ПОЖАРСКАЯ Галина Ивановна

Кандидат физико-математических наук, доцент кафедры бизнес-информатики

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактный телефон: (343) 221-27-56

e-mail: gip60@list.ru

АНДРЕЕВА Светлана Леонидовна

Старший преподаватель кафедры бизнес-информатики

Уральский государственный экономический университет

620144, РФ, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45

Контактный телефон: (343) 221-27-56

e-mail: svetlana@usue.ru

Исследование конкурентоспособности веб-ресурсов методом нечеткого моделирования

Рассматривается конкурентоспособность веб-ресурса как главного инструмента интернет-маркетинга. На основании экспертных оценок сайтов десяти ведущих вузов г. Екатеринбурга определены показатели, формирующие представление об эффективности веб-ресурса, такие как популярность сайта, видимость сайта, юзабилити, навигация. Построены комплексные критерии конкурентоспособности веб-ресурсов с использованием методологии нечетких множеств. Средствами программы MathCad разработана математическая модель, которую можно применить для исследования критерия конкурентоспособности любых объектов рынка. Рассчитан интегральный показатель конкурентоспособности для анализируемых веб-сайтов. Результатом исследования является формирование рейтинга конкурентоспособности веб-сайтов вузов.

JEL classification: C02

Ключевые слова: продвижение; интернет-маркетинг; рейтинг веб-ресурсов; конкурентоспособность; образовательное учреждение; нечеткое множество.

Введение

Интернет-маркетинг – вид маркетинга, включающий традиционные элементы (товар, продвижение), которые реализуются с помощью инструментов сети Интернет в дистанционном интерактивном режиме [8; 13]. Одним из основных инструментов интернет-маркетинга является веб-ресурс. Предприятия создают веб-сайты, предоставляя оперативную и полную информацию о своей деятельности, устанавливая эффективную двустороннюю связь с клиентами. Хороший веб-сайт обуславливает популярность на рынке, оказывая влияние на конкурентоспособность. Конкурентоспособность веб-ресурса – свойство, характеризующееся степенью результативности выполнения им своих функций по сравнению с аналогичными объектами. Рассмотрим веб-ресурсы в среде образования.

В настоящее время рынок высшего профессионального образования представлен большим количеством разных по имиджу и репутации учебных заведений. Рейтинги вузов составляются различными рейтинговыми агентствами на основе таких критериев, как востребованность выпускников на рынке труда, условия получения

качественного образования, уровень научно-исследовательской деятельности и т. д. Для продвижения вуза на конкурентном рынке образовательных услуг требуются эффективные маркетинговые стратегии, использующие информационные технологии [7; 15]. Сайт – инструмент коммуникации вуза с потенциальными потребителями – представляет учебное заведение в сети Интернет, осуществляет взаимодействие с аудиторией и определяет конкурентное преимущество вуза на образовательном рынке [14]. Конкуренция между вузами реализуется в виртуальной среде посредством веб-ресурсов.

Для качественной и количественной оценки уровня конкурентоспособности необходимо учитывать множество критериев, на основе которых можно строить интегральный комплексный показатель конкурентоспособности, исследуя веб-пространство вузов [9].

Проблемы применения интегрального показателя связаны с методологическими трудностями его количественного расчета [2]. Критерии могут быть конкретизированы в виде групп показателей. Для определения показателей веб-ресурса анализируются технические характеристики сайта, уровень юзабилити, удобство навигации и т. д. Некоторые показатели имеют субъективную составляющую (уровень юзабилити, навигация), что приводит к широкому применению экспертных оценок. Современными и перспективными методами исследования экспертных оценок являются методы теории нечетких множеств [3; 4; 5; 10]. Нечетко-множественный подход позволяет описать и формализовать возможные сценарии развития событий и оценить каждый из них.

Цель данной работы – разработать технологию оценки интегрального показателя конкурентоспособности веб-ресурсов вузов, которую можно использовать при построении их рейтинга в информационном пространстве. Для решения проблемы средствами системы MathCad на основе теории нечетких множеств разработана математическая модель [12].

Для оценки конкурентоспособности в информационном пространстве исследуем веб-сайты вузов г. Екатеринбурга. Выборка сделана по следующим критериям: входят в топ-10 вузов города; государственные невоенные; возраст – более 50 лет:

- Уральский архитектурно-художественный университет, УрГАХУ (<http://usaaa.ru>);
- Уральский государственный горный университет, УрГТУ (<http://ursmu.ru>);
- Уральский государственный лесотехнический университет, УЛГТУ (<http://usfeu.ru>);
- Уральский государственный медицинский университет, УрГМУ (<http://usma.ru>);
- Уральский государственный педагогический университет, УГПУ (<http://uspu.ru>);
- Уральский государственный университет путей сообщения, УрГУПС (<http://usurt.ru>);
- Уральский государственный экономический университет УрГЭУ (<http://usue.ru>);
- Уральский государственный юридический университет, УрГЮУ (<http://usla.ru>);
- Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, УрФУ (<http://urfu.ru>).

Определим показатели, которые формируют представление об эффективности веб-ресурса, построим комплексные критерии конкурентоспособности сайтов выбранных вузов и сравним их. Для решения поставленной задачи используем методику комплексной оценки критерия состояния на основе теории нечетких множеств [6].

Расчет показателей веб-ресурсов вузов

Были отобраны показатели X_i , которые находятся в свободном доступе и могут быть определены практически для любого сайта: X_1 – популярность сайта; X_2 – видимость сайта поисковыми машинами; X_3 – технические параметры; X_4 – юзабилити, X_5 – навигация [1]. Показатели X_i определялись по четырем параметрам, каждый из которых в соответствии с найденными данными оценивался по пятибалльной шкале. Суммарная максимальная оценка показателя составляла 20 баллов.

Рассмотрим показатель X_1 – популярность сайта. В табл. 1. приведены параметры показателя:

1. TrustRank – степень доверия поисковой системы к сайту. Чем выше траст сайта, тем выше авторитет ресурса в поисковых системах.

2. AlexaRank отображает рейтинг, учитывающий число посетителей, количество просмотров страниц.

3. Webometrics Ranking of World Universities – система рейтинга университетов, учитывающая объем веб-содержимого, наглядность и популярность веб-страниц университетского сайта.

4. Возраст сайта – время существования сайта – влияет на «уважение» со стороны поисковых систем (Google и Yandex), так как сайты с большим возрастом уже наработали свою базу заинтересованных посетителей.

Таблица 1

Показатели популярности сайта

Вуз	TrustRank	Балл по «TrustRank» (5)	AlexaRank в России	Балл по «AlexaRank в России» (5)	Webometrics-Rank в стране	Балл по «WebometricsRank в стране» (5)	Возраст сайта	Балл по «Возраст сайта» (5)	Итого (20)
УрГАХУ	3,48	1	28 607	1	284	1	17,0	5	8
УрГУ	2,83	1	14 724	2	233	2	9,0	3	8
УГЛУ	3,87	1	18 973	2	292	1	13,5	5	9
УрГМУ	4,93	2	11 840	2	292	1	17,8	5	10
УГПУ	3,76	1	7 598	2	91	4	18,0	5	12
УрГУПС	4,67	2	7 909	2	243	2	14,0	5	11
УрГЭУ	5,71	3	4 256	4	78	4	19,0	5	16
УрГЮУ	5,08	3	10 735	2	196	3	16,0	5	13
УрФУ	7,87	4	980	5	6	5	7,9	2	16

Рассмотрим показатель X_2 – видимость сайтов поисковыми системами (Yandex и Google). В табл. 2 приведены параметры показателя:

1 и 2. Индексация сайта – обнаружение сайта поисковыми роботами (поисковиками Google и Yandex) и занесение страниц сайта в свою базу данных. Количество проиндексированных страниц (страниц, доступных через поиск Yandex и Google) определяет качество и актуальность представленной информации.

3. Параметр тИЦ – тематический индекс цитирования (используется в поисковой системе Яндекс) складывается из количества и качества ссылающихся на сайт веб-ресурсов, близких по тематике.

4. Валидность кода – параметр правильности кода страниц сайта.

Рассмотрим показатель X_3 – технические параметры сайтов (табл. 3). Параметры показателя:

1. Время ответа сервера – параметр, который зависит от производительности сервера, на котором находится сайт; показывает, насколько быстро сервер может ответить на запрос браузера или поискового робота.

2. Время загрузки страницы – общее время, затраченное на загрузку всех элементов (текст, изображения, скрипты и др.).

3. Скорость загрузки сайта. Высокая скорость загрузки является основным требованием к работе современных сайтов.

4. Скорость отдачи контента (информации). Высокая скорость положительно влияет на посещаемость сайта и является одной из ключевых технических характеристик.

Таблица 2

Параметры видимости сайта

Вуз	Индексация страниц сайта в Yandex, тыс.	Балл по «Индексация страниц сайта в Yandex» (5)	Индексация страниц сайта в Google, тыс.	Балл по «Индексация страниц сайта в Google» (5)	Яндекс тИЦ (СУ)	Балл по «Яндекс тИЦ (СУ)» (5)	Валидность кода (количество ошибок)	Балл по «Валидность кода» (5)	Итого (20)
УрГАХУ	8	2	31,5	1	1100	3	193	2	8
УрГУ	28	3	42,8	2	425	3	38	3	11
УГЛУ	310	5	146	4	650	3	61	4	16
УрГМУ	6	1	48,4	2	900	3	97	4	10
УГПУ	36	3	106,0	4	1400	3	48	3	13
УрГУПС	101	4	196,0	4	1000	3	68	4	15
УрГЭУ	95	3	85,8	3	1400	3	64	4	13
УрГЮУ	13	2	77,2	3	1300	3	6	5	13
УрФУ	800	5	884	5	5200	4	65	4	18

Таблица 3

Технические параметры

Вуз	Время ответа сервера, с	Балл по «Время ответа сервера» (5)	Время загрузки, с	Балл по «Время загрузки» (5)	Скорость, кбит/с	Балл по «Скорость» (5)	Скорость отдачи контента, кбайт/с	Балл по «Скорость отдачи контента» (5)	Итого (20)
УрГАХУ	0,2	5	0,64	5	49,63	3	4,49	1	14
УрГУ	0,2	5	0,49	5	68,05	3	28,37	3	16
УГЛУ	2,41	2	4,34	2	8,75	2	8,21	1	7
УрГМУ	0,2	5	0,61	5	24,56	2	19,47	2	14
УГПУ	0,65	3	1,83	2	44,05	3	57,91	3	11
УрГУПС	0,92	3	1,46	3	117,97	4	7,80	1	11
УрГЭУ	1,7	3	3,39	2	16,92	2	37,05	3	10
УрГЮУ	0,2	5	0,54	5	129,8	4	104,90	4	18
УрФУ	0,49	4	1,07	3	227,24	5	19,02	2	14

Рассмотрим показатель X_4 – юзабилити сайта (удобство просмотра). В табл. 4 приведены параметры показателя:

1. PageSpeed Insights на мобильных устройствах.
2. PageSpeed Insights на персональном компьютере. Инструмент для веб-мастеров PageSpeed Insights от Google анализирует не зависящие от сети аспекты производительности страницы – конфигурацию сервера, структуру HTML-страницы – на предмет использования таких ресурсов, как изображения, JavaScript, CSS, и производит оценку ресурсов в диапазоне от 0 до 100 баллов. Балл 85 или выше указывает на то, что страница загружается хорошо. Балл ниже 50 указывает на необходимость оптимизации конфигурации веб-сервера.
3. Удобство просмотра на мобильных устройствах. Под удобством просмотра понимается адаптация размера контента для области просмотра, использование удобочитаемых размеров шрифтов. Высокий балл означает, что сайт правильно отображается на всех устройствах.
4. Наличие версии сайта на других языках. Языковые версии сайта должны содержать все имеющиеся статьи, переведенные на иностранные языки.

Таблица 4

Юзабилити сайта

Вуз	Page-Speed Insights (на мобильных устройствах)	Балл по Page-Speed Insights (на мобильных устройствах)» (5)	Page Speed Insights (на ПК)	Балл по Page-Speed Insights (на ПК)» (5)	Удобство просмотра на мобильных устройствах	Балл по «Удобство просмотра на мобильных устройствах» (5)	Наличие версии сайта на других языках	Балл по «Наличие версии сайта» (5)	Итого (20)
УрГАХУ	59	4	71	4	61	3	2	3	14
УрГТУ	67	4	86	5	100	5	1	2	16
УГЛТУ	39	3	33	1	62	3	2	2	9
УрГМУ	50	4	60	3	58	2	0	0	9
УГПУ	41	4	49	2	69	3	1	1	10
УрГУПС	0	0	0	0	71	3	4	3	6
УрГЭУ	46	4	60	3	100	5	1	2	14
УрГЮУ	52	4	57	3	55	2	1	3	12
УрФУ	21	1	28	1	99	5	3	5	12

Рассмотрим показатель X_5 – навигация сайта, т. е. предоставление возможности быстро и безошибочно определить местонахождение на сайте. В табл. 5 приведены параметры показателя.

1. Наличие карты сайта. Карта сайта помогает посетителю быстро найти любую страницу сайта.

2. Наличие обратной связи, т. е. наличие на сайте формы «Задать вопрос».

3. Наличие «хлебных крошек». Этим термином называют ссылки, ведущие на главную страницу и представляющий собой путь от главной страницы сайта до той, которую в данный момент просматривает посетитель.

4. Работоспособность поиска на сайте. Наличие поисковой строки на сайте помогает быстро находить нужную информацию и документы.

5. Удобство навигации – набор гиперссылок, созданный для переходов по разделам сайта.

Таблица 5

Навигация сайта

Вуз	Наличие карты сайта (4 – есть; 0 – нет)	Наличие формы «Задать вопрос» (4 – есть; 0 – нет)	Наличие «хлебных крошек» (4 – есть; 0 – нет)	Работоспособность поисковой системы (4)	Удобство навигации (4)	Итого (20)
УрГАХУ	0	0	0	5	4	9
УрГТУ	0	0	0	3	2	5
УГЛТУ	0	0	4	4	3	11
УрГМУ	0	0	4	3	3	10
УГПУ	0	4	4	0	2	10
УрГУПС	4	4	4	4	3	19
УрГЭУ	0	0	4	2	4	10
УрГЮУ	4	4	0	4	3	15
УрФУ	0	4	4	4	4	16

Итоговые отсортированные значения показателей X_p , определенные по экспертным оценкам из 20 баллов, представлены в табл. 6. Суммарная максимальная оценка составляет 100 баллов.

Таблица 6

Итоговая таблица

Вуз	X_1 Популярность сайта (20)	X_2 Видимость сайта (20)	X_3 Технические параметры (20)	X_4 Юзабилити (20)	X_5 Навигация (20)	Итого (100)
УрФУ	16	18	14	12	16	76
УрГЮУ	13	13	18	12	15	71
УрГЭУ	16	13	10	14	10	63
УрГУПС	11	15	11	6	19	62
УрГГУ	8	11	16	16	5	56
УГПУ	12	13	11	10	10	56
УрГАХУ	8	8	14	14	9	53
УрГМУ	10	10	14	9	10	53
УГЛТУ	9	16	7	9	11	52

Нечетко-множественная модель

Показатели X_p , приведенные в табл. 6, представим в нормированном виде (нормировка на 20 баллов) в табл. 7.

Таблица 7

Нормированные показатели вузов

Вуз	X_1 Популярность сайта (20)	X_2 Видимость сайта (20)	X_3 Технические параметры (20)	X_4 Юзабилити (20)	X_5 Навигация (20)	Сред- нее
УрФУ	0,80	0,90	0,70	0,60	0,80	0,76
УрГЮУ	0,65	0,65	0,90	0,60	0,75	0,71
УрГЭУ	0,80	0,65	0,50	0,70	0,50	0,63
УрГУПС	0,55	0,75	0,55	0,30	0,95	0,62
УрГГУ	0,40	0,55	0,80	0,80	0,25	0,56
УГПУ	0,60	0,65	0,55	0,50	0,50	0,56
УрГАХУ	0,40	0,40	0,70	0,70	0,45	0,53
УрГМУ	0,50	0,50	0,70	0,45	0,50	0,53
УГЛТУ	0,45	0,80	0,35	0,45	0,55	0,52

Оценим комплексный критерий конкурентоспособности веб-ресурса g по данным показателей X_p , рассматривая их как лингвистические переменные. При оценивании критерия конкурентоспособности используем экспертные качественные утверждения типа «низкий уровень», «средний уровень» и др. Эти утверждения относятся к лингвистической информации. Заключение о конкурентоспособности сделаем методом нечетких множеств на основании экспертных оценок выбранных показателей.

Рассматриваем g и X_i как лингвистические переменные со значениями {наивысшее, высокое, среднее, низкое, очень низкое}. Будем считать, что критерий конкурентоспособности g функционально связан с показателями X_i :

$$g = \sum_{(i)} \alpha_i \cdot \varphi(X_i), \quad (1)$$

где $X_i (i = 1, n)$ -показатели; i – номер показателя; $n = 5$ – количество показателей; α_i – вес показателя; $\varphi(X_i)$ описывает зависимость от лингвистических переменных X_i посредством функции принадлежности.

Принадлежность значений переменных к каждой из качественных оценок устанавливается экспертной оценкой. При этом принадлежность каждого показателя к оценке веб-ресурса из пяти гипотез определяет степень влияния каждого X_i на конкурентоспособность.

Сопоставим лингвистическим переменным g и X_i пенташкалу, каждому словесному элементу которой отвечает нечеткое число. Создадим пятиуровневый классификатор, построенный на трапециевидных нечетких числах. Универсальным множеством для переменной g будет отрезок $[0, 1]$, а множеством значений переменной g – терм-множество

$$G = \{G1, G2, G3, G4, G5\}, \quad (2)$$

где $G1$ – очень низкий уровень конкурентоспособности; $G2$ – низкий уровень конкурентоспособности; $G3$ – средний уровень конкурентоспособности; $G4$ – высокий уровень конкурентоспособности; $G5$ – наивысший уровень конкурентоспособности.

Введем пять компонентов нечеткого множества для каждого показателя X_i . Каждый показатель – числовая переменная, которая принимает свои значения на определенном числовом промежутке. Множеством значений переменных X_i является терм-множество

$$X_i = \{B_i1, B_i2, B_i3, B_i4, B_i5\}, \quad (3)$$

где B_i1 – очень низкий уровень показателя X_i ; B_i2 – низкий уровень показателя X_i ; B_i3 – средний уровень показателя X_i ; B_i4 – высокий уровень показателя X_i ; B_i5 – наивысший уровень показателя X_i .

Каждому компоненту терм-множества соответствует своя функция принадлежности. Для унификации и универсальности использования функций принадлежности представим их в виде трапециевидных функций.

Математическая модель строится средствами программы MathCad [3] поэтапно.

1. Построение функции принадлежности (как функции пользователя) в виде трапециевидной функции $mu(x, a)$, определенной на множестве трапециевидных T -чисел, которое задается в виде матрицы из четырех элементов $t = (t_1, t_2, t_3, t_4)$:

$$mu(x, t) := \begin{cases} 0 & \text{if } x < t_1 \\ \frac{x - t_1}{t_2 - t_1} & \text{if } t_1 \leq x < t_2 \\ 1 & \text{if } t_2 < x \leq t_3 \\ \frac{x - t_4}{t_3 - t_4} & \text{if } t_3 < x \leq t_4 \\ 0 & \text{if } x > t_4 \end{cases}. \quad (4)$$

2. Построение T -чисел для множества $G = \{G1, G2, G3, G4, G5\}$ на основе классификации значений g в соответствии с экспертными оценками. T -числа – множество значений лингвистической переменной. Значения уровня критерия приведены в табл. 8.

T -числа определяют терм-множество $Gm(t)$ m -терма $m = 1..5$, для которого строится трапециевидная функция принадлежности:

$$Gm(x) = mu(x, PG_m^T), \quad m = \overline{1..5}, \quad (5)$$

где PG_m^T – транспонированная матрица для m -терма:

$$PG = \begin{pmatrix} 1,4 \\ 1,4 \\ 1,4 \\ 1,4 \\ 1,4 \end{pmatrix} \begin{matrix} PG_1 = (0 & 0 & 0,15 & 0,25) \\ PG_2 = (0,15 & 0,25 & 0,35 & 0,45) \\ PG_3 = (0,35 & 0,45 & 0,55 & 0,65) \\ PG_4 = (0,55 & 0,65 & 0,75 & 0,85) \\ PG_5 = (0,75 & 0,85 & 1 & 1) \end{matrix}$$

(6)

Таблица 8

Классификация уровня критерия конкурентоспособности

Значение критерия	Т-числа для критерия конкурентоспособности g				
	Очень низкое	Низкое	Среднее	Высокое	Очень высокое
G	(0, 0, 0,3, 0,35)	(0,3, 0,35, 0,45, 0,55)	(0,45, 0,55, 0,65, 0,75)	(0,65, 0,75, 0,85, 0,9)	(0,85, 0,9, 1,1)

Графики $Gm(x)$ показаны на рис. 1.

Рис. 1. Функции принадлежности множества $G = \{G1, G2, G3, G4, G5\}$

3. Построение T -чисел для терм-множеств $X_i = \{B_{i1}, B_{i2}, B_{i3}, B_{i4}, B_{i5}\}$ пяти показателей на основе классификации уровней значений по экспертным оценкам. Уровни значений показателей приведены в табл. 9.

Таблица 9

Классификация уровня значений показателей X_i

Показатель	Т-числа для лингвистической переменной X_i				
	Очень низкое	Низкое	Среднее	Высокое	Очень высокое
X_1	(0, 0, 0,3, 0,4)	(0,3, 0,4, 0,45, 0,5)	(0,45, 0,5, 0,6, 0,7)	(0,6, 0,7, 0,85, 0,9)	(0,85, 0,9, 1, 1)
X_2	(0, 0, 0,3, 0,4)	(0,3, 0,4, 0,45, 0,5)	(0,45, 0,5, 0,6, 0,7)	(0,6, 0,7, 0,85, 0,9)	(0,85, 0,9, 1, 1)
X_3	(0, 0, 0,3, 0,4)	(0,3, 0,4, 0,45, 0,5)	(0,45, 0,5, 0,6, 0,7)	(0,6, 0,7, 0,85, 0,9)	(0,85, 0,9, 1, 1)
X_4	(0, 0, 0,3, 0,4)	(0,3, 0,4, 0,45, 0,5)	(0,45, 0,5, 0,6, 0,7)	(0,6, 0,7, 0,85, 0,9)	(0,85, 0,95, 1, 1)
X_5	(0, 0, 0,35, 0,45)	(0,35, 0,45, 0,5, 0,6)	(0,5, 0,6, 0,7, 0,75)	(0,7, 0,75, 0,8, 0,9)	(0,8, 0,9, 1, 1)

Эти T -числа определяют терм-множества $B_{i,m}(t) \ m = \overline{1..5}$, для которых строятся трапециевидные функции принадлежности

$$B_{i,m}(x) = \mu(x, PX_{i,m}^T), m = \overline{1..5}, \quad (7)$$

где $PX_{i,m}^T$ – транспонированная матрица i -го показателя для m -терма:

$$PX = \begin{pmatrix} \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \\ \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} & \{1,4\} \end{pmatrix} \begin{matrix} PX_{1,1} = (0 & 0 & 0,3 & 0,4) \\ PX_{1,2} = (0,3 & 0,4 & 0,45 & 0,5) \\ PX_{1,3} = (0,45 & 0,5 & 0,6 & 0,7) \\ PX_{1,4} = (0,6 & 0,7 & 0,85 & 0,9) \\ PX_{1,5} = (0,85 & 0,9 & 1 & 1) \end{matrix}. \quad (8)$$

4. Качественная оценка текущих значений показателей X_i (см. табл. 8) с точки зрения принадлежности B -термам. С помощью функций принадлежности определен уровень попадания $\lambda_{i,m}$ в диапазоны терм-множеств $B_{i,m}$, построенных по экспертным оценкам:

$$\lambda_{i,m} = \mu(X_i, PX_{i,m}^T) m = \overline{1..5}. \quad (9)$$

Матрица определяется для каждого сайта. Для сайта УрФУ матрица имеет вид:

$$\lambda = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0,33 & 0,67 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0,99 & 0,01 \\ 0 & 0,99 & 0,01 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (10)$$

5. Оценка комплексного влияния всех показателей X_i на критерий конкурентоспособности g . Выбранные показатели (X_1 – популярность сайта; X_2 – видимость сайта поисковыми машинами; X_3 – технические параметры; X_4 – юзабилити; X_5 – навигация) в равной степени важны для оценки сайта. Определим значимость показателя $r_i = 1/n$ ($i = \overline{1..5}$). В отношении каждого m -го терма можно сопоставить оценку p_m показателей для распознавания данного уровня состояния. Матрица p определяет комплексный уровень влияния всех показателей X_i на состояние m , определенное по экспертным оценкам (2):

$$p_m = \sum_{i=1}^n \lambda_{i,m} \cdot r_i. \quad (11)$$

Матрица p рассчитывается для каждого сайта. Для сайта УрФУ она имеет вид:

$$p = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0,3 \\ 0,3 \\ 0,4 \end{pmatrix}. \quad (12)$$

6. Распознавание комплексного критерия веб-сайта g с учетом качественной оценки текущих значений показателей. Применяется формула свертки:

$$g = \sum_{m=1}^5 g_m \cdot p_m, \quad (13)$$

где g_m – матрица средин интервалов множества G .

Для первого сайта (сайт УрФУ): $g = 0,77$.

Результаты исследования

В модели комплексный критерий конкурентоспособности рассчитывается как сумма вкладов показателей с весами, определяемыми через принадлежность каждого показателя X_i к оценке из пяти m -состояний, заданных функциями принадлежности Gm и $B_{i,m}$. Состояния задаются T -числами на основе классификации. Меняя T -числа, можно регулировать оценки: одно значение показателя может по-разному влиять на состояние в зависимости от попадания в область низкого, среднего или высокого уровня (табл. 8, 9). Зависимость от разной классификации значений лингвистических переменных можно рассматривать, как влияние имплицитных (скрытых) факторов внешней среды [11; 16; 17]. Поэтому выбраны два варианта областей качественных оценок. Проведены расчеты для девяти исследуемых веб-сайтов (табл. 10). Критерий $g1$ рассчитан для классификации значений G и X_p , показанных в табл. 7, 8. (1-й вариант). Во 2-м варианте расчета ($g2$) T -числа изменены: состояние «высокое» расширено, а состояние «очень высокое» сужено.

Таблица 10

Критерий конкурентоспособности веб-сайтов вузов

Вуз	Среднее	$g1$	$g2$
УрФУ	0,76	0,77	0,79
УрГЮУ	0,75	0,74	0,74
УрГЭУ	0,63	0,65	0,69
УрГУПС	0,62	0,62	0,66
УрГПУ	0,56	0,58	0,65
УГГУ	0,54	0,56	0,58
УрГАХУ	0,53	0,56	0,59
УГМУ	0,52	0,53	0,58
УГЛТУ	0,52	0,49	0,57

Комплексный критерий отличается от среднего. По результатам видно, что индивидуальное влияние каждого показателя на интегральное состояние происходит у каждого объекта по-разному, в зависимости от весовых коэффициентов попадания в термножества. Описанный метод можно применять для определения того, какой параметр показателя следует улучшить, чтобы повысить показатель.

Для сравнения и приведения полученных данных к единой шкале интегральный критерий представлен в виде рейтинга конкурентоспособности. С этой целью использовалась формула шкалирования:

$$R = \frac{g - g_{\min}}{g_{\max} - g_{\min}}, \quad (14)$$

где $g, g_{\min}, g_{\max}$ – текущее, минимальное и максимальное значение исследуемого параметра.

Результаты расчетов: R_s – рейтинг по средним значениям; $Rg1$ – рейтинг, рассчитанный по нечеткой модели (1-й вариант); $Rg2$ – рейтинг, рассчитанный по нечеткой модели (2-й вариант) (рис. 2).

График показывает, что качественная оценка значений показателей и их положения в рассматриваемой выборке веб-ресурсов приводит к изменению рейтингов, особенно для веб-сайтов со средними и низкими значениями, за счет индивидуальных вкладов каждого показателя в интегральное состояние.

Представленный в статье рейтинг веб-сайтов является оценкой конкурентоспособности информационного представительства вузов в сети Интернет.

Рис. 2. Рейтинг конкурентоспособности веб-сайтов

Заключение

Проблема конкурентоспособности веб-ресурсов не теряет своей актуальности. Поиск наиболее адекватных современным рыночным условиям методов оценки критерия конкурентоспособности, позволяющих быстро получать достоверную информацию о позиции на информационном рынке, своевременно реагировать на влияние различных факторов, является важной задачей. Разработанная методика оценки интегрального критерия конкурентоспособности веб-ресурсов на основе технологии нечеткого моделирования включает следующие этапы:

- определение показателей веб-ресурса, состоящих из нескольких параметров, с использованием экспертных оценок;
- построение классификации возможных состояний интегрального критерия (высокий, средний, низкий и т. д.), которая отражает состояние рынка;
- расчет интегрального критерия как суммы вкладов показателей с весами, характеризующими их принадлежность к описанной классификации;
- построение рейтинга на основе полученных данных.

Представленная модель оценки интегральной конкурентоспособности веб-ресурсов может быть использована для исследования конкурентоспособности любых экономических объектов. С помощью рейтинга предприятие может анализировать собственную позицию относительно позиции конкурентов по тем параметрам, которые имеют значение в текущий момент.

Описанный нечетко-множественный подход позволяет более детально исследовать влияние каждого показателя на состояние объекта в рассматриваемой выборке. Интервалы качественных оценок в классификации состояний характеризуют выборку в целом. В зависимости от того, как количественно задать эти состояния, один набор показателей по-разному будет квалифицировать интегральное состояние. Таким образом можно учитывать конъюнктуру, складывающуюся в отношении рассматриваемых объектов. Меняя данные экспертных оценок и значимость показателей, строя сценарии «что, если», можно оценивать и сравнивать риски изменения ситуации применительно к многовариантным условиям.

Источники

1. Андреева С. Л., Енгибарова М. М. Веб-аналитика как интеллектуальный инструмент // VI-технологии в оптимизации бизнес-процессов : материалы Междунар. науч.-практ. очно-заочной конф. (Екатеринбург, 2 декабря 2014 г.). Екатеринбург : Изд-во УрГЭУ, 2014. С. 60–62.
2. Виноградова Е. Ю. Математическая модель интеллектуальной информационной системы поддержки принятия управленческих решений // Вестник Омского университета. Сер.: Экономика. 2012. № 2. С. 146–154.
3. Коньшева Л. К., Назаров Д. М. Основы теории нечетких множеств : учеб. пособие. СПб. : Питер, 2011.
4. Мельников А. В. Нечеткие множества количественных признаков объектов экспертизы // Вестник Воронежского института МВД России. 2010. № 4. С. 111–116.
5. Молодецкая С. Ф. Теория нечетких множеств как инструмент стратегического планирования ресурсов // Управленец. 2013. №1 (41). С. 48–51.
6. Недосекин А. О. Нечетко-множественный анализ риска фондовых инвестиций. СПб., 2002.
7. Неретина Е. А., Макарец А. Б. Web-сайт вуза как важный инструмент маркетинговых коммуникаций // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер.: Экономика и менеджмент. 2009. № 41 (174). С. 85–94.
8. Обухов О. В. Разработка методов использования Интернет-маркетинга на промышленных предприятиях : автореф. дис. ... канд. экон. наук. Екатеринбург, 2002.
9. Печников А. А. Построение и исследование веб-графа информационного веб-пространства Санкт-Петербургского государственного университета // Фундаментальные исследования. 2015. № 10-3. С. 512–517.
10. Плотиныцына Т. М. Определение конкурентоспособности предприятия // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2010. № 1(16). С. 205–211.
11. Пожарская Г. И. Количественная оценка имплицитных факторов конкурентоспособности веб-ресурсов // Россия между модернизацией и архаизацией: 1917–2017 гг. : материалы XX Всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2017. С. 338.
12. Пожарская Г. И. Оценка риска планирования прибыли методом нечеткого моделирования в среде MathCad // VI-технологии в оптимизации бизнес-процессов : материалы III Междунар. науч.-практ. очно-заочной конф. (Екатеринбург, 2 декабря 2015 г.). Екатеринбург : Изд-во УрГЭУ, 2015. С. 47–54.
13. Рублевская Ю. В., Рублевский Р. В., Попов Е. В. Стратегии развития отраслевых интернет-ресурсов // Маркетинг в России и за рубежом. 2002. № 2. С. 23–40.
14. Шевченко Д. А. Сайт вуза: методика и оценка. URL: <http://shevchenko.rggu.ru/?p=816>.
15. Шевченко Д. А. Сайт вуза: методика оценки // Социологические исследования. 2014. № 5. С. 143–152.
16. Nazarov D. Fuzzy Model for Working Capital Speed Control as an Implicit Factor of Economy // Proc. of the 19th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements. Saint Petersburg : Saint Petersburg Electrotechnical University, 2016. P. 487–488.
17. Nazarov D., Smorodin G. Sales Company Working Capital Adjustment on bases of Fuzzy Logic Model // Proc. of the 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies AICT. Astana : Nazarbayev University, 2014. P. 120–124.

The Study of Website Competitiveness Using the Method of Fuzzy Modelling

by Galina I. Pozharskaya and Svetlana L. Andreeva

The paper studies the competitiveness of websites, which remain the major tool of online marketing. Based on expert estimates of websites of the ten leading higher education institutions in Yekaterinburg the authors specify indicators contributing to perceiving a website as efficient, such as website popularity, visibility, usability, navigation, and establish complex criteria for website competitiveness using the fuzzy sets methodology. With the use of MathCad, they develop a mathematical model, which can be applied to research the criteria of competitiveness of any market objects, and calculate an integrated indicator of website competitiveness. As a result of the study, the authors rank higher education institutions according to the competitiveness of their websites.

Keywords: promotion; online marketing; website ranking; competitiveness; educational institution; fuzzy set.

References:

1. Andreeva S.L., Yengibarova M.M. Veb-analitika kak intellektual'nyy instrument [Web analytics as an intellectual tool]. *Materialy II Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "BI-tehnologii v optimizatsii biznes-protsessov* [Proc. of 2nd Internat. Sci.-Prac. Conf. "BI technologies in optimization of business processes"]. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2014, pp. 60–62.
2. Vinogradova Ye. Yu. Matematicheskaya model' intellektual'noy informatsionnoy sistemy podderzhki prinyatiya upravlencheskikh resheniy [Mathematical model of intellectual information system of support of managerial decision-making]. *Vestnik Omskogo universiteta. Seriya: Ekonomika – Herald of Omsk University. Series: Economics*, 2012, no. 2, pp. 146–154.
3. Konysheva L. K., Nazarov D. M. *Osnovy teorii nechetkikh mnozhestv* [Fundamentals of the theory of fuzzy sets]. Saint Petersburg: Piter Publ., 2011.
4. Melnikov A. V. Nechetkie mnozhestva kolichestvennykh priznakov obyektov ekspertizy [Fuzzy sets of quantitative characteristics of the objects subject to examination]. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii – Bulletin of the Voronezh Institute of Ministry of Internal Affairs of Russia*, 2010, no. 4, pp. 111–116.
5. Molodetskaya S. F. Teoriya nechetkikh mnozhestv kak instrument strategicheskogo planirovaniya resursov [Theory of fuzzy sets as a tool for strategic planning of resources]. *Upravlenets – the Manager*, 2013, no. 1 (41), pp. 48–51.
6. Nedosekin A. O. *Nechetko-mnozhestvennyy analiz riska fondovykh investitsiy* [Fuzzy-multiple risk analysis of equity investments]. Saint Petersburg, 2002.
7. Neretina Ye. A., Makarets A. B. Web-sayt vuza kak vazhnyy instrument marketingovykh kommunikatsiy [Website of a higher education university as an important tool of marketing communications]. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment – Bulletin of South Ural State University. Series "Economics and Management"*, 2009, no. 41 (174), pp. 85–94.
8. Obukhov O. V. *Razrabotka metodov ispol'zovaniya Internet-marketinga na promyshlennyykh predpriyatiyakh. Avtoref. Diss. kand. ekon. nauk.* [Development of methods for using online marketing in industrial enterprises. Abstract of Cand. econ. sci. diss.]. Yekaterinburg, 2002.
9. Pechnikov A. A. Postroenie i issledovanie veb-grafa informatsionnogo veb-prostranstva Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo universiteta [Construction and research of the web graph of the information web space of the Saint Petersburg State University]. *Fundamentalnye issledovaniya – Fundamental Research*, 2015, no. 10-3, pp. 512–517.
10. Plotnitsyna T. M. Opredelenie konkurentosposobnosti predpriyatiya [Determination of enterprise competitiveness]. *Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta – Bulletin of the State Technical University*, 2010, no. 1 (16), pp. 205–211.
11. Pozharskaya G. I. Kolichestvennaya otsenka implitsitnykh faktorov konkurentosposobnosti veb-resursov [Quantitative evaluation of implicit factors of competitiveness of web-resources]. *Materialy XX Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Rossiya mezhdunarodnoy modernizatsiyey i arhaizatsiyey: 1917–2017 gg."* [Proc. of 20th All-Russian Sci.-Prac. Conf. "Russia between modernization and archaization: 1917–2017"]. Yekaterinburg, 2017, pp. 338.
12. Pozharskaya G. I. Otsenka riska planirovaniya priblyi metodom nechetkogo modelirovaniya v srede MathCad [Evaluation of the risk of profit planning by the method of fuzzy modeling in the MathCad environment]. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "BI-tehnologii*

v optimizatsii biznes-protsessov [Proc. of 3rd Internat. Sci.-Prac. Conf. "BI technologies in optimization of business processes]. Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2015, pp. 47–54.

13. Rublevskaya Yu. V., Rublevskiy R. V., Popov Ye. V. Strategii razvitiya otraslevykh internet-resurs-ov [Strategy of development of sectoral Internet resources]. *Marketing v Rossii i za rubezhom – Marketing in Russia and Abroad*, 2002, no. 2, pp. 23–40.

14. Shevchenko D. A. Sayt vuza: metodika i otsenka [Website of a higher education institution: Methodology and assessment]. Available at: <http://shevchenko.rggu.ru/?p=816>.

15. Shevchenko D. A. Sayt vuza: metodika otsenki [Website of a higher education institution: Methodology and assessment]. *Sotsiologicheskie issledovaniya – Sociological Studies*, 2014, no. 5, pp. 143–152.

16. Nazarov D. Fuzzy Model for Working Capital Speed Control as an Implicit Factor of Economy. *Proc. of the 19th IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements*. Saint Petersburg: Saint Petersburg Electrotechnical University, 2016, pp. 487–488.

17. Nazarov D., Smorodin G. Sales Company Working Capital Adjustment on Bases of Fuzzy Logic Model. *Proc. of the 8th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies AICT*. Astana: Nazarbayev University, 2014, pp. 120–124.

Contact Info:

Galina I. Pozharskaya, Cand. Sc. (Physics
& Math), Associate Prof. of Business
Information Science Dept.
Phone: (343) 221-27-56
e-mail: gip60@list.ru

Ural State University of Economics
62/45 8 Marta/Narodnoy Voli St., Yekaterinburg,
Russia, 620144

Svetlana L. Andreeva, Sr. Lecturer of Business
Information Science Dept.
Phone: (343) 221-27-56
e-mail: svetlana@usue.ru

Ural State University of Economics
62/45 8 Marta/Narodnoy Voli St., Yekaterinburg,
Russia, 620144

Ссылка для цитирования:

Пожарская Г.И., Андреева С.Л. Исследование конкурентоспособности веб-ресурсов методом нечеткого моделирования // Известия Уральского государственного экономического университета. 2017. № 3 (71). С. 77–90.
For citation:

Pozharskaya G. I., Andreeva S. L. Issledovanie konkurentosposobnosti veb-resursov metodom nechetkogo modelirovaniya [The study of website competitiveness using the method of fuzzy modelling]. *Izvestiya Uralskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta – Journal of the Ural State University of Economics*, 2017, no. 3 (71), pp. 77–90.