

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА УНИВЕРСИТЕТА

Ю.В. Подповетная

Моделирование является распространенным методом научного исследования. В настоящее время нельзя выделить ни одну область человеческой деятельности, в которой не использовались бы методы моделирования. Значение моделирования состоит в том, что оно делает видимыми скрытые от непосредственного восприятия свойства, отношения, связи объектов, являющиеся значимыми для понимания сущности фактов и явлений. С помощью моделирования можно получить новую информацию об объекте исследования, выявить и изучить те взаимосвязи, которые недоступны для познания другими способами. Разделяя мнение многих ученых, можно сделать вывод о том, что моделирование – это специфический метод познания, который включает в себя построение моделей (или выбор готовых) и изучение их с целью получения новых сведений об изучаемом объекте.

Применение экономико-математического подхода при построении моделей становится в последнее время составной частью наукоемких технологий. Особую роль данный подход играет при моделировании образовательного процесса университета. Это связано с тем, что большинство российских университетов сталкивается с такими проблемами, как слабая маркетинговая стратегия, неприспособленность организационной структуры к условиям рынка и т.п. Кроме того, современный университет активно развивается и появляются проблемы, требующие инновационных решений, введения новых элементов и более рациональных структур.

Рассмотрим применение экономико-математического подхода на примере моделирования образовательного процесса университета.

Одной из немногих работ, посвященных экономико-математическому (эконометрическому) подходу к образованию, является работа П. Хейра «Концептуальные вопросы в анализе высшего образования применительно к России» [6]. В данной работе отмечается, что продукт системы высшего образования состоит из выпускников (по разным дисциплинам и разного уровня) и исследований (статьи, учебники, монографии, патенты и пр.), в то время как факторами производства выступают персонал (академический и неакадемический), оборудование (в которое включаются здания) и люди, поступающие в университет. Это может быть выражено производственной функцией вида

$$R = f(G, S, E, D), \quad (1)$$

где R – продукт образовательной системы; G – количество выпускников; S – персонал; E – оборудование; D – количество абитуриентов, поступающих в университет.

Так как в уравнении (1) проводится объединение (по факультетам университета) нескольких элементов в единое целое, то эта формула предполагает, что ресурсы между факультетами распределены эффективно. Если обозначить индексом i факультет, соответствующая функция для университета, которая заменяет (1), будет иметь вид

$$R = \sum R_i = \sum f_i(G_i, S_i, E_i, D_i). \quad (2)$$

Для того чтобы уравнение (2) можно было рассматривать как производственную функцию, оно должно удовлетворять свойству эффективности, то есть при заданном значении аргументов продукт образовательной системы (R) должен лежать на кривой производственных возможностей – достигать максимума по отношению к другим переменным. Для этого необходимо выяснение целей системы высшего образования.

Цель обычной фирмы на конкурентном рынке заключается в максимизации прибыли. Однако такая аналогия университета с фирмой, с точки зрения целей вузов, недостаточно убедительна. В частности, Е.Джеймс [7] рассматривал университеты как организации, которые стремятся максимизировать некоторую меру полезности, зависящую от престижа университета и набора других переменных, влияющих на их полезность. Престиж, в свою очередь, зависит от основных академических факторов, таких как число выпускников, количество исследований и т. д., а также от качества этих «продуктов». В этой формулировке университет рассматривается в конкурентной среде и цель университета (J) является возрастающей функцией его основных продуктов: обучения и исследования, то есть

$$J = k(G, R). \quad (3)$$

Несмотря на то, что этот подход сформулирован для университета в це-

лом, он может применяться к отдельным факультетам, выпускающим кафедрам университета.

Необходимо отметить, что предположение о том, что производственная функция образования подобна производственной функции других товаров и услуг не всегда верно. Во-первых, исследовательская и преподавательская работа являются скорее взаимодополняемыми факторами, чем взаимозаменяемыми. Следовательно, в некоторых пределах рост персонала (S) может приводить к одновременному росту как количества выпускников (G), так и продукта (R), что противоречит условию гладкости производственной функции. Во-вторых, способность к научно-исследовательской работе и ее производительность обычно неравномерно распределены на факультете или кафедре. Следовательно, отношение между S и R во многом зависит от распределения персонала по исследовательскому, учебному и другим секторам. В-третьих, конечный продукт (производительность) высшего образования и научно-исследовательской деятельности в целом может быть чувствителен к небольшим изменениям в стимулах к научной работе. Это означает, что попытки университетов привлечь лучших исследователей и тем самым поднять престиж практически не увеличивают продукта системы в целом. В-четвертых, имеется важный межвременной аспект в производственной функции образования, который прослеживается в связи между G (числом выпускников) и D (количеством студентов), принятых в конкретном году. Это необходимо принять во внимание, так как в противном случае одна и та же переменная будет играть роль, как фактора производства, так и продукта. Приведенный перечень может быть продолжен. Из приведенных кратких наблюдений очевидно, что, хотя концепция производственной функции может быть применима к высшему образованию, его существенные особенности требуют модификации традиционной формулировки данного понятия [1].

Кроме сказанного выше, важную роль при моделировании образовательного процесса университета играет его бюджетное ограничение, которое имеет следующий общий вид:

$$B = wS + E + c_1R + c_2G + H, \quad (4)$$

где B – бюджетные расходы, состоящие из затрат на персонал wS ; w – соответствующая средняя заработная плата, включающая все виды социального страхования, пенсии и другие выплаты, которые университет выдает своим сотрудникам; E – количество оборудования, выраженное в денежных единицах; c_1R – издержки на исследования R (c_1 – издержки на единицу исследований); c_2G – издержки на подготовку G выпускников (c_2 – расходы на одного выпускника); H – дополнительные расходы университета, не попавшие ни в одну из вышеприведенных категорий (например, обогрев и освещение помещений, ремонт здания и общежития, расходы на центральную библиотеку и компьютерные услуги, научную администрацию и др.) [1].

Резюмируя сказанное, отметим, что задача университета заключается в максимизации целевой функции J (уравнение (3)) при производственной функции (1) и с учетом (4). Таким образом, задача может быть записана в следующем виде:

максимизировать функцию $J = k(R; B)$, с учетом следующих ограничений $R = f(G, S, E, D)$, $B = wS + E + c_1R + c_2G + H$.

Конечно, на практике модель, основанная на уравнениях (1), (3) и (4) должна быть дополнена некоторыми ограничениями на мощности. Другими словами, как бы это ни было прибыльно, количество студентов, посещающих данный университет, не может быть неограниченно увеличено без расширения площадей лекционных аудиторий и других необходимых составляющих образовательного процесса (например, компьютерных и лабораторных классов и т. д.). Исходя из этого, модель образовательного процесса университета должна содержать ограничение вида $D < D^*$, где D^* – максимально возможное число принимаемых студентов (чем, очевидно, ограничено и число выпускников G). Аналогично имеется ограничение на мощности для исследований. Следовательно, при заданном количестве зданий и сооружений существует верхний предел численности персонала, т. е. $R < R^*$, где R^* – верхний предел исследований.

Таким образом, модель, основанная на уравнениях (1), (3), (4) с учетом приведенных уточнений и пояснений иллюстрируют особенности и специфику экономико-математического моделирования образовательного процесса университета.

Библиографический список

1. Буланичев, В.А. Синергетическое моделирование образовательных процессов / В.А. Буланичев, Л.А. Серков. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН; Издательство АМБ, 2007. – 232 с.
2. Кремер, Н.Ш. Эконометрика: учебник для вузов / Н.Ш. Кремер, Б.А. Путко. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 311 с.
3. Маклаков, С.В. Моделирование бизнес-процессов с Vpwin 4.0 / С.В. Маклаков. – М.: Диалог-МИФИ, 2002. – 224 с.
4. Преображенский, Б.Г. Синергетический подход к анализу и синтезу образовательных систем / Б.Г. Преображенский, Т.О. Толстых // Теория университетского управления: практика и анализ. – 2004. – № 3(31). – С. 7–12.
5. Солодова, Е.А. Нелинейные модели в образовании / Е.А. Солодова, Ю.П. Антонов // Нелинейный мир. – 2005. – Т. 3. – № 3. – С. 193–201.
6. Хейр, П. Концептуальные вопросы в анализе высшего образования применительно к России / П. Хейр // Экономика и математические методы. – 1997. – Вып. 1. – С. 92–111.
7. James, E. Decision Processes and Priorities in Higher Education / E. James // The Economics of American Universities: Management, Operations and Fiscal Environment. Albany. – NY: State University of New York Press, 1990.