

Любчик Л. М., Гринберг Г. Л.
Национальный технический университет
“Харьковский политехнический институт”
(Харьков, Украина)

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ ОЦЕНИВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ АБИТУРИЕНТОВ

Розглядається проблема удосконалення методики обчислення комплексного показника для оцінки якості підготовки абітурієнтів з метою підвищення об'єктивності ранжирування абітурієнтів при зарахуванні до вищих навчальних закладів. Запропонована методика визначення вагових коефіцієнтів заснована на поєднанні процедури експертного оцінювання важливості часткових показників та статистичного аналізу даних про їх вплив на подальшу успішність навчання.

Ключові слова: комплексний показник, ранжування абітурієнтів, узгодження експертних оцінок.

Для ранжирования абитуриентов при принятии решения о зачислении в высшее учебное заведение необходимо использование комплексной оценки – интегрального показателя уровня подготовки абитуриентов, определяемого на основе частных показателей. В соответствии с действующими правилами приема в качестве указанных показателей используются:

- результаты внешнего независимого оценивания по предметам, установленным правилами приема для данной специальности;
- средний балл аттестата о среднем образовании;
- результаты обучения на подготовительных курсах данного высшего учебного заведения, представленные в виде итоговой оценки.

В настоящее время интегральный показатель рассчитывается как прямая сумма частных показателей, стандартизированных путем преобразования в рейтинговую шкалу “100-200”.

Целью настоящей работы является рассмотрение одного из возможных путей усовершенствования методики вычисления комплексного показателя качества подготовки абитуриентов.

С целью повышения объективности ранжирования абитуриентов при расчете комплексного показателя целесообразно учитывать относительную важность отдельных частных показателей путем введения соответствующих весовых коэффициентов. Предлагаемая методика определения весовых коэффициентов основана на сочетании процедуры экспертного оценивания важности частных показателей и статистического анализа данных о влиянии указанных показателей на последующую успешность обучения.

1. Методика определения частных показателей

В качестве стандартизированных частных показателей, характеризующих уровень подготовки абитуриента по каждому из направлений оценивания, предлагается использовать относительные показатели, рассчитываемые в процентах (в долях) от максимально возможного значения соответствующей оценки и отражающие фактический уровень подготовки абитуриента. При этом значение относительного частного показателя может принимать значения от 0 до 100, не зависит от максимально возможного количества баллов по конкретному предмету и отражает фактический уровень подготовки абитуриента.

Такой способ вычисления частных показателей обеспечивает очевидную и естественную их интерпретацию – значение показателя тем выше, чем выше уровень знаний и степень усвоения материала по каждому из направлений оценивания. При этом не требуется равенства максимально возможных оценок по каждому из направлений оценивания знаний абитуриентов, и значение относительных показателей для каждого

абитуриента не зависит от уровня знаний остальных претендентов на зачисление, что исключает возможность нарушения принципа справедливости при ранжировании абитуриентов, знания которых оценивались в разных сессиях или в разные годы.

2. Методика вычисления интегрального показателя

Интегральный показатель, характеризующий обобщенный уровень подготовки абитуриента, вычисляется как линейная свертка (сумма с весовыми коэффициентами) относительных (стандартизированных) значений частных показателей по следующей формуле:

$$J = \sum_{i=1}^5 w_i x_i, \quad (1)$$

где $x_i > 0$ – стандартизированные значения частных показателей, $w_i > 0$ – весовые коэффициенты, характеризующие относительную значимость отдельных частных показателей. При этом все весовые коэффициенты должны быть положительны и их сумма должна равняться единице:

$$\sum_{i=1}^5 w_i = 1. \quad (2)$$

После вычисления значений комплексной оценки для каждого из абитуриентов, подавших заявление о зачислении на данную специальность определенного вуза, их ранжирование осуществляется в порядке убывания значений вычисленного комплексного показателя.

3. Методика нахождения весовых коэффициентов

Предлагаемая методика нахождения весовых коэффициентов частных показателей при построении комплексного показателя на основе метода согласования экспертных оценок включает в себя три этапа:

Оценивание весовых коэффициентов группой экспертов. При нахождении оценок весовых коэффициентов $w_i^э$ могут использоваться следующие общепринятые процедуры экспертного оценивания [1, 2]:

– непосредственное оценивание весовых коэффициентов группой экспертов на основе их собственных предпочтений (выставление экспертных баллов, характеризующих важность частных показателей, с их последующим усреднением, нормировкой и оценкой согласованности мнений экспертов путем вычисления коэффициента конкордации);

– оценивание экспертами относительной важности частных показателей путем процедуры попарных сравнений с формированием матрицы парных сравнений и последующим вычислением весовых коэффициентов на основе известного метода анализа иерархий.

Вычисление статистических оценок весовых коэффициентов. Альтернативный подход к определению весовых коэффициентов w_i^{CT} может быть основан на статистическом анализе связи частных показателей уровня подготовки абитуриентов с успешностью их дальнейшего обучения. При этом в качестве исходных данных используются таблица статистических данных, включающих в себя значения частных показателей оценивания уровня подготовки при поступлении в вуз и средний балл по первым двум сессиям, используемый как измеряемое значение уровня успешности обучения. В предположении, что указанный средний балл является линейной функцией частных показателей с коэффициентами степени влияния, трактуемыми как веса

относительной важности частных показателей, их определение сводится к стандартной задаче линейной регрессии с учетом ограничений на весовые коэффициенты. При этом большему значению того или иного весового коэффициента соответствует большая степень влияния соответствующего частного показателя на качество последующего обучения.

Вычисление согласованных оценок весовых коэффициентов. Окончательные значения весовых коэффициентов вычисляются с использованием результатов, полученных на первых двух этапах, а именно, экспертных оценок весовых коэффициентов $w_i^э$ и их статистических оценок $w_i^{ст}$. При этом используется процедура оптимального согласования экспертных оценок на основе аппроксимации функции предпочтения экспертов [3,4].

Окончательные значения весовых коэффициентов определяются как взвешенная комбинация экспертных и статистических оценок

$$w_i = \alpha w_i^э + (1 - \alpha) w_i^{ст}, \quad (3)$$

где $0 < \alpha < 1$ – коэффициент, определяющий степень доверия к экспертным оценкам.

4. Методика согласования экспертных оценок

Задача построения интегрального показателя сводится к построению так называемой оценочной функции, формализующей описание предпочтений экспертов и позволяющей свести множество частных показателей (критериев) к одному обобщенному [1, 2]. На практике достаточно часто используются модели оценочных функций в виде линейной свертки частных показателей, в которой веса задаются экспертами. Альтернативой является непосредственная экспертная оценка комплексного обобщенного показателя на основе наблюдаемых (измеряемых) значений частных показателей. Возможное противоречие между экспертными оценками весов частных показателей в их линейной свертке и экспертными оценками интегральных показателей разрешается с помощью процедур согласования экспертных оценок [4]. Указанные процедуры позволяют осуществить одновременную коррекцию экспертных оценок весов частных показателей и оценок обобщенного показателя с целью выработки согласованного решения.

Постановка задачи согласованного экспертного оценивания интегрального показателя. Рассматривается некоторая сформированная для решения задачи экспертного оценивания выборка абитуриентов $\mathfrak{V} = \{v_1, \dots, v_n\}$ и набор частных показателей оценки уровня их подготовки $\mathfrak{R} = \{r_1, \dots, r_m\}$. Каждый абитуриент v_i характеризуется вектором объективно наблюдаемых (измеряемых) значений частных показателей $x_i^T = (x_i^1, \dots, x_i^m)$, где x_i^j – измеренное значение j -того показателя для i -того абитуриента. Набор наблюдений представляется в виде матрицы исходных данных $X_n = \{x_i^j\}_{i,j=1}^{n,m}$.

Под обобщенным интегральным показателем абитуриента v_i будем понимать скалярную величину $J(x_i)$, поставленную в соответствие вектору измеренных значений его частных показателей x_i . Предполагается, что группа экспертов на основе имеющихся исходных данных измерений и собственных предпочтений формирует вектор оценок обобщенного интегрального показателя $q_n^T = (q_1, \dots, q_n)$ для каждого абитуриента рассматриваемой выборки и вектор весов частных показателей $w^T = (w_1, \dots, w_m)$,

имеющих смысл априорных экспертных оценок их относительной важности. Необходимо на основе имеющихся данных измерений частных показателей X_n восстановить оценочную функцию $J(x)$, задающую модель функции предпочтения экспертов, оптимально согласованную с имеющимися экспертными оценками $\{q_n, w\}$.

Для линейной свертки частных показателей возможна постановка и решение задачи оптимального согласования экспертных оценок [3].

Оптимальное согласование экспертных оценок в задаче линейной свертки. С использованием имеющихся данных измерений частных показателей в предположении о линейном характере функции предпочтения нетрудно осуществить взаимный пересчет экспертных оценок обобщенных показателей и весов частных показателей:

$$(q_n, w) \xrightarrow{X_n} (q = X_n w, w_n = X_n^+ q_n). \quad (4)$$

Очевидно, что в общем случае $q_n \neq q$, $w \neq w_n$. Экспертные оценки называются *согласованными*, если для них выполняется условие $\bar{q} = X_n \bar{w}$. Согласно доказанной в [4] теореме согласования, существуют такие числа $\alpha, \beta \in [0,1]$, для которых векторы

$$w_\alpha = \alpha w + (1 - \alpha) w_n, \quad q_\beta = \beta q + (1 - \beta) q_n \quad (5)$$

удовлетворяют условию $q_\beta = X_n w_\alpha$. Очевидно, что существует множество векторов, удовлетворяющих указанному условию.

Экспертные оценки будем называть *оптимально согласованными*, если они минимизируют функционал вида:

$$M(q, w) = \frac{1}{2} \|q_n - q\|^2 + \frac{1}{2} \gamma \|(w - w_0)\|^2 \quad (6)$$

при наличии ограничений $q = X_n w$, $e^T w = 1$, учитывающих очевидную связь экспертных оценок для линейной функции предпочтения и требование нормировки весовых коэффициентов. Здесь w_0 - вектор априорных значений весовых коэффициентов линейной свертки частных показателей, полученный на основе экспертных оценок, γ - весовой коэффициент, учитывающий относительную степень доверия к экспертным оценкам обобщенного показателя и априорных весовых коэффициентов.

Решение задачи (3) получено с помощью функции Лагранжа

$$L(q, w, \lambda, \mu) = M(q, w) + \lambda^T (q_n - X_n w) + \mu(1 - e^T w), \quad (7)$$

где λ, μ - множители Лагранжа.

Условия оптимальности задают непосредственную связь между оптимальными значениями множителей Лагранжа

$$\begin{aligned} \mu &= m^{-1} e^T X_n^T \lambda, \quad \lambda = P^{-1} (q_n - X_n w_0), \\ P_n &= \gamma I_n + X_n \Pi X_n^T, \quad \Pi_m = I_m - m^{-1} e e^T. \end{aligned} \quad (8)$$

С учетом полученных соотношений (8), решение задачи оптимального согласования экспертных оценок может быть получено в следующем виде:

$$\begin{aligned}\bar{w} &= w_0 + \Pi_m X_n^T P_n^{-1} (q_n - X_n w_0), \\ \bar{q} &= X_n w_0 + \Psi_n P_n^{-1} (q_n - X_n w_0),\end{aligned}\tag{9}$$

где $\Psi_n = X_n \Pi_m X_n^T$, $P = \gamma I_n + \Psi_n$.

Полученные формулы определяют оптимально согласованные экспертные оценки весовых коэффициентов линейной свертки частных показателей.

Такой подход, сочетающий в себе учет мнений экспертов и объективную информацию о влиянии отдельных показателей оценивания знаний на успешность дальнейшего обучения, обеспечивает повышение объективности и достоверности определения весовых коэффициентов.

Использованная литература:

1. Айвазян С. А. Прикладная статистика и основы эконометрики / С. А. Айвазян, В. С. Мхитарян. – М. : ЮНИТИ, 1998. – 393 с.
2. Литвак Б. Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа / Б. Г. Литвак. – М. : Радио и связь, 1982. – 265 с.
3. Любчик Л. М. Оптимальное согласование экспертных оценок в задачах нелинейной свертки критериев / Л. М. Любчик, Г. Л. Гринберг // Праці IV Міжнародної школи-семінару “Теорія прийняття рішень”. – Ужгород : УжНУ, 2008. – С. 107-109.
4. Стрижов В. В. Согласование экспертных оценок при построении интегральных индикаторов / В. В. Стрижов // Дисс. на соискание ученой степени канд физ.-мат. наук. – Москва : ВЦ РАН, 2002.

Любчик Л. М., Гринберг Г. Л. Формирование комплексного критерия оценивания качества подготовки выпускников.

Рассматривается проблема усовершенствования методики вычисления комплексного показателя для оценки качества подготовки абитуриентов с целью повышения объективности ранжирования абитуриентов при зачислении в высшие учебные заведения. Предлагаемая методика определения весовых коэффициентов основана на сочетании процедуры экспертного оценивания важности частных показателей и статистического анализа данных об их влиянии на последующую успешность обучения.

Ключевые слова: комплексный показатель, ранжирование абитуриентов, согласование экспертных оценок.

Lyubchik L. M., Grinberg G. L. Complex criterion formation for graduate training quality evaluating.

The problem of improving methods of calculating the complex indicator for assessing the quality of training of students in order to increase the objectivity of the ranking of applicants for admission to higher education. The proposed method of determining the weights is based on a combination of the procedures of expert evaluation of the importance of particular indicators and statistical analysis of their impact on the subsequent success of training.

Keywords: complex index, applicants ranking, expert estimates concordation.