

Экономическая теория

Е.В. Попов, проф., д-р экон. наук,
д-р физ.-мат. наук,
зам. директора ИЭ УрО РАН, Екатеринбург
И.С. Кац, мл. науч. сотр. ИЭ УрО РАН

МОДИФИКАЦИЯ ФУНКЦИИ КОББА-ДУГЛАСА ПО ИНФОРМАЦИОННОМУ ПАРАМЕТРУ

Стремительное развитие информационных технологий превратило информацию в важнейший ресурс производственной деятельности человечества. Технологический прогресс в области информации позволяет говорить о переводе национальных экономик в рамки экономических систем постиндустриального общества, в котором информация играет доминирующую роль катализатора эволюционного развития¹. Крылатое выражение Билла Гейтса о «бизнесе со скоростью мысли»² подчеркивает первостепенную важность учета информационного ресурса в деятельности любого хозяйствующего субъекта.

Информация, как правило, воспринимается ее пользователями как мера снижения неопределенности в смысле отрицательного изменения энтропии системы. Если наполнить это определение экономическим смыслом, то под информацией следует понимать производственный ресурс, являющийся результатом интеллектуальной деятельности людей и служащий инструментом снижения неопределенности при принятии управленческих решений. Таким образом, экономическая роль информации заключается в предотвращении убытков³.

Информация выступает как предмет управленческой деятельности. Она позволяет управляющему сформировать определенное представление о внутренней и внешней среде предприятия, и на основе этого принимать обоснованное управленческое решение. В производственном процессе информация присутствует на всех этапах функционирования предприятия, пронизывает все элементы его организационной структуры и определяет взаимодействие структурных элементов предприятия.

Вместе с тем, традиционно применяемые в экономической теории производственные функции от уравнения Кобба-Дугласа⁴ до дальнейшего их развития в виде CES-функций⁵ до сих пор моделируют процесс производственной деятельности всего лишь как суммарный результат использования финансовых и трудовых ресурсов. В этом случае возможное применение теоретических производственных функций для моделирования деятельности реальных пред-

¹ Маевский В.И. Эволюционная теория и технологический прогресс // Вопросы экономики. 2001. № 1.

² Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли. М.: Инфра-М, 2001.

³ Эрроу К. Информация и экономическое поведение // Вопросы экономики. 1995. № 5.

⁴ Cobb C.W., Douglas P.H. A Theory of Production // Amer. Econ. Rev. 1928. Vol. 18 (Suppl.).

⁵ Arrow K.J. Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency // Rev. Econ. and Stat. 1961. Vol. 43.

приятый становится практически невозможным вследствие оторванности теоретических конструкций от реальной хозяйственной деятельности. Таким образом, обсуждение возможного модифицирования вида производственных функций под воздействием применения информационного ресурса приобретает теоретический и практический научный интерес.

Целью настоящей статьи является разработка теоретического подхода к оценке влияния использования информационного ресурса на выпуск производственной продукции предприятия через модификацию функции Кобба-Дугласа по информационному параметру.

Прежде всего отметим, что в настоящее время известно достаточно большое количество методов измерения информации.

Самый простейший подход основан на посимвольном измерении информации, масштабом которого является 1 символ (1 байт) информации. Подобный подход широко применяется в электронных информационных системах для оценки объемов баз данных, скорости вычислений и других действий с информационными массивами. Основные достоинства посимвольного измерения: простота и однозначность оценки количества информации. Однако при таком подходе невозможно оценить качество информации, так как количество символов не определяет ценности информации для ее пользователя.

Классическим подходом является вероятностный, разработанный К.Э. Шенноном¹ и применяемый в математической теории информации. Информация понимается как мера снижения неопределенности, мера новизны сообщения и определяется как величина, обратная энтропии². Подход был разработан для измерения сообщений, сведений, передаваемых по техническим каналам связи. Его несомненным достоинством является четкий математический аппарат. Однако вероятностная теория информации формализовала лишь часть содержания понятия информации, именно ту часть, которая характеризуется вероятностной мерой. Также в теории не учитываются качественные параметры информации.

Наиболее близким к оценке содержания информации является тезаурусный метод, основанный на суммировании дескрипторов как информационных единиц. Под дескрипторами понимаются лексические единицы, включающие синонимы и слова, близкие по значению³. В этом случае тезаурус – это «гlossарий» понятий какого-либо информационного документа. Поскольку большинство массивов информации может быть выражено в словесной форме, например в виде текста статьи, то тезаурусный метод дает четкую возможность оценки ценности документа. Существенным недостатком данного метода является сложность измерения тезауруса.

Экономическая теория выделила как наиболее важный критерий оптимальный объем затрат на информацию, на чем основан экономический подход к измерению информации. Основоположником экономического подхода явился

¹ Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. М., 1963.

² Заличев Н.Н. Энтропия информации и сущность жизни. М.: Радиоэлектроника, 1995.

³ Информация и управление. М.: Наука, 1985.

Дж.Дж. Стиглер, разработавший в 1961 году теорию поиска¹. Данная теория предлагает методику нахождения оптимальных затрат на информацию, исходя из выгод от ее получения. Допущением теории является однородность товаров, поиск информации о которых осуществляет экономический агент. Недостаток в отношении измерения информации этой теории и родственной ей теории принятия решений, разработанной Ф. Найтом² и демонстрирующей оптимальный объем информации на уровне равенства предельных затрат на ее получение и предельных выгод от ее использования, видится нам в отходе от самого понятия информации, отсутствии методики его количественной и качественной оценки. По-видимому, эти методы оценки информации применимы лишь для выбора альтернатив принятия управленческих решений.

Для удобства решения цели данного исследования будем полагать измеримость производственной информации в тезаурусном смысле.

Систематизация всех видов значимой информации показывает, что основная ее типологизация возможна по степени формализованности (формализованная, неформализованная), видам носителя (устная, бумажная, электронная), содержанию (общая, специализированная, индивидуальная), характеру доступа (свободная, коллективная, индивидуальная), характеру использования (оперативная, тактическая, стратегическая), направлениям использования (несистематизированная информация, программное обеспечение, базы данных) и т.д.

Если провести классификацию формализованной информации, то, по-видимому, можно выделить три основных классификационных признака: вид носителя, содержание и доступность информации. Причем все указанные признаки могут характеризовать любой информационный объект одновременно, следовательно, они являются независимыми переменными. С учетом детализации видов информации по отдельным признакам вся экономическая информация может быть представлена в виде куба в трехмерном векторном пространстве классификационных признаков (рис. 1).

¹ Теория фирмы / Под ред. Гальперина В.М. СПб.: Экономическая школа, 1995.

² Экономика информации, неопределенности и риска // Вопросы экономики. 1996. - № 4.

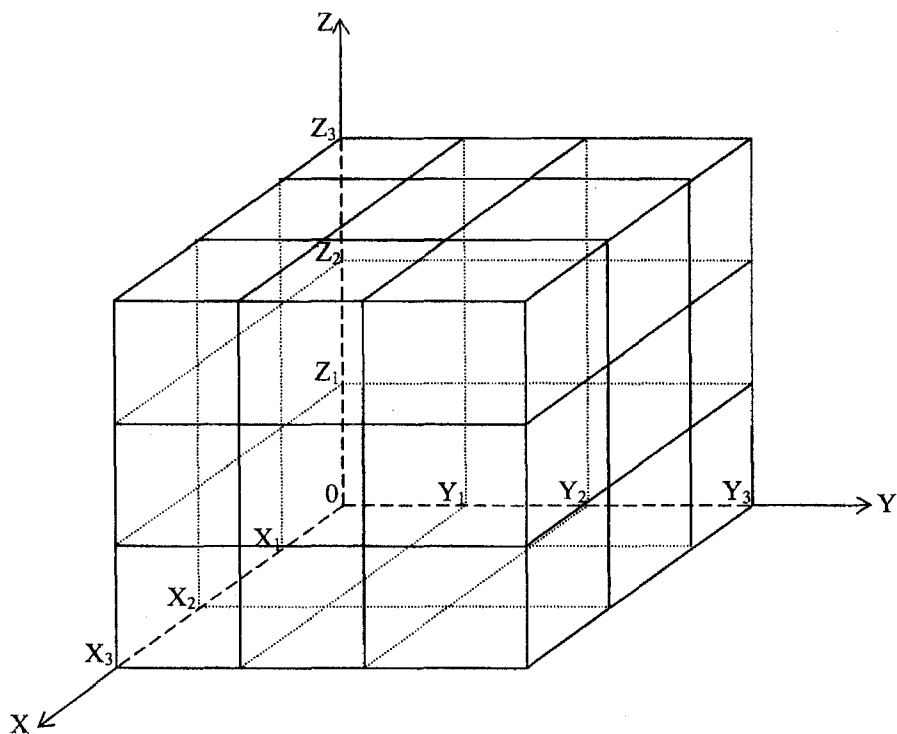


Рис. 1. Трехмерное представление массива экономической информации:

X – содержание информации; X_1 – общая информация;
 X_2 – специализированная информация; X_3 – индивидуальная информация;
 Y – носитель информации: Y_1 – устная информация; Y_2 – бумажный носитель;
 Y_3 – электронный носитель; Z – доступность информации: Z_1 – свободный доступ;
 Z_2 – коллективный доступ; Z_3 – индивидуальный доступ

Без сомнения, представленный рисунок не обеспечивает всестороннюю характеристику используемой в хозяйственной деятельности информации. Так, по некоторым направлениям классификации возможна и более детальная дифференциация. Например, на электронных носителях информации могут быть размещены самые разнообразные конфигурационные системы: базы данных, программное обеспечение, онлайн-овые и офлайн-овые модели деятельности в сети Интернет и т.д. Вместе с тем, возможность разложения массива экономической информации по трем взаимно ортогональным векторам представляется обоснованной как с теоретической, так и с практической точек зрения.

Возникает вопрос: какова возможная модификация производственной функции при данном представлении информации?

В производственном процессе роль информации уникальна. Еще Альфред Маршалл отмечал, что применение информации приводит к возрастанию отдачи прочих факторов производства¹. Информация позволяет при прежнем количестве прочих ресурсов производить большее количество продукции за

¹ Маршалл А. Принципы политической экономики. М.: Экономика, 1983.

счет более эффективной организации их использования. Будучи неспособным самостоятельно производить какую-либо продукцию, информационный ресурс воздействует на труд и капитал, раскрывая ранее не задействованные внутренние резервы трудовых и финансовых ресурсов¹. Ускоряя и совершенствуя процесс производства, информация приводит к увеличению общего продукта каждого фактора и росту эффективности производственных ресурсов.

Эффект воздействия информации может быть математически представлен в виде модифицированного уравнения производственной функции. Классическое представление производственной функции в виде уравнения Кобба-Дугласа выражает зависимость производства продукции (Q) от вложенного капитала (K) и использованных трудовых ресурсов (L)

$$Q = A L^{\alpha} K^{\beta}, \quad (1)$$

где A – коэффициент пропорциональности; α , β – коэффициенты эластичности использования трудовых и финансовых ресурсов соответственно.

Будучи определенной эмпирически для каждого конкретного предприятия, уравнение (1) дает возможность определить, как изменится объем производства при изменении количества используемого труда или капитала. Информация, воздействуя на каждый из ресурсов, позволяет в совокупности произвести большее количество продукции, нежели производилось до ее применения.

$$Q^* = A (L + L')^{\alpha} (K + K')^{\beta}, \quad (2)$$

где L' и K' – дополнительные труд и капитал, созданные на основе L и K под воздействием информационного ресурса, который обозначим как I . $L' = aI$, $K' = bI$ – труд и капитал, созданные из информации, определяются коэффициентами a и b , демонстрирующими влияние информации на труд и капитал соответственно. Информация, оказывающая влияние на труд и капитал, одна и та же, но воздействие на ресурсы имеет разное, и степень этого воздействия определяется видом информации.

Соотношение (2) представляет модификацию функции Кобба-Дугласа в виде аддитивных слагаемых информационных составляющих к используемым ресурсам. Такое модифицирование может быть объяснено усилением отдачи от труда и капитала в производстве при использовании информационного ресурса. Обсуждаемая в научных кругах модификация производственной функции через введение множителя труда и капитала означает мультипликативный эффект добавочного ресурса, что при использовании информации представляется необоснованным.

Исходя из этого, модифицированная по информационному ресурсу (1) функция Кобба-Дугласа принимает вид:

$$Q^* = A (L + aI)^{\alpha} (K + bI)^{\beta}. \quad (3)$$

¹ Кац И.С. Информационная модификация производственной функции // Тезисы докладов и сообщений Третьего всероссийского симпозиума. Под ред. Г.Б.Клейнера. – М.: ЦЭМИ РАН, 2002.

При этом следует отметить, что функция имеет смысл при $L, K > 0$, так как информация неспособна к самостоятельному производству. Экономическая ценность информации определяется прибылью, которая была упущена при отсутствии этой информации¹. Выгоду от использования информации можно вычислить, определив разницу между объемом производства с учетом полученной информации (Q^*) и объемом производства без ее учета (Q). Как правило, экономическая ценность информации значительно превышает ее рыночную стоимость, что демонстрирует высокую специфичность данного вида ресурса.

Какие же выводы можно сделать из полученного соотношения (2)?

Во-первых, изокванты выпуска продукции предприятием в координатах (K, L) будут смещаться вправо и вверх при положительном воздействии информации на использование данных видов ресурсов (рис.2).

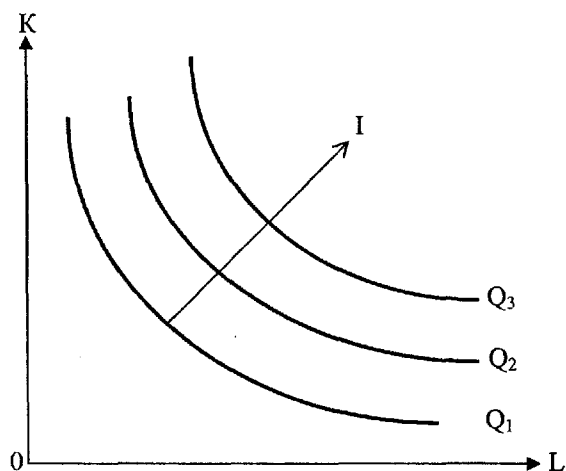


Рис. 2. Смещение изокванты Q_1 в положения Q_2, Q_3 под влиянием воздействия информационного ресурса – вектора I

Во-вторых, можно показать, что полученная зависимость для выпуска продукции представляет собой выпуклую кривую.

Действительно, в простейшем случае при $\alpha = \beta = 0,5$ и $A = 1$ первая производная от функции Q^* по I будет больше нуля, что свидетельствует о возрастающем характере функции:

$$\begin{aligned} \frac{\partial Q^*}{\partial I} &= \frac{1}{2} a(L+aI)^{-\frac{1}{2}} \cdot (K+bI)^{\frac{1}{2}} + (L+aI)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{1}{2} b(K+bI)^{-\frac{1}{2}} = \\ &= \frac{1}{2} a \cdot \left(\frac{K+bI}{L+aI} \right)^{\frac{1}{2}} + \frac{1}{2} b \cdot \left(\frac{L+aI}{K+bI} \right)^{\frac{1}{2}} > 0. \end{aligned} \quad (4)$$

¹ Stigler G.J. The Economics of Information // Journal of Political Economy. 1961. Vol. 69. N 3. June.

Вторая производная изменяет свой знак, что характеризует сложность воздействия информации на конечный продукт. Однако в большинстве случаев информация обладает снижающейся предельной полезностью (что доказывает нам математическая теория информации¹), которая имеет место на интервале от $\frac{b}{a}$ до $\frac{a}{b}$, если $a > b$, и на интервале от $\frac{a}{b}$ до $\frac{b}{a}$, если $b > a$. При этом первая и вторая производные функции Q^* по труду и капиталу сохраняют свои прежние тенденции.

Таким образом, мы вплотную подошли к задаче количественного определения влияния использования информационного ресурса на выпуск продукции предприятием. Вполне логично для решения подобной задачи использовать трехмерное векторное представление массива экономической информации (рис.1).

По-видимому, весовые коэффициенты a и b использования информационного ресурса в соотношении (2) должны определяться как длина вектора данного информационного ресурса, т.е.:

$$a = (X_K^2 + Y_K^2 + Z_K^2)^{1/2}, \quad (5)$$

$$b = (X_L^2 + Y_L^2 + Z_L^2)^{1/2}. \quad (6)$$

Следовательно, исходя из оценки максимального влияния информации на производственный выпуск, возможно установление предельных значений для весовых коэффициентов использования информационного ресурса. Так, при допущении двойного увеличения выпуска продукции в случае дополнения использования какого-либо ресурса (трудового или финансового) применением информационного ресурса получим ограничение значений коэффициентов a и b значениями меньше единицы. Иначе говоря, информационное воздействие на какой-либо ресурс отражаем весовым коэффициентом, равным увеличению относительной эффективности применения данного ресурса.

Отсюда в случае равного вклада каждого из параметров оценки возможно ограничение значений слагаемых коэффициентов:

$$X_{K,L}, Y_{K,L}, Z_{K,L} \leq (0,33)^{1/2} = 0,57. \quad (7)$$

Таким образом, при тезаурусной оценке используемой информации возможна достаточно точная оценка использования информационного ресурса в производственной деятельности.

Вместе с тем, обсуждаемая модификация функции Кобба-Дугласа, представленная соотношением (2), порождает больше вопросов, чем однозначных ответов. К таким вопросам следует отнести необходимость четкой дифференциации информации, определение возможностей оценки коэффициентов эластичности производственной функции, выявление максимальных приращений производства при полном использовании информационного ресурса и многие другие. Однако постановка таких вопросов означает интенсивное развитие информационной теории предприятия, связанной с возможностями идентификации и оценки экономической информации.

¹ Тростников В.Н. Человек и информация М.: Наука, 1970.

В каких же направлениях возможно развитие теории информации предприятия в свете вышеприведенных рассуждений об оценке информационного ресурса?

Во-первых, необходимо уточнение дифференциации информации по различным направлениям экономической деятельности. Формирование научно обоснованной классификации информационных ресурсов с выделением минимально возможного масштаба измерения информации позволит говорить о «квантованности» информации в векторном пространстве ее измерения (рис. 1).

Во-вторых, представляются актуальными исследования диапазонов значений коэффициентов эластичности α и β в соотношении (2) при совместном использовании трудовых, финансовых и информационных ресурсов для выпуска продукции. По-видимому, возможно введение неких матриц коэффициентов эластичности по признакам размеров предприятия и отраслевой принадлежности.

В-третьих, требует теоретической и экспериментальной проверки гипотеза о насыщенности кривой выпуска продукции в зависимости от применения информационного ресурса. Выявление теоретических и экспериментальных зависимостей $Q^* = f(I)$ позволит качественно оценить влияние информации на производственный процесс, а также получить пороговые значения весовых коэффициентов a и b влияния информационного ресурса на использование финансовых и трудовых ресурсов предприятия.

В-четвертых, необходимо обоснование (возможно экспертными оценками) оценки долей различных способов применения и кодирования информации в многомерном информационном пространстве для определения значений весовых коэффициентов векторного разложения информационного ресурса. Следует подчеркнуть, что «квантование» векторов разложения информационного ресурса возможно после решения проблемы насыщенности кривой выпуска продукции в зависимости от использованной информации.

В-пятых, актуальной представляется разработка экономического аппарата измерения информационного ресурса, адекватного современным хозяйственным условиям. По-видимому, обсужденный в начале статьи тезаурусный метод требует своей систематизации и классификации. Появление четких методов измерения информации в каких-либо секторах рынка (например, в банковском секторе) позволит тут же применить предложенный выше формализм для оценки влияния информационного ресурса на производственный процесс.

Резюмируя вышесказанное, отметим, что формирование экономических методов оценки влияния информации на производственную деятельность предприятий, например, пользуясь формализмом модификации уравнения Кобба-Дугласа по информационному параметру, резко увеличивает прогнозную силу всей экономической науки в целом. Решение проблем по отмеченным выше направлениям обеспечит значительное развитие научно обоснованной теории информации предприятия.