

Урмас СЕПП

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ЭЛИМИНИРОВАНИИ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ

В статье рассматривается проблема объективной, с точки зрения предприятия, оценки интенсивности производства. Такая оценка осуществима при элиминировании влияния факторов, не подчиняющихся действиям предприятия. Предлагается подход, основывающийся на детерминированной модели действия нерегулируемых предприятием факторов. Для практической реализации названного подхода формулируется задача оптимального планирования. Приводится числовой пример.

Введение

Прежде чем приступать к раскрытию проблемы, определим необходимые для этого ключевые термины.

Под интенсивностью производства в дальнейшем подразумевается характеристика производственной деятельности конкретной производственной единицы (пусть ею будет, например, предприятие), выражающая уровень достижения производственного потенциала¹. Интенсивность производства рассчитывается из отношения фактической продукции к ее потенциальному значению. Интенсивность производства тем выше, чем ближе объем фактической продукции к потенциальной, т. е. чем ближе соответствующее соотношение единице (и наоборот). В связи с реализацией производственного потенциала правильнее было бы вместо интенсивности говорить об эффективности производственной деятельности². В целях избежания путаницы в терминологии целесообразно, на наш взгляд, все же от такого варианта отказаться. Дело в том, что похожий на приведенный термин «эффективность производства» бытует в экономической литературе для обозначения соотношения результата производства и ресурсов, примененных для его создания.

Термином «потенциальная продукция» в данной статье обозначается объем продукции, выпускаемой данным предприятием при полной реализации производственного потенциала³.

Интенсивность производства зависит от регулируемых и нерегулируемых факторов на уровне предприятия. Назовем факторы, входящие в первую группу, эндогенными, остальные — экзогенными.

Итак, суть рассматриваемой проблемы состоит в том, как при оценке интенсивности производства элиминировать действие экзогенных факторов. В результате соответствующей операции должно выясниться, в какой мере частичная реализация производственного потенциала обусловлена нерегулируемыми на уровне предприятия факторами и в какой мере — действиями эндогенных факторов.

Такая оценка имеет немаловажное практическое значение, особенно

¹ Аналогичная трактовка интенсивности производства представлена, например, в [1, с. 40; 2, с. 89].

² Эффективностью называется рассматриваемое явление в концепции, разработанной Фареллом [3] и развитой, например, в [4—10].

³ Производственный потенциал — максимальная способность предприятия выпускать продукцию определенного ассортимента в течение заданного промежутка времени.

там, где требуется адекватная характеристика работы предприятия (система стимулирования коллектива предприятия, анализ финансового состояния предприятия, социалистическое соревнование и т. д.).

В математическом смысле проблема разделения действий на эндогенные и экзогенные состоит в декомпозиции отклонения фактической интенсивности от максимальной (последняя всегда равняется единице) на две части. Первая из них обусловлена экзогенными, а вторая — эндогенными факторами.

Постановка задачи декомпозиции названного отклонения не нова. Первые публикации [4, 6] на данную тему вышли уже в конце 70-х годов. Для этих, а также для следующих научных работ, посвященных декомпозиции отклонения интенсивности, характерно то, что проблема рассматривается в рамках стохастической граничной функции⁴. В этом случае отклонение фактического объема продукции от потенциального представляется двумя составляющими. Например, в [4, 6, 7] это отклонение специфицируется разницей $v_t - u_t$, где v_t — стохастическая часть недоиспользованного потенциала, обусловленная нерегулируемыми предприятием факторами; u_t — коэффициент недоиспользования потенциала, соответствующий затратам, технологии и внешним обстоятельствам.

Опуская подробности, можно сказать, что стохастической граничной функцией оцениваются две составляющие отклонения либо средними величинами, характеризующими всю анализируемую совокупность [5—7], либо индивидуальными величинами, характеризующими деятельность отдельного предприятия, входящего в анализируемую совокупность [8—10]. Применение стохастической граничной функции в целях декомпозиции отклонения требует обширного статистического материала. Единственно подходящей информационной базой являются перекрестные данные (cross-section data) отрасли или всего народного хозяйства. При такой разносторонней исходной информации представляется очень спорным использование стохастической граничной функции, отражающей абстрактную технологию всех входящих в анализируемую совокупность предприятий, для рассмотрения и анализа конкретного предприятия. Сомнительной представляется также реализация исходных гипотез поведения u_t и v_t (см. [4, с. 26—29; 5, с. 436—438; 8, с. 785—786]) относительно каждого предприятия (несмотря на то, что эти гипотезы несомненны для совокупности в целом).

Учитывая приведенное, можно думать, что стохастическую граничную функцию можно реально использовать лишь при выявлении средних значений компонентов отклонения фактической интенсивности от максимальной. Чтобы оценить эти компоненты и определить действие эндогенных и экзогенных факторов для каждого предприятия, следует выбрать другой путь.

Сущность анализа интенсивности производства

Как известно, показатель интенсивности производства высчитывается с помощью граничной производственной функции (об этом см. [11]). Граничной функцией $f(A, a_i, r_{ji})$ определяется потенциальная продукция Q_j^P :

$$Q_j^P = f(A, a_i, r_{ji}); \quad (1)$$

где A , a_i — параметры функции Кобба—Дугласа; r_{ji} — наличие i -го ресурса в период j ; $j \in [1, m]$; $i \in [1, n]$; m — число периодов в анализируемом промежутке времени; n — число ресурсов, включенных в граничную функцию.

⁴ Граничная функция — производственная функция, представляющая потенциальную продукцию.

Согласно функции (1), Q_j^P определяется технологическими характеристиками, выраженными параметрами α_i , а также наличием производственных ресурсов r_{ji} . Интенсивность производства определяется отклонением объема фактической продукции от Q_j^P . Это отклонение может быть вызвано ошибкой функции (примененная математическая форма не соответствует закономерностям развития моделируемого объекта) и действием неучтенных факторов. Допустим, что математическая модель с примененной функцией адекватна объекту. В этом случае рассматриваемое отклонение обусловлено неучтенными факторами. Предположим еще, что в функцию (1) включены все основные ресурсы (это предположение реализуется в практических расчетах). Тогда неучтенными могут быть лишь факторы, отражающие напряженность использования ресурсов. Таким образом,

$$Q_j^T = f(A, \alpha_i, r_{ji}) \cdot g(K_j), \quad (2)$$

где Q_j^T — фактическая продукция; $g(K_j)$ — компонент, описывающий воздействие напряженности использования ресурсов на продукцию; K_j — показатель напряженности использования ресурсов.

Напряженность использования ресурсов зависит от факторов, подчиняющихся и не подчиняющихся воздействию предприятия. Другими словами, напряженность использования ресурсов обусловлена экзогенными и эндогенными факторами:

$$g(K_j) = g'(K_j^s, K_j^v), \quad (3)$$

где $g'(K_j^s, K_j^v)$ — функция, представляющая воздействие экзо- и эндогенных факторов на напряженность использования ресурсов; K_j^s, K_j^v — показатели, отражающие соответственно действия экзо- и эндогенных факторов.

Учитывая (3), перепишем (2) в виде

$$Q_j^T / f(A, \alpha_i, r_{ji}) = g'(K_j^s, K_j^v). \quad (4)$$

Поскольку левая сторона (4) тождественна показателю интенсивности C_j , то

$$C_j = g'(K_j^s, K_j^v). \quad (5)$$

Из (5) видим, что интенсивность производства — это функция от напряженности использования ресурсов. При этом напряженность определяется экзо- и эндогенными факторами.

С помощью (4) и (5) уточним объект анализа интенсивности. Согласно (4), интенсивность образуется относительно примененных ресурсов. Это значит, что интенсивность рассматривается в рамках имеющихся производственных ресурсов, т. е. производственного по-

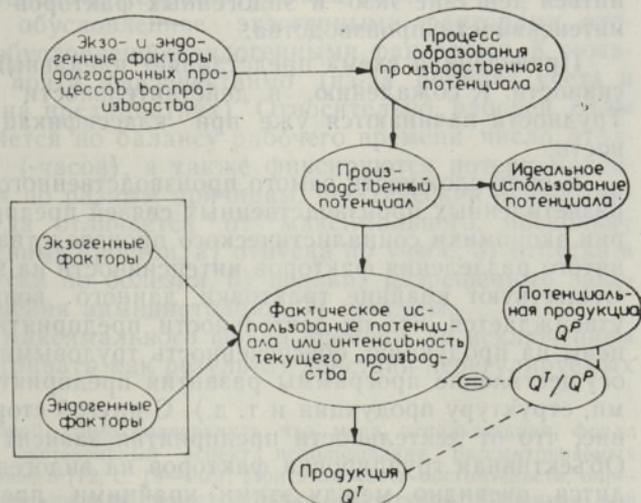


Рис. 1. Схема факторов производственной деятельности (квадратом выделен объект анализа интенсивности).

тенциала. Суть анализа интенсивности состоит в исследовании реализации производственного потенциала. Реализация потенциала является проблемой текущего производства. Следовательно, анализ интенсивности состоит, как это предлагается в данной статье, в анализе интенсивности текущих производственных процессов. Вне поля зрения остается интенсивность долгосрочных процессов воспроизводства, т. е. результативность образования самого производственного потенциала. Не рассматривается, например, результативность действий предприятия при сбыте нового оборудования и т. д. (см. рис. 1).

Целью анализа интенсивности является оценка, показывающая, в какой мере интенсивность текущего производства обусловлена действиями самого коллектива предприятия, а в какой мере — другими обстоятельствами.

Принципиальная схема анализа интенсивности

Чтобы проанализировать интенсивность производства определенного предприятия, необходимо пройти следующие этапы.

Сначала надо сгруппировать факторы интенсивности на экзогенные и эндогенные. Экзогенными являются такие, например, как соответствие поставок материалов, полуфабрикатов и т. д. производственной программе (количество, качество, ритмичность), напряженность ресурсов рабочей силы в данном регионе и т. д. Эндогенными факторами интенсивности являются уменьшение брака, улучшение трудовой дисциплины и другие.

После этого необходимо найти факторам количественное выражение (иначе их обработка окажется невозможной). В соответствии с таким требованием образуется множество показателей $\{K\}$ с двумя подмножествами $\{K^v\}$ и $\{K^s\}$. Первое из них охватывает показатели, отражающие действие экзогенных факторов, второй — показатели эндогенных факторов.

На третьем этапе анализа дефинируется связь $C_j = g'(K_j^v, K_j^s)$, в ходе которой специфицируется модель $g'(\cdot)$.

И, наконец, на четвертом этапе выбирается алгоритм, с помощью которого анализируется $g(\cdot)$. В результате этого анализа должно выясниться действие экзо- и эндогенных факторов в процессе образования интенсивности производства.

Приведенная схема представляет идеальный случай анализа интенсивности. К сожалению, в действительности ситуация более сложна. Трудности начинаются уже при классификации факторов интенсивности.

В силу сложности самого производственного процесса, а также из-за разветвленных производственных связей предприятия до сих пор в теории экономики социалистического производства нет единого и общепринятого разделения факторов интенсивности на эндогенные и экзогенные. Существуют крайние трактовки данного вопроса. С одной стороны, утверждается, что от деятельности предприятия зависит все (включая цены на продукцию, обеспеченность трудовыми ресурсами, выработку и осуществление программы развития предприятия, связи с поставщиками, структуру продукции и т. д.). С другой стороны, бытует представление, что от деятельности предприятия зависит мало или почти ничего. Объективная группировка факторов на эндогенные и экзогенные находится, очевидно, между этими крайними представлениями. И хотя в теоретическом плане изложенный вопрос остается нерешенным, в практическом же анализе конкретного предприятия можно почти всегда судить о характере того или иного фактора интенсивности. Следова-

тельно, возможно разделение факторов на экзо- и эндогенные, что делает применимой и вышеизложенную принципиальную схему анализа интенсивности,

Спецификация показателя напряженности использования ресурсов

Хотя вышеизложенная принципиальная схема реализуема в практических расчетах, она все же чересчур трудоемка (касательно процесса сбора и обработки первичной информации). Поэтому нас интересует, существует ли какой-нибудь альтернативный вариант анализа интенсивности, не требующий для осуществления столь трудоемких процедур.

При поиске альтернативного варианта предположим, что во множестве показателей напряженности использования ресурсов существует один, который, кроме данного ресурса, описывает напряженность использования и других (а может быть, и всех) ресурсов.

Как известно, предметы труда и рабочая сила являются активными элементами производственного процесса, которые непосредственно принимают участие в образовании продукции. Поэтому именно в напряженности использования этих ресурсов выражается напряженность или интенсивность всего производственного процесса.

Напряженность производственного использования предметов труда и рабочей силы относительно точно характеризуется показателем использования фонда рабочего времени⁵. При выборе с показателем использования фонда рабочего времени либо предметов труда, либо рабочей силы существенных проблем не возникает (по динамике поведения оба показателя однозначны). Поэтому при предпочтении одного из названных показателей весомыми становятся второстепенные моменты. В производственной практике учет рабочего времени рабочей силы ведется точнее, чем учет предметов труда (это и понятно — часто от этого зависит начисление заработной платы). Понятно также, что нас интересует наиболее точная исходная информация. Поэтому следует отдать предпочтение показателю использования фонда рабочего времени рабочей силы.

Чтобы реализовать вышеизложенную схему анализа интенсивности производства, следовало бы показатель использования фонда рабочего времени разделить на две части. Первая отражала бы частичное использование фонда времени, обусловленное экзогенными факторами, вторая — то же самое, но обусловленное эндогенными факторами. К сожалению, практически это почти неосуществимо (из-за порядка учета и составления отчетности на предприятиях). Относительно рабочей силы на предприятиях выявляется по балансу рабочего времени число отработанных человеко-дней (-часов), а также фиксируются потери максимального фонда времени по разным причинам. Фактический отработанный фонд времени всегда отличается от максимального, поскольку имеют место: 1) целодневные простои, 2) отпуска по учебе, 3) отпуска в связи с родами, 4) отпуска по болезни, 5) неявки, разрешенные законом, 6) неявки с разрешения администрации, 7) прогулы.

Все причины потерь максимального фонда времени, за исключением простоев, можно рассматривать как результат действия нерегулируемых

⁵ Чтобы быть корректным, необходимо подчеркнуть, что мера использования фонда рабочего времени отражает экстенсивный аспект использования рассматриваемых ресурсов (об этом см. подробнее в [12, с. 19—20]). При этом часть обстоятельств, определяющих напряженность использования, может остаться неучтенной. Например, при полном использовании фонда рабочего времени станок и т. п. может эксплуатироваться не на полную мощность. В таком случае напряженность использования станка ниже максимальной (хотя мера использования фонда рабочего времени и свидетельствует о максимальной напряженности использования станка).

предприятием факторов⁶. Таким образом, показатель использования максимального фонда рабочего времени можно интерпретировать как выражение действия экзогенных факторов.

Упомянутый показатель специфицируется делением отработанного фонда на максимальный фонд рабочего времени. При этом рост значения частного характеризует улучшение использования фонда времени (и наоборот).

Выше выдвигалось два предположения:

1) использование фонда времени отражает напряженность использования рабочей силы;

2) напряженность использования рабочей силы отражает напряженность использования и других ресурсов.

Поскольку напряженность использования производственных ресурсов тождественна интенсивности производства, то в виде вышепредложенного показателя мы имеем дело с характеристикой действия экзогенных факторов интенсивности (т. е. с показателем, обозначенным в (3) символом K_j^v).

Далее составим задачу, с помощью которой на основе K_j^v можно выявлять действие экзогенных и эндогенных факторов на интенсивность производства.

Концепция анализа

В целях составления алгоритма анализа включим в граничную функцию компонент, выражающий эффект действия экзогенных факторов интенсивности производства. Для этого известен показатель K_j^v , характеризующий названное действие в период j (как выше показано, можно использовать в роли K^v меру использования фонда рабочего времени). Пусть K_j^v связан с потенциальной продукцией через функциональную зависимость $g(K_j^v)$ так, что

$$Q_j^v = f(A, \alpha_i, r_{ji}) \cdot g(K_j^v), \quad (6)$$

$$g(K_j^v) \in (0, 1]. \quad (7)$$

Q_j^v представляет собой потенциальную продукцию при K_j^v . Так как K_j^v , в свою очередь, выражает действие экзогенных факторов, то Q_j^v является потенциальной продукцией при действии данных экзогенных факторов. Другими словами, Q_j^v выражает потенциальную продукцию в нерегулируемых предприятием условиях. В силу (7) $Q_j^v \leq Q_j^P$. Отсюда видно, что при самом благоприятном воздействии экзогенных факторов интенсивности производства (другими словами — при отсутствии внешних причин, мешающих предприятию полностью использовать свой производственный потенциал) Q_j^v совпадает с Q_j^P . Поскольку в общем случае предприятие действует в менее благоприятных внешних условиях, то соответственно и потенциальная продукция в этих условиях меньше.

Учитывая сказанное, можем записать следующую двухэлементную систему показателей интенсивности:

$$C_j = C_j^v \cdot C_j^s, \quad (8)$$

⁶ Потери фонда рабочего времени по болезни не поддаются точной классификации. Болезни могут быть вызваны как эндогенными факторами (профессиональные заболевания, производственные травмы), так и экзогенными. То же касается и прогулов. Если доля потерь рабочего времени по этим причинам незначительна, в практических расчетах можно пренебречь их точным отнесением к той или иной группе причин.

где

$$C_j = Q_j^T / Q_j^P, \quad (9)$$

$$C_j^v = Q_j^v / Q_j^P, \quad (10)$$

$$C_j^s = Q_j^T / Q_j^v. \quad (11)$$

Коэффициент C_j^v показывает долю потенциальной продукции при внешних условиях периода j в потенциальной продукции, производимой при самых благоприятных внешних условиях.

Таким образом, C_j^v показывает, на сколько потенциал производства периода j при наличии экзогенных факторов интенсивности производства меньше, чем при отсутствии действия этих факторов. Значит, C_j^v можно называть экзогенной интенсивностью производства.

C_j^s представляет собой показатель использования производственного потенциала, образующегося под воздействием зависящих от предприятия факторов. Так как в этом показателе элиминировано воздействие экзогенных факторов, то в чистом виде он описывает уровень интенсивности производства, достигнутый только за счет деятельности коллектива предприятия⁷. Следовательно, C_j^s — это параметр эндогенной интенсивности производства. Показатель C_j является в математическом смысле произведением C_j^s и C_j^v . Поэтому C_j представляет собой обобщение названных частных показателей, отражающее уровень абсолютной интенсивности производства (абсолютная интенсивность формируется под воздействием экзогенных и эндогенных факторов).

Формулировка задачи оценки экзогенной интенсивности⁸

Для практической реализации вышеприведенной трактовки необходимо оценить $g(K_j^v)$. Выразим из (6)

$$g(K_j^v) = Q_j^v / Q_j^P. \quad (12)$$

Согласно (10), правая сторона равенства тождественна C_j^v , а это означает, что

$$g(K_j^v) = C_j^v. \quad (13)$$

Поскольку $Q_j^v \geq Q_j^T$ ⁹, то, согласно (9) и (10),

$$C_j^v \geq C_j. \quad (14)$$

⁷ В действительности C_j^s обуславливается наряду с эндогенными факторами интенсивности и т.н. случайными обстоятельствами. Для представления сути последнего запишем $C_j = \bar{g}(K_j) + \varepsilon_j$, где K_j — показатель, отражающий действие как эндогенных, так и экзогенных факторов интенсивности; $\bar{g}(K_j)$ — функция, представляющая детерминированный от K_j компонент C_j ; ε_j — компонент C_j , не связанный с влиянием K_j , который обусловлен случайными обстоятельствами. Согласно вышеприведенному ходу рассуждения, ε_j включается в C_j^s . Если предположить, что ε_j обусловлен главным образом такими факторами, которых не представляют ни K_j или K_j^v (например, объем брака и т. п.) и ни ошибка уравнения, которую в принципе можно, используя разные спецификации $\bar{g}(K_j)$, минимизировать, то это не очень большая ошибка.

⁸ Предлагаемая задача основывается на предпосылке, что до анализа интенсивности производства известна абсолютная интенсивность C_j . Техника оценки C_j представлена в [11].

⁹ Это обусловлено тем, что Q_j^v — потенциальная, а Q_j^T — фактическая продукция. Потенциальная продукция всегда больше фактической.

Неравенство (14) представляет гипотезу, согласно которой экзогенная интенсивность всегда превышает абсолютную. Эта гипотеза истинна, если учесть два момента: а) круг факторов абсолютной интенсивности шире, чем у экзогенной интенсивности (первую определяют как эндо-, так и экзогенные факторы, вторую — только экзогенные); б) эффект факторов интенсивности может быть лишь отрицательным¹⁰.

С помощью (13) и (14) составляем неравенство

$$g(K_j^v) \geq C_j. \quad (15)$$

Напомним также, что, согласно (7), максимальное значение $g(K_j^v)$ равняется единице. Поэтому

$$C_j \leq g(K_j^v) \leq 1. \quad (16)$$

Представим неравенство (16) графически. На рис. 2 хорошо видно, что в интервале $[K_{\min}^v, K_{\max}^v]$ (K_{\min}^v, K_{\max}^v — минимальное и максимальное значения K_j^v) (16) выполняется бесконечным числом кривых $g(K_j^v)$. Следовательно, возникает вопрос, какая из возможных функций является все-таки правильной для отражения C_j^v .

По нашему мнению, следует предпочесть такую кривую $g(K_j^v)$, при которой сумма квадратных отклонений $g(K_j^v)$ от значений C_j минимальна. Таким образом, критерием предпочтения выступает

$$\min \sum_j^n [C_j - g(K_j^v)]^2. \quad (17)$$

Согласно (17), правильной считается такая $g(K_j^v)$, которая находится ближе других к C_j . Такой выбор обосновывается тем, что вследствие этого $g(K_j^v)$ совпадает (или почти совпадает) с экстремальными значениями C_j (такowymi на рис. 2 являются, например, C_1, C_2 и C_3). Эти C_j представляют абсолютную интенсивность, при которой эндогенная интенсивность наивысшая. Наивысшая эндогенная интенсивность в этих точках выражается тем, что при худших внешних условиях¹¹ абсолютная интенсивность, зависящая по (8) от эндогенной и экзогенной интенсивности, выше, чем при производстве, находящемся в лучших внешних условиях. На рис. 2, например, в точке K_1 внешние условия хуже, чем в точке K_4 . Следовательно, экзогенная интенсивность $C_1^v < C_4^v$.

Несмотря на это, абсолютная интенсивность $C_1 > C_4$. Поэтому эндогенная интенсивность $C_1^s > C_4^s$, в силу чего и логично намерение найти $g(K_j^v)$ такую, которая бы совпадала (или почти совпадала) с экстремальными значениями C_j .

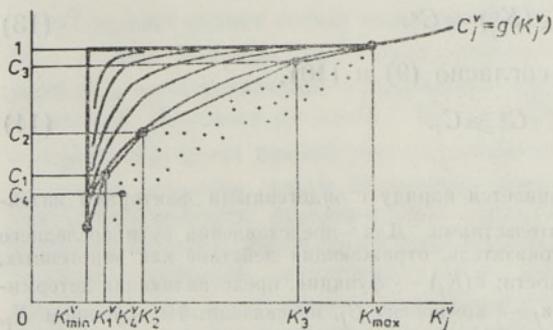


Рис. 2. Графическое представление C_j^v и C_j (точки — значения C_j).

¹⁰ Эффект действия какого-либо фактора обычно оценивается как плохой, нейтральный или хороший. Шкалу оценки можно передвинуть таким образом, чтобы первоначальные оценки «плохо», «нейтрально», «хорошо» стали теперь оценками «очень плохо», «плохо» и «нейтрально» соответственно. С такой передвижкой шкалы мы имеем дело при оценке факторов интенсивности.

¹¹ Внешние условия производства характеризует значение K_j^v . При этом рост значения K_j^v свидетельствует об улучшении внешних условий.

При составлении задачи оценки $g(K_j^v)$ важно также учитывать зависимость экзогенной интенсивности от K_j^v . По этому поводу логично предположить, что при улучшении внешних условий, т. е. при росте K_j^v , экзогенная интенсивность растет. Это значит, что чем благоприятнее внешние условия, тем больше потенциал, определяемый этими обстоятельствами. Следовательно, тем меньше окажется разница данного потенциала и максимального потенциала, которая образуется в наилучших внешних условиях. Поэтому и в наиболее благоприятных внешних условиях экзогенная интенсивность имеет наивысший уровень.

Из приведенного вытекает, что $g(K_j^v)$, отражающая экзогенную интенсивность, должна в интервале $[K_{\min}^v, K_{\max}^v]$, где K_j^v постоянно возрастает, быть монотонно возрастающей. Поэтому

$$dg(K_j^v)/dK_j^v > 0, \quad (18)$$

где $K_j^v \in [K_{\min}^v, K_{\max}^v]$.

И, наконец, предположим, что в точке, где абсолютная интенсивность равняется единице, т. е. в точке, где потенциал производства реализован полностью, экзогенная и эндогенная интенсивность также равняются единице.

Такое предположение имеет логическое обоснование. То, что экзогенная интенсивность C^v максимальна в данном случае, особого подтверждения, очевидно, не требует (при самых благоприятных внешних условиях производства, а об этом свидетельствует максимальное значение K_{\max}^v , потенциал производства совпадает в данных условиях с максимальным потенциалом). Максимальность эндогенной интенсивности C^v вытекает из зависимости (8), откуда $C_j^s = C_j/C_j^v = 1/1 = 1$.

Включим приведенное предположение в задачу оценки $g(K_j^v)$ в виде ограничения

$$g(K_{\max}^v) = 1. \quad (19)$$

Резюмируя вышеприведенное, можно сказать, что задача оценки $g(K_j^v)$, или экзогенной интенсивности, представляет собой проблему оптимального планирования с целевой функцией (17) и ограничениями (15), (16), (18) и (19).

Оценив с помощью $g(K_j^v)$ экзогенную интенсивность производства, мы, согласно (8), можем определить и эндогенную интенсивность

$$C_j^s = C_j/C_j^v. \quad (20)$$

Таким образом, нам известны оба компонента абсолютной интенсивности. Это позволяет выявить сперва определяющие интенсивность факторы, а потом — проанализировать истинную производственную деятельность предприятия.

Пример

Для оценки экзо- и эндогенной интенсивности нам известны семь значений абсолютной интенсивности C_j и семь значений K_j^v — показателя эффекта от действия экзогенных факторов (в его роли используется предложенная выше мера использования максимального фонда рабочего времени). Исходные данные представлены в таблице.

Сперва исследуем зависимость абсолютной интенсивности от экзогенных факторов. С помощью корреляционного анализа выясняется, что коэффициент парной корреляции между C_j и K_j^v равняется 0,7151 (по

Данные анализа интенсивности производства

j	Абсолютная интенсивность C_j	Мера использования максимального фонда рабочего времени K_j^v	Экзогенная интенсивность		Эндогенная интенсивность
			по $g'(K_j^v)$	по $g''(K_j^v)$	
1	0,96382	0,84483	0,96383	0,96383	1
2	0,95801	0,85623	0,97805	0,97803	0,97951
3	0,98736	0,87205	0,99781	0,99780	0,98953
4	0,96334	0,86469	0,98861	0,98860	0,97444
5	1,00000	0,87381	1	1	1
6	0,96735	0,86832	0,99315	0,99314	0,97402
7	0,98065	0,86768	0,99235	0,99234	0,98821

t -критерию с 90%-ной вероятностью). Соответствующий коэффициент детерминации составляет 0,5114. Это показывает, что 51% вариации интенсивности производства обусловлен экзогенными факторами. Следовательно, остальные 49% вариации связаны с действием эндогенных факторов.

Приступим теперь к составлению задачи оценки экзогенной интенсивности. Для этого необходимо специфицировать функцию $g(K_j^v)$, отражающую экзогенную интенсивность производства. Чтобы получить адекватную спецификацию, следует по принципу $g(K_j^v)$ определить возможно большее число моделей. Поступая таким образом, мы минимизируем ошибку функции, обусловленную несоответствием модели смоделированному объекту. В данной работе мы ограничились лишь двумя функциями, так как из практических расчетов выяснилось, что зависимость показателя C_j от K_j^v близка к линейной. Такую зависимость можно адекватно смоделировать и без применения специальных и сложных математических форм. Например, достаточно использовать параболу второго порядка

$$g'(K_j^v) = a_0 + a_1 K_j^v + a_2 (K_j^v)^2$$

и модифицированную степенную функцию

$$g''(K_j^v) = a_0 (K_j^v)^{a_1} \exp(a_2 K_j^v),$$

где a_0, a_1, a_2 — параметры.

Преобразуем представленные функции в форму, в которой учтено ограничение $g(K_{\max}^v) = 1$. При параболе $a_0 + a_1 K_{\max}^v + (K_{\max}^v)^2 = 1$ тогда, когда $a_0 = 1 - a_1 K_{\max}^v - a_2 (K_{\max}^v)^2$. Запишем выражение a_0 в уравнение параболы, которое после упрощения примет вид

$$g'(K_j^v) = 1 + a_1 (K_j^v - K_{\max}^v) + a_2 [(K_j^v)^2 - (K_{\max}^v)^2].$$

При степенной функции $a_0 (K_{\max}^v)^{a_1} \exp(a_2 K_{\max}^v) = 1$ тогда, когда $a_0 = (K_{\max}^v)^{-a_1} \exp(-a_2 K_{\max}^v)$, откуда

$$g''(K_j^v) = (K_j^v / K_{\max}^v)^{a_1} \exp[a_2 (K_j^v - K_{\max}^v)].$$

По (15) и (18) сформулируем ограничения:

1) для параболы

$$1 + a_1 (K_j^v - K_{\max}^v) + a_2 [(K_j^v)^2 - (K_{\max}^v)^2] \geq C_j,$$

$$\frac{d\{1 + a_1 (K_j^v - K_{\max}^v) + a_2 [(K_j^v)^2 - (K_{\max}^v)^2]\}}{dK_j^v} = a_1 + 2a_2 K_j^v > 0;$$

2) для степенной функции

$$(K_j^v / K_{\max}^v)^{a_1} \exp[a_2(K_j^v - K_{\max}^v)] \geq C_j,$$

$$\frac{d\{(K_j^v / K_{\max}^v)^{a_1} \exp[a_2(K_j^v - K_{\max}^v)]\}}{dK_j^v} > 0.$$

Судя по приведенным ограничениям, в интервале определения иско- мая функция является монотонно возрастающей. При этом значения функции должны превышать уровень абсолютной интенсивности.

Представленные ограничения достаточны и для удовлетворения тре- бования $g(K_j^v) \leq 1$. Дело в том, что при монотонно возрастающей функ- ции $g(K_j^v)$ имеет максимальное значение при максимальном значении аргумента. Так как последнее является крайней точкой интервала опре- деления $g(K_j^v)$, то, следовательно, все остальные значения функции $g(K_j^v)$ ниже $g(K_{\max}^v)$. Поскольку $g(K_{\max}^v) = 1$, значит, $g(K_j^v) < 1$.

Для окончательного составления задачи надо дополнить приведенные ограничения целевой функции: при параболе

$$\min \sum_j \{C_j - 1 - a_1(K_j^v - K_{\max}^v) - a_2[(K_j^v)^2 - (K_{\max}^v)^2]\}^2,$$

при степенной функции

$$\min \sum_j \{C_j - (K_j^v / K_{\max}^v)^{a_1} \exp[a_2(K_j^v - K_{\max}^v)]\}^2.$$

Приведенная задача была решена модифицированным методом поиска по деформируемому многограннику [13, с. 163—173]. Из решения явствует, что

1) при параболе

$$a_0 = -0,090884, a_1 = 1,248422, a_2 = 0,000053;$$

2) при степенной функции

$$a_0 = 1, a_1 = 1,092637, a_2 = -0,000500.$$

Далее вычислим теоретические значения функции. Из таблицы вид- но, что теоретические значения параболы и степенной функции разнятся лишь пятым знаком после запятой, т. е. обе функции обеспечивают оди- наковые результаты при анализе интенсивности.

Зная значения абсолютной и экзогенной интенсивности, мы можем, согласно формуле (8), найти и значения эндогенной интенсивности:

$$C_j^s = C_j / g(K_j^v).$$

Оценки эндогенной интенсивности производства представлены в таб- лике. Чтобы не отягощать читателя деталями, мы не анализируем дина- мику, тенденцию и т. д. эндогенной интенсивности. В этих целях хорошо применимы традиционные методы экономического анализа. Рассмотрим здесь лишь правдоподобность найденных оценок эндогенной интен- сивности. Для этого сравним их с результатами корреляционного анализа. Напомним, что согласно названным результатам приблизительно поло- вина вариаций интенсивности обусловлена действием экзогенных фак- торов. Постараемся, основываясь на значении эндогенной интенсивности, определить долю эндогенных факторов в вариации абсолютной интен- сивности.

Определим средние годовые значения отклонений абсолютной и эндо- генной интенсивности от максимальной (максимальная интенсивность равняется единице). Соответствующие значения составляют 0,01347 и 0,02563. Разделим эти величины и получим, что искомое составляет 52%. Следовательно, удельный вес эндогенных факторов при образовании

абсолютной интенсивности равняется половине, что соответствует результатам корреляционного анализа. С учетом этого можно найденные результаты считать достоверными, что позволяет применять предлагаемую технику при практических анализах.

Заключение

1. Проблема определения уровня интенсивности производства при элиминировании внешних условий возникает при желании дать деятельности предприятия объективную оценку.

2. В предыдущих исследованиях, посвященных данной тематике, вопрос декомпозиции отклонения интенсивности рассматривался в рамках стохастической граничной функции. Так как неоспоримой соответствующая методика является только при выявлении средних показателей обширных совокупностей, то для анализа интенсивности отдельного предприятия необходимо выбрать другой путь.

3. Альтернативной является методика, основанная на детерминированной граничной функции. Эта функция дополняется компонентом, выражающим действие экзогенных факторов интенсивности. После преобразования можно убедиться, что компонент экзогенных факторов тождествен показателю экзогенной интенсивности производства, т. е. интенсивности, определяемой только нерегулируемыми предприятием факторами. Зная значения абсолютной интенсивности, т. е. интенсивности, образующейся под воздействием как нерегулируемых, так и регулируемых предприятием факторов, можно сформулировать задачу оценки упомянутого компонента.

4. В математическом смысле это задача оптимального планирования. При формулировке целевой функции правильной считается предпосылка, согласно которой экзогенная интенсивность совпадает (или почти совпадает) с наилучшими значениями абсолютной интенсивности.

Чтобы определить ограничения, можно опираться на две закономерности. Сперва логично предположить, что при улучшении экзогенных условий экзогенная интенсивность растет. Это значит, что функция, специфицирующая экзогенный компонент, должна в анализируемом интервале являться постоянно возрастающей. С другой стороны, обоснованно ограничить значения экзогенной интенсивности так, чтобы они были больше уровня абсолютной интенсивности производства (решение приведенной задачи требует предварительного знания уровня абсолютной интенсивности производства).

5. Правдоподобность найденных предложенной техникой результатов рассмотрена на числовом примере. Выяснилось, что найденные результаты можно считать достоверными. Следовательно, предложенная техника применима при практических анализах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мартюшева Л. С., Лукашева Л. К., Полубедова Т. С. Интегральная оценка уровня интенсификации производства. — Экономика и организация промышленного производства, 1986, вып. 22, 40—44.
2. Соколовский Л. Е. Оценка деятельности предприятия по уровню эффективности и интенсификации производства. — Экономика и матем. методы, 1985, вып. 1, 83—96.
3. Farrell, M. J. The measurement of productive efficiency. — J. Roy. Statist. Soc. A (General), 1957, CXX, 253—281.
4. Aigner, D., Lovell, C. A. K., Schmidt, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production models. — J. Econometrics, 1977, 7, N 6, 21—37.
5. Meeusen, W., Broeck, J. van den. Efficiency estimation from Cobb—Douglas production functions with composed error. — Internat. Econ. Rev., 1977, 18, N 2, 435—444.

6. Schmidt, P., Lovell, C. A. K. Estimating technical and allocative efficiency. — *J. Econometrics*, 1979, 9, N 3, 343—366.
7. Данилин В. И., Ловелл Ч., Матеров И. С., Роузфилд С. Нормативные и стохастические методы измерения и контроля эффективности работы фирмы и предприятия. — *Экономика и матем. методы*, 1982, вып. 1, 86—93.
8. Матеров П. К проблеме полной идентификации модели стохастических границ производства. — *Экономика и матем. методы*, 1981, вып. 4, 784—788.
9. Ajanasjev, M., Sokolev, V. The estimation of the efficiency of enterprise activity. — In: *Proceedings of the 6th Finnish-Soviet Symposium in Economics*. Helsinki, 1985, 79—94.
10. Danilin, V. I., Materov, I. S., Rosenfield, S., Lovell, C. A. K. Measuring enterprise efficiency in the Soviet Union: a stochastic frontier analysis. — *Economica*, 1985, 52, N 296, 225—233.
11. Сени У. Определение эффективности на основе производственного потенциала. — *Изв. АН ЭССР. Обществ. н.*, 1986, № 4, 325—337.
12. Saarepera, M. *Energiamajanduse statistika*. Tallinn, 1976.
13. Химмельблау Д. *Прикладное нелинейное программирование*. М., 1975.

Представил К. Хабихт

*Институт экономики
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
25/I 1988

Urmas SEPP

TOOTMISE INTENSIIVSUSE HINDAMINE ETTEVÖTTEVÄLISTE TEGURITE ELIMINEERIMISEL

On vaadeldud ettevõtte tootmistegevuse intensiivsuse hindamise ülesannet, mille puhul on eesmärgiks objektiivse, ettevõtte tegevust iseloomustava karakteristikute leidmine. Selleks on vajalik niisuguse näitaja kasutamine, mille mõjurite hulgast oleksid elimineeritud ettevõtte poolt mittejuhitavad tegurid. Näitaja koostamisel on rakendatud eksogeense intensiivsuse koefitsienti (peegeldab potentsiaalset intensiivsust konkreetsetes välistingimustes võrrelduna soodsaimate välistingimustega). On näidatud eksogeense intensiivsuse hindamise algoritm, mis põhineb rajafunktsiooni determineeritud käsitlusel. Nimetatud algoritm aluseks on eksogeense ja absoluutse intensiivsuse vahetamine. Seetõttu eeldab algoritm absoluutse intensiivsuse eelnevat hinnangut. Matemaatilises tähenduses kujutab eksogeense intensiivsuse algoritm enesest optimaalse planeerimise probleemi. Nimetatud algoritm kasutamist, samuti ettevõtte tegevusest kujuneva tootmise intensiivsuse arvutamist on illustreeritud arvnäitega.

*Eesti NSV Teaduste Akadeemia
Majanduse Instituut*

Toimetusse saabunud
25. I 1988

Urmas SEPP

ESTIMATING THE PRODUCTION EFFICIENCY BY ELIMINATING THE EXTERNAL FACTORS OF AN ENTERPRISE

In the article the author deals with the estimation problem of production efficiency in an enterprise. His aim is to find an objective measure which characterizes the activity of an enterprise. To realize this task it is necessary to use such an index which is not influenced by the factors unguidable by an enterprise. On composing an adequate index the coefficient of exogenous efficiency (reflects potential efficiency in concrete external conditions as compared with favourable external conditions) has been applied. The author presents the algorithm of estimating the exogenous efficiency. It is based on the determined treatment of frontier function and on the relationship between the exogenous and absolute efficiency. Therefore the algorithm in question presumes precedent estimation of absolute efficiency. In mathematical sense the algorithm of exogenous efficiency is expressed by the problem of optimal planning. The use of this algorithm as well as the working out of the estimation of production efficiency resulting from the activity of an enterprise has been illustrated by a numerical example.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Economics*

Received,
Jan. 25, 1988