

ОБЗОР БАЗОВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Ю.С. Ризен, А.А. Захарова
Научный руководитель: А.А. Захарова
Томский политехнический университет
yulja_vit@tpu.ru

Введение

Современное развитие высшей школы требует рассмотрения ВУЗа как единой модели взаимодействия науки, образования и производства [1]. При этом эффективное управление качеством образовательного процесса невозможно без формализации описаний педагогических явлений и процессов в виде их объективной оценки, что возможно лишь в случае использования методов математического моделирования. На решение основных задач управления ВУЗа оказывают влияние многочисленные факторы неопределенности [2,4,6,7]. То, в какой степени они учитываются, влияет не только на содержание модели описываемого процесса, но и на выбор математических методов для решения задачи эффективного управления деятельностью вуза.

Обзор базовых математических моделей контроля качества образовательного процесса

Наиболее простой математической моделью, которую применяют при контроле качества образовательного процесса, является **балльная модель**. Суть ее заключается в следующем: пусть X_1, X_2, \dots, X_n — совокупность количественных n показателей, характеризующих состояние выбранного объекта на данный момент времени t и результаты его деятельности за предшествующий контрольный период. В этом случае генеральный рейтинг выбранного объекта можно рассчитать по формуле:

$$R = a_1X_1 + a_2X_2 + \dots + a_nX_n$$

где a_i — это весовые множители, назначаемые экспертами эвристически. Достоинствами балльной модели являются ее простота и малая трудоемкость, но она обладает и рядом недостатков: необходимость выбора весовых множителей экспертным путем, что придает модели субъективность; отсутствие учета зависимостей между количественными показателями X_i , которые устанавливаются в ходе математической обработки статистических данных; суммирование величин, имеющих разные размерности; невозможность оценки степени реализации потенциала.

Более совершенная по сравнению с предыдущей — **нормативно-классификационная** модель расчета рейтингов [4], в которой совокупность исходных показателей состояния и активности деятельности заданного объекта разделяется на два множества показателей: А) показатели потенциальных возможностей, характеризующие состояние и потенциальные возможности реализации

различных видов деятельности; Б) показатели активности или результативности, характеризующие результаты функционирования данного объекта за предшествующий период планирования.

Показатели первого множества разделяются на некоторое количество классов, каждый из которых имеет специфические признаки, а показатели второго множества подразделяются на некоторое количество видов деятельности. Далее показатели потенциальных возможностей и видов деятельности каждой из групп нормируются относительно некоторых величин, имеющих экономический смысл. Для каждой группы потенциальных возможностей и вида деятельности экспертным методом определяются весовые коэффициенты и осуществляется вычисление рейтингов потенциалов по различным видам потенциальных возможностей и рейтингов активности (результативности) по различным видам деятельности.

Эталонная модель управления большими системами управления была предложена профессором В. И. Чернецким для синтеза самонастраивающихся (адаптирующихся) систем автоматического управления сложными многоконтурными техническими объектами [8]. Модель такого типа предполагает выбор некоторого идеального (гипотетического, эталонного) объекта управления, значения параметров которого являются оптимальными в том или ином смысле (это предположение не всегда практически реализуемо). Затем значения контролируемых параметров всех других объектов управления, относящихся к тому же типу, что и эталонный объект, оцениваются по отклонениям (или отношениям) от значений параметров эталонного объекта. На основе результатов сравнения фактических и эталонных значений контролируемых параметров синтезируется дополнительный контур управления (контур адаптации и самонастройки), основной целью которого является последовательное изменение некоторых технологических параметров, определяющих динамику движения объекта в необходимом направлении. При использовании основной идеи принципа эталонных моделей рейтинговые модели управления большими системами управления, по существу, являются математическими моделями синтеза дополнительных контуров адаптации большой системы управления, обеспечивающих достаточно высокую эффективность их функционирования в сложных динамически изменяющихся или непредсказуемых (неопределенных) усло-

виях при наличии субъективных (человеческих) факторов, определяемых, в частности, множеством неконтролируемых воздействий.

В литературе последних лет популярна модель ранжирования объектов системы высшего образования. Вводится комплексный интегральный показатель качества объекта, основанный на объективной значимости каждого фактора:

$$R(S_i) = \sum_{j=1}^n k_{ij} H_j, \quad i=1, \dots, m, \quad (1)$$

где $R(S_i)$ — интегральное качество объекта S_i , m — количество объектов; n — количество признаков; H_j — значимость j -го признака; k_{ij} — качественная оценка j -го признака для i -го объекта. В качестве меры значимости фактора часто предлагается использовать значение энтропии признака как объективную меру неопределенности значений признака

$$H_j = - \sum_{t=1}^{K_j} p_{jt} \ln p_{jt}, \quad j=1, \dots, n,$$

где K_j — число качественных уровней j -го признака (системное основание качества); p_{jt} — вероятность (частота) встречаемости качественной оценки $k_{ij} = t$ в распределении j -го признака. В этом случае большую значимость будут иметь признаки с большей степенью “разброса” значений в анализируемой выборке. В обобщенном виде алгоритм ранжирования объектов системы высшего образования выглядит так:

Шаг 1. Выбор числа качественных уровней K_j , $j = 1, \dots, n$.

Шаг 2. Выбор параметров преобразования исходных величин и интенсивностей к качественным аналогам: максимального и минимального значения каждого признака (это могут быть абсолютные или локальные значения; применение локальных (частных) минимумов/максимумов не рекомендуется в условиях малого объема исходных данных).

Шаг 3. Перевод исходных данных в качественные аналоги по формуле:

$$k_{ij} = 1 + \text{round}((x_{ij} - x_{j\min}) / (x_{j\max} - x_{j\min})),$$

где x_{ij} — исходная количественная величина или качественное значение j -го фактора для i -го объекта; $x_{j\max}$, $x_{j\min}$ — максимальное и минимальное значения j -го признака; $\text{round}()$ — операция арифметического округления.

Шаг 4. Нахождение энтропии H_j каждого признака.

Шаг 5. Вычисление интегрального качества каждого объекта по формуле (1).

Шаг 6. Ранжирование набора объектов по найденным значениям интегрального качества.

Шаг 7. Анализ полученных результатов и принятие управленческих решений для коррекции состояния и координации дальнейшего развития.

Шаг 8. В случае анализа подсистем макрообъекта — нормирование полученных показателей инте-

грального качества по максимально возможному теоретическому значению и передача данных на более высокий уровень.

Заключение

Задача о соотносимости между собой различных критериев в общем случае очень сложная и может быть решена только на этапе постановки задачи экспертами в выбранной предметной области. Таким образом, интегрированное оценивание традиционно предполагает наличие этапа, связанного с объединением в одно целое ранее разнородных оценок с учетом их вклада в общую оценку. Однако часто наличие многокритериальности приводит к проблеме возможной несравнимости получаемых многокритериальных оценок. Такая несравнимость, в частности, может быть устранена введением нескольких уровней “свертки” информации.

Построение интегральных оценок деятельности вузов позволяет дать комплексную оценку, определять наиболее сильные и слабые стороны в работе ВУЗа по организации образовательного процесса, а также планировать выполнение показателей в контексте полученной интегральной оценки.

Литература

1. Ризен Ю.С., Захарова А.А., Минин М.Г. Модель подготовки выпускника ВУЗа и повышение эффективности применения образовательных технологий // Проблемы информатики, 2012. Вып. Спецвыпуск.С.1-8.
2. Аветисов А.А., Камышинова Т.В. Оптимизационная модель оценки и управления качеством подготовки студентов в ВУЗе // Проблемы качества, его нормирования и стандартов в образовании. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 1998. С. 105-109.
3. Сухинин В.П., Горшенина М.В. Проектирование дополнительных образовательных услуг на основе методов Г. Тагути // Управление качеством высшего образования: теория, методология, организация, практика, СПб-Кострома: Смольный институт РАО, изд-во КГУ, 2005. Т. 3. С. 80-85.
4. Васильев В.Н. и др. О математических моделях оптимального управления системой подготовки специалистов. Петрозаводск: изд-во Петр.ГУ, 1997.
5. Мешалкин В.И. Учреждения высшего и среднего профессионального образования в Российской Федерации. Аккредитация самообследование - рейтинг. М.: изд-во РУДН, 1995. 136 с.
6. Граничин О.Н., Поляк Б.Т. Рандомизированных алгоритмы оценивания и оптимизации при почти произвольных помехах. М.:Наука, 2003. 291с.
7. Granichin O.N. Linear regression and filtering under nonstandard assumptions (Arbitrary noise) // Trans. on Automat. Contr. 2004. V. 49. P. 1830-1835.
8. Чернецкий В.И. Математическое моделирование динамических систем. Петрозаводск: изд-во Петр.ГУ, 1996.