

УДК 330.101(075.8)

## ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФУНКЦИЯ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ФАКТОРОВ ПРОИЗВОДСТВА

*Канд. экон. наук, доц. КАЖУРО Н. Я.*

*Белорусский национальный технический университет*

Производство есть процесс технологического использования всех его факторов. Каждая фирма стремится при этом использовать факторы производства (землю, труд, капитал) так, чтобы получить максимальное количество продукции. Это достигается путем определенного сочетания основных производственных факторов при одновременном обеспечении минимальных затрат в рамках использования конкретной технологии производства.

Надо иметь, однако, в виду, что простое увеличение объемов факторов производства без изменения технологии не принесет желаемых результатов в силу действия экономического закона убывающей отдачи ресурсов. Поэтому сочетание факторов производства должно быть оптимальным, а технология – по возможности наиболее совершенной. От того, как сочетаются факторы производства, зависит объем выпускаемой продукции.

Технологическая зависимость между количеством затрат ресурсов (факторов производства) и максимально возможным выпуском продукции выражается с помощью производственной функции. Такая технологическая связь существует для каждого определенного уровня развития техники. Если появляется новая техника или разрабатываются новые технологии, то это сразу сказывается на функции производства. Поэтому когда речь идет о производственной функции, указывающей на возможный максимальный выпуск продукции при сохранении минимальных затрат, то предполагается, что уровень техники и технологической организации производственного процесса является неизменным [1–3].

Производственная функция может быть представлена следующим образом:

$$Q = f(a_1, a_2, \dots, a_n),$$

где  $Q$  – количество произведенной продукции;  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – использованные факторы производства.

Если, например, факторы производства объединены в три большие группы ( $L$  – труд;  $K$  – капитал;  $N$  – земля), то производственная функция будет иметь следующий вид:

$$Q = f(L, K, N).$$

А если рассматривать производственную функцию, исходя из предположения, что в производстве используется только два фактора (труд и капитал), тогда производственная функция примет следующий вид:

$$Q = f(L, K).$$

Как техническое соотношение между количеством факторов производства, используемых предпринимателем, и объемом произведенной продукции данная функция может быть определена только эмпирическим (опытным) путем, т. е. посредством измерений на основе фактических показателей.

Таким образом, производственная функция описывает взаимосвязь между вводимыми факторами, производственным процессом и выходом продукции.

Простейшая модель производственной функции, раскрывающей функциональную зависимость объема производства (а следовательно, и дохода) от двух факторов производства – капитала и труда, была впервые разработана

в 1928 г. американским экономистом П. Дугласом совместно с математиком Ч. Коббом для обрабатывающей промышленности США в период 1899–1922 гг. и носит имя ее авторов. Существует множество разновидностей производственных функций, которые относятся к типу функций Кобба – Дугласа.

Чтобы графически построить производственную функцию для таких важнейших факторов производства, как труд и капитал, необходимо знать различные комбинации этих двух факторов для выпуска определенного количества продукции. Численное значение этих величин определяется эмпирически в процессе производства и обычно задается с помощью «производственной сетки» (табл. 1).

Таблица 1

Выпуск продукции при различных комбинациях затрат капитала и труда (гипотетические данные)

Затраты капитала $K$	Затраты труда $L$			
	1	2	3	4
1	30	45	55	60
2	45	60	75	80
3	55	75	85	90
4	65	80	90	105

Данная таблица является простейшим примером производственной функции. В ней приведены объемы выпуска продукции при различных сочетаниях факторов производства (капитала и труда). Это позволяет определить такие их комбинации, при которых достигается максимально возможный объем выпуска продукции.

Из таблицы видно, что один и тот же объем продукции может быть достигнут при нескольких комбинациях затрат труда и капитала. Например, объем 45 единиц продукции может быть получен при использовании двух единиц капитала и одной единицы труда, а также при двух единицах труда и одной единице капитала; объем 55 единиц продукции – соответственно при трех единицах труда и одной единице капитала или при трех единицах капитала и одной единице труда и т. д.

Производственную функцию можно представить графически, откладывая на оси абсцисс затраты труда, а на оси ординат – затраты капитала. На графике обозначены точки с одинако-

вым объемом производства, соединив которые получим кривую линию, называемую изоквантой (от греч. *isos* – равный и лат. *quantum* – количество), что в переводе означает одинаковое (равное) количество (рис. 1).

Следовательно, изокванта – это кривая равного продукта. Она показывает все сочетания производственных факторов, использование которых обеспечивает одинаковый объем выпуска продукции. Изокванта имеет объективный характер, поскольку отражает конкретные материальные процессы в ходе реального использования факторов производства. Набор изоквант образует карту изоквант, которая показывает альтернативы производственной функции.

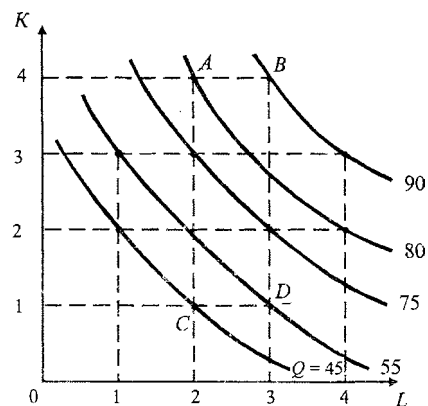


Рис. 1

Если уменьшать затраты труда, увеличивая соответственно использование машин, то можно добиться выпуска такого же объема продукции, что и при увеличении затрат труда, но уменьшении применения машин (на прежней технической базе). На рис. 1 видно, что точки *A* и *B* соответствуют высокомеханизованному производству, когда большие затраты физического капитала (машин, оборудования), а точки *C* и *D* – преобладанию ручного труда над машинами.

Поскольку объем производства может быть обеспечен за счет разного сочетания факторов производства (если затраты труда увеличиваются, то использование капитала может быть сокращено, и наоборот), следовательно, существует определенная возможность заменять один ресурс на другой.

Таким образом, производственная функция показывает, что имеется технологическая воз-

возможность замены одного фактора производства другим. Говоря иначе, она указывает на существование альтернативных (разных) возможностей, при которых различное сочетание факторов производства обеспечивает один и тот же объем выпуска продукции. Так как возможны различные комбинации факторов производства, есть вариант, при котором можно достичь оптимального сочетания этих факторов. Поэтому в хозяйственной практике должна учитываться не только взаимосвязь изменения одного переменного ресурса и общего объема производства, но и последствия изменения нескольких переменных факторов.

Как уже отмечалось, один и тот же объем производства может быть обеспечен за счет сокращения одного фактора производства с одновременным увеличением другого фактора. Можно, например, увеличить затраты труда, сокращая при этом использование капитала, и наоборот. Это свидетельствует о наличии взаимозамещаемости факторов производства, что графически иллюстрирует изокванта, отражающая валовые издержки фирмы.

Существует предельная норма технологического замещения (marginal rate of technological substitution – MRTS) факторов производства. Она показывает количество одного ресурса, которое может быть сокращено «в обмен» на единицу другого ресурса при сохранении неизменным общего объема выпуска продукции. Если речь идет о технологическом замещении труда капиталом, то ее можно выразить следующим образом:

$$MRTS_{LK} = \frac{\Delta L}{\Delta K},$$

где  $\Delta L$  – прирост физических единиц труда;  $\Delta K$  – то же капитала.

Если же речь идет о технологическом замещении капитала трудом, то данная формула имеет следующий вид:

$$MRTS_{KL} = \frac{\Delta K}{\Delta L}.$$

Таким образом, предельная норма технологического замещения – это величина, на которую может быть сокращен капитал за счет использования одной дополнительной единицы

труда или сокращен труд за счет использования дополнительной единицы капитала при фиксированном объеме выпуска продукции, т. е. не вызывая при этом ни увеличения, ни уменьшения объема производства.

MRTS в любой точке изокванты равна наклону касательной в этой точке, умноженной на минус единицу. Это обусловлено тем, что уменьшение затрат труда требует увеличения применяемых машин, и наоборот, т. е. здесь имеет место обратная зависимость. Поэтому результат всегда будет отрицательной величиной (подобно коэффициенту эластичности спроса), но экономистами знак «минус» в этом случае не принимается во внимание, а рассматривается лишь абсолютная величина данного показателя.

Обратимся к примеру. На рис. 2 показаны комбинации двух факторов производства, которые изображены на изокванте.

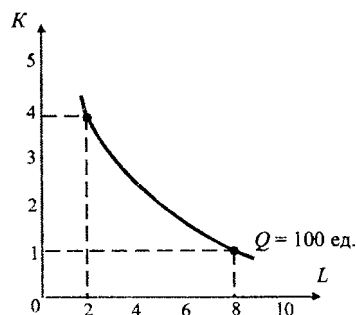


Рис. 2

Видно, что один и тот же объем выпуска продукции (100 ед.) может быть обеспечен как при использовании 4 ед. капитала и 2 ед. труда, так и при сочетании 1 ед. капитала и 8 ед. труда. Предельная норма технологического замещения труда капиталом в этом случае

$$MRTS_{LK} = \frac{\Delta L}{\Delta K} = -\frac{6}{3} = -2.$$

Это означает, что в среднем две единицы труда (MRTS в разных точках изокванты не является постоянной) может заменить одна единица капитала. Теперь представим обратную ситуацию: замену капитала трудом. Чтобы определить предельную норму технологического замещения капитала трудом, необходимо прирост капитала разделить на прирост труда по формуле

$$MRTS_{KL} = \frac{\Delta K}{\Delta L} = -\frac{3}{6} = -\frac{1}{2}$$

Это значит, что половина единицы капитала может в данном случае заменить 1 ед. труда. Говоря иначе, затраты капитала можно сократить в среднем на одну вторую, когда используется дополнительная единица труда, а выпуск продукции остается неизменным.

Каждая фирма при производстве любого заданного объема продукции стремится к такому сочетанию производственных ресурсов, которое обеспечивало бы наименьшие издержки. Для этого надо сравнить рыночную цену каждого применяемого ресурса и тот предельный продукт, который производится с помощью данного ресурса. В случае использования только двух ресурсов (труда и капитала) необходимо сравнить физический объем предельного продукта труда с ценой труда, а физический объем предельного продукта капитала – с ценой капитала.

Замещение одного фактора производства другим целесообразно проводить до тех пор, пока физические объемы предельных продуктов, полученных с помощью данных факторов производства, не окажутся пропорциональными ценам этих факторов. Если, например, стоимость одного станка превышает стоимость единицы труда в пять раз, то и предельный продукт, полученный от использования этого станка, должен в пять раз превосходить предельный продукт, полученный с помощью единицы труда. Лишь в этом случае фирма будет получать максимальный доход на каждый рубль, затраченный на покупку факторов производства, так как издержки производства здесь будут минимальными.

Таким образом, фирма, производящая любой заданный объем продукции, обеспечивает себе наименьшие (минимальные) издержки в том случае, если последний рубль, затраченный на каждый ресурс, приносит одинаковый предельный продукт. Говоря иначе, издержки на производство любого объема продукции будут минимальными, если предельный продукт на один рубль стоимости каждого применяемого ресурса является одинаковым. Производитель (фирма) находится в состоянии равновесия в процессе замещения одного фактора производ-

ства другим, в том числе когда соблюдается следующее равенство:

$$\frac{\text{Физический объем предельного продукта труда}}{\text{Цена труда}} = \frac{\text{Физический объем предельного продукта капитала}}{\text{Цена капитала}} = \frac{MP_L}{P_L} = \frac{MP_K}{P_K},$$

где  $MP_L$  – предельный продукт труда;  $P_L$  – цена единицы труда;  $MP_K$  – предельный продукт капитала;  $P_K$  – цена единицы капитала.

Если это условие не соблюдается, то издержки производства не будут минимальными. В такой ситуации фирма для минимизации издержек может сократить использование менее производительного фактора и за счет этого увеличить применение более производительного ресурса. Рациональное экономическое поведение производителя предполагает, что более «дорогой» фактор производства будет замещаться более «дешевым» фактором, а проведенное выше равенство указывает на пределы такого замещения.

Располагая данными об уровне издержек, можно построить изокосту (от греч. *isos* – равный и англ. *costs* – затраты), т. е. прямую линию, показывающую все сочетания ресурсов, использование которых требует одинаковых затрат (рис. 3).

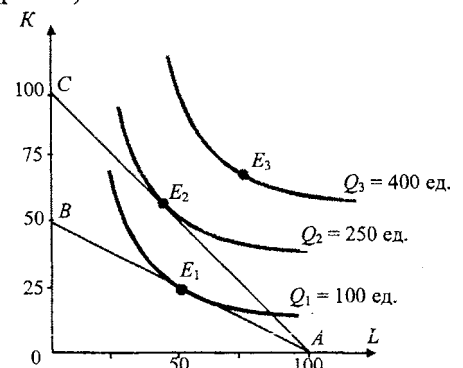


Рис. 3

На рис. 3 представлена карта изоквант с первоначальной изокостой  $AB$  и новой изокостой  $AC$ . Рисунок отображает ситуацию, когда фирма предполагает максимизировать прибыль

и направляет 500 ден. ед. на покупку производственных ресурсов (труда и капитала). Изокоста  $AB$  показывает, что фирма при существенных ценах может приобрести за эти деньги или 50 ед. капитала, или 100 ед. труда. Следовательно, первоначальная цена капитала составляет 10 ден. ед. (500:50), а первоначальная цена труда – 5 ден. ед. (500:100).

Поскольку фирме необходимы в одинаковой мере оба фактора производства, ей следует определить такое сочетание этих факторов, чтобы получить максимально возможный объем продукции при данных финансовых ресурсах (500 ден. ед.). Говоря иначе, фирма должна выбрать на линии своих финансовых возможностей (изокосте) такую точку соотношения затрат труда и капитала, при которой ее издержки по производству данного объема продукции (в нашем примере 100 ед.) будут минимальными.

Как мы уже знаем, фирма будет находиться в состоянии равновесия при таком объеме выпуска продукции, когда каждый рубль, затраченный на любой ресурс (труд или капитал), приносит одинаковый доход, или когда соотношение предельных продуктов факторов производства равно соотношению цен на них (факторы производства). Такой точкой равновесия является точка  $E_1$  как отвечающая данным требованиям. Именно здесь соотношение предельных продуктов труда и капитала равно соотношению цен на эти производственные ресурсы, т. е.  $MP_L : P_L = MP_K : P_K$  или  $MP_L : MP_K = P_L : P_K$ .

Таким образом, фирма минимизирует издержки и соответственно максимизирует прибыль в точке касания изокванты с изокостой (для сравнения: в теории потребительского равновесия максимум полезности достигается в точке касания кривой безразличия с бюджетной линией).

Если же цена на физическую единицу капитала понизится до 5 ден. ед., а цена физической единицы труда останется прежней, то изокоста сместится вправо-вверх и займет положение  $AC$ . Новое равновесие производителя наступит уже в точке  $E_2$ , где изокванта касается изоконты (по той же самой причине, что в точке  $E_1$ ).

Однако фирма в такой ситуации не может находиться в точке  $E_3$ , так как не располагает

достаточным объемом средств. Точка  $E_3$  станет достижимой для нее лишь в том случае, если снизятся цены на ресурсы или вырастет объем средств, направляемых фирмой на приобретение ресурсов при сохранении старых (прежних) цен.

Из сказанного можно сделать вывод, что правило производства с наименьшими издержками аналогично правилу максимизации полезности для потребителя в теории потребителя. Там для максимума полезности при определении набора потребляемых товаров потребитель принимает во внимание, как свои предпочтения, так и цены на различные товары. Здесь же производитель стремится минимизировать затраты подобно тому, как потребитель стремится максимизировать полезность. В желании найти наиболее оптимальное соотношение ресурсов производитель должен учитывать как производительность ресурсов (ее отражают данные об убывающей предельной производительности), так и цены на различные ресурсы.

При этом надо учитывать и то обстоятельство, что цены на ресурсы и их производительность не остаются постоянными. Поэтому любое изменение цен на ресурсы и их производительности заставляет производителя искать новые сочетания факторов производства, новые технологические решения в целях минимизации издержек производства.

## ВЫВОДЫ

Существует принципиальная важность ряда моментов, связанных с теорией предельной производительности и минимизации издержек производства.

Во-первых, в реальном процессе производства все факторы производства (земля, труд, капитал) взаимосвязаны друг с другом и находятся в определенной технологической совокупности между собой. Поэтому лишь в абстракции можно представить изолированный (отдельно взятый) фактор производства.

Во-вторых, основанная на производственной функции и концепции предельного продукта теория производства фирмы может быть применена лишь при условии взаимозаменяемости факторов производства. Вместе с тем замещение одного фактора производства дру-

гим не имеет абсолютного характера, оно всегда относительно. Это обусловлено тем, что каждый фактор осуществляет свою специфическую функцию, которая не под силу другому фактору. Поэтому подобная взаимозаменяемость существует далеко не всегда. Так, если для производства товара требуется определенный сплав металлов, то его невозможно заменить никакими другими факторами (ни трудом, ни другими сплавами). На практике это означает, что при отсутствии взаимозаменяемости невозможно отделить предельный продукт одного фактора производства от предельного продукта другого фактора, а следовательно, нельзя определить какой из факторов подлежит замещению.

В-третьих, принцип замены одного фактора производства другим может быть применим лишь тогда, когда решение о применении того или иного ресурса может быть гибко изменено. Это относится, в первую очередь, к оборотному капиталу (сырью, материалам), так как решение

фирмы о его закупке может регулярно пересматриваться. К труду данный принцип может применяться лишь с определенными оговорками, так как фирма должна считаться с условиями коллективного договора. В отношении основного капитала (здания, сооружения, машины, механизмы и т. д.) он может быть использован лишь в долгосрочном периоде, когда фирма принимает решение о модернизации оборудования и совершенствовании технологии производства, но опять-таки с учетом трудового фактора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Макконнелл, К. Экономика / К. Макконнелл, С. Брю. – М., 1992. – Т. 1.
2. Современная экономика / под ред. О. Ю. Мамедова. – Ростов на/Д.: Феникс, 1995.
3. Учебник по основам экономической теории. – М.: Владос, 1994.

Поступила 07.07.2009

УДК 656.13.022

## РАЗВИТИЕ ЭКСПОРТА УСЛУГ, ОКАЗЫВАЕМЫХ ТРАНСПОРТОМ БЕЛАРУСИ

*Канд. экон. наук КОСОВСКИЙ А. А., АНТЮШЕНЯ Ю. Д.*

*Белорусский национальный технический университет*

Современные тенденции развития мировой экономики характеризуются постоянным расширением хозяйственных связей и международной экономической кооперации. Поэтому приоритетным направлением в политике развитых стран стали интеграционные процессы, что предусматривает создание условий для свободного перемещения товаров, услуг, капиталов, рабочей силы. Это обстоятельство обуславливает постоянный рост транснациональных потоков и международных перевозок грузов. Для многих государств международная перевозка грузов стала важным источником валютных

поступлений в бюджет, создания дополнительных рабочих мест.

Успешному расширению внешнеэкономических связей республики и интеграции ее в систему международной торговли способствует дальнейшее наращивание экспортного потенциала по всем направлениям на основе повышения конкурентоспособности выпускаемой продукции, создания инфраструктуры торговых рынков, роста экспорта услуг [1].

На современном этапе увеличение объемов экспорта транспортных услуг может стать важным фактором стабилизации и структурной