3. ГОСТ Р ИСО 9241-303-2012 Эргономика взаимодействия человек-система. Часть 303. Требования к электронным видеодисплеям (с Поправкой).

4. ГОСТ Р ИСО 9241-3-2003 Эргономические требования при выполнении офисных работ с использованием видеодисплейных терминалов (ВДТ). Часть 3. Требования к визуальной информации.

5. ГОСТ Р 52872-2012 Интернет-ресурсы. Требования доступности для инвалидов по зрению.

6. Глухов В.П. Дефектология. Специальная педагогика и специальная психология. Курс лекций. // В.П. Глухов. – М.: МПГУ, 2017. – 574с.

7. Воронин, В. М. В75 Эргономика больших систем : учебник / В. М. Воронин. — Екатеринбург : УрГУПС, 2017. — 385с.

8. Горячкин Б.С. Оценка выходных экранных форм автоматизированной системы обработки информации и управления. Международный научно-исследовательский журнал. 2016 . - №10(52), Часть 2, Октябрь. URL: <https://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/10-2-52.pdf#page=24>

9. Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1. W3C Recommendation 05 June 2018. URL: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

10. Von Helmholtz H., Handbuch der physiologischen Optik (1st ed.), Hamburg, Voss, 1866; (2nd ed.), Hamburg, Voss, 1866; (3rd ed.), Leipzig, Voss, 1911; Physiological Optics, Vols. 1 and 2, Engl. Trans. Of 3rd ed., Optical Society of America, 1924, Dover Publication, New York, 1962. URL : <https://archive.org/details/handbuchderphysi00helm/page/128>