

*Жуковский Алексей Алексеевич*

канд. техн. наук, доцент

Челябинский институт

путей сообщения (филиал)

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный

университет путей сообщения»

г. Челябинск, Челябинская область

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ОБУЧЕНИЯ В ВЫСШЕМ ОБРАЗОВАНИИ**

*Аннотация:* в данной работе автором рассматриваются основные причины, приводящие к непроизводительным затратам в высшем образовании. Выявляются подходы к формализации задачи и составлению математической модели.

*Ключевые слова:* бережливое обучение, высшее образование, непроизводительные затраты, моделирование.

Эффективное управление процессами в образовательной системе – задача всегда актуальная, а в современных экономических условиях особенно. Задача весьма непростая, поскольку управлять требуется сложно организованной, динамичной системой на процессы в которой существенно влияют случайные факторы, связанные как с человеческим фактором, так и с постоянно меняющимися и плохо предсказуемыми внешними условиями. Состояние экономического кризиса, недостаточность выделяемых ресурсов и непрерывное реформирование, связанное с изменениями структуры системы, методов и критериев оценки качества обучения делает анализ процессов в образовательной сфере еще более сложным.

Таким образом, для повышения качества управления процессами в образовательной системе целесообразно использование методов математического моделирования.

Итак, определимся с критериями оптимизации. Поскольку речь идет о бережливом обучении, то цель регулирования, определяющая собственно критерии – это снижение финансовых затрат на обучение.

В соответствии с концепцией бережливого обучения, по аналогии с бережливым производством, выделяются следующие факторы, приводящие к непроизводительным затратам. Это:

- перепроизводство ( $Z_{\text{пер}}$ ) – затраты, на обучение не нужному в профессиональной деятельности будущего специалиста;
- избыточные запасы ( $Z_{\text{изб}}$ ) – затраты на обучение излишнего количества специалистов, которые не будут востребованы на рынке труда;
- брак ( $Z_{\text{бр}}$ ) – затраты на переобучение плохо обученных;
- потери при транспортировке ( $Z_{\text{трансп}}$ ) – расходы на оплату внешних совместителей и повышение квалификации преподавателей вне вуза;
- излишняя обработка ( $Z_{\text{иобр}}$ ) – затраты, связанные с завышенными требованиями к объему и глубине знаний;
- простои в обучении ( $Z_{\text{прост}}$ ) – потери, из-за срывов занятий, сокращением учебных программ.

Суммируя выше сказанное, запишем целевую функцию оптимизации:

$$Z = Z_{\text{пер}} + Z_{\text{изб}} + Z_{\text{бр}} + Z_{\text{трансп}} + Z_{\text{иобр}} + Z_{\text{прост}} \rightarrow \min \quad (1)$$

Хотя минимизируются непроизводительные затраты, и это вроде бы не должно привести к ухудшению качества образования, а напротив, направить все ресурсы на получение именно тех знаний, которые необходимы специалисту, на практике зачастую получается не так. Таким образом, при такой оптимизации обязательны ограничения, связанные с непосредственным контролем качества обучения.

Остановимся теперь более подробно на некоторых составляющих потерь.

Допустим, обучение согласно учебному плану предусматривает  $N$  дидактических единиц:  $m_1, m_2, \dots, m_N$ . Будем полагать план идеальным, то есть если ему строго следовать, знаний будет получено именно столько, сколько это необхо-

димо, ни больше, ни меньше и все эти знания необходимы будущему специалисту. Пусть  $Q_1, Q_2, \dots, Q_N$  – трудоемкости обучения этим единицам, то есть произведения финансовых и временных затрат на обучение, выраженные в относительных единицах. Причем:  $Q_1 + Q_2 + \dots + Q_N = 1$ .

В процессе обучения преподаватель может уделять темам разное, отличное от регламентированного, внимание в силу своей квалификации или личностных качеств. В итоге структура затрат по темам искажается. Объем знаний по той или иной теме может как увеличиться, так и уменьшиться по сравнению с идеалом. Таким образом, увеличение затрат на какую-либо происходит за счет уменьшения затрат на другую. Для учета этого введем коэффициенты  $q_{ij}$  – доли затрат на  $i$ -ю тему за счет  $j$ -ой.

Также, может оказаться, что преподаются темы вовсе отсутствующие в учебном плане  $m_{N+1}, m_{N+2}, \dots, m_M$ , которые тем не менее имеют свои трудоемкости  $Q_{N+1}, Q_{N+2}, \dots, Q_M$ .

Впрочем, нелишне будет заметить, что преподаватель в качестве причины отклонения процесса обучения от идеала, выбран условно, причина может заключаться в самом учебном плане.

Обозначим через  $X_1, X_2, \dots, X_N$  отклонения от плановых трудоемкостей для каждой темы. Если отклонение положительно, то это означает, что затраты на тему недостаточны, а если отрицательно – имеет место перерасход.

С учетом введенных обозначений сформулируем условие, необходимое для того, чтобы уложиться во временные и финансовые рамки.

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^M q_{ij} \leq 1, j = \overline{1, N}; \\ q_{ij} = 0, j = \overline{N+1, M}. \end{cases} \quad (2)$$

Если условие (2) соблюдается, то суммарное отклонение по всем темам:

$$0 \leq \sum X \leq 1 \quad (3)$$

В идеале:

$$q_{ij} = \begin{cases} 1, (i = j) \cap (i \leq N) \\ 0, (i \neq j) \cup (i > N) \end{cases} \quad (4)$$

При этом  $\sum X = 0$ .

Обозначим через  $q$  матрицу коэффициентов  $q_{ij}$ , через  $Q$  – вектор трудоемкостей и  $X$  – вектор отклонений. Тогда уравнение баланса системы в матричной форме:

$$Q = q \cdot Q + X, \quad (5)$$

или

$$X = (E - q) \cdot Q, \quad (6)$$

где  $E$  – единичная матрица размерности  $M$ .

При этом отрицательные элементы вектора  $X$ , определяемого по (6), свидетельствуют об излишней обработке  $Z_{\text{иобр}}$  и (или) перепроизводстве  $Z_{\text{пер}}$ , а положительные – о браке  $Z_{\text{бр}}$  или, может быть, о простоях в обучении  $Z_{\text{прост}}$ .

Во всех этих случаях минимизация всех этих издержек достигается минимизацией модуля вектора  $X$ .

$$|(E - q) \cdot Q| \rightarrow \min \quad (7)$$

Также следует заметить, что минимизации  $\Sigma X$  недостаточно, поскольку приводит лишь к полному освоению средств на дисциплину, а вовсе не говорит о его правильном распределении и снижении издержек.

### ***Список литературы***

1. Вумек Джеймс П., Джонс Дэниел Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Пер. с англ. – 2-е изд. – М.: Альпина Бизнес Букс. – 2005.
2. Погребняк С.И. LEAN + Training, или бережливое обучение // Управление персоналом. – 2009. – №12. – С. 47–56.