

**М. Д. Мараева<sup>1</sup>**

аспирант Санкт-Петербургского экономико-математического института РАН

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ И УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ УНИВЕРСИТЕТА НА УРОВЕНЬ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРАВИЛ ФИНАНСИРОВАНИЯ<sup>2</sup>**

### **Введение**

В современном мире увеличивается значение образования как важнейшего фактора формирования нового качества не только экономики, но и общества в целом. Образование, будучи интенсивным фактором экономического роста (Temple, 2001), увеличивает объем человеческого капитала, заключенный в рабочей силе, что повышает производительность труда и обеспечивает переход к более высокому равновесному объему выпуска. Это соответствует неоклассическим моделям роста, учитывающим человеческий капитал (Mankiw, Romer, Weil, 1992). Образование может повысить инновационный потенциал экономики, и знания о новых технологиях, продуктах и процессах будут способствовать росту, что выявлено в теориях эндогенного роста, например (Lucas, 1988). Также образование может способствовать распространению и передаче знаний, необходимых для понимания и обработки новой информации, а также для успешной реализации новых технологий, что ускоряет экономический рост (например, Nelson, Phelps, 1956).

В современной экономике — глобальной и постиндустриальной — именно университеты создают критическую массу талантов для динамической конкурентоспособности страны. Поэтому система высшего образования — ключевой фактор успеха страны.

По нашему мнению, главная проблема университетов России — низкая исследовательская составляющая. Представляется, что финансирование играет большую роль в формировании стратегии университета. В связи с тем что показатели качества высшего образования регрессируют с каждым годом, можно сделать вывод, что ни сметный, ни нормативный подушевой механизм не способствуют формированию исследовательской стратегии университета. Прямым следствием является продолжающееся снижение качества образования.

Существующие механизмы финансирования требуют значительной модернизации во многих странах, и центральное место в современных исследованиях

---

<sup>1</sup> Эл. адрес: m.maraeva@gmobis.com

<sup>2</sup> Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2011 г.

проблем образования занимают качественные показатели деятельности университетов. Важнейшим критерием качества выступает исследовательская деятельность университетов. Исследование Шаттока (Shattock, 2002) свидетельствует, что университеты, которые проводят хорошие исследования, имеют высокие показатели и в образовательной деятельности. С другой стороны, трудно проследить, по мнению Шаттока, что именно происходит в тех университетах, которые не находятся в десятке лучших. Однако очевидно, что в университетах, где не ведутся исследования, о высоком уровне образования говорить не приходится (Shattock, 2002).

В США и Западной Европе стратегия высокого качества обучения и исследований является определяющей для университетов. Обычно исследователи считают, что сильные студенты предпочтут университет с более сильными преподавателями. Идея выбора и конкуренции в образовании была предложена в работе Фридмана (Friedman, 1962). Она заключается в том, что родители, заинтересованные в успехах своих детей, будут искать лучшие школы и университеты. Такое давление со стороны спроса приведет к тому, что у каждой школы и университета будет стимул повышать качество образования. Эти стимулы будут толкать школы и университеты к тому, чтобы в дополнение к хорошим программам обучения они обеспечивали наличие высококвалифицированных сотрудников.

Однако инновационные образовательные программы и качественные исследования часто рассматриваются как источник конфликтов в пределах университетов, взятых как совокупность. Частично это происходит из-за индивидуальных стимулов преподавателей. Для них исследование и обучение чаще всего взаимозаменяемые стратегии. Кроме того, во многих системах образования преподаватели извлекают выгоду из широких полномочий в распределении своего рабочего времени. Таверниер и Уилкин (Tavernier, Wilkin, 2001) показывают, что преподаватели действительно используют эту возможность в большой степени. Соответственно, фактическое распределение их времени является в значительной степени вопросом стимулов.

Ввиду важной роли, которую играют университеты в экономике знания, особенно там, где они поддержаны общественным финансированием, удивительно, что связь между типом финансирования системы образования и отношениями образовательной и исследовательской стратегиями, которые предпринимают университеты, не была исследована детально. Дел Рэй (Del Rey, 2001) изучает двухпериодную игру между двумя университетами, которые выбирают распределение фондов между обучением и исследованиями. В ее модели достижения в обучении и качественные исследования входят в функцию полезности университета, и финансирование положительно связано с числом студентов. Она изучает баланс между исследованием и обучением как функцию правил финансирования. Однако главная особенность ее анализа — предположение, что преподаватель и государство разделяют одну и ту же цель. Существует единственное асимметричное равновесие, которое может смещаться в зависимости от предпочтений, технологий и удельного веса исследовательской и образовательной компоненты в финансовом потоке. Выделяются четыре типа равновесия: когда университет выбирает полностью исследовательскую стратегию, когда доминирует общеобразовательная стратегия, и две ситуации, когда они распределяются с определенными удельными весами. Тем не менее в цитируемой работе недостаточно внимания уделяется проблеме стимулирования и мотивации деятельности преподавателя, что, по нашему мнению, является значимым компонентом моделей финансирования университетов.

Позже Гатьер и Воузи (Gautier, Wauthy, 2007) в исследовании, дополняющем работу (Del Rey, 2001), рассматривают возможные исходы мотивационных схем

как инструмента повышения эффективности в пределах единственного университета и противопоставляют два вида соотношений между образовательной и исследовательской стратегиями. Эти авторы в математической модели акцентируют внимание на том, что при отсутствии достойных стимулов к исследовательской деятельности преподаватели не заинтересованы в ней и предпочтут образовательную деятельность. Однако при таком положении качественный показатель образования будет падать.

Де Фрайя и Иосса (De Fraja, Iossa, 2002) показывают, что увеличение количества студентов и ограниченное число исследовательских университетов способствуют формированию университетов со стратегией, в первую очередь обучения.

Биз и др. (Beath et al., 2011) основное внимание уделяют «напряженным отношениям» между чистыми и прикладными исследованиями при обязательных ограничениях бюджета. Однако обучающую сторону работы преподавателей они не рассматривают.

В настоящей статье мы строим и исследуем модель, которая показывает, как научно-исследовательский компонент в деятельности преподавателей университетов влияет на показатели качества образования, выраженные в уровне квалификации выпускников.

### Постановка и анализ модели

**Профессора.** Профессора в предложенной модели эквивалентны преподавателям в российской системе образования. Рассмотрим университет, в котором количество профессоров постоянно и все они нанимаются на постоянный срок, — модель постоянного найма, т. е. количество профессоров постоянно. Пусть главным источником финансирования выступает государство. Каждый профессор имеет определенный уровень квалификации, который определяет его возможности в обучении студентов —  $S_t$ , в период  $t$ ,  $t = 1, 2, \dots$ , причем  $0 \leq S_t \leq 1$ .

Профессора в каждый период времени занимаются преподавательской и исследовательской деятельностью и получают дифференцированную плату за преподавание и исследование —  $p_t$  и  $p_r$  соответственно. Примем общее время работы профессора за 1. Оно состоит из времени, которое профессор тратит на преподавание и на исследования,  $t$  и  $r$  соответственно:

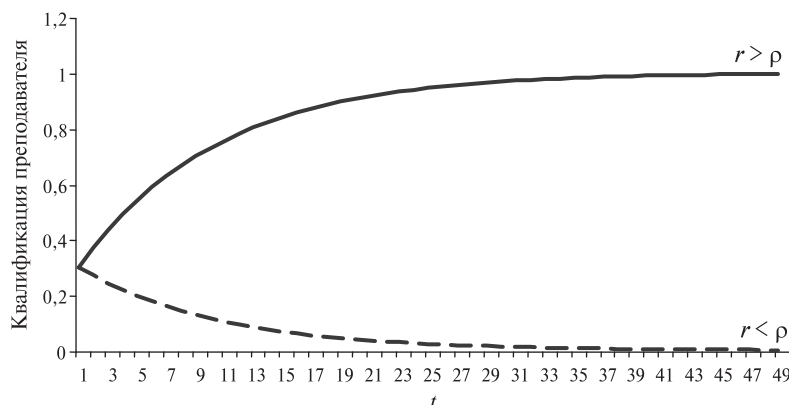
$$T = t + r = 1.$$

Модель предполагает, что чем больше времени профессор тратит на исследования, тем быстрее растет его квалификация, т. е. посредством исследований профессор получает новые знания в своей научной области и способен обучить студентов более качественно, так, что их знания будут соответствовать современным требованиям. Однако если профессор вообще не занимается исследованиями, его квалификация постепенно снижается, поскольку его знания в научной области устаревают, и он не способен обучать студентов на соответствующем уровне. Для того чтобы квалификация профессора в следующем периоде не снижалась, ему каждый период необходимо тратить время  $\rho$  на поддержание квалификации на уровне не ниже предыдущего значения.

Графически динамика изменения квалификации представлена на рисунке.

В случае если профессор тратит больше времени на исследования, чем ему необходимо для поддержания своей квалификации, т. е.  $r \geq \rho$ , то его квалификация растет, асимптотически приближаясь к 1. При этом темпы роста квалификации тем выше, чем больше времени тратится на исследования.

В противном случае, если профессор недостаточное время уделяет исследованиям, —  $r \leq \rho$ , его квалификация снижается, асимптотически приближаясь



**Рис. Динамика изменения квалификации преподавателя в зависимости от соотношения времени, затрачиваемого на исследования, и порогового уровня к 0.** Аналогично, темп падения квалификации тем ниже, чем меньше времени уделяется исследовательской деятельности.

Уравнение динамики квалификации преподавателя имеет вид

$$S_{t+1} = \begin{cases} S_t + (r - \rho)(1 - S_t), & r \geq \rho \\ (1 + r - \rho)S_t, & r \leq \rho \end{cases}.$$

Предположим, что моментная полезность  $U_t$  профессора в период  $t$  определяется получаемым в тот же период доходом  $I_t$ :

$$U_t = I_t.$$

Общая функция полезности имеет вид дисконтированной суммы моментных полезностей с бесконечным временным горизонтом:

$$U = \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t U_t,$$

где  $\delta \in (0; 1)$  — коэффициент дисконтирования.

Предположим, что доход преподавателя зависит от того, сколько времени он тратит на преподавание и исследования, и от того, в каком объеме ему оплачивают эти виды деятельности, а также от его текущей квалификации, так как при прочих равных условиях преподаватель более высокого уровня должен получать более высокую заработную плату. К примеру, в НИУ ВШЭ преподаватель, который пишет статьи в зарубежные журналы, получает существенную надбавку.

Моментная функция полезности профессора, которая определяется его доходом, имеет вид

$$U_t = I_t = (p_t t + p_r r) S_t.$$

При прочих равных условиях цель профессора — максимизировать общую полезность, выбирая долю времени  $t$ , которую он готов потратить на преподавание (оставшееся время он тратит на исследования,  $r = 1 - t$ ).

$$U_\delta = \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t U_t \rightarrow \max.$$

**Студенты.** Ежегодно в университет поступают студенты, которые отличаются уровнем знаний. Предположим для простоты, что абитуриенту не важна информация о квалификации профессоров университета — его прежде всего интересует, насколько квалифицированных специалистов выпускает вуз, поэтому его выбор определяется прежде всего качеством выпускников данного университета, поэтому существует зависимость между поступающим и выпускником предыдущего периода.

Также предположим, что абитуриент, поступающий в вуз, имеет начальные знания  $\bar{a}$  в области, в которой он хочет стать специалистом. Средний уровень начальной квалификации абитуриента предполагает его начальные знания в выбранной специальности: к примеру, абитуриент, изучавший экономику в школе, владеет базовыми понятиями экономики. Чем выше квалификация выпускников данного университета, тем выше будет конкурс при поступлении и, соответственно, тем более способные студенты будут там учиться. Полагаем, что начальная квалификация студента — выпуклая комбинация между средними способностями абитуриентов и уровнем квалификации выпускников в предыдущем периоде:

$$a_{t+1}^0 = (1 - \beta)\bar{a} + \beta a_t^1,$$

причем коэффициент  $\beta$  ( $0 < \beta < 1$ ) отражает, насколько сильно квалификация выпускника влияет на уровень поступивших студентов;  $a_t^0$  — средний уровень способностей поступающего в университет,  $0 \leq a_t^0 \leq 1$ ;  $a_t^1$  — средняя квалификация выпускника университета,  $0 \leq a_t^1 \leq 1$ ;  $\bar{a}$  — средний уровень начальной квалификации абитуриента.

Предположим для простоты, что  $\bar{a} = 0$ , следовательно  $a_{t+1}^0 = \beta a_t^1$ .

Пусть за время обучения в университете студент имеет возможность взаимодействовать — слушать курсы, писать курсовые, дипломные работы — с профессорами. Определим зависимость знаний выпускника следующего периода от знаний поступающего данного периода и квалификации профессора.

Профессор, имея квалификацию  $S_t$ , способен обучить студента и повысить его уровень знаний  $a_t$  до уровня, не превышающего его собственной квалификации, т. е. в данной модели студент не может после университета разбираться в предмете, которому его обучают, лучше, чем преподаватель. Квалификация выпускника — это выпуклая комбинация между способностями поступившего абитуриента и квалификацией преподавателя:

$$a_{t+1}^0 = a_t^0(1 - \alpha) + S_t\alpha,$$

где  $\alpha$  — коэффициент, оценивающий способность профессора передавать знания студенту, причем преподаватель тем лучше обучает студента, чем большую долю своего времени тратит на преподавание, а именно:

$$\alpha = f(t), \quad \frac{df}{dt} \geq 0, \quad \alpha \in [0; 1].$$

Для простоты предположим, что функция  $f(t)$  линейная и имеет вид:  $f(t) = t$ , так как если преподаватель тратит все время на преподавание, т. е.  $t = 1$ , то параметр принимает максимальное значение  $\alpha = 1$ , и наоборот, если преподаватель не тратит времени на преподавание, то уровень студентов не повышается вообще.

Очевидно, верно следующее соотношение:

$$a_t^0 \leq a_t^1 \leq S_t.$$

Преобразуя формулы, приведенные выше, приходим к выводу, что знания выпускника следующего периода выражаются следующим образом:

$$a_{t+1}^0 = [(1 - \beta)\bar{a} + \beta a_t^1](1 - \alpha) + S_t\alpha = (1 - \alpha)\beta a_{t-1}^1 + \alpha S_t.$$

В модели главная цель государства в образовательной политике — повысить качество образования. Пусть функция общественной полезности имеет вид

$$W_t = S_t r + a_t^1 \rightarrow \max.$$

Данная функция включает квалификацию профессора, время, которое он тратит на исследования, уровень знаний выпускника. Таким образом, она включает результаты научных исследований профессора, выраженные в его квалификации и знаниях, которые он в соответствии со своей квалификацией смог передать выпускнику.

Общество максимизирует полезность при высокой доле качественных исследований и высоком уровне знаний выпускников. Квалифицированные профессора могут дать хорошие знания студентам, поэтому качество образования возрастает. Таким образом, максимизация качества образования достигается при проведении исследований профессорами и передаче полученных знаний студентам.

Данная модель позволяет найти определенное соотношение между  $t$  и  $r$ , при котором функция общественной полезности достигает максимума, уровень знаний поступающих и выпускников растет, и способности профессора также растут в динамике в зависимости от входных данных модели. В качестве входных данных выступают: средний уровень способностей поступающего, средний уровень квалификации выпускника и квалификация профессора.

Таким образом, данная модель показывает, что для повышения качества образования профессор должен заниматься исследованиями, причем тратить на них время не менее критического минимума,  $r \leq \rho$ . Только профессор-исследователь может дать студенту знания высокого уровня.

#### Эмпирическая проверка гипотез теоретической модели

Далее попытаемся эмпирически проверить теоретические предпосылки модели. Некоторые параметры модели затруднительно оценить для России в современных условиях, такие как распределение времени профессора на преподавание и исследования в зависимости от оплаты соответствующей области труда. Это объясняется тем, что существующий государственный механизм финансирования системы образования в России строится по сметному принципу и не учитывает данную диверсификацию. Эта неохваченная область представляет перспективу для дальнейшего исследования. Здесь мы попытаемся оценить остальные параметры модели, такие как:

- 1) начальная квалификация абитуриента, оцениваемая как средний балл по ЕГЭ;
- 2) научно-исследовательская компонента профессором, выраженная в интегральном показателе научной деятельности вузов;
- 3) квалификация выпускника, оцениваемая с помощью информации о проценте выпускников, работающих по специальности, средней заработной плате выпускников, работающих по специальности и не по специальности.

Изначально мы выбрали для исследования экономические вузы, так как параметры модели должны оцениваться по-разному в зависимости от области знаний. Поскольку экономические знания устаревают быстрее математических и общетехнических, то в экономических университетах профессора для поддержания и повышения своей квалификации должны чаще писать статьи и больше заниматься исследованиями, чем, к примеру, в технических университетах.

Нам хотелось бы определить, как связаны между собой способности абитуриента перед поступлением и квалификация выпускника университета в зависимости от уровня преподавателей, которые его обучали. В качестве переменной, описывающей средний уровень способностей абитуриента, логично использовать средний балл по ЕГЭ поступающего. Интегральный показатель цитирования примем за параметр, отражающий, насколько профессионален преподаватель в данном вузе. Переменная  $EGE$  — средний балл поступившего в вуз по ЕГЭ, переменная  $INTER$  — интегральный показатель цитирования. Квалификацию выпускника можно определить как средний процент выпускников, устроившихся

работать по специальности (*WORK\_SPEC*), так и используя средние заработные платы выпускников, устроившихся работать по специальности (*SALARY\_SPEC*) или не по специальности (*SALARY\_NONSPEC*), которые являются ранговыми.

Мы построили несколько регрессий, чтобы выявить зависимости между основными регрессорами, но модели оказались незначимыми и не дали нам нужных результатов.

Можно было бы предположить, что талант поступающего в университет абитуриента не оказывает влияния на квалификацию выпускника, так же как и квалификация преподавателя, выраженная индексом цитирования. Однако, возможно, такой результат имеет место потому, что искомая связь имеет более сложную структуру и не может быть выявлена обычной линейной регрессией. Для проверки наших гипотез попробуем специфицировать модель несколько по-иному.

Хотелось бы показать, что профессор, имеющий высокую квалификацию, — в данном случае она оценивается с помощью индекса цитируемости, — дает студентам качественные знания, что увеличивает их конкурентное преимущество на рынке труда. Также следует проверить, что абитуриент, имеющий более высокий балл ЕГЭ и взаимодействующий в процессе обучения с высококвалифицированным профессором, в будущем будет получать более высокую заработную плату. Для того чтобы выявить эту взаимосвязь, введем новый показатель  $INTERI = INTER * EGE$ . Данное преобразование несет в себе особый экономический смысл, новый показатель отражает взаимосвязь взаимодействия студента и преподавателя, т. е. студент с высоким баллом по ЕГЭ, обучающийся у преподавателя с высоким индексом цитируемости, будет получать более высокую конкурентную заработную плату. Покажем, почему это так.

Предельный эффект от баллов по ЕГЭ на квалификацию выпускника  $Y$  будет зависеть в том числе от квалификации профессора *inter*.

$$\begin{aligned} Salary\_spec &= \alpha + \beta * ege + \xi \\ Y &= \alpha + \beta X + \xi \\ \beta &= f(inter). \end{aligned}$$

В нашем случае функция имеет простой вид:

$$Y = \alpha + \beta * inter * ege + \xi.$$

Предельный эффект от балла по ЕГЭ в этом случае положительно зависит от индекса цитирования, т. е. чем выше квалификация преподавателя, тем сильнее влияние среднего балла по ЕГЭ на квалификацию выпускника:

$$Y'_{ege} = \beta * inter.$$

Далее анализируем, как новый интегральный показатель влияет на конкурентную заработную плату выпускников, работающих по специальности, и строим модель в соответствии с описанными изменениями. Модель оказалась значимая на 1%-ном уровне. Коэффициент бета оказался значимо больше нуля, что подтверждает выдвинутую гипотезу. Если профессор с высокой квалификацией работает с сильным абитуриентом и передает ему свои знания и навыки, то впоследствии заработная плата выпускника будет выше. То есть существует связь, которая выражается в том, что более талантливый абитуриент будет в итоге более квалифицированным специалистом, но эта связь будет иметь место только тогда, когда преподаватель в вузе обладает соответствующей квалификацией и в процессе обучения способен развить талант абитуриента.

Таким образом, эмпирическое исследование подтверждает предпосылки теоретической модели: преподаватель с высокой квалификацией, взаимодействуя с сильным абитуриентом, передавая ему свои знания, развивает его способности, и на выходе мы получаем квалифицированного выпускника, который претендует на высокий уровень заработной платы, что и отражает качество его образования.

### Заключение

Реформирование экономики образования, в частности высшего, является приоритетным направлением государственной политики. Описанная в данной статье модель показывает, что увеличение объема финансирования научной деятельности профессором будет способствовать повышению качества образования и повлечет за собой рост конкуренции в преподавательской среде, что также будет благоприятным как для общества, так и для экономики в целом.

В разных областях образования исследовательская деятельность, безусловно, может оцениваться по-разному. Эта проблема в модели решается изменением входных параметров, поэтому ее можно применить к разным областям науки, для каждой из которых определить равновесное соотношение времени на исследование и преподавание.

Нами были проанализированы существующие механизмы финансирования высшего образования, выделены положительные и отрицательные стороны, рассмотрены взгляды зарубежных исследователей на вопросы финансирования университетов. Описанная в данной статье модель показывает, что повышение качественных показателей образования непосредственно связано с научно-исследовательской деятельностью преподавателей университетов. Такого рода деятельность в настоящее время в России недостаточно финансируется, у преподавателей отсутствует достойная мотивация заниматься исследованиями и передавать полученные знания и научные результаты своим ученикам.

Реформирование механизма финансирования высшего образования России должно быть нацелено на повышение качественных показателей образования и уровня инновационной активности, необходимым условием является расширение доли средств, выделяемых на научные исследования в университетах, и разработка системы достойной финансовой мотивации преподавателей университетов.

По нашему мнению, норматив бюджетного финансирования должен напрямую зависеть от инновационной составляющей университета и должен быть дифференцирован в зависимости от научной компоненты в деятельности университета. Данный подход позволит качественно повысить уровень современного российского образования и сделать его конкурентоспособным в мире.

### Источники

*Beath J., Poyato-Theotoky J., Ulph D.* University Funding systems and their Impact on research and teaching // Economics Discussion Papers. Kiel Institute for the World Economy. 2011. N 1.

*Del Rey E.* Teaching versus research: a model of state university competition // Journal of Urban Economics. 2001. Vol. 49.

*Friedman M.* Capitalism and freedom. Chic., 1962.

*Gautier A., Wauthy X.* Teaching versus research: a multi-tasking approach to multi-department universities // European Economic Review. 2007. Vol. 51. N 2.

*Fraja G. De, Iossa E.* Competition Among Universities and the Emergence of the Élite Institution // Bulletin of Economic Research. 2002. N 54.

*Lucas R.* On the mechanics of economic development // Journal of Monetary Economics. 1988. N 22.

*Mankiw G., Romer D., Weil D.* A contribution to the empirics of economic growth // Quarterly Journal of Economics. 1992. N 2.

*Nelson R., Phelps E.* Investment in humans, technology diffusion and economic growth // American Economic Review. 1956. N 2.

*Shattock M.* Re-Balancing Modern Concepts of University Governance // Higher Education Quarterly. 2002. N 3.

*Tavernier M., Wilkin L.* Le Budget temps des Professeurs d'Université: Une Enquete Exploratoire. The Strategic Analysis of Universities: Microeconomics and Management Perspectives. Université Libre de Bruxelles, 2001.

*Temple J.* Education and economic growth // Department of Economics, University of Bristol, 2001.