

УДК 681.3

А.Н.Швиндт

ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ МОНИТОРИНГОВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ УСЛОВИЙ КАЧЕСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Министерство образования и науки РФ,
Москва, Россия

В статье рассматриваются модели и процедуры обработки и анализа результатов мониторинга, в том числе с участием студентов, ориентированных на интеллектуальную поддержку административных управленческих решений при формировании условий и соответствующих им ресурсов по достижению нормативных требований к качеству образования в вузе. Первый этап обработки состоит в нормировании факторов, характеризующих условия качественного образования и показателей трудоустройства выпускников и студентоориентированного мониторинга. Следующий этап направлен на построение моделей интегрального оценивания факторов и показателей. При выбранной структуре модели в форме аддитивной свертки предложена процедура параметрической идентификации на основе сравнения результатов нейросетевого моделирования, визуальной информации и последующего экспертного оценивания. Анализ результатов мониторинга состоит в ранжировании и кластеризации вузов по интегральным оценкам качества образования. Приводится последовательность шагов процедуры кластеризации, позволяющих определить вероятностные оценки с использованием мнений эксперта, по которым множество вузов разделяется на заданное число кластеров.

Ключевые слова: нормирование, интегральное оценивание, аддитивная свертка, ранжирование, кластеризация.

Качество образования представляет собой общественный продукт, зависящий от позиции и комплексной организации усилий всего образовательного сообщества (педагогов, управленцев образования, обучающихся, региональных и федеральных систем образования) [1]. Возможность управления качеством образования в вузе главным образом достигается за счет влияния на условия реализации образовательного процесса. При этом степень влияния проявляется в объемах ресурсного обеспечения на изменения тех условий, которые не позволяют в полной мере выполнить нормативные требования. Ориентация только на нормативно-правовую базу приводит к недостаточному учету оценок студентов удовлетворенностью результатами и условиями обучения. Кроме того, управление по принципу отклонения от заданных требований базируется сугубо на экспертных оценках, часто не подтвержденных количественными данными.

Перечисленные риски в принятии управленческих решений предлагается минимизировать за счет интеллектуализации управления формированием условий качественного образования. В качестве информационной среды такого подхода служат данные мониторингов:

эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования, трудоустройства выпускников [2], студентоориентированного мониторинга [3]. Для структуризации информационных массивов представим данные мониторингов в рамках нумерационных множеств [4]. Введем следующие нумерационные множества:

- нумерационное множество вузов, для которых известны в течение $t = \overline{1, T}$ календарных периодов данные трех мониторингов $j = \overline{1, I}$;
- нумерационное множество направлений деятельности образовательной организации, определяющих условия качественного образования $l = \overline{1, L}$
- нумерационное множество факторов, характеризующих реализацию условий качественного образования в рамках l -го направления $j_l = \overline{1, J_l}$;
- нумерационное множество показателей трудоустройства выпускников вузов $n_1 = \overline{1, N_1}$;
- нумерационное множество студентов i -го вуза, участвующих в анкетировании $v_i = \overline{1, V_i}$;
- нумерационное множество направлений, по которым выявляется удовлетворенность студентов результатами и условиями реализации образовательного процесса в вузе $m = \overline{1, M}$;
- нумерационное множество вопросов, предлагаемых студентам для выбора варианта ответа по $m - M$ направлениям анкетирования $n_{2m} = \overline{1, N_{2m}}$.

В соответствии с перечисленными нумерационными множествами сформируем массивы данных мониторинга:

- массив количественных оценок факторов, характеризующих условия качественного образования

$$x_{ijl} = (t_1), i = \overline{1, I}, j_l = \overline{1, J_l}, l = \overline{1, L};$$

- массив количественных оценок показателей трудоустройства выпускников, характеризующий результативно-потребительский аспект

$$y_{in_1}(t), i = \overline{1, I}, n_1 = \overline{1, N_1}.$$

Отдельно остановимся на формировании массива данных по результатам студентоориентированного мониторинга. В анкетах каждый вопрос имеет 5 градаций ответов $g = \overline{1, G}$. Фрагмент вопросно-ответной структуры приведен в Таблице 1. Градации ответов расположены для всех вопросов так, что варианту $g = 1$ соответствует наихудшая ситуация удовлетворенности обучающихся, а варианту $g = 5$ – наилучшая. По результатам анкетирования g -я градация получает v_{in2m_g} голосов студентов, что позволяет определить оценки вероятностей значимости вариантов ответов в виде распределений случайных дискретных величин g_{in2m} принимающей значения 1,2,3,4,5:

$$P_{gi}n_{2m} = \frac{V_{g_{in2m}}}{V_i}, i = \overline{1, I}, n_{2m} = \overline{1, N_{2m}}, m = \overline{1, M}, g = \overline{1, 5}.$$

Значения $y_{in2m}(t) = P_{g_{in2m}}(t)$ представляют собой массив количественных оценок удовлетворенности студентов i -го вуза результатами условиями обучения для t -го периода проведения анкетирования и характеризуют процессуально-потребительский аспект качества образования.

Структуризация перечисленных выше информационных массивов позволяет перейти к этапу обработки и анализа результатов мониторинга. В данном случае обработка заключается в нормировании количественных данных и формировании интегральных оценок, необходимых для решения задач анализа. Нормирование значений x_{jl} осуществим на основе Табличного и диаграммного представления результатов мониторинга эффективности деятельности i -го вуза, который проводится по направлениям деятельности: образовательной ($l = 1$), научно-исследовательской ($l = 2$), международной ($l = 3$), финансовой ($l = 4$), кадрового обеспечения ($l = 5$). Фрагмент Таблично-визуальной информации по образовательной деятельности i -й образовательной организации приведен в Таблице 2 и на Рисунке 1. Среди факторов $j_l = \overline{1, J_l}, l = \overline{1, L}$ в отдельную группу выделим показатели, характеризующие ресурсное обеспечение вуза и сформируем соответствующий массив данных $x_{ij}^p, i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J}$, где J – общее количество показателей ресурсного обеспечения. Для нормирования используем фактические по результатам мониторинга x_{ijl}, x_{ij}^p и медианные $\bar{x}_{ijl}, \bar{x}_{ij}^p$ значения показателей (см. Таблицу 2 и Рисунок 1).

Таблица 1 - Фрагмент анкеты для обучающихся образовательных организаций высшего образования по вопросам удовлетворенности результатами и условиями обучения на основании студенческого стандарта качества образования (Типовая анкета)
 Оцените преподавательский состав вашей образовательной организации

Вопрос	Варианты ответа
Преподавательский состав ясно, четко и последовательно излагает содержание дисциплин	1. Никто из преподавателей не способен ясно, четко и последовательно изложить содержание дисциплин. 2. Менее половины преподавателей ясно, четко и последовательно излагают содержание дисциплин, отвечают на возникающие вопросы. 3. Примерно половина преподавателей ясно, четко и последовательно излагают содержание дисциплин, отвечают на возникающие вопросы. 4. Более половины преподавателей ясно, четко и последовательно излагают содержание дисциплин, отвечают на возникающие вопросы. 5. Все преподаватели (100%) ясно, четко и последовательно излагают содержание дисциплин, отвечают на возникающие вопросы.

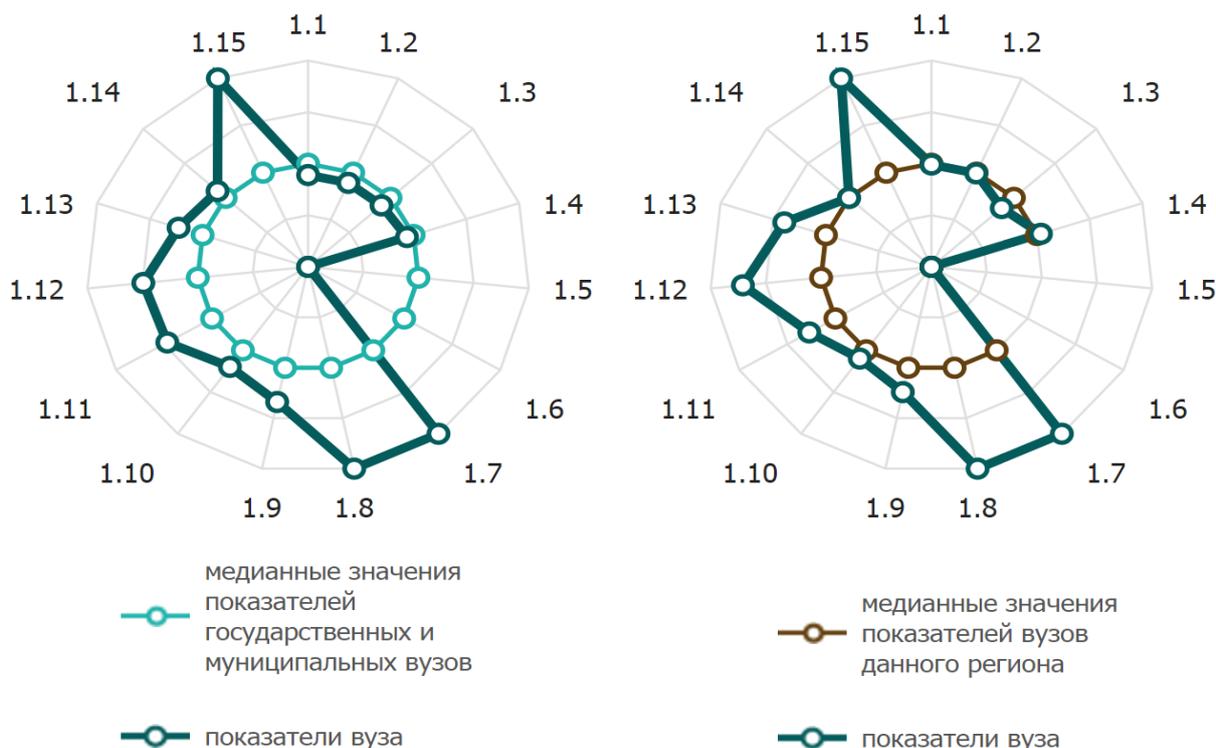


Рисунок 1-Визуализация показателей вуза в сравнении с медианными значениями

Таблица 2 - Результаты мониторинга по образовательной деятельности

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения	Значение показателя
1.1	Средний балл ЕГЭ студентов, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме по программ-мам бакалавриата и специалитета за счет средств соответствующих бюджетов бюджетной системы РФ	балл	59,42
1.2	Средний балл ЕГЭ студентов университета, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме по программам бакалавриата и специалитета за счет средств соответствующих бюджетов бюджетной системы Российской Федерации, за исключением лиц, поступивших с учетом особых прав и в рамках квоты целевого приема	балл	59,42
1.3	Средний балл ЕГЭ студентов, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме по программ-мам бакалавриата и специалитета с оплатой стоимости затрат на обучение физическими и юридическими лицами	балл	51,80
1.4	Усредненный по реализуемым направлениям (специальностям) минимальный балл ЕГЭ студентов, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме на программы бакалавриата и специалитета	балл	43,16
1.5	Численность студентов, победителей и призеров заключительного этапа всероссийской олимпиады школьников, членов сборных команд Российской Федерации, участвовавших в международных олимпиадах по общеобразовательным предметам по специальностям и (или) направлениям подготовки, соответствующим профилю всероссийской олимпиады школьников или международной олимпиады, принятых на	человек	0

	очную форму обучения на первый курс по программам бакалавриата и специалитета без вступительных испытаний		
1.6	Численность студентов, победителей и призеров олимпиад школьников, принятых на очную форму обучения на первый курс по программам бакалавриата и специалитета по специальностям и (или) направлениям подготовки, соответствующим профилю олимпиады школьников, без вступительных испытаний	человек	0
1.7	Численность студентов, принятых по результатам целевого приема на первый курс на очную форму обучения по программам бакалавриата и специалитета	человек	81
1.8	Удельный вес численности студентов, принятых по результатам целевого приема на первый курс на очную форму обучения по программам бакалавриата и специалитета в общей численности студентов, принятых на первый курс по программам бакалавриата и специалитета на очную форму обучения	%	16,46
1.9	Удельный вес численности студентов (приведенного контингента), обучающихся по программам магистратуры, в общей численности приведенного контингента обучающихся по образовательным программам бакалавриата, специалитета и магистратуры	%	11,72
1.10	Удельный вес численности обучающихся (приведенного контингента), по программам магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), ординатуры, интернатуры, ассистентуры-стажировки в общей численности приведенного контингента обучающихся по основным образовательным программам высшего образования	%	14,73
1.11	Удельный вес численности студентов, имеющих диплом бакалавра, специалиста	%	24,43

	или магистра других организаций, принятых на первый курс на обучение по программам магистратуры образовательной организации, в общей численности студентов, принятых на первый курс по программам магистратуры на очную форму обучения		
1.12	Удельный вес численности обучающихся по программам магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), ординатуры, ассистентуры-стажировки, имеющих диплом бакалавра, диплом специалиста или диплом магистра других организаций в общей численности обучающихся по программам магистратуры, подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), ординатуры, ассистентуры-стажировки	%	82,90
1.13	Численность аспирантов (адъюнктов), ординаторов, интернов, ассистентов-стажеров образовательной организации в расчете на 100 студентов (приведенного контингента)	человек	4,10
1.14	Удельный вес численности слушателей из сторонних организаций в общей численности слушателей, прошедших обучение в образовательной организации по программам повышения квалификации или профессиональной переподготовки	%	98,02
1.15	Удельный вес численности студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата, специалитета, и магистратуры по областям знаний «Инженерное дело, технологии и технические науки», «Здравоохранение и медицинские науки», «Образование и педагогические науки», с которыми заключены договоры о целевом обучении, в общей численности студентов, обучающихся по указанным областям знаний	%	14,96

Предлагается следующий способ вычисления нормированных значений показателей

$$\hat{x}_{ijl} = \frac{x_{ijl}}{\bar{x}_{ijl}}, \hat{x}_{ij}^p = \frac{x_{ij}^p}{\bar{x}_{ij}^p}.$$

Проведем структурную и параметрическую идентификацию модели интегрального оценивания. На основании анализа структур, приведенных в [4], для интегральных оценок по l -му направлению и характеристики ресурсного обеспечения используем аддитивную свертку с весовыми коэффициентами [5]:

$$x_{il} = \sum_{j_i}^{J_i} \alpha_{ijl} \hat{x}_{ijl}, 0 \leq \alpha_{ijl} \leq 1, \sum_{j_i}^{J_i} \alpha_{ijl} = 1;$$

$$x_i^p = \sum_{j=1}^J \alpha_j \hat{x}_{ij}^p, 0 \leq \alpha_j \leq 1, \sum_{j=1}^J \alpha_j = 1.$$

Величины весовых коэффициентов устанавливаются с использованием экспертной процедуры логического упорядочения Черчмена-Акоффа [5] в комбинации с наглядно-образными представлениями эксперта [6] на основе визуальной информации, показанной на Рисунке1. и оценкой значимости факторов x_{jl} по их влиянию на показатели качества образования $y_{n1}, n_1 = \overline{1, N_1}$ и $y_{n2m}, n_{2m} = \overline{1, N_{2m}}, m = \overline{1, M}$ на основе нейросетевого моделирования.

Рассмотрим последовательность шагов процедуры параметрической идентификации аддитивной модели интегрального оценивания.

1. На основе нейросетевого моделирования [6] с $j_l, l = \overline{1, L}$ входами x_{jl} и $n_1 = \overline{1, N_1}, n_{2m} = \overline{1, N_{2m}}, m = \overline{1, M}$ выходами y_{n1}, y_{n2m} определяется значимости входов нейронной сети. Для этого используется соответствующая Таблица, формируемая в рамках программного комплекса STATISTICA.
2. По результатам нейросетевого моделирования данных мониторинга по образовательной деятельности ($l = 1$) (Таблица 2) значимыми являются 5 факторов: 1.1; 1.4; 1.7; 1.10; 1.13.
3. С использованием наглядно-образных представлений эксперта по круговым диаграммам для i -го вуза, приведенным на Рисунке1, устанавливаем нумерационное множество $j_i = \overline{1, 5}$ и оценки относительной важности $\mu_{j'1} = \overline{\mu_1, \mu_5}$. Значение $\mu_{j'1} = 1$ и номер $j'_1 = 5$ присваивается тому фактору, который, по его мнению, в наибольшей степени отличается от медианных значений в сторону уменьшения. После чего, используя нелинейную шкалу порядков, присваивают разные числа оценкам $\mu_{j'1}$, отражающим суждения

эксперта об относительной важности j'_1 – го фактора, соблюдая условие

$$\mu_{j'_1-1} > \mu_{j'_1}, j'_1 = \overline{1,5}.$$

Эксперт располагает значимые факторы на нумерационном множестве $j'_1 = \overline{1,5}$ следующим образом: 1.4; 1.1; 1.10; 1.13; 1.7 или в обозначениях факторов: x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 ориентируясь на визуальную информацию Рисунок 1.

4. Эксперт принимает $\mu_5 = 1$ и присваивает факторам $j'_1 = \overline{2,5}$ следующие численные оценки относительной важности:

$$\mu_4 = 1,5; \mu_3 = 2; \mu_2 = 4; \mu_1 = 7.$$

5. Строится Таблица логического выбора (Таблица 3)

Таблица 3 -Варианты логического выбора

1		2		3	
a	b	a	b	a	b
$x_1 V$	$x_2 + x_3 + x_4 + x_5$	$x_2 V$	$x_3 + x_4 + x_5$	$x_3 V$	$x_4 + x_5$
$x_1 V$	$x_2 + x_3 + x_4$	$x_2 V$	$x_3 + x_4$	Просмотр окончен	
$x_1 V$	$x_2 + x_3$	Переход к третьему столбцу			
Переход ко второму столбцу					

В Таблице 3 введены следующие обозначения:

a, b – соответственно левая и правая часть отношений о предпочтениях;

V – знак исходной экспертной оценки предпочтения.

6. Эксперт осуществляет просмотр первого столбца Таблицы 3 и уточняет знак предпочтения V:

$>$ – a строго предпочтительнее b;

$<$ – b строго предпочтительнее a;

\sim – a эквивалентно b.

При выполнении одного из условий: $a > b$ или $a \sim b$ эксперт переходит к просмотру второго столбца. Аналогично осуществляется переход от второго к третьему столбцу. В случае анализа первого столбца Таблицы 3 эксперт переходит к следующему заключению:

1. $x_1 < x_2 + x_3 + x_4 + x_5$;

2. $x_1 \sim x_2 + x_3 + x_4$;

3. отношение $x_1 V x_2 + x_3$ не рассматривается и осуществляется переход ко второму столбцу.

7. Эксперт просматривает каждый столбец снизу-вверх и корректирует левые оценки $\mu(a)$ в минимально возможной степени так, чтобы неравенства соответствовали его решениям:

$$\mu_3 > \mu_4 + \mu_5 \Rightarrow 2 > 1,5 + 1? \text{ Корректируем оценку } \mu_3 - \mu'_3 = 2,6;$$

$$\mu_2 > \mu_3 + \mu_4? \Rightarrow 4 > 2,6 + 1,5? \text{ Корректируем оценку } \mu_2 - \mu'_2 = 4,3;$$

$$\mu_2 > \mu_3 + \mu_4 + \mu_5? \Rightarrow 4,2 < 2,6 + 1,5 + 1? \text{ Оценка } \mu_2 \text{ остается без изменений};$$

$$\mu_1 = \mu_2 + \mu_3 + \mu_4? \Rightarrow 7 = 4,2 + 2,6 + 1,5? \text{ Корректируем}$$

$$\mu_1 - \mu'_1 = 8,4;$$

$$\mu_1 = \mu_2 + \mu_3 + \mu_4 + \mu_5? \Rightarrow 8,4 = 4,2 + 2,6 + 1,5 + ?$$

$$\text{Корректируем } \mu_1 - \mu'_1 = 9,4.$$

8. За основу определения весовых коэффициентов $\overline{\alpha_1}, \overline{\alpha_5}$ принимаем скорректированные в пункте 7 значения оценок:

$$\mu'_1 = 9,4; \mu'_2 = 4,2; \mu'_3 = 2,6; \mu'_4 = 1,5; \mu'_5 = 1.$$

Расчет весовых коэффициентов осуществляется следующим образом

$$\alpha_{j'_1} = \frac{\mu'_i}{\sum_{i=1}^5 \mu'_i}, j'_1 = \overline{1,5}.$$

Таким образом, весовые коэффициенты имеют следующие значения

$$\alpha_1 = 0,503; \alpha_2 = 0,225; \alpha_3 = 0,139; \alpha_4 = 0,080; \alpha_5 = 0,053.$$

Структурная схема параметрической идентификации аддитивной модели интегрального оценивания показана на Рисунке 2.

Нормирование показателей, характеризующих трудоустройство выпускников i -го вуза осуществляется на основе установления интервала изменения значений y_{in_1} от минимального $y_{n_1}^{\min}$ до максимального $y_{n_1}^{\max}$ в выборке для $i = \overline{1, I}$ вузов

$$\hat{y}_{in_1} = \frac{y_{in_1} - y_{n_1}^{\min}}{y_{n_1}^{\max} - y_{n_1}^{\min}}, i = \overline{1, I}, n_1 = \overline{1, N_1},$$

где y_{in_1} – фактические по результатам мониторинга значения показателей для i -го вуза. Интегральное оценивание проводится с использованием аддитивной свертки по аналогичной процедуре, рассмотренной выше для факторов x_{ijl}

$$y_i^1 = \sum_{n_1}^{N_1} \alpha_{in_1} \hat{y}_{in_1}, i = \overline{1, I}.$$

При нормировании и интегральном оценивании показателей студентоориентированного мониторинга будем основываться на распределениях вероятностей

$$p_{gi} n_{2m}, i = \overline{1, M}, g = \overline{1, G}.$$

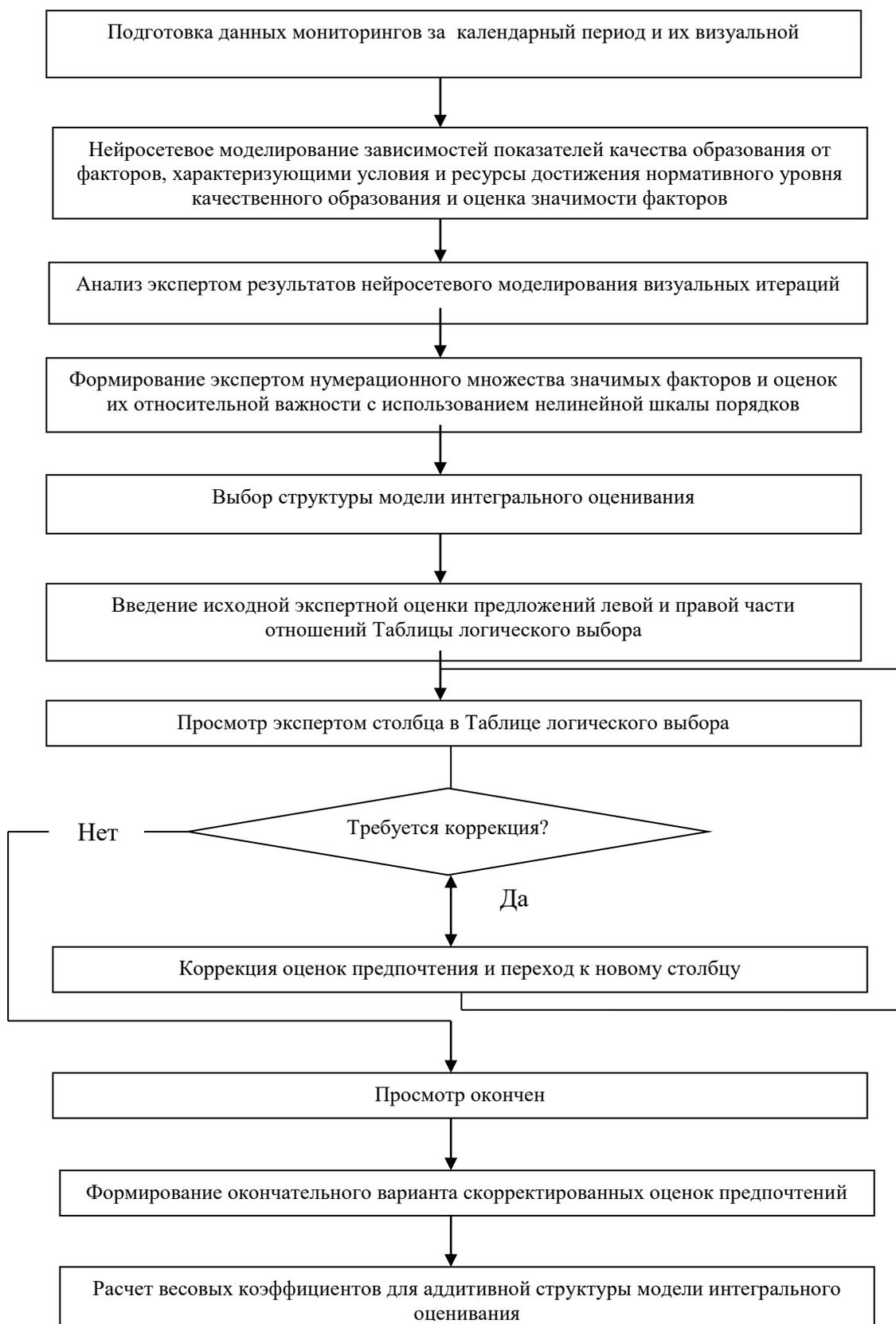


Рисунок 2- Структурная схема параметрической идентификации аддитивной модели интегрального оценивания

В первую очередь определим основные количественные оценки случайных дискретных величин y_{in_2m} [8]:

среднее значение

$$\bar{y}_{in_2m} = \sum_{g_{in_2m}}^G p_{g_{in_2m}} g_{in_2m};$$

среднеквадратичное отклонение

$$\sigma(y_{in_2m}) = \sqrt{\sum_{g_{in_2m}=1}^G p_{g_{in_2m}} (y_{in_2m} - \bar{y}_{g_{in_2m}})^2}.$$

Нормированные значения вычислим следующим образом

$$\hat{y}_{in_2m} = \frac{(\hat{y}_{in_2m} - 1)}{\sigma(\bar{y}_{in_2m})}.$$

Поскольку большее значение числителя $(\bar{y}_{in_2m} - 1)$ говорит о смещении среднего значения к лучшему варианту ответа, а меньшее значение знаменателя – о меньшей значимости начальных вариантов ответа, то для интегрального оценивания используется аддитивная свертка с равными весовыми коэффициентами $\alpha_{1n_2m} = \frac{1}{N_{2m}}$

$$y_{im}^2 = \sum_{n_2m=1}^{N_2m} \alpha_{n_2m} \hat{y}_{in_2m}, m = \overline{1, M}, i = \overline{1, I}.$$

Интегральные оценки $x_{il}, x_i^p, y_i^1, y_{im}^2, i = \overline{1, I}, l = \overline{1, L}, m = \overline{1, M}$ позволяют перейти к анализу данных мониторинговой информации.

Типичное визуальное представление диаграммы рангов показано на Рисунке 3.

Результаты ранжирования используем в качестве исходных данных для проведения кластеризации $i = \overline{1, I}$ вузов по интегральным показателям качества образования $y^1, y_m^2, m = \overline{1, M}$. С этой целью предлагается следующая процедура разбиения на $u = \overline{1, U}$ классов в диалоге с экспертом:

1. Разделение вузов на $u = \overline{1, U}$ кластеров по визуальным оценкам эксперта в местах скачков на диаграмме рангов.
2. Формирование нумерационных множеств вузов, соответствующих пересечению кластеров u и $u + 1$ на разных диаграммах. Имеем для каждой диаграммы нумерационные подмножества

$$i''_{y^1_u}, u = \overline{1, U - 1}; i''_{y^2_m}, u = \overline{1, U - 1}, m = \overline{1, M}.$$

3. Определяем общее число объектов, входящих во все пересекающиеся подмножества кластеров u и $u + 1$

$$I'' = i''_{y^1_u} \prod_{m=1}^M i''_{y^2_m}$$

и количество попаданий i – го объекта, принадлежащего множеству $i = \overline{I''}$, в пересечение кластеров u и $(u + 1)$ по всем интегральным показателям $i_u, u = \overline{1, U - 1}$.

4. Вычисляем вероятностные оценки принадлежности i – го объекта к двум соседним кластерам u и $(u + 1)$

$$p_{iu} = \frac{i_u}{I''}, p_{i(u+1)} = \frac{i_{u+1}}{I''}.$$

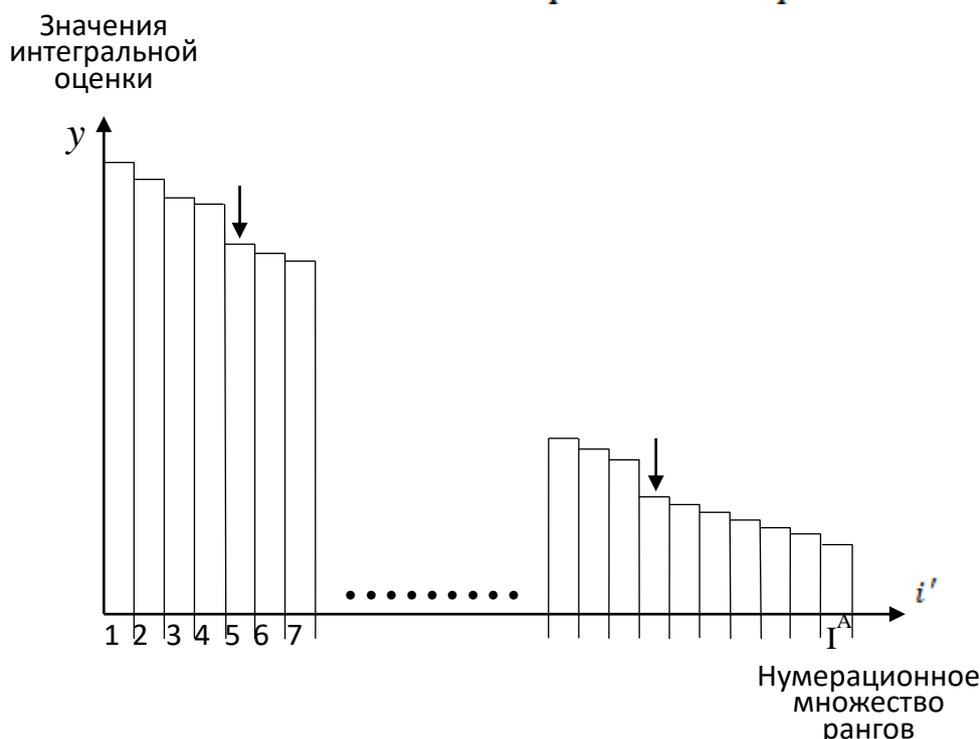


Рисунок 3-Диаграмма рангов (↓ - визуальная граница кластеров)

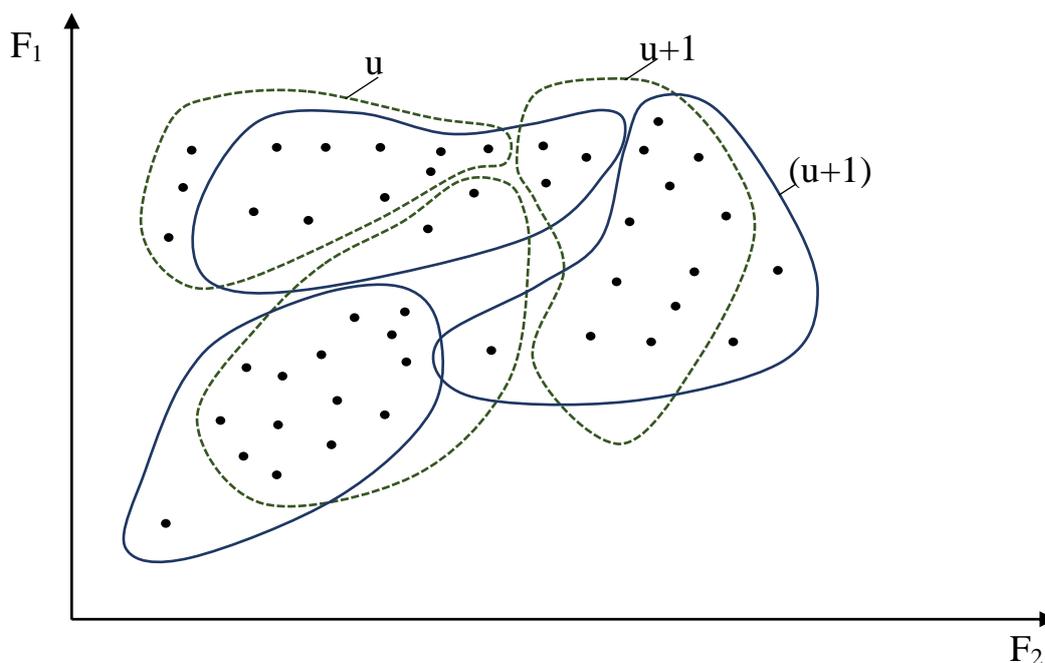


Рисунок 4 - Визуализация многомерных результатов интегрального оценивания качества образования в вузах

- — точки на плоскости, соответствующие нумерационному множеству вузов $i = \overline{1, I}$;
- граница подмножеств ρ_u , устанавливаемая экспертом;
- - - граница подмножеств кластеров по визуальным оценкам на основе диаграммы рангов

5. На следующем этапе применим эвристические оценки эксперта на основе нагляднообразных моделей многомерного шкалирования [9]. В качестве модели используем изображение (визуализацию) многомерных количественных оценок y_i^1, y_{im}^2 для каждого i -го объекта, $i = \overline{1, I}$ в виде точек на плоскости [9]. Эксперт интуитивно разделяет множество точек на заданное число кластеров U в виде однородных подмножеств $\rho_u, u = \overline{1, U}$.
6. Рассматривается множество точек $i = \overline{1, I''}$, частоты попадания i_u, i_{u+1} и определяется номера точек, одновременно принадлежащих подмножествам ρ_u и ρ_{u+1} , и их количество i_u''' (количество точек из $(u+1)$ кластера, принадлежащих одновременно ρ_u для всех $u = \overline{1, U-1}$). На основе этих данных вычисляются условные вероятности отношений объекта к u -му кластеру по разделению

точек на плоскости, если известно их отношение к $(u + 1)$ -му кластеру по диаграммам рангов:

$$p_i = (u/u + 1) = \frac{i_u'''}{i_{u+1}}; p_i(u + 1/u) = \frac{i_{u+1}'''}{i_u}.$$

7. Осуществляется коррекция вероятностей, вычисленных в п.4, на основе условных вероятностей по формуле Байеса [8]:

$$p_{iu}^{ck} = \frac{p_i(u/u + 1)p_{iu}}{p_i(u/u + 1)p_{iu} + p_i(u + 1/u)p_{i(u+1)'}}$$

$$p_{i(u+1)}^{ck} = 1 - p_{iu}^{ck}, u = \overline{1, U - 1}.$$

8. Принимается окончательное решение об отношении i -го вуза к u -му кластеру на основе рандомизированного выбора $i \in u$, если $p_{iu}^{ck} \leq \xi$,

где ξ – случайная величина, равномерно распределенная на интервале $[0, 1]$, в противном случае $i \in u + 1$.

Структурная схема процедуры кластеризации вузов по интегральным показателям качества образования с применением экспертного и вероятностного оценивания приведена на Рисунке 6.

Таким образом, обработка и анализ мониторинговой информации с использованием рассмотренных моделей и процедур создает предпосылки для последующего режима интеллектуальной поддержки принятия административных управленческих решений по формированию условий качественного высшего образования.



Рисунок 6 - Структурная схема процедуры кластеризации вузов по интегральным показателям качества образования

ЛИТЕРАТУРА

1. Селезнева Н.А. Качество образования как объект системного исследования. Лекция-доклад. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2002. – 95 с.
2. Карелина И.Г. Мониторинг деятельности образовательных организаций – инициатива системных изменений в высшем образовании / И.Г. Карелина, А.Б. Соболев, С.О. Сорокин // Высшее образование сегодня. – 2015. - №7. – С.55-61.
3. Включение обучающихся в оценку и повышение качества образования: методические материалы и лучшие практики. – М.: Изд-во ИКАР, 2016. – 240 с.
4. Ершов Ю.Л. Теория нумераций. – М.: Наука, 1977. – 416 с.
5. Батищев Д.И. Оптимизация в САПР / Д.И. Батищев, Я.Е. Львович, В.Н. Фролов. – М.: Высш. шк., 1977. – 416 с.
6. Львович Я.Е. Принятие решений в экспертно-виртуальной среде/ Я.Е. Львович, И.Я. Львович. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2010. – 140 с.
7. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2013. – 384 с.
8. Львович И.Я. Информационные технологии моделирования и оптимизации: краткая теория и приложения / И.Я. Львович, Я.Е. Львович, В.Н. Фролов. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2016. – 444 с.
9. Шнейдеров В.С. Машинная графика многомерных экспериментальных данных /В.С.Шнейдеров,Ф.Наудшус// Алгоритмические модели в автоматических исследованиях. – М.: Наука, 1980. – С.124-129.

A. N. Schwindt

PROCESSING AND EVALUATION OF MONITORING RESULTS FOR MANAGEMENT OF THE DEVELOPMENT OF QUALITY EDUCATION CONDITIONS

Ministry of Education and Science of the Russian Federation

The article reviews models and procedures for processing and evaluation of monitoring results, including student participation, focused on intellectual support of administrative managerial decisions when developing of conditions and corresponding resources for the achievement of applicable regulatory requirements for the quality of university education. The first stage of processing is normalization of factors which characterize the conditions for quality education, indicators of graduate employability and

student-oriented monitoring. The next stage is aimed at building the models of integral evaluation of factors and indicators. With the chosen structure of a model in the form of additive convolution, a parametric identification procedure based on the comparison of results of neural network modeling, visual information and subsequent expert evaluation is proposed. Evaluation of monitoring results consists of ranking and clustering of higher education institutions on the basis of integral assessments of education quality. The sequence of steps in the clustering procedure, which determines probabilistic estimates with the use of expert's views, according to which a great number of higher education institutions are divided into a given number of clusters, is described.

Keywords: rationing, integral evaluation, additive convolution, ranking, clustering.

REFERENCES

1. Selezneva N.A. Kachestvo obrazovaniya kak ob"ekt sistemnogo issledovaniya. Lektsiya-doklad. M.: Issledovatel'skiy tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, 2002. – 95 p.
2. Karelina I.G. Monitoring deyatel'nosti obrazovatel'nykh organizatsiy – initsiativa sistemnykh izmeneniy v vysshem obrazovanii / I.G. Karelina, A.B. Sobolev, S.O. Sorokin // Vysshee obrazovanie segodnya. – 2015. – No.7. – pp.55-61.
3. Vkluychenie obuchayushchikhsya v otsenku i povyshenie kachestva obrazovaniya: metodicheskie materialy i luchshie praktiki. – M.: Izd-vo IKAR, 2016. – 240 p.
4. Ershov Yu.L. Teoriya numeratsiy. – M.: Nauka, 1977. – 416 p.
5. Batishchev D.I. Optimizatsiya v SAPR / D.I. Batishchev, Ya.E. L'vovich, V.N. Frolov. – M.: Vyssh. shk., 1977. – 416 p.
6. L'vovich Ya.E. Prinyatie resheniy v ekspertno-virtual'noy srede/ Ya.E. L'vovich, I.Ya. L'vovich. – Voronezh: IPTs «Nauchnaya kniga», 2010. – 140 p.
7. Rutkovskaya D. Neyronnye seti, geneticheskie algoritmy i nechetkie sistemy / D. Rutkovskaya, M. Pilin'skiy, L. Rutkovskiy. – M.: Goryachaya liniya – Telekom, 2013. – 384 p.
8. L'vovich I.Ya. Informatsionnye tekhnologii modelirovaniya i optimizatsii: kratkaya teoriya i prilozheniya / I.Ya. L'vovich, Ya.E. L'vovich, V.N. Frolov. – Voronezh: IPTs «Nauchnaya kniga», 2016. – 444 p.
9. Shneyderov V.S. Mashinnaya grafika mnogomernykh eksperimental'nykh dannykh /V.S.Shneyderov,F.Naudshus// Algoritmicheskie modeli v avtomaticheskikh issledovaniyakh. – M.: Nauka, 1980. – pp.124-129.