

# МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ЭКОНОМИКЕ

## MATHEMATICAL METHODS IN ECONOMICS

УДК 33:37  
ББК 65.497.4  
Р 59

**А.Ф. Рогачев**

*Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой математического моделирования и информатики Волгоградского государственного аграрного университета, г. Волгоград. Тел.: (8442) 41 17 74, e-mail: Rafr@mail.ru.*

**М.П. Протюк**

*Старший преподаватель кафедры математического моделирования и информатики Волгоградского государственного аграрного университета, г. Волгоград. E-mail: maria\_protsuk@mail.ru.*

### ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ЭКОНОМИКЕ ЗНАНИЙ

*(Рецензирована)*

**Аннотация.** В статье рассмотрены проблемы моделирования экономической эффективности в экономике знаний; получены аналитические зависимости на основе компромиссного подхода; представлены варианты инновационных подходов к реализации образовательного процесса по технологии сервера терминалов.

**Ключевые слова:** экономико-математическое моделирование, экономика знаний, образовательные технологии, сервер терминалов.

**A.F. Rogachev,**

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Informatics and Mathematical Modeling Department, Volgograd State Agricultural University, Volgograd. Tel.: (8442) 41 17 74, e-mail: Rafrmailto:ermolenko\_alex@inbox.ru@mail.ru.*

**M.P. Protsyuk,**

*Senior Lecturer of Informatics and Mathematical Modeling Department of Volgograd State Agricultural University, Volgograd. E-mail: maria\_protsuk@mail.ru.*

### PROBLEMS OF ECONOMIC EFFICIENCY MODELING IN THE KNOWLEDGE ECONOMY

**Abstract.** The paper discusses the problem of economic efficiency modeling in the knowledge economy. The author has obtained the analytical data based on a compromise. The options for innovative approaches to the implementation of the educational process on the terminal server technology are presented.

**Keywords:** economic and mathematical modeling, knowledge economy, educational technology, the terminal server.

Сравнительно новое и стремительно развивающееся направление экономики — экономика знаний — сталкивается с рядом методологических проблем, обусловленных, прежде всего, специфическим объектом ее изучения.

Основная проблема подготовки и переподготовки высококвалифицированных экономистов для различных отраслей промышленности обусловлена быстро меняющимися условиями в процессе рыночных преобразований и возрастающим потоком новой информации [1].

Целью данной статьи является поиск аналитических выражений для оценки стоимостных соотношений в экономике знаний на основе методологии компромиссного анализа [2] и выявления резервов экономии в этой сфере.

Экономика знаний, понимаемых как продукт научной и образовательной деятельности, характеризуется своими специфическими особенностями. В процессе развития человечества, перехода к эпохе экономики знаний эта сфера деятельности интенсивно развивается и приобретает все более важное значение в жизни современного общества [3]. В то же время формирование экономики знаний как научной отрасли и учебной дисциплины связано с рядом принципиальных проблем. В теоретическом и прикладном аспектах все еще требуют разрешения проблемы, связанные с оценкой как вклада в национальное богатство, так и обоснования вознаграждения труда ученых и педагогов [4]. В работе [3] отмечен ряд характерных особенностей экономики знаний, основными из которых являются:

- широкое многообразие форм и видов знаний;
- внутренние неоднородность и дискретность продукта-знания;
- особенности процессов производства и потребления знаний.

Перечисленные особенности во многом определяют специфику функционирования экономики знаний и, соответственно, рынка образовательных услуг.

Одной из ключевых проблем экономики знаний как объекта изучения и моделирования является сложность и неотработанность методических подходов. Некоторые исследователи, среди которых необходимо отметить проф. В.А. Кардаша, принимают, что объектом купли-продажи являются востребованные на рынке приращенные знания [2], поэтому измерять и оценивать необходимо именно приращение знаний. Знания как основа инновационной деятельности структурируются прежде всего по формам представления: лицензии, проекты, патенты, научные публикации, теоремы, формулы и др.

Можно рассматривать приращенные знания как товары в некоторой условной упаковке: новые формулы, теоремы, патенты, алгоритмы, программы, страницы научного текста, знания, компетенции и навыки выпускника вуза. Такие дискретные неделимые объекты, несущие приращенные знания, в работе [2] предложено называть «квантами знаний». Последние будем обозначать через  $Y^0$ , где индекс 0 означает, что квант знания практически неделим. Переходя к численному измерению и оценке знаний, новые знания можно моделировать, как дискретную переменную величину.

Для рыночной экономики ключевым является соотношение между затратами и минимально необходимой нормой добавленной стоимости. Применительно к экономике знаний это соотношение можно рассматривать между затратами на приращение знания и добавленной стоимостью, которую получают в результате внедрения этих знаний в отраслях экономики. Каждый квант создаваемого знания характеризуется своей индивидуальной величиной упомянутого соотношения, которая определяет его рыночную стоимость и цену, что будем обозначать коэффициентами  $\phi$ , характеризующими трансформацию входа и выхода рассматриваемого процесса. По аналогии с ценами потребительских товаров необходимо дифференцировать цены различных квантов приращенных знаний: реализованных в форме новой теоремы,

базы данных или программы для ЭВМ. Впоследствии можно рассматривать только результаты их тиражирования либо имитации инноваций. Отсюда следует, что цены на различные кванты создаваемых знаний должны быть индивидуализированы.

Введение описанной выше системы измерения приращений квантованных знаний позволяет применить к анализу стоимостных соотношений в экономике знаний известные модели компромиссно-равновесного рынка.

Специфика сферы экономики знаний определяется тем, что процессы создания и воплощения знаний в конкретных видах деятельности, как правило, отделены друг от друга многочисленными этапами; существенно разнятся по технологиям и экономической сущности и в большой степени неопределенны по результатам, поэтому процедура формирования моделируемой стоимости знания является случайным процессом, усложненным растянутостью во времени и секторам экономики. Следовательно, рыночная цена реализации знания как продукта на всех этапах его движения к конечному потребителю не может быть основана на простом согласовании экономических интересов производителя и потребителя, что усложняет процессы функционирования рынков и формирования стоимости знаний по этапам.

Рассмотрим особенности рынков знаний на начальном и на конечном этапах, характеризующих их создание и воплощение в инновации. Можно принять допущение, что кванты новых знаний, поступающих на рынок, характеризуются следующими параметрами:

— суммарной стоимостью  $A$  материальных затрат на создание кван-

та приращиваемых знаний без учета затрат труда (материальные затраты в общем объеме финансирования соответствующих работ);

— суммой нормальной добавленной стоимости  $D'$ , минимально необходимой для конкурентоспособности на рынке создаваемых знаний.

Последняя величина может быть рассчитана по методике проф. В.А. Кардаша, изложенной в [2], абстрагируясь от проблем цены капитала в форме уникального научного оборудования и оценки специфических особенностей труда исследователей и педагогов, следующим образом: минимально необходимая сумма добавленной стоимости, при которой деятельность по созданию данного кванта приращиваемых знаний становится конкурентоспособной на рынке создаваемых знаний, определяется зависимостью:

$$D' = \mu G + \nu T, \quad (1)$$

где  $G$  — основные средства, задействованные на период создания данного продукта—знания, в стоимостном выражении;

$T$  — затраты труда, в человеко-часы;

$\mu$  — норма прибыли на капитал в основных средствах в данной экономической сфере;

$\nu$  — норма оплаты одного труда в этой сфере, человеко-часы.

При использовании методов компромиссного анализа в расчетах стоимостных соотношений на рынке создаваемых знаний, когда конкурентоспособность определяется нормой добавленной стоимости, формулы расчетов основных параметров компромиссного состояния принимают вид [1]:

$$D = \frac{D'_{\partial cm}}{4} \left( 1 + \sqrt{1 + 4 \frac{\alpha^0}{D'_{\partial cm}}} \right)^2; \quad (2)$$

$$\varphi = \frac{D'_{\partial cm}}{D} = \frac{4}{\left( 1 + \sqrt{1 + 4 \frac{a}{\mu_0 g_j + s_j}} \right)^2}. \quad (3)$$

Принимая  $aY^0 = A$ , рассчитывают коэффициент  $\varphi$  и сумму  $D'$  стоимости одного кванта данного продукта-знания на компромиссно-равновесном рынке знаний. Цену кванта знаний можно рассчитать и по формуле (4) с заменой удельных затрат  $c$  на сумму материальных затрат  $A$ :

$$P^* = A + A \frac{\sqrt{\varphi}}{1 - \sqrt{\varphi}}. \quad (4)$$

Рассчитаем цену на единицу продукта-знания, в качестве которой принят один квант приращенных знаний. Общую стоимость  $D$  мы также определяем в расчете на реализацию одного кванта знаний, поэтому имеем:

$$D = Y^0 P^* = 1P^*, \quad D = P^*. \quad (5)$$

Подставив в равенство (5) выражения  $P^*$  из (4) и  $D$  из (3), можно убедиться в тождестве этих выражений при значениях  $Y^0 = 1$  и  $a = A$ .

$$P_1^* = A_1 \frac{1}{1 - \sqrt{\varphi_1}}, \quad \varphi_1 = \frac{4}{\left(1 + \sqrt{1 + 4 \frac{A_1}{D_1}}\right)^2}, \quad (6)$$

где  $D_1' = \mu J_1 + \nu T_1$ ;  $D_1^* = P_1^*$  — стоимость финансирования проекта заказчиком и его цена как кванта ожидаемых покупателем знаний.

Наибольшая неопределенность, связанная с опережением рыночной реализации знаний по отношению к их конечному потреблению и проявлению их истинной стоимости, имеет место на этапе создания и воплощения знаний, что особенно характерно для фундаментальных исследований, например, в рамках грантов РФФИ.

Отмеченную неопределенность на этапе создания знаний можно учесть введением вероятности получения результата и расчетной добавленной стоимости  $D_1'$ .

Рассчитанные таким образом стоимостные соотношения отражают экономическое положение сектора создаваемых знаний в общей экономической среде, если норматив добавленной

На первичном рынке знаний, например, при конкурсах на получение научных грантов, где заключаются договоры на научные разработки, основная конкуренция разворачивается между научными подразделениями, коллективами, отдельными исполнителями по поводу привлечения финансовых средств. Заказчик-покупатель формулирует свои условия, а каждый участник конкурса — производитель-продавец создаваемых знаний — выдвигает свои условия относительно необходимых средств на выполнение проекта. В этом случае в результате по проекту можно установить согласованные условия по средствам на его выполнение в размере основного капитала в сумме  $J_1$ , труда в количестве  $T_1$  и текущих материальных затрат в сумме  $A_1$ .

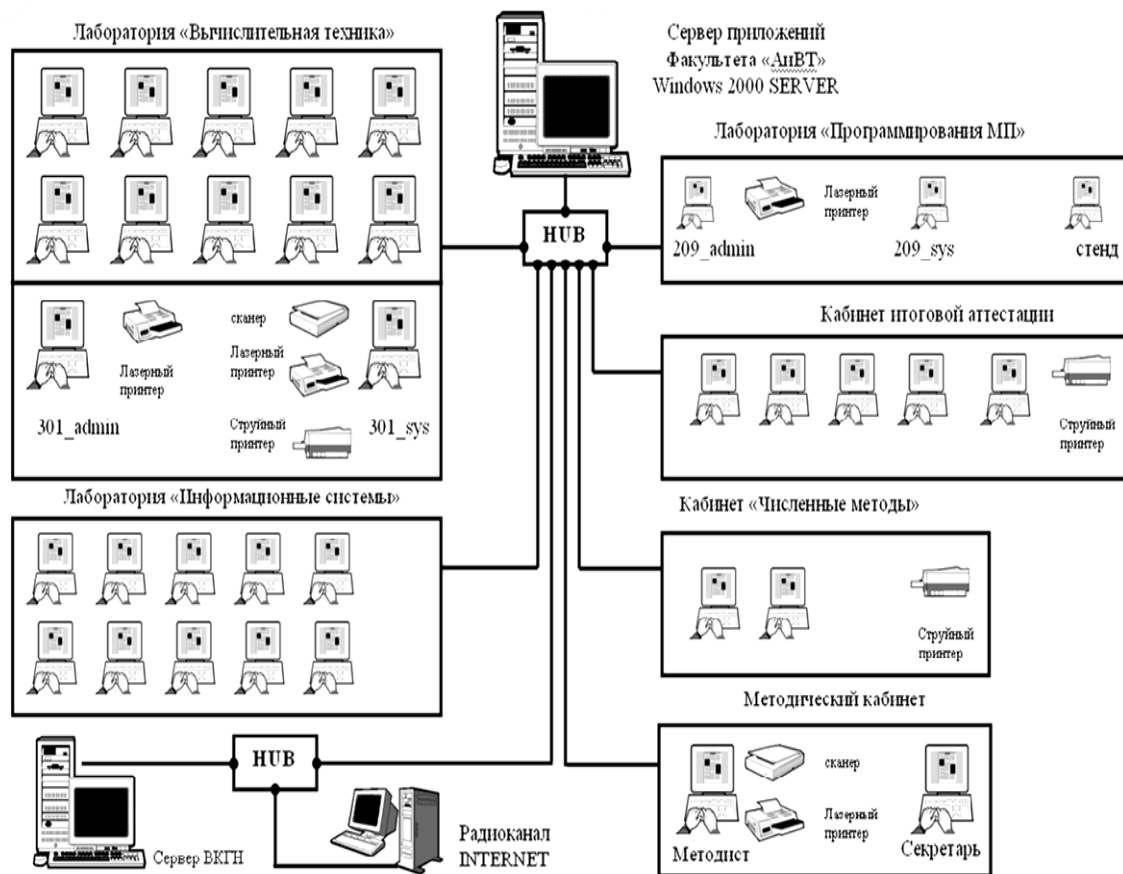
Считается, что сроки выполнения проекта также учтены в условиях соглашения. В этом случае компромиссно-равновесная цена первичного рынка знаний определяется по формуле:

стоимости  $D'$  рассчитывается из условий конкурентоспособности сектора создаваемых знаний на общем рынке товаров.

Рассмотрим специфические особенности образовательных технологий на основе сервера терминалов, позволяющих существенно снизить значение нормативов добавленной стоимости  $D'$ . Наряду с традиционными образовательными технологиями, задачу подготовки и переподготовки кадров можно решать, используя модельные тренажеры или имитаторы экономических процессов, базирующиеся на технологии сервера терминалов и локальной компьютерной сети. Система представления и контроля усвоения знаний, включая способности и умения применять полученные знания в различных проблемных ситуациях, должна строиться как на основе оперативной обратной связи, заложенной как в текст обучающего материала, так

и в возможности оперативного обращения к преподавателю, а также отсроченного контроля, например, при тестировании. Такие системы базируются на компьютерных технологиях, требующих

достаточно высокую пропускную способность телекоммуникационных каналов передачи и обработки информации (рис. 1).



**Рисунок 1. Организация инструментальной поддержки ДО с использованием локальной сети на основе сервера терминалов**

Для организации инструментальной поддержки образовательного процесса, в том числе дистанционного обучения (ДО), в качестве базовой основы может использоваться сервер терминалов (Terminal Server), реализуемый на основе IBM-совместимой платформы под управлением операционной системы (ОС) Windows 2012 Server [3]. Эта ОС представляет собой программный комплекс, обеспечивающий новую систему организации взаимодействия компьютеров для обеспечения учебного процесса. На компьютерах Клиентов достаточно установить только ОС, например семейства Windows. Все необходимые для организации учебного процесса программы и приложения — модельные тренаже-

ры, программы тестирования знаний, офисные пакеты, включая клиенты электронной почты, базы данных — размещены на общем высоконадежном и производительном сервере, а пользователи работают в единой среде сервера терминалов.

Проведенный анализ [1] выявил следующие отличия такого подхода, способствующие существенному снижению уровня затрат:

- устраняется необходимость постоянной модернизации компьютерного оборудования учебного заведения и Клиента, ограничиваясь обновлением конфигурации и комплектующих только сервера;

- персональная клиентская лицензия сервера терминалов на каждого

отдельно взятого пользователя, которая позволяет осуществлять подключение с любого удаленного терминала как через интрасеть, так и через Интернет;

— низкая нагрузка на телекоммуникационную структуру УЗ и Клиента;

— возможность использования на стороне обучаемого альтернативной, более дешевой, операционной системы, имеющей для подключения к удаленному Рабочему столу Windows (например, ОС Linux).

При этом в системе терминалов визуально не наблюдается каких-либо запаздываний в процессе работы, позволяющих визуально выявить такой способ организации вычислительного процесса, вследствие чего описанная система может быть рекомендована для организации эффективного учебного процесса по различным формам обучения, включая ДО.

Использование рассмотренного инновационного подхода за счет низких затрат на организацию компьютерных сетей позволяет получить информационно-технологический и экономический эффекты, снижая величину  $D'$  — сумм нормальной добавленной стоимости.

Зависимости (4) — (6) стоимостных соотношений для компромиссно-равновесных рынков знаний содержат некоторое число моделирующих параметров, оценки численных значений которых возможны на основе реальных статистических данных. Наибольшую

значимость в прикладных расчетах имеет погрешность определения параметров  $D'$ -сумм нормальной добавленной стоимости от применения соответствующего кванта приращенных знаний. Очень важна верификация такого рода информации на конкретных материалах. Расчеты конкретных  $D'$  по зависимости (1) для первичного рынка знаний требуют надежного обоснования параметров  $\mu$  и  $\nu$ .

Качественный анализ приведенных выражений (1—7) позволяет сформулировать следующие выводы.

1. Для математического моделирования экономики знаний необходимо учитывать кванты приращенных знаний, которые производятся и реализуются на рынке.

2. Проблема измерения количества знаний в форме дискретных лингвистических переменных, имеющих некоторый содержательный смысл, может аналитически решаться в рамках компромиссно-равновесных моделей.

3. На основе использования компромиссно-равновесного подхода к анализу рынков инновационных разработок и известных экономико-математических моделей возможна адаптация последних для анализа стоимостных соотношений в экономике знаний с учетом ее характерных особенностей.

4. Стоимость знания проявляется и реализуется в экономических секторах, в конкретных видах деятельности вне непосредственно сектора знаний.

#### Примечания:

1. Рогачев А.Ф., Зотов Д.А. Информационные технологии использования модельных тренажеров при подготовке экономистов // Экономический вестник Ростовского государственного университета. 2007. Т. 5, № 2, ч. 2. С. 257-260.

2. Кардаш В.А. Конфликты и компромиссы в рыночной экономике. М.: Наука, 2006. 248 с.

3. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России // Экономическая наука современной России. 2003. № 1 (Экспресс-выпуск).

4. Львов Д.С. Проблемы долгосрочного социально-экономического развития России // Экономическая наука современной России. 2003. № 1 (Экспресс-выпуск).

5. Корнейчук Б.В. Информационная экономика. СПб.: Питер, 2006. 400 с.

6. Рогачев А.Ф., Зотов Д.А. Исследование экономических систем массового обслуживания с использованием компьютерных тренажеров с WEB-интерфейсом // Экономические науки. 2009. № 8(57).

7. Гагарин А.Г., Рогачев А.Ф. Информационная система прогнозирования развития нелинейных динамических систем на основе когнитивного моделирования. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2011613921.

**References:**

1. Rogachev A.F., Zotov D.A. Infocommunication technologies of use of simulators in training eonomists // Economic Bulletin of the Rostov state University. 2007. V. 5, No. 2, part 2. P. 257-260.
2. Kardash V.A. Conflicts and compromises in a market economy. M: Nauka, 2006. 248 pp.
3. Makarov V.L. Knowledge Economy: lessons for Russia // The economic science of contemporary Russia. 2003. № 1 (Express).
4. Lvov D.S. Problems of long-term socio-economic development of Russia // The economic science of contemporary Russia. 2003. № 1 (Express).
5. Korneichuk B.V. Information economy. SPb.: Peter, 2006. 400 pp.
6. Rogachev A.F., Zotov D.A. Study of economic systems of mass service with the use of computer simulators with a WEB interface // Economic sciences. 2009. № 8(57).
7. Gagarin A.G., Rogachev A.F. Information system of forecasting the development of non-linear dynamic systems on the basis of cognitive modeling. The certificate on official registration of the computer program No.2011613921.