

ПРИКЛАДНЫЕ АСПЕКТЫ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ

УДК 681.3 | **ВЫБОР СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРОВ ДВУХУРОВНЕВОЙ
МОДЕЛИ АГРЕГИРОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГОВО-
РЕЙТИНГОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ
ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА**

Вячеслав Вячеславович Горячко
помощник ректора
priemnoya-msu@yandex.ru
г. Москва

Московский государственный
университет им. М.В. Ломоносова

Яков Евсеевич Львович
д.т.н., профессор
office@vivt.ru
г. Воронеж

Воронежский институт высоких
технологий – АНОО ВО

Аннотация. Рассматриваются проблемы, возникающие при управлении деятельностью вуза на основе данных рейтингов и мониторингов. Показана необходимость решения проблемы агрегирования показателей. Предложена двухуровневая модель интегрального оценивания. Для выбора структуры и параметров этой модели разработана процедура имитационного эксперимента. С этой целью введен критерий оптимизации в виде Хеммингового расстояния между номером позиции в обучающей рейтинговой последовательности и номером позиции по результатам итерации имитационного эксперимента. Настройка вектора параметров модели агрегирования осуществляется с использованием схемы рандомизированного поиска.

Ключевые слова: рейтинг, мониторинг, управление, модель агрегирования, имитационный эксперимент.

Современное требование к управлению в социальных системах состоит в повышении эффективности их функционирования. Оно в полной мере относится к образовательным системам. В организациях высшего образования управление направлено на обеспечение эффективности деятельности по ряду направлений, характеризующихся комплексом показателей. Несмотря на применение автоматизированных систем управлениями вузами, в вопросах их перспективного развития преобладает принятие решений, основанное на административных и экспертных оценках. Возможность изменить сложившуюся практику возникает благодаря накопленной за последние годы ретроспективной количественной информации, связанной с участием организаций высшего образования в мониторингах, проводимых Министерством образования и науки РФ и международных и национальных рейтингах университетов [Зернов, 2014; 37]. Одновременно проводится мониторинг социально-экономического состояния регионов РФ, целый ряд показателей которых влияет на перспективы развития вузов.

Указанная информация создает предпосылки для принятия управленческих решений не только на основе мнения администрации, но и использования вариантов реше-

ний, полученных формализованным путем с использованием информационных технологий моделирования и оптимизации.

Анализ современного состояния рейтингования вузов показывает, что рейтинги университетов получили распространение при условиях, включавших: сокращение государственного финансирования учреждений высшего образования; превращение образования в услугу для потребителя; тенденцию делать университеты подотчётными внешним факторам за качество услуг, которые они предоставляют; роста конкуренции между университетами; массового высшего образования; интернационализации высшего образования; стандартизации и унификации высшего образования.

При этом возникает ряд причин, не позволяющих в полном объеме использовать данные рейтингов для управления эффективностью вузов:

- Они способствуют сохранению статус-кво или усилению уже существующего неравенства в сфере образования;

- Они транслируют рыночный подход к образованию, «отказывая» ему в социально - гуманитарных интерпретациях;

- Они игнорируют качественную специфику университетов, унифицирует их;

- Они лишают университеты автономии в определении целей и способов действия.

В случае одновременного использования мониторинговой и рейтинговой информации определенные проблемы сохраняются:

- выбор показателей и их комбинации;
- значительные сложности при построении выборки;
- неудовлетворительное качество массива данных;
- выбор способа агрегирования показателей.

Эти проблемы приводят к тому, что каждый из существующих рейтингов имеет ограничения, связанные с набором измеряемых характеристик университета, и эту специфику и ограничения необходимо учитывать при каком-либо использовании данных рейтингов. Невозможно на практике создать полный и «устойчивый к критике» набор характеристик даже для создания рейтинга, измеряющего какой-то единственный аспект деятельности университета. Методологии имеющихся рейтингов весьма несовершенны, особенно в части построения итоговых индексов – до такой степени, что возникает вопрос, насколько результатами вообще можно пользоваться в практических целях. Рассмотрим возможность сглаживания этих проблем за счет выбора параметров и структуры двухуровневой модели агрегирования показателей в форме интегральных оценок. Дадим характеристику с использованием нумерационных множеств типовой системе мониторингов эффективности деятельности образовательных организаций и системе данных, используемых при рейтинговании вузов. Обозначим нумерационное множество организаций высшего образования, участвующих в мониторинго-рейтинговом оценивании, $i = \overline{1, I}$. Оценка эффективности деятельности i -й образовательной организации либо ее рейтинг определяются на основе информации, предоставляемой вузом, либо формируемой рейтинговыми агентствами экспертным путем по $g = \overline{1, G}$ направлениями деятельности, каждое из которых характеризуется $j_g = \overline{1, J_g}$ количественными показателями $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$. Структуризация информационных ресурсов по нумерационным множествам $g = \overline{1, G}$ и $j_g = \overline{1, J_g}$ приводит к необходимости двухуровневой модели агрегирования показателей мониторинго-рейтингового оценивания.

Двухуровневость структурной модели требует адекватной трансформации этой особенности в моделях интегрального оценивания как для задач рейтингования, так и

принятия управленческих решений. Типичные модели [Батищев, 1997; 87] интегральных критериев (сверток) при поиске оптимально-компромиссного решения являются одноуровневыми. Так для нумерационного множества $g = \overline{1, G}$ вводится среднестепенная свертка $F = \left(\frac{1}{G} \sum_{g=1}^G f_g^B \right)^{1/\beta}$, которая при $\beta = 1$ преобразуется в аддитивную с постоянными весовыми коэффициентами $\lambda_g = \frac{1}{G}$, то есть $F = \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G f_g$, а при $\beta = 0$ в мультипликативную $F = \prod_{g=1}^G f_g$. Поэтому требуется проведение дополнительных исследований при формировании двухуровневой модели интегрального оценивания по значениям показателей $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$ значений обобщенного показателя

$$F_i = \Psi(\lambda_g, \lambda_{jg}, \hat{f}_{ijg}), \quad (1)$$

где $\Psi(-)$ – функция, зависящая от выбора типа модели на первом и втором уровне сворачивания показателей;

λ_g – значения параметров на первом уровне сворачивания;

λ_{jg} – значения параметров на втором уровне сворачивания;

\hat{f}_{ijg} – нормированные на заданном интервале $[0, A]$ безразмерные значения показателей f_{ijg} .

Если вид функции Ψ (структура модели интегрального оценивания) определяется выбором типа модели на первом и втором уровне сворачивания показателей, то оценка параметров $\lambda_g, g = \overline{1, G}, j_g = \overline{1, J_g}$ зависит от выбора метода сворачивания. В случае использования метода априорного сворачивания параметры вычисляются с использованием экспертной информации. Типичными процедурами экспертных методов логического упорядочения Черчмена-Акофа и метод оценки бинарных отношений предпочтения между показателями. Апостериорное сворачивание осуществляется в ситуациях, когда имеющейся экспертной информации не хватает для получения интегральной оценки, адекватно отражающей значимость всех показателей. В том случае возникает необходимость либо в адекватном накоплении дополнительной количественной информации, либо использование массивов ретроспективной информации. В первом случае это накопление удастся за счет проведения реальных экспериментов и возможности определения параметров λ по дисперсионным отношениям, либо коэффициентам относительного разброса. Во втором случае в работе предлагается проведение имитационных экспериментов. Возможен также адаптивный подход, когда каждый последующий эксперимент, в отличие от апостериорного сворачивания, осуществляется с учетом результатов предыдущего. Реализация адаптивного подхода требует рандомизированных схем проведения экспериментов. Именно сочетание адаптивного подхода с имитационным моделированием на основе комплексного использования ретроспективной и экспертной информации, рандомизированных схем, учета дисперсионных отношений представляет собой отличительную особенность метода сворачивания в случае двухуровневой модели интегрального оценивания.

На основе двухуровневой модели, настройка коэффициентов которой осуществляется по ретроспективной информации в режиме имитационного эксперимента, определяются интегральные оценки (1), позволяющие сформировать ранговую последовательность r_i , элементы которой принимают значения $\overline{1, I}$ при условии, что вуз, характеризующийся максимальным значением интегральной оценки, имеет рейтинг $r_i = I$, а вуз с минимальным значением F – имеет рейтинг $r_i = 1$. Анализ результатов рейтингового оценивания состоит в сравнении возможностей i -го вуза с вузами, имеющими лучший рейтинг $r_i - v$, где $v = \overline{1, V}$ – фиксированный набор целых чисел, характеризующих

продвижение на более высокую позицию в рейтинговом списке. На основе анализа принимается административное решение о некоторой фиксированной позиции $r_i - \hat{v}$, переход на которую соответствует потенциальным возможностям i -й образовательной организации и выбирается вариант изменения распределения финансового ресурса Z на следующий календарный период путем выделения дополнительных средств ΔZ на улучшение показателя, по которому имеется отставание по сравнению с вузом, имеющим рейтинг $r_i - \hat{v}$.

Рассмотрим в качестве основной формы реализации адаптивного подхода к выбору эффективной двухуровневой модели интегрального оценивания процедуру имитационного эксперимента. В данном случае под имитационным экспериментом будем понимать вычислительную процедуру формирования рейтинговой последовательности вузов на основе ретроспективной информации о значениях мониторируемых показателей $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$ и поиска наилучшей структуры и параметров двухуровневой модели интегрального оценивания по определенному критерию. Процесс поиска наилучшей структуры рассматривается как структурная идентификация модели, а параметров – как параметрическая идентификация в рандомизированной среде. При этом вместо экспертного оценивания предпочтений на множестве мониторируемых показателей вводится экспертное оценивание на множестве рейтинговых последовательностей. Сформируем исходные данные для проведения эксперимента.

1. Группой экспертов согласовывается обучающее нумерационное множество рангов ($i^0(i)$), на основе мнения об известности качества образования в вузе и его положения в рейтинге.

2. Подготавливается обучающая выборка значений показателей $f_{ijg}, i = \overline{1, I}, j_g = \overline{1, J_g}, g = \overline{1, G}$.

3. Определяется набор альтернативных вариантов моделей интегрального оценивания $F_i = \varphi(f_{ijg})$ (таблица).

4. Вводится три способа нормирования показателей f_{ijg} .

Первый – ориентирован на использование обучающей выборки для построения ранговой последовательности по каждому показателю $i'_{jg}(i)$ с последующим переводом дискретных значений i'_{jg} на единую безразмерную шкалу $[0, A]$ путем преобразования $\widehat{f}_{ijg} = \theta(i'_{jg})$, где θ - преобразующая функция.

Второй – определяется линейным преобразованием искомым показателей в единую безразмерную шкалу $[0, A]$ без предварительного рангового упорядочения с учетом максимального f_{jg}^{\max} и минимального f_{jg}^{\min} значений в выборке

$$\widehat{f}_{ijg} = \frac{f_{ijg} - f_{jg}^{\min}}{f_{jg}^{\max} - f_{jg}^{\min}} * A.$$

Третий – использует статистические характеристики оценки математических ожиданий $m(f_{jg})$, среднеквадратичного отклонения $\sigma(f_{jg})$, вычисленные на основе обучающей выборки и функцию, позволяющую преобразовать значения показателей в единую безразмерную шкалу $[0, A]$. Для выбора структуры и параметров моделей интегрального оценивания введем критерий оптимизации в виде Хеммингового расстояния между номером позиции i -того вуза в обучающей выборке представленными в двоичном исчислении \hat{i}_i^0 и номером позиции того же вуза, вычисленном в результате имитационного эксперимента $\hat{i}_i^{\hat{v}}$.

$$\sum_{i=1}^I |\hat{i}_i^0 - \hat{i}_i^{\hat{v}}| \rightarrow \min. \quad (2)$$

Определение полученного варианта структуры функции ψ и способа нормирования по критерию (2) достигается путем полного перебора всех сочетаний. Внутренним циклом перебора является параметрическая идентификация с использованием рандомизированной схемы численной оптимизации по вектору параметров λ [Львович, 2010;23].

Список литературы

1. Батищев Д.И. Оптимизация в САПР / Д.И.Батищев, Я.Е.Львович, В.Н.Фролов. М.: Высшая школа, 1977. 416 с.
2. Зернов В.А. Конкурентоспособность отечественного высшего образования / В.А.Зернов // Проблемы теории и практики управления. 2014. №4. С.36-40.
3. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде / Я.Е.Львович, И.Я.Львович. Воронеж: ИПЦ «Научная книга». 2010. 140 с.

CHOICE OF A STRUCTURE AND PARAMETERS OF THE TWO-LEVEL MODEL OF AGGREGATION OF INDICATORS OF MONITORING-RATING EVALUATION IN MANAGEMENT OF THE ACTIVITY EFFECTIVENESS OF A HIGHER EDUCATIONAL INSTITUTION

Viacheslav V. Goriachko

Assistant Rector

priemnoya-msu@yandex.ru

Moscow

Iakov E. Lvovich

Dr. Sci. (Engineering), professor of-

fice@vivt.ru

Voronezh

Lomonosov Moscow State University

Voronezh Institute of High Technologies -
ANOO VO

Abstract. The problems of management of a higher educational institution activity based on the data obtained from ratings and monitoring investigations are considered. The necessity for solution of a problem of indicators aggregation is introduced. The two-level model of integral evaluation is proposed. For selection of the structure and parameters of this model, a simulation experiment procedure has been developed. For this purpose, an optimization criterion in the form of the Hamming distance between the position number in the training ranking sequence and the position number resulted from the simulation experiment iteration is introduced. The adjustment of a vector of the aggregation model parameters is carried out using a randomized search scheme.

Key words: rating, monitoring, management, aggregation model, simulation experiment.

References

1. Batishchev D.I. (1977) Optimizatsiia v SAPR [Optimization in CAD] / D.I. Batishchev, I.E.Lvovich, V.N. Frolov. M.: Vysshaia shkola. 416p.
2. Zernov V.A. (2014) Konkurentosposobnost' otechestvennogo vysshogo obrazovaniia [Competitiveness of the national higher education] / V.A. Zernov // Problems of theory and practice of management. №4. P.36-40.
3. Lvovich I.E. (2010) Priniatie reshenii` v e`kspertno-virtual`noi` srede [Decision-making in expert-virtual environment] / I.E.Lvovich, I.I. Lvovich. Voronezh: PC Nauchnaia kniga. 140 p.