

ПРОВЕРКА ВАЛИДНОСТИ РЕЙТИНГОВ НА ОСНОВЕ AR-DEA МОДЕЛЕЙ

А.Б. Гедранович^а

^а *Минский институт управления, кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой информационных технологий и высшей математики, gedranovich@gmail.com*

Аннотация

В основе большинства методик широко известных рейтингов, которые рассчитываются такими организациями, как ООН или Европейская комиссия, лежат составные индексы, получаемые с помощью взвешенной свертки частных критериев. В то же время в методиках построения составных индексов присутствует несколько этапов, существенно подвергнутых субъективным мнениям экспертов: в первую очередь, это назначение весовых коэффициентов, а также выбор критериев оценки. С другой стороны, именно весовые коэффициенты и набор индикаторов во многом определяют итоговое значение результирующего индекса. Избежать подобных проблем позволяет альтернативный подход к определению весовых коэффициентов, используемый в рамках методологии Assurance region Data Envelopment Analysis (AR-DEA), предназначенной для расчета относительной эффективности функционирования производственных единиц. В статье рассматривается пример использования модели AR-DEA для проверки валидности результатов рейтинга «Doing Business 2012», для которого описанный подход позволил обнаружить ряд методических проблем.

Ключевые слова: рейтинг, модель, валидация, оболочечный анализ данных, гарантированный диапазон.

Веб: <http://library.miu.by/journals!/item.science-xxi/issue.1/article.18.html>

Поступила в редакцию: 17.05.2012.

VALIDATION OF A RANKINGS USING AR-DEA MODELS

A.B. Gedranovich^a

^a *Minsk Institute of Management, PhD in economics, Associate Professor, Head of the Department of Information Technologies and Higher Mathematics, gedranovich@gmail.com*

Abstract

The basis of most methods well known rankings, which are calculated by organizations like the UN or the European Commission, the composite indicators, which are obtained by means of a weighted convolution of criteria. At the same time, this method for constructing composite indicators have multiple stages, significantly exposed to the subjective opinions of experts: firstly, this is assignment of weights, as well as selection of criteria. On the other hand, the weighting coefficients and a set of indicators largely determine the final value of the resulting indicator. To avoid such problems one can use an alternative approach to determining the weights used in the methodology of Assurance region Data Envelopment Analysis (AR-DEA), designed to calculate the relative efficiency of production units. The article describes an example of the use of AR-DEA model to validate the results of «Doing Business 2012». The described approach helped to find a number of methodological problems in this rating.

Keywords: Ranking, Model, Validation, Data Envelopment Analysis, Assurance region.

Web: <http://library.miu.by/journals!/item.science-xxi/issue.1/article.18.html>

Received: 17.05.2012.

Введение. Рейтинговая оценка — это популярный инструмент оценки качества услуг различных субъектов. Сегодня широко известны методики составления банковских рейтингов, рейтингов государств, вузов, предприятий и пр. Основой большинства подобных методик является расчет результирующего критерия, полученного, как правило, путем свертки частных критериев. Однако существует несколько параметров расчета рейтинга, которые могут существенно повлиять на конечный результат — это функция масштабирования (нормирования) частных критериев, функция свертки, методы расчета групповых рейтингов, метод выбора границ критериев.

В данной статье автором описываются некоторые методические проблемы, которые могут возникать при использовании составных индикаторов для ранжирования субъектов, многие из которых могут быть устранены при использовании моделей DEA. В качестве примера реализации такого подхода исследуется один из микроиндексов рейтинга, публикуемого Всемирным банком, «Doing Business — 2012».

1. Основы построения рейтингов. В основе большинства методик широко известных рейтингов, которые рассчитываются такими организациями, как ООН или Европейская комиссия, лежат составные индексы или индикаторы (*Composite Indicators*), получаемые с помощью взвешенной свертки частных критериев (1):

$$R_i = \sum_j w_j x_{ij}, \quad (1)$$

где R_j — составной индекс для i -го объекта рейтинга;

x_{ij} — j -й частный критерий для i -го объекта;
 w_j — весовой коэффициент для j -го частного критерия.

Примерами подобных индикаторов могут служить индекс развития человеческого потенциала (*Human Development Index — HDI*) [1], индекс цифровых возможностей (*Digital Opportunity Index — DOI*) [2] и многие другие. Отчеты, в которых публикуются рейтинги международных организаций, широко обсуждаются общественностью и являются, по сути, источником данных для сравнительного межстранового анализа. В то же время в методиках построения составных индексов присутствует несколько этапов, существенно подвергнутых субъективным мнениям экспертов: в

первую очередь, это назначение весовых коэффициентов, а также выбор и валидация частных критериев. С другой стороны, именно весовые коэффициенты во многом определяют итоговое значение результирующего индекса.

2. Оболочечный анализ данных. Альтернативный подход к определению весовых коэффициентов используется в рамках методологии DEA (*Data Envelopment Analysis*), предназначенной для расчета относительной эффективности функционирования производственных единиц (стран, предприятий, индивидуумов и пр.) [3]. Индексы производительности для DEA определяются согласно выражению (2):

$$\theta_i = \frac{\mu_1 y_{i1} + \mu_2 y_{i2} + \dots + \mu_s y_{is}}{v_1 x_{i1} + v_2 x_{i2} + \dots + v_m x_{im}}, \quad (2)$$

где θ_i — это индекс производительности для i -й производственной единицы;

y_{is} — значение s -го результирующего (выходного) критерия для i -й производственной единицы, $s = \overline{1, S}$;

x_{im} — значение m -го ресурсного (входного) критерия для i -й производственной единицы, $s = \overline{1, M}$;

μ_s и v_m — весовые коэффициенты для входных и выходных критериев соответственно.

Непосредственное значение весовых коэффициентов в методологии DEA определяется в результате решения оптимизационной задачи (3) для каждой производственной единицы.

$$\begin{aligned} \theta_i \rightarrow \max_{\mu, v} \\ \text{при условии, что} \\ \frac{\mu Y}{v X} \leq 1 \\ \mu \geq 0, v \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Т.о. для каждой производственной единицы находятся оптимальные весовые коэффициенты, которые подчеркивают ее сравнительные преимущества перед конкурентами. Последнее позволяет подчеркнуть специфику объектов рейтинга, назначая большие или меньшие, нежели у конкурентов весовые коэффициенты для отдельных критериев. В то же время при использовании DEA для некоторых производственных единиц, компоненты вектора μ могут принимать нулевые значения, что указывает на их «невыгодность» для производственной единицы. Избежать подобного исключения критериев для ряда объектов рейтинга можно используя AR-DEA (*Assurance*

region DEA) модель [4], в которой вводятся ограничения для нижней и верхней границ возможных значений весовых коэффициентов каждой производственной единицы вида (4):

$$L_{1,s} \leq \frac{\mu_s}{\mu_1} \leq U_{1,s}, s = \overline{1, S}, \quad (4)$$

где $L_{1,s}$ и $U_{1,s}$ — это нижняя и верхняя границы для отношения весовых коэффициентов.

Чтобы весовые коэффициенты для всех производственных единиц были равны и заданы экспертно, достаточно указать равные между собой нижнюю и верхнюю границы.

Несложно показать, что при условиях $M = 1$ и $\{x_{1i}\} = 1$, т.е. отсутствии различия в ресурсном обеспечении производственных единиц, линейное преобразование вектора весовых коэффициентов μ (2) делает их эквивалентными по смыслу весовым коэффициентам w (1). Следовательно, индексы, рассчитанные с помощью AR-DEA модели, являются обобщением составных индексов.

Добавление ограничений (4) в задачу (3) дает возможность учитывать экспертные мнения при расчете весовых коэффициентов, но в то же время оставаться в рамках методологии DEA, что позволяет использовать различные статистические тесты для проверки значимости критериев, согласованности результатов и пр., что недоступно для методик, основанных исключительно на расчете составных индексов.

3. Рейтинг «Doing Business-2012». Применение оболочечного анализа данных для валидации рейтингов рассмотрим на примере известной методики Всемирного банка «Doing Business» («Ведение бизнеса») [5].

Места в данном рейтинге распределяются в соответствии с итоговым индексом, который, в свою очередь, рассчитывается на основе следующий микроиндексов:

- 1) Создание предприятий.
- 2) Получение разрешений на строительство.
- 3) Подключение к системе электроснабжения.
- 4) Регистрация собственности.
- 5) Получение кредитов.
- 6) Защита инвесторов.
- 7) Налогообложение.
- 8) Международная торговля.
- 9) Обеспечение исполнения контрактов.
- 10) Разрешение неплатежеспособности.
- 11) Найм рабочей силы (специальный раздел).

В каждом из микроиндексов учитываются от одного до четырех частных критериев для оценки степени сложности ведения бизнеса. По итогам рейтинга 2012 г., лидерами являются Сингапур (1-е место), Гонконг (2-е место), Новая Зеландия (3-е место), США (4-е место), Дания (5-е место). Республика Беларусь находится на 69-м месте с положительным годовым изменением в рейтинге на 22 позиции.

Детально проанализируем микроиндекс «Получение разрешений на строительство». В рамках исследования учитываются все процедуры, которые должна пройти строительная компания, чтобы построить стандартное складское помещение. Данные процедуры включают предоставление в соответствующие органы всех документов по конкретному проекту (в частности, плана здания и карты строительного участка); получение всех необходимых согласований, лицензий, разрешений и сертификатов; отправку всех необходимых уведомлений и проведение всех необходимых проверок. Данное исследование также рассматривает процедуры, необходимые для обеспечения подключения к сети водоснабжения, канализации и проводного подключения к наземной телефонной сети. Также рассматриваются процедуры регистрации имущества, чтобы оно могло быть передано другой стороне или использовано в качестве залога. В рамках исследования процесс строительства склада разделяется на отдельные процедуры и производится подсчет временных и финансовых затрат на прохождение каждой процедуры.

Информацию предоставляют специалисты в области лицензирования строительных работ, включая архитекторов, юристов по вопросам строительства, сотрудников строительных фирм, поставщиков коммунальных услуг и государственных служащих, занимающихся вопросами регулирования строительной деятельности, в том числе выдачей разрешений и проведением проверок. Для обеспечения сопоставимости данных разных стран используются некоторые предположения в отношении предприятий, проекта строительства склада и подключений к инженерным коммуникациям.

Выдвигается более десяти предположений в отношении строительного предприятия, в т.ч.:

— работает в городе, являющемся крупнейшим деловым центром страны;

— является на 100 процентов предприятием с национальными инвестициями;

— принадлежит пяти владельцам, ни один из которых не является юридическим лицом;

— имеет штат из 60 сотрудников, состоящий из строителей и иных сотрудников;

— все работники предприятия являются гражданами данной страны и обладают достаточными техническими знаниями и профессиональным опытом для получения разрешений и лицензий на строительство.

Также выдвигаются предположения в отношении склада, например:

— будет использоваться для складских операций общего назначения, таких как, например, хранение книг или канцелярских товаров. Склад не будет использоваться для хранения товаров и изделий, требующих специальных условий (продукты питания, химические препараты или фармацевтическая продукция и т.д.);

— имеет два надземных этажа общей площадью примерно 1300,6 кв. метра. Высота каждого этажа составляет 3 метра;

— имеет подъездную дорогу, железнодорожные пути и находится на периферии города, являющегося крупнейшим деловым центром страны (то есть на окраине, но в пределах официальных границ города);

— строительство займет 30 недель (без учета каких-либо задержек, вызванных требованиями административного или регулирующего характера).

Полный список предположений относительно строительного предприятия, склада, а также о подключении к инженерным коммуникациям находится в [5].

Значение итогового микроиндекса «Получение разрешений на строительство» рассчитывается на основе трех равнозначных критериев:

1) Процедуры — количество взаимодействий сотрудников или руководителей компании с третьими лицами, в том числе с государственными учреждениями, нотариусами, службами по регистрации земельных участков, кадастром, поставщиками коммунальных услуг, государственными и частными инспекторами, техническими экспертами, за исключением архитекторов и инженеров, работающих на предприятии.

2) Время — данный показатель отражает средний период времени, по мнению экспертов, необходимый для практического прохож-

дения процедур. Предполагается, что прохождение каждой процедуры занимает как минимум один день. Если прохождение какой-либо процедуры может быть ускорено за дополнительную плату, учитывается вариант ускоренной процедуры.

3) Затраты — выражаются в процентах от дохода на душу населения в стране. Учитываются только официальные затраты. Фиксируются все комиссионные и сборы, связанные с прохождением процедур, необходимых для выполнения требований закона при строительстве склада, включая затраты на получение разрешений на использование земельного участка, на утверждение проектно-строительной документации, на проведение проверок до, в процессе и после строительства, на подключение к инженерным коммуникациям и на регистрацию складского имущества.

Республики Беларусь с учетом равнозначности критериев занимает по данному микроиндексу 44-е место. Однако равные весовые коэффициенты были заданы экспертно и, возможно, не в полной мере отражают всю полезную информацию, имеющуюся в данных.

4) Построение альтернативного индекса «Получение разрешения на строительство».

Первая проверка, которая была выполнена с помощью модели DEA — это насколько правомерно применение равнозначных весовых коэффициентов при расчете индекса. Для этого были рассчитаны медианные «желательные» весовые коэффициенты для трех критериев с помощью DEA-модели с переменной отдачей от масштаба (3). Были получены следующие оценки:

1) Процедуры — медианный «желательный» коэффициент 50.4% (для Беларуси — 49.9%).

2) Время — 0.0% (для Беларуси — 0.9%).

3) Стоимость — 49.6% (для Беларуси — 49.7%).

Как можно интерпретировать такие результаты? Для большинства стран, участвующих в рейтинге, было бы выгодно, чтобы микроиндекс рассчитывался только на основе двух критериев: «Процедуры» и «Стоимость» с весовыми коэффициентами около 50%. Для Республики Беларусь оптимальные значения этих коэффициентов (приведены в скобках выше) близки к медианным.

Поскольку для большинства стран критерий «Время» оказался ненужным, то возникает вопрос о необходимости использования

данного индикатора при расчете микроиндекса. Для тестирования значимости критерия был использован тест Пастора [6] с параметрами $p_0 = 0,15$ и $\bar{p} = 1,1$. Сутью теста является оценка индексов для полной и сокращенной моделей, из которой была исключена одна из переменных. Нулевой гипотезой для этого теста является утверждение, что «менее p_0 от всех наблюдений изменили свой индекс в более чем в \bar{p} раз».

Расчеты показали, что p -значение теста при исключении критериев «Процедуры» и «Время» были близки к единице, а для критерия «Стоимость» — к нулю. Таким образом, тест указывает на наличие мультиколлинеарности, в порядке устранения которой один из критериев «Процедуры» и «Время» следует исключить при расчете микроиндекса.

В сочетании с полученными ранее медианными «желательными» коэффициентами, естественный выбор падает на критерий «Время». Результаты расчетов, проведенных после исключения этого критерия, несколько отли-

чаются от опубликованных в отчете Всемирного банка, при этом валидация результатов проходит успешно (p -значение = 0,03).

Проведенный анализ показал, что целесообразно исключить из расчета микроиндекса критерий «Время», т.к. его значения сильно коррелирует со значениями других показателей. В рейтинге по микроиндексу, рассчитанному на основе двух равнозначных критериев «Процедуры» и «Время», Республика Беларусь занимает 48-е место.

Заключение. Проведенный анализ подтвердил гипотезу о том, что использование составных индикаторов в рейтингах приводит к ряду методических проблем, т.к. необоснованное назначение весовых коэффициентов, добавление ненужных индикаторов и пр.

Использование DEA / AR-DEA моделей позволяет использовать статистические тесты для диагностики и устранения подобных проблем, что позволяет получать больший объем информации касательно положения субъектов ранжирования в рейтинге.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Human Development Reports / UNDP [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access : <http://hdr.undp.org>. – Date of access : 02.09.2011.
2. Digital Opportunities Index / International Telecommunication Union. – 2011. – Mode of access : <http://www.itu.int/ITU-D/ict/doi/index.html>. – Date of access : 02.09.2011.
3. Charnes, A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W. Cooper, E. Rhodes // European Journal of Operational Research. – 1978. – Vol. 2, No. 6. – Pp. 429–444.
4. Comparative site evaluations for locating a high-energy physics lab in Texas / R.G. Thompson, F. Singleton Jr, R. M. Thrall et al. // Interfaces. – 1986. – Pp. 35–49.
5. Doing Business. Methodology. / IFC, WorldBank [Electronic resource]. – 2012. – Mode of access : <http://doingbusiness.org/methodology>. – Date of access : 01.02.2012.
6. Pastor, J., J. Ruiz, and I. Sirvent (2002). A statistical test for nested radial DEA models. Operations Research 50(4), 728–735.