

Leszek PACHOLSKI*, Joanna KAŁKOWSKA*

METODYCZNE PRZESŁANKI ERGONOMICZNEJ OCENY UŻYTECZNOŚCI I FUNKCJONALNOŚCI PLATFORMY INTERNETOWEJ SYSTEM ZAWODOWCY

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2016.071.05

W artykule zaprezentowano przesłanki metodycznej koncepcji ergonomicznego narzędzia diagnostycznego umożliwiającego ocenę użyteczności oraz możliwych funkcjonalności konkretnej platformy internetowej. Ocena ta ma umożliwić doskonalenie funkcjonowania układu, w którym z jednej strony występują użytkownicy tej platformy, z drugiej natomiast twór techniki w postaci internetowej aplikacji informatycznej. Propozycja metody ma charakter jakościowo-heurystyczny i obejmuje siedem konkretnych kryteriów oceny. Autorzy sugerują wykorzystanie jednego z dwóch wariantów szczegółowego (opartego na zestawie pytań kontrolnych typu *check-list*) arkusza jego oceny: szacowania punktowego z uśrednianiem lub zastosowania logiki rozmytej w celu określania ocen grupowych i oceny całościowej.

Słowa kluczowe: Internet, ergonomia, logika rozmyta

1. UŻYTECZNOŚĆ I FUNKCJONALNOŚĆ NARZĘDZI INFORMATYCZNYCH JAKO PROBLEM ERGONOMICZNY

Istotę współczesnej ergonomii lapidarnie można by określić jako przedsięwzięcia optymalizujące systemy, w których z jednej strony występuje czynnik ludzki (w postaci zorganizowanych społeczności lub pojedynczych osób), z drugiej natomiast komponent technologiczno-organizatorski, często określany mianem techniki. Internetowe narzędzie informatyczne w postaci platformy pod nazwą System

* Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania.

Zawodowcy wraz z jej użytkownikami tworzy takie właśnie rozwiązania (Pacholski, 2006). Użytecznościowe i funkcjonalne doskonalenie tego typu narzędzi informatycznych jest klasycznym problemem ergonomicznym. Kategorie pojęciowe użyteczności i funkcjonalności odnoszą się bowiem do podmiotowo traktowanej społeczności użytkowników platformy internetowej. Sama platforma o nazwie System Zawodowcy jest natomiast ewidentnym technologiczno-organizatorskim tworem techniki.

Termin „użyteczność” jest określeniem z pogranicza nauk o gospodarowaniu (organizacja i zarządzanie) oraz nauk ergologicznych (ergonomia), zajmujących się sprawnością ludzkiego działania. Użyteczność może być definiowana jako pewnego rodzaju satysfakcja odczuwana przez użytkownika (społeczność lub pojedynczego człowieka) w wyniku „konsumpcji” (eksploatacji, użytkowania) wspomnianego wyżej tworu techniki (dobra, usługi, systemu). Jako kategoria pojęciowa ergonomii użyteczność ma charakter subiektywny i jest pochodną poziomu i struktury wspomnianej wyżej „konsumpcji”.

Podobna proveniencja (organizatorska i ergonomiczna) jest związana z terminem „funkcjonalność”. Określenie to pochodzi z łacińskiego: *functio, functionis* (w znaczeniu: czynność – odnoszący się do funkcji). Funkcjonalność jako kategoria pojęciowa ergonomii oznacza dostosowanie do potrzeb, zainteresowań oraz indywidualnych właściwości użytkownika w sensie jego naturalnych ograniczeń i możliwości.

Trzeba zauważyć, że zarówno kwestia użyteczności, jak i funkcjonalności dotyczą podmiotowo traktowanego użytkownika. Oba te pojęcia są więc zorientowane humanocentrycznie, zgodnie z klasycznym obszarem badań i aplikacji praktycznych współczesnej ergonomii.

2. SYSTEM: UŻYTKOWNICY – NARZĘDZIE INFORMATYCZNE

System Zawodowcy jest platformą internetową o postaci komputerowej bazy danych opisującej potencjał uczniów szkół zawodowych i oczekiwania pracodawców.

Baza ta umożliwia monitorowanie i prognozowanie potrzeb rynku pracy i systemu szkolnictwa zawodowego. Uczniowie i pracodawcy są jej głównymi użytkownikami. Modułowa kompozycja baz danych Systemu Zawodowcy umożliwia ponadto rozszerzenie kategorii użytkowników platformy o kolejne grupy odbiorców: planistów ścieżki edukacyjnej, organizatorów praktyk zawodowych, firmy szkoleniowe oraz analityków rynku pracy i edukacji. Najnowsza wersja Systemu zawiera opisane powyżej funkcje:

– Moduł pracodawcy (przedsiębiorcy) umożliwia określenie wymagań dotyczących pracownika na konkretnym stanowisku. Struktura interfejsu użytkownika oraz słowników narzędzia informatycznego pozwala na intuicyjne tworzenie oferty

dla pracownika, praktykanta czy stażysty. Baza danych umożliwia opisanie profilu kompetencji i przez to pełni funkcję mobilnego systemu rekrutacyjnego.

- Moduł ucznia (absolwenta) stanowi bazę opisującą potencjał uczniów szkół zawodowych. Potencjalny pracownik przedstawia swój profil kompetencyjny, który jest automatycznie porównywany ze zgłoszonymi w bazie ofertami pracy.

- Moduł doradztwa zawodowego umożliwia planowanie ścieżki edukacyjnej oraz wspiera proces rozwoju zawodowego. Odnosząc się do struktury opisu zawodu (zbudowanego hierarchicznie od elementarnych umiejętności przez kompetencje i kwalifikacje), moduł ten jest wykorzystywany do opisu i wartościowania pojedynczego stanowiska pracy lub charakteryzowania kapitału ludzkiego w całej organizacji.

- Moduł zarządzania praktykami zawodowymi pozwala usprawnić procesy planowania i odbywania praktyk u pracodawców oraz organizować formy pracy inne niż etatowe, które są poszukiwane przez pracodawców.

- Moduł szkoleń, w ramach którego firmy szkoleniowe mogą uzupełniać formy edukacyjne – szkolne oraz publikować ofertę kursów i szkoleń odpowiednio do potrzeb rynku pracy.

- Moduł analityczny umożliwia samodzielne generowanie w czasie rzeczywistym raportów i analiz dwudzielnych, dotyczących m.in. rynku pracy i edukacji w regionie wielkopolskim, oraz udostępnia złożone raporty tematyczne, już opracowane i opatrzone komentarzami.

Ponadto, równoległe z informacyjno-analityczną częścią platformy internetowej System Zawodowcy (a właściwie w jej ramach) funkcjonuje moduł kształcenia zdalnego (*e-learning*) w postaci zintegrowanego kształcenia i samokształcenia, które wraz z „wyprzedzającą” praktyką zawodową umożliwia przyjęcie formy kształcenia *triplex* jako rozwiniętej formy kształcenia dualnego.

Należy podkreślić, że wszystkie wymienione wyżej moduły Systemu Zawodowcy mogą być ciągle doskonalone i dopasowywane do potrzeb użytkowników.

3. ERGONOMICZNA OCENA PLATFORMY INTERNETOWEJ

Subiektywny charakter ocen zarówno użyteczności, jak i funkcjonalności wszelkich narzędzi informatycznych podobnych do platformy internetowej System Zawodowcy stwarza określone trudności metodologiczne w zakresie poszukiwania rozwiązań optymalizujących ich eksploatację zgodną z wymogami ergonomicznymi.

Metody i kryteria stosowane przy eksploatacyjnych ocenach układów: użytkownicy systemu informatycznego – narzędzie informatyczne są bardzo różnorodne. Często nawet zależą od tego, kto i dla jakiego odbiorcy ocen takich dokonuje (Beynon-Davies, 1999; Zeldman, 2004). G. Dahlke i jego podopieczny G. Słowiński (Słowiński, 2006), zajmujący się podobną problematyką, proponują w takim przypadku stosowanie metod jakościowo-heurystycznych. W konkretnym przy-

padku platformy internetowej System Zawodowcy podejście takie mogłoby prowadzić do wyodrębnienia następujących siedmiu kryteriów:

- misja platformy internetowej:
 - a) cel utworzenia platformy internetowej,
 - b) strategia działania platformy internetowej,
 - c) stopień realizacji strategii platformy internetowej,
 - d) określenie docelowych użytkowników platformy internetowej,
 - e) aktualizacja platformy internetowej: częstotliwość aktualizacji;
- kompletność, wiarygodność i obiektywizm zasobów:
 - a) zaspokajanie potrzeb innowacyjnych użytkowników,
 - b) związek między rangą platformy internetowej a jej celami,
 - c) wiarygodność informacji,
 - d) zachowanie równowagi między interesami różnych grup użytkowników platformy internetowej;
- design i struktura edytorska platformy internetowej:
 - a) równowaga między formą i treścią platformy internetowej,
 - b) oryginalność grafiki,
 - c) układ treści,
 - d) elementy multimedialne,
 - e) uwypuklenie istotnych elementów platformy internetowej;
- użyteczność i przyjazność platformy internetowej:
 - a) dostosowanie do poziomu użytkowników,
 - b) interaktywność platformy internetowej,
 - c) wertowność i nawigacja w obrębie platformy internetowej,
 - d) dobór treści do potrzeb użytkowników,
 - e) komunikacja z użytkownikiem,
 - f) jakość obrazu i wielkość czcionek;
- koszty korzystania z platformy internetowej:
 - a) koszty ponoszone przez użytkownika,
 - b) relacja kosztu korzystania do jakości serwisu informacyjnego,
 - c) promocje dla konkretnych grup użytkowników platformy internetowej;
- możliwość modyfikacji funkcjonalnej platformy internetowej:
 - a) bieżąca korekta interfejsu,
 - b) wprowadzanie nowych i rozszerzanie dotychczasowych modułów platformy internetowej.

Na podstawie wymienionych wyżej kryteriów możliwe jest opracowanie szczegółowego (na przykład złożonego z 25 elementów) arkusza oceny platformy internetowej System Zawodowcy optymalizującego wzajemne relacje w układzie: użytkownicy–narzędzie informatyczne. Arkusz taki musiałby mieć formę listy pytań kontrolnych opartej na przytoczonym zestawie 25 elementów i podzielonej na przykład na siedem grup tematycznych.

Tworzenie szczegółowej listy pytań wymaga uwzględnienia standardów ergonomicznych Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (na przykład: PN-EN ISO 14915-1; PN-EN ISO 9241-10; PN-EN ISO 9241-12; PN-EN ISO 9241-14).

Ergonomiczna użyteczność i możliwe funkcjonalności platformy internetowej Systemu Zawodowcy można oceniać w dwóch wariantach metodologicznych:

- opartym na punktowym szacowaniu rodzajów odpowiedzi,
- opartym na logice rozmytej.

Wariant szacowania punktowego wymaga wystawiania cenzurek liczbowych (na przykład: bardzo dobra – 3, dobra – 2, dostateczna – 1, niedostateczna – 0), które następnie mogłyby być uśredniane w obrębie grup tematycznych lub przez określanie oceny całościowej. Możliwe wydaje się także zastosowanie w tym wariantcie szacowania metody miary odległości od ustalonego wzorca liczbowego zarówno w grupach tematycznych, jak i dla oceny całościowej.

W przypadku wyboru podejść typowych dla logiki rozmytej możliwa jest obróbka ocen werbalnych z wykorzystaniem graficznych operacji na trójkątnych lub trapezoidalnych modelach funkcji przynależności, a następnie ich defuzyfikacja do konkretnych wartości parametrycznych (Klir, Yuan, 1995; Pacholski, 1998). Schemat postępowania obejmowałby następujące etapy (Pacholski, 2012):

- wyznac wartości funkcji przynależności dla poszczególnych pojęć rozmytych występujących w warunkach reguł,
- na podstawie funkcji przynależności wyznac obszary rozmyte odpowiadające zmiennej zawartej w konkluzji reguły,
- dokonaj zestawienia obszarów rozmytych wyznaczonych w poprzednim kroku,
- na podstawie otrzymanych obszarów rozmytych wyznac wynikowy obszar rozmyty,
- dokonaj defuzyfikacji (zamiany zbioru rozmytego na pewną wartość liczbową) wynikowego obszaru rozmytego.

4. METODA ROZMYTEJ OCENY ERGONOMICZNEJ PLATFORMY INTERNETOWEJ (Kałkowska, 2016)

Metoda rozmytej oceny użyteczności i funkcjonalności platformy internetowej System Zawodowcy może być oparta na zastosowaniu następującej skali lingwistycznej, zaproponowanej zespołowi pięciu ekspertów ($j = 5$) ergonomicznych:

- z uwagi na małą funkcjonalność i użyteczność platformy internetowej użytkownik nie zamierza korzystać z jej usług (proponowana skala rozmytości dla zmiennej lingwistycznej z : $0 < z < 0,333$);
- z uwagi na małą funkcjonalność i użyteczność platformy internetowej użytkownik rezygnuje z jej usług po pierwszym jej wykorzystaniu (proponowana skala rozmytości dla zmiennej lingwistycznej z : $0,167 \leq z < 0,5$);

- tolerowana przez użytkownika funkcjonalność i użyteczność platformy internetowej (proponowana skala rozmytości dla zmiennej lingwistycznej z : $0,333 \leq z < 0,667$);
- satysfakcjonująca (z drobnymi zastrzeżeniami) użytkownika funkcjonalność i użyteczność platformy internetowej (proponowana skala rozmytości dla zmiennej lingwistycznej z : $0,5 \leq z < 0,833$);
- w pełni satysfakcjonująca użytkownika funkcjonalność i użyteczność platformy internetowej (proponowana skala rozmytości dla zmiennej lingwistycznej z : $(0,667 \leq z \leq 1)$).

Szczegółowe oceny platformy internetowej przez pojedynczego eksperta ergonomicznego można oznaczyć jako: $d_j \in 1, 2, 3, 4, 5$.

Zgodnie z teorią zbiorów rozmytych zbiór ocen eksperckich N będzie wyrażony jako $\mu_N(x)$ funkcji przynależności z przedziału $[0,1]$. Formalny zapis dla każdej oceny platformy internetowej d_j przyjmie postać następujących pięciu zbiorów rozmytych (Kałkowska, Kozlov, 2015):

$$N_1 = \{(\beta_1, \mu_N(\beta_1)), (\beta_2, \mu_N(\beta_2)), (\beta_3, \mu_N(\beta_3))\}, \text{if } d_j = 1,$$

$$N_2 = \{(\beta_2, \mu_N(\beta_2)), (\beta_3, \mu_N(\beta_3)), (\beta_4, \mu_N(\beta_4))\}, \text{if } d_j = 2,$$

$$N_3 = \{(\beta_3, \mu_N(\beta_3)), (\beta_4, \mu_N(\beta_4)), (\beta_5, \mu_N(\beta_5))\}, \text{if } d_j = 3,$$

$$N_4 = \{(\beta_4, \mu_N(\beta_4)), (\beta_5, \mu_N(\beta_5)), (\beta_6, \mu_N(\beta_6))\}, \text{if } d_j = 4,$$

$$N_5 = \{(\beta_5, \mu_N(\beta_5)), (\beta_6, \mu_N(\beta_6)), (\beta_7, \mu_N(\beta_7))\}, \text{if } d_j = 5,$$

dla: $j = 1, 2, \dots, 5$.

W konkluzji oceny użyteczności i funkcjonalności platformy internetowej System Zawodowcy, dokonywanej przez pięciu ekspertów ergonomicznych, można przyjąć następujące trzy warianty zakresów ocen:

- $(0, 0,333)$ – platforma internetowa niefunkcjonalna i bezużyteczna,
- $(0,333, 0,667)$ – platforma internetowa przydatna dla użytkownika,
- $(0,667, 1,0)$ – platforma internetowa spełniająca wszelkie użytkowe kryteria komfortu ergonomicznego.

Liczbowe wartości macierzy opisującej zbiory rozmyte N_s , uwzględniające funkcje przynależności w standardzie jednolitym dla wymienionych wyżej trzech wariantów zakresów ocen dokonywanych przez każdego z ekspertów ergonomicznych oceniających platformę internetową pokazano w tabeli 1.

Jeśli wprowadzi się oznaczenie f_{sf} dla pojedynczego elementu zbioru rozmytego s i oznaczenie m_{sf} dla funkcji przynależności zbioru rozmytego pokazanego w tabeli 1, to można obliczyć prawdopodobieństwo oczekiwanej eksperckiej oceny pojedynczego eksperta (lub całościową ocenę wszystkich pięciu ekspertów) w następujący sposób:

Tabela 1. Macierz funkcji przynależności dla zbiorów rozmytych

L	Zbiór rozmyty				
	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅
Element zbioru rozmytego i jego funkcja przynależności	1; 0,5	0; 0,0	0; 0,0	0; 0,0	0; 0,0
	0,167; 1,0	0,167; 0,5	0,167; 0,0	0,167; 0,0	0,167; 0,0
	0,333; 0,5	0,333; 1,0	0,333; 0,5	0,333; 0,0	0,333; 0,0
	0,5; 0,0	0,5; 0,5	0,5; 1,0	0,5; 0,5	0,5; 0,0
	0,333; 0,0	0,333; 0,0	0,333; 0,5	0,333; 1,0	0,333; 0,5
	0,167; 0,0	0,167; 0,0	0,167; 0,0	0,167; 0,5	0,167; 1,0
	1,0; 0,0	1,0; 0,0	1,0; 0,0	1,0; 0,0	1,0; 0,5

Krok pierwszy: Obliczanie wartości parametru P_i (dla: $i = 1, 2, 3...$) oznaczającego uśrednione szacowanie prawdopodobieństwa tendencyjności wyboru dokonanego przez pojedynczego eksperta na podstawie następującego wzoru:

$$P_1 = \sum_{f=1}^3 f_{1f} m_{1f} ; P_2 = \sum_{f=3}^5 f_{2f} m_{2f} ; P_3 = \sum_{f=5}^7 f_{3f} m_{3f}$$

Krok drugi: Obliczanie wartości parametru p_i (dla: $i = 1, 2, 3...$), oznaczającego, odpowiednio, prawdopodobieństwo wyznaczenia każdego z trzech wyżej wymienionych wariantów ocen użyteczności i funkcjonalności diagnozowanej platformy internetowej. Aby wyznaczyć to prawdopodobieństwo, należy ujednoczyć szacowanie prawdopodobieństwa tendencyjności zgodnie z następującą formułą:

$$p_i = P_i / \sum_{i=1}^3 P_i$$

Sprawdzanie przydatności tej metody jest związane przede wszystkim z wyznaczeniem wymienionej wyżej wartości prawdopodobieństwa tendencyjności ocen eksperckich p_i . Zaleca się bowiem (Baruah, 2011), aby wszelkie implementacje modeli rozmytych były (bez wyjątków) sprawdzane przez konfrontowanie rezultatów zastosowań logiki rozmytej z praktyką inżynierską. Tylko na podstawie porównania rezultatów modelowania z realiami można wykazać, jak konkretny model przystaje do ergonomicznych realiów, które jedynie w uproszczony sposób odzwierciedla. Kolejne ograniczenia modelowania rozmytego dotyczą przyjętej liczby ekspertów oceniających oraz wariantów ocen branych przez nich pod uwagę. Uproszczony model wyboru opisany powyżej jest bowiem oparty na uzgadnianiu opinii zaledwie kilku ekspertów przy ograniczeniu liczby wariantów analizowanych przez pojedynczego eksperta.

5. PODSUMOWANIE

Powyższy tekst ma charakter koncepcji metodologicznej narzędzia diagnostycznego umożliwiającego ocenę użyteczności oraz możliwych funkcjonalności platformy internetowej System Zawodowcy. Ocena ta ma umożliwiać optymalizujące doskonalenie funkcjonowania układu, w którym z jednej strony występują użytkownicy (uczniowie, pracodawcy, planiści ścieżki edukacyjnej, organizatorzy praktyk zawodowych, firmy szkoleniowe, analitycy rynku pracy i edukacji), z drugiej natomiast strony twórcy techniki w postaci internetowej aplikacji informatycznej.

Zagadnienie doskonalenia takiego układu z wyeksponowaniem podmiotowej roli użytkowników jest typowym problemem ergonomicznym. Kategoria optymalizacji układu ludzie–system informatyczny opiera się bowiem na wymienionych wyżej przesłankach jego antropocentrycznej użyteczności i funkcjonalności.

Zaproponowano podejście jakościowo-heurystyczne obejmujące siedem następujących kryteriów: misję platformy internetowej, jej aktualizację, zagadnienia kompletności, wiarygodności i obiektywizmu jej zasobów, jej design i strukturę edytorską, użyteczność i przyjazność, koszty korzystania oraz możliwość modyfikacji funkcjonalnej.

Zaprezentowana powyżej sugestia ergonomicznego doskonalenia platformy internetowej Systemu Zawodowcy opiera się na wykorzystaniu jednego z dwóch wariantów szczegółowego (opartego na zestawie pytań kontrolnych typu *check-list*) arkusza jej oceny: szacowania punktowego z uśrednianiem lub zastosowania logiki rozmytej w celu dokonywania ocen grupowych i całościowej.

LITERATURA

1. Baruah, H.K. (2011). The Theory of Fuzzy Sets: Beliefs and Realities. *International Journal of Energy, Information and Communications*, 2 (2), 1-22.
2. Beynon-Davies, P. (1999). *Inżynieria systemów informacyjnych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.
3. Kałkowska, J., Kozlov, A.V. (2015). Decision making process for the knowledge-based enterprise: Fuzzy sets theory application to the strategic management. In: Borzemski, L., Grzech, A., Świątek, J., Wilimowska, Z. (Eds.), *Proceedings of the International Conference Information Systems Architecture and Technology 2015*, part 3, *Advances in Intelligent Systems and Computing Series*. Cham: Springer, 135-146.
4. Kałkowska, J. (2016). The organisational aspects of enterprise information and communication technologies management in the knowledge-based economy. *Przegląd Organizacji*, 5, 63-68.
5. Klir, G.J., Yuan, B. (1995). *Fuzzy sets and fuzzy logic. Theory and Applications*. New York: Prentice Hall.
6. Pacholski, L. (1998). Fuzzy Logic Application in Ergonomic Renewal of Multiagent Manufacturing Systems. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 29, 715-728.

7. Pacholski, L. (2006). Ergonomic Issues of the Neural Integrated Human–Computer Interaction. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 37, 219-228.
8. Pacholski, L. (2012). *Systemy ekspertowe i sztuczna inteligencja*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
9. PN-EN ISO 14915-1. *Ergonomia oprogramowania do multimedialnych interfejsów użytkownika. Część 1: Zasady i zakres projektowania*.
10. PN-EN ISO 9241-10 *Wymagania ergonomiczne dotyczące pracy biurowej z zastosowaniem terminali wyposażonych w monitory ekranowe VDT. Część 10: Zasady dialogu*.
11. PN-EN ISO 9241-12 *Wymagania ergonomiczne dotyczące pracy biurowej z zastosowaniem terminali wyposażonych w monitory ekranowe VDT. Część 12: Prezentacja informacji*.
12. PN-EN ISO 9241-14 *Wymagania ergonomiczne dotyczące pracy biurowej z zastosowaniem terminali wyposażonych w monitory ekranowe VDT. Część 14: Dialogi poprzez menu*.
13. Słowiński, G. (2006). *Ergonomiczne kryteria oceny stron internetowych*. Praca dyplomowa magisterska napisana pod kierunkiem dr inż. Grzegorza Dahlke na Wydziale Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.
14. Zeldman, J. (2004). *Projektowanie serwisów WWW. Standardy sieciowe*. Gliwice: Helion.

**THE METHODOLOGICAL PREMISES
OF AN ERGONOMIC ASSESMENT OF UTILITY AND FUNCTIONALITY
OF THE „ZAWODOWCY” INTERNET PLATFORM**

The paper presents the methodological premises of an ergonomic diagnostic tool which assesses the utility as well as functionality of a particular internet platform. This assessment is supposed to enable the improved functioning of the system which involves, on the one hand, the platform users, and on the other hand, some internet application technologies. The proposed method has a qualitative-heuristic character and involves seven assessment criteria. The authors suggest using one of the two detailed alternatives (based on a check-list) of assessment: point estimation of the mean or application of fuzzy logic for determining group and comprehensive evaluations.

Keywords: internet, ergonomics, fuzzy logic

