

УДК 330.47

ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛИ АНАЛИЗА СРЕДЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ (DATA ENVELOPMENT ANALYSIS) ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ WEB-РЕСУРСОВ

Чернышова Г.Ю., Ковалев Р.Н.

Саратовский социально-экономический институт (филиал)

ФГБОУ ВО «Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова», Саратов,

e-mail: cherny111@mail.ru, rkovaleff@mail.ru

Для решения практических задач, связанных с формированием системной оценки объектов, имеющих сложную структуру, применяются непараметрические методы, в частности модель анализа среды функционирования (Data Envelopment Analysis, DEA). Метод DEA обеспечивает формирование количественного показателя эффективности, причем этот показатель не выражается в денежных единицах. Для набора исследуемых объектов, описываемых входными ресурсными переменными и выходными переменными результативности, методами математического программирования строится граница эффективности, на ее основе оценивается эффективность конкретного объекта. Применение подобного подхода к сложной и неоднозначно интерпретируемой задаче оценки web-ресурсов обеспечивает повышение объективности оценки при ранжировании объектов. Предлагаемая методика применения DEA-модели для оценки эффективности информационных сайтов позволяет определить приоритетные направления оптимизации ресурса и разработать стратегию продвижения сайта в условиях ограниченного бюджета.

Ключевые слова: оценка эффективности, модель DEA, продвижение сайта

APPLICATION OF THE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS MODEL FOR THE WEB-RESOURCES' EFFICIENCY MEASUREMENT

Chernyshova G.Yu., Kovalev R.N.

Plekhanov Russian University of Economics, Saratov Socio-Economic Institute (Branch),

Saratov, e-mail: cherny111@mail.ru, rkovaleff@mail.ru

At present non-parametric methods in particular the Data Envelopment Analysis (DEA) model are used to solve practical tasks related to the system evaluation of objects functioning characterized by a wide range of factors. The DEA model provides a quantitative efficiency measure. A set of investigated objects is described by input resource variables and output resulting variables, the mathematical programming methods construct an efficiency boundary which allows evaluate the effectiveness of a particular object. The application of this approach to a complex and ambiguously interpreted task of web-resources assessing provides an increase in the objectivity of the evaluation for ranking objects. The methodology of using the DEA-model for effectiveness assessing of special sites is proposed. It allows to determine the effectiveness for priority directions of SEO-optimization and to develop a strategy for promoting the web-site.

Keywords: efficiency measurement, Data Envelopment Analysis, website promotion

Для оценки эффективности внедрения информационных технологий применяются различные финансовые, вероятностные, качественные методы [1]. В настоящее время анализ среды функционирования (Data Envelopment Analysis, DEA) используется для анализа относительной эффективности субъектов, подразделений в процессе принятия решений в различных областях производства и предоставления услуг. DEA применяется в процессе бенчмаркинга для сравнения и оценки эффективности деятельности организаций, которые имеют аналогичные ресурсы, используемые для производства или предоставления услуг, и аналогичные результаты [2]. Модель DEA позволяет осуществить оценку относительной эффективности деятельности методами математического программирования. Целью исследования является разработка методики интегральной оценки web-ресурсов

с точки зрения эффективности функционирования. Применение данного подхода позволит уменьшить субъективность в процессе принятия решений по выбору стратегии оптимизации и продвижения сайтов.

В рамках анализа среды функционирования методами математического моделирования по набору исследуемых объектов, описываемых в координатах входных ресурсных переменных и выходных переменных результативности по объектам, лежащим на границе рассматриваемого множества, выстраивается кусочно-линейная оболочка – граница эффективности, на ее основе оценивается эффективность конкретного объекта из рассматриваемой выборки. Границу эффективности формируют объекты с наивысшими оценками эффективности. Сегменты границы эффективности создают кусочно-линейную оболочку для всей выборки объектов анализа.

Формирование модели DEA

Модель постоянной отдачи от масштаба (Constant Returns to Scale, CRS) представляет собой фундаментальную модель DEA, основанную на понятии эффективности [3]. Модель CRS рассчитывает общую относительную эффективность альтернативных стратегий при принятии решений. Несмотря на появившиеся многочисленные модифицированные модели (комбинированные модели с применением метода анализа иерархий, нечетких методов и др.) CRS по-прежнему широко используется в процессе принятия решений [4, 5].

Формальное описание данного подхода может быть представлено в следующем виде. Пусть имеется n различных стратегий в процессе принятия решений (Decision Making Unit, DMU). Каждая альтернатива представляется набором m показателей (входные индексы) и s выходными показателями, определяющими результативность принимаемого решения (выходные индексы). Входные и выходные показатели j альтернативы DMU_j , $j = 1, 2, \dots, n$, представлены в виде векторов X_j и Y_j :

$$X_j = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})^T;$$

$$Y_j = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})^T.$$

Кроме того, используются векторы V и U в качестве весовых коэффициентов:

$$V = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T;$$

$$U = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T;$$

$$x_{ij} > 0; y_{rj} > 0; v_i > 0; u_r > 0;$$

$$i = 1, 2, \dots, m; r = 1, 2, \dots, s.$$

Для оценки эффективности θ_o для рассматриваемого DMU_o , $o = 1, \dots, n$, необходимо решить следующую задачу математического программирования для нахождения весовых коэффициентов v_i , $i = 1, 2, \dots, m$, для входных индексов и коэффициентов u_r , $r = 1, 2, \dots, s$, для выходных индексов:

$$\theta_o = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \leq 1, \quad (2)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0; u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0. \quad (3)$$

Данная модель преобразуется в следующую задачу линейного программирования:

$$\theta_o = u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so} \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo} = 1, \quad (5)$$

$$u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (6)$$

$$v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0; u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0. \quad (7)$$

Пусть v^* , u^* – набор весовых коэффициентов для DMU_o , при оптимизации θ_o . Тогда

$$\theta_o^* = \frac{\sum_{r=1}^s u_r^* y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i^* x_{io}}.$$

DMU_j считается эффективным в модели CRS при выполнении следующих условий: $\theta_o^* = 1$ и существует хотя бы одно решение с $v^* > 0$ и $u^* > 0$, в противном случае DMU_j неэффективен.

В процессе решения предпочтительной оказывается следующая формулировка двойственной задачи:

$$\theta_o \rightarrow \min, \quad (8)$$

$$\lambda_1 x_{i1} + \lambda_2 x_{i2} + \dots + \lambda_n x_{in} - \theta x_{io} \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (9)$$

$$\lambda_1 y_{r1} + \lambda_2 y_{r2} + \dots + \lambda_n y_{rn} - y_{ro} \geq 0, \quad r = 1, 2, \dots, s, \quad (10)$$

$$\lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (11)$$

Этот метод полезен, когда число альтернатив DMU невелико в статистическом смысле, скажем, менее 30 случаев.

Применение метода DEA для оценки сайтов

Задача оптимизации и продвижения web-сайтов может включать различные стратегические и тактические аспекты. В процессе эксплуатации сайта владельцем необходимо определить, действительно ли web-ресурс действует эффективно. В случае отрицательного ответа, потребуется принять решение: необходимо активно продвигать имеющийся ресурс или необходимо разработать принципиально более современное решение. В частности, использовать актуальную форму сайтов с визуальным контентом и соответствующие стратегии продвижения. Чаще всего в условиях ограниченного бюджета задача сведется к определению приоритетных направлений для поискового продвижения web-ресурса (Search Engine Optimization, SEO).

Практическая реализация метода DEA связана со сравнительной оценкой эффективности сайтов малых предприятий в сфе-

ре обслуживания. Рассматриваемые web-сайты принадлежат компаниям, выбранным в соответствии с региональными тематическими рейтингами.

Основной задачей является рост трафика сайта. Ключевые показатели эффективности KPI (Key Performance Indicators) во многом зависят от бизнес-модели и сферы деятельности организации. Традиционно в качестве KPI используются такие показатели, как уникальные посетители, просмотры страниц, распространение в социальных сетях, увеличение вовлеченности (время на сайте, мнения пользователей), каналы привлечения посетителей, показатель возврата посетителей). Для информационных сайтов как относительно небольших ресурсов, на которых представлена информация о деятельности компании, описаны услуги или продукция, размещена контактная информация, а также предоставлены формы либо для осуществления регистрации, либо для первичного оформления заказа, могут использоваться различные KPI оперативного и тактического уровней. Семантическое ядро целевых запросов для такого сайта, как правило, небольшое. Если ядро запросов относительно небольшое, то в качестве главного ключевого показателя эффективности для такого проекта следует принять рост позиций в рейтинге.

В качестве переменных для проведения оценки данных сайтов предлагается использовать поток доверия (Trust Flow), поток цитирования (Citation Flow), ссылочные домены (Linking Domains), обратные ссылки (Backlinks), поток трафика с мобильных устройств (Traffic Share), Bounce Rate, Pages/Visit, процент пользователей ресурса из социальных сетей, трафик из поисковой сети, платный поисковый трафик, уровень трафика в стране (Traffic Rank).

Поток цитирования Trust Flow является нормированной метрикой, позволяющей определить качество сайта в ссылочном плане. Поток цитирования используется в сочетании с потоком доверия. Поток доверия Citation Flow рассчитывается по усовершенствованному алгоритму на основе группы тематических ресурсов, принимает нормированное значение от 0 до 100, помогающее определить авторитетность ссылок данного web-сайта. Показатель обратные ссылки Backlinks представляет собой количество ссылок на стороннем интернет-ресурсе, управляющих пользователем на определенный сайт. Показатель ссылочные домены Linking Domains определяет количество уникальных доменов-источников ссылок на URL/домен назначения.

Кроме того необходимо учитывать ряд показателей вовлеченности пользователей.

Показатель отказов Bounce Rate в web-аналитике обозначает процентное соотношение количества посетителей, покинувших сайт непосредственно со страницы входа или просмотревших не более одной страницы сайта. Показатель страницы за посещение Pages/Visit указывает, сколько частей контента (web-страниц) просматривает определенный пользователь или группа пользователей на одном web-сайте как среднее значение, которое рассчитывается путем деления общего числа просмотров страниц на общее количество посетителей.

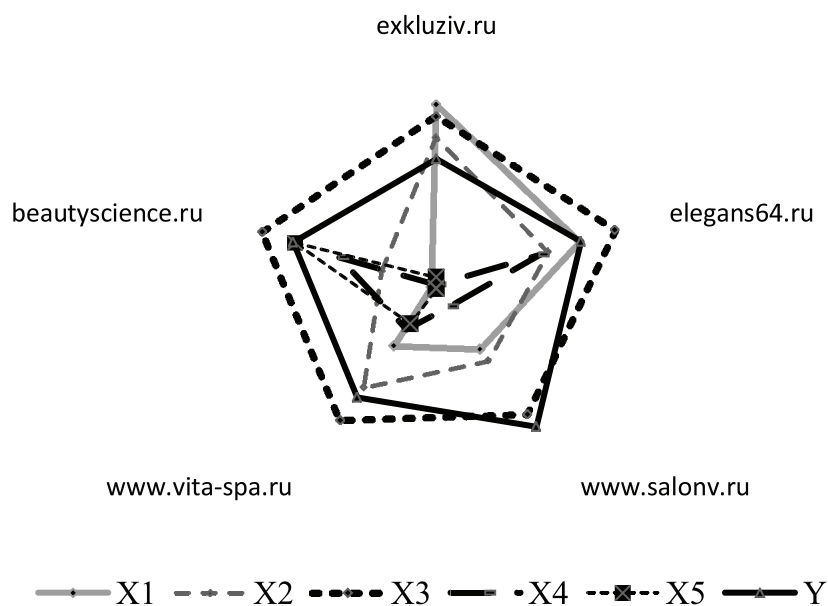
Показатели входящего трафика из различных маркетинговых каналов включают показатель, указывающий процент пользователей ресурса из социальных сетей, органический трафик из поисковой сети и платный поисковый трафик, указывающие, откуда приходит больше посетителей на сайт – с платных результатов поиска (контекстная реклама) или благодаря поисковой оптимизации.

В качестве результатного показателя эффективности используется специализированный показатель – уровень трафика в стране (Traffic Rank), обеспечивающий комплексную оценку популярности сайта в конкретной стране, который рассчитывается с помощью комбинации среднего количества ежедневных посетителей сайта и просмотров страниц на этом сайте от пользователей из данной страны за последний месяц. Сайт с наибольшей комбинацией посетителей и просмотров страниц занимает первое место рейтинга в этой стране.

В данном случае следовало оценить ограниченный набор ресурсов, в результате требовалось ограничить набор входных переменных. Для этого применен метод анализа иерархий. С помощью экспертов были сформированы матрицы парных сравнений и отобраны следующие показатели:

- X_1 – поток доверия (Trust Flow), %;
- X_2 – поток цитирования (Citation Flow), %;
- X_3 – Bounce Rate, %;
- X_4 – процент пользователей ресурса из социальных сетей, %;
- X_5 – платный поисковый трафик, %;
- Y – уровень трафика в стране (Traffic Rank).

Инструментальные средства для оптимизации web-ресурсов представлены достаточно широко, однако в ряде программных продуктов используются специфические показатели. Для численной оценки значений показателей эффективности web-ресурсов использовались Alexa (www.alexa.com), SimilarWeb PRO (www.similarweb.com). Сформированный набор масштабированных данных для исследуемых web-ресурсов представлен в табл. 1.



Показатели SEO-оптимизации для web-сайтов

Таблица 1

Показатели для сравнительной оценки эффективности web-сайтов

Web-сайты	$X_1, \%$	$X_2, \%$	$X_3, \%$	$X_4, \% \cdot 10^{-1}$	$X_5, \%$	$Y, \text{ед.} \cdot 10^4$
exkluziv.ru	39,00	32,00	36,53	0,80	2,37	27,64
elegans64.ru	32,00	25,00	40,03	23,10	0,01	32,33
www.salonv.ru	16,00	19,00	33,03	4,70	0,01	36,20
www.vita-spa.ru	15,00	26,00	34,64	10,70	9,27	28,49
beautyscience.ru	1,00	12,00	38,76	21,60	31,51	31,90

Таблица 2

Техническая эффективность web-ресурсов на основе DEA-модели

Web-сайты	Техническая эффективность θ	Сравнение на основе эталонных показателей			
exkluziv.ru	1,000	exkluziv.ru			
elegans64.ru	0,893	www.salonv.ru			
www.salonv.ru	1,000	www.salonv.ru			
www.vita-spa.ru	0,772	www.salonv.ru	beautyscience.ru		
beautyscience.ru	1,000	beautyscience.ru			

Таблица 3

Значения двойственных переменных для факторов

Web-сайты	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y
exkluziv.ru	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
elegans64.ru	14,291	5,359	6,252	1,643	0,000	0,000
www.salonv.ru	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
www.vita-spa.ru	0,000	5,485	0,000	0,321	4,714	0,000
beautyscience.ru	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Анализ данных по web-ресурсам (рисунок) показывает, что применение комплекса стандартных показателей, применяемых для SEO-оптимизации, не позволяет осуществить задачу количественной оценки объектов в виде интегрального показателя однозначным способом.

В табл. 2 представлены показатели эффективности сайтов, определенные методом DEA. Метод DEA является специфическим инструментом бенчмаркинга, что позволяет установить наиболее эффективные объекты, определив эталонные образцы для неэффективных объектов.

Web-сайты *exkluziv.ru*, *www.salonv.ru*, *beautyscience.ru* являются эффективными. Сайты *elegans64.ru*, *www.vita-spa.ru* имеют значения показателя эффективности меньше 1, соответственно, можно сделать вывод о недостаточной эффективности данных объектов. θ меняется от 0 до 1: чем больше значение, тем более эффективным с точки зрения продвижения является сайт.

Для объекта *elegans64.ru* установлен в качестве эталонного образца *www.salonv.ru*, для объекта *www.vita-spa.ru* – *www.salonv.ru* и *beautyscience.ru*. Таким образом *elegans64.ru* может увеличить свою эффективность на 11%, приняв подход, применяемый *www.salonv.ru*. Аналогично *www.vita-spa.ru* может увеличить эффективность на 23%, если будут использоваться методы *www.salonv.ru*.

В табл. 3 представлены значения двойственных переменных для факторов, определенные методом DEA.

Указанные весовые коэффициенты, которые используются для оценки входных и выходного показателя, позволяют осуществить содержательную интерпретацию результатов моделирования. Изменение входных показателей на единицу приводит к увеличению выходного показателя на

величину, равную соответствующей двойственной переменной. Рейтинг *elegans64.ru* может быть увеличен на 142910 пунктов при изменении на 1% показателя потока доверия. Однако из-за слабой выходной эффективности, равной 0, достижимо увеличение не более чем на 11%.

Выводы

SEO-продвижение сайта включает ряд стандартных этапов, в частности оценку сайта и подробный анализ сайтов конкурентов по указанной тематике, выбор направления оптимизации, разработку стратегии продвижения. Применение подобного подхода позволяет получить количественную оценку эффективности сайтов на основе относительных показателей эффективности, выявить лидеров в рассматриваемом множестве web-ресурсов, осуществить анализ конкурентного окружения объектов. В результате мониторинг сайтов конкурентов и применение DEA-моделирования для сравнительной оценки ресурсов позволит сформировать стратегию оптимизации и продвижения сайта с низкими показателями эффективности, ориентируясь на решения лидеров.

Список литературы

1. Чернышова Г.Ю. Различные подходы к оценке эффективности внедрения информационных технологий // Наука и общество. – 2011. – № 1. – С. 18–23.
2. Zhu J. Quantitative Models for Performance Evaluation and Benchmarking. Data Envelopment Analysis with Spreadsheets. – N.Y.: Springer, 2014. – 413 p.
3. Cooper W., Seiford L., Tone K. Data envelopment analysis: a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. – Boston: Kluwer Academic Publishers, 2007. – 318 p.
4. Cook W., Tone K., Zhu J. Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. – Omega, 2014. – vol. 44. – P. 1–4.
5. Liu J., Lu L. A survey of DEA applications. – Omega, 2013. –vol. 41(5). – P. 893–902.