

КОНСТРУИРОВАНИЕ ИНДУКТИВНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФУНКЦИЙ НА ОСНОВЕ РАСШИРЕНИЯ КАТЕГОРИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

В. А. Харитонов, И. В. Елохова

Предлагается обоснование необходимых преобразований производства на основе конструирования допустимых затратных функций целенаправленным перебором базового набора технологических функций, обеспечивающих заданные параметры индуктивной производственной функции.

Индуктивное построение производственной функции производится по принципу «от частного к общему», что более соответствует решению задач инновационного преобразования производственных процессов, в отличие от ее классического представления [2]. Это предполагает выбор начала построения производственной функции с нижнего уровня расчетов — построения затратной функции по операциям производственных процессов. Такие функции аддитивно входят в индуктивную производственную функцию. Если производственная функция демонстрирует неэффективное использование ресурсов (возврат на инвестиции) и требуются изменения, то можно, задавая требуемые параметры индуктивной производственной функции, построить затратные функции для обоснования изменений.

Исследование инвестиционной привлекательности промышленного предприятия в качестве исходной позиции должно использовать результаты анализа возможностей расширения производства. Параметры производственной функции на момент анализа могут существенно отличаться от желаемых значений. Эту информацию следует использовать для обо-

снования состава производственных участков, подлежащих инновационному изменению, и содержания этих изменений, проявляющегося в характеристике затратных функций экономических факторов, аддитивно входящих в индуктивную производственную функцию [1].

Таким образом, возникает многовариантная задача преобразования (конструирования) производственной функции промышленного предприятия, решения которой принимают смысл формальных требований к эффективности модификаций (инноваций) одного или нескольких производственных участков, ориентированных на целенаправленное изменение их затратных функций, не касаясь способа или даже самой реализуемости проектов, переадресовывая эту сторону проблемы на соответствующих специалистов в конкурсном порядке.

Математическая модель постановки задачи. Качественно различимые ситуации, проявляющиеся по результатам преинвестиционного анализа, формулируют задачи конструирования производственных участков.

Их можно перечислить посредством перебора основных существенных для них параметров производственной функции (рис. 1).

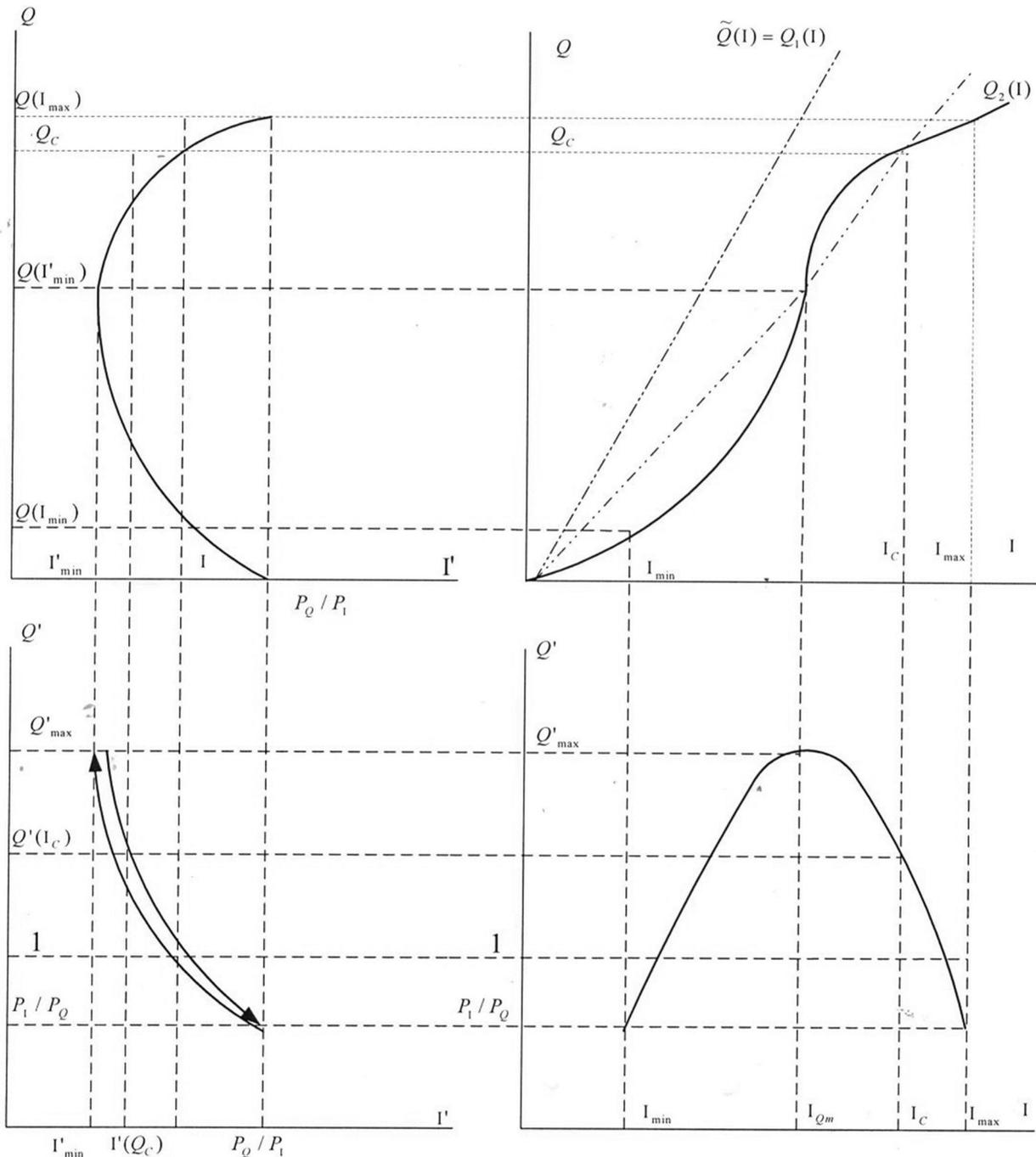


Рис. 1. Соотношение предельной производительности и предельных затрат сравнительно «благополучной» производственной функции по обобщенному инвестиционному капиталу

1) интервалы рентабельности расширения производства

$$[I_{\min}, I_{\max}], [Q_{\min} = Q(I_{\min}), Q_{\max} = Q(I_{\max})]; \quad (1)$$

где I — обобщенный инвестиционный капитал, Q — объем производства;

2) оптимальные значения параметров расширенного производства

$$Q_{opt} = \min(Q_{\max}, Q_c), \quad (2)$$

$$I_{opt} = \min(I_c = I(Q_c), I_{\max}); \quad (3)$$

3) значения показателей эффективности инвестиций \mathcal{E} в оптимальной точке производственной функции, где P — цена продукции

$$\mathcal{E}_{\min} \leq \mathcal{E}_{opt} = \frac{Q_{opt} P_Q}{I_{opt} P_I}, \quad (4)$$

$$r_{\min} \leq r_{opt} = \mathcal{E}_{opt} P_I. \quad (5)$$

При построении и анализе характеристик производственных функций следует иметь в виду следующее.

Цена единицы ассортимента P_Q имеет размерность (р.) и при необходимости обращает

производственную функцию в денежное выражение, а также служит границей рентабельности производства на оси предельных инвестиций.

Цена инвестиционного ресурса P_1 измеряется в относительных единицах, обозначающих, во сколько раз возрастающий инвестиционный капитал по объему превышает предоставляемый для инвестиционных целей, и может служить границей рентабельности производства на оси предельной производительности.

Индикаторами исчерпания рентабельности производства могут служить универсальные признаки: цена единицы ассортимента P_Q , отнесенная к цене ресурса — при беспроцентных инвестициях цена на продукт виртуально уменьшается в P_1 раз, чтобы быть сопоставимой с реальным объемом инвестиций, размерность (р.); цена инвестиционного ресурса P_1 / P_Q , отнесенная к цене продукта P_Q — количество продукта, виртуально продаваемое на рубль, увеличенное в P_1 раз ввиду фактически возрастающих затрат в момент возврата инвестиционного капитала, размерность (1/р.).

Предельная производительность dQ / dI означает количество продукта, приходящегося на рубль затрат инвестиционного капитала.

Величина dI / dQ , обратная предельной производительности, обозначает размер инвестиционных затрат на производство единицы основного продукта и не может быть больше величины P_Q / P_p т. е. его цены, виртуально скорректированной под инвестиционный процент. Поскольку затратные функции строятся методом имитационного моделирования наращивания производства $Q := Q + 1$, то в дифференциалах $\Delta Q = 1$ значение производной $\Delta I / \Delta Q$ имеет смысл приращения инвестиций ΔI , размерность (р./1).

Условия (3), (5) свидетельствуют о существовании области допустимых значений производственной функции в оптимальной точке, определяющей параметры расширенного производства, с границей $Q(t)$:

$$Q_3(I) = \mathcal{E}_{\min} IP_1 / P_Q, \tag{6}$$

$$Q_r(I) = r_{\min} I / P_Q,$$

$$\bar{Q}(t) = kI, \tag{7}$$

$$k = \max(\mathcal{E}_{\min} P_1 / P_Q, r_{\min} / P_Q). \tag{8}$$

Тогда полный набор требований к желаемым значениям параметров производственной функции $Q^*(I)$, сосредоточивающих в себе

понятие инвестиционной привлекательности проекта, составят следующие отношения.

1. Непустой интервал рентабельности расширенного производства

$$[I_{\min}^*, I_{\max}^*] \neq \emptyset. \tag{10}$$

2. Принадлежность оптимальной точки расширения производства интервалу рентабельности (8)

$$I_{opt}^* \in [I_{\min}^*, I_{\max}^*]. \tag{11}$$

3. Нахождение оптимальной точки производственной функции в области допустимых значений (7), (8)

$$Q_{opt}^* \geq \bar{Q}(I_{opt}^*) = kI_{opt}^*. \tag{12}$$

Приведение прединвестиционной индуктивной производственной функции к заданным требованиям (9)–(11) посредством переложения этих требований на аддитивные составляющие совокупной затратной функции будем называть конструированием индуктивной производственной функции.

Конструирование заданных производственных функций. Рассмотрим пример.

А. Прединвестиционная производственная функция имеет оптимальное решение (1), (2), но не удовлетворяющее (рис. 2) условию (11):

$$Q(I_{opt}) < \bar{Q}(I_{opt}).$$

Аддитивность исходной производственной функции $Q(I)$ может быть выражена рядом вариантов типа

$$Q(I) = Q_0(I) + Q_1(I), \tag{12}$$

среди которых могут оказаться несколько таких, что при условии

$$Q_1(I) = 0, \tag{13}$$

означающем беззатратность участков 1, выполняется отношение

$$Q_0(I_{opt}) \geq \bar{Q}(I_{opt}).$$

Оно формально ((13) недостижимо) означает выполнение условия (11) с запасом

$$\Delta I(Q_{opt}) = I_0(Q_{opt}) - \bar{I}(Q_{opt}), \tag{15}$$

образуя область существования желаемых затратных функций $Q_1^*(I)$, в которой может разместиться простая функция закупок, игнорирующая производственный участок 1, либо (2) функция затрат с учетом инновации как составляющая инвестирования.

Конструирование допустимых затратных функций. Экономическая функция выпуска

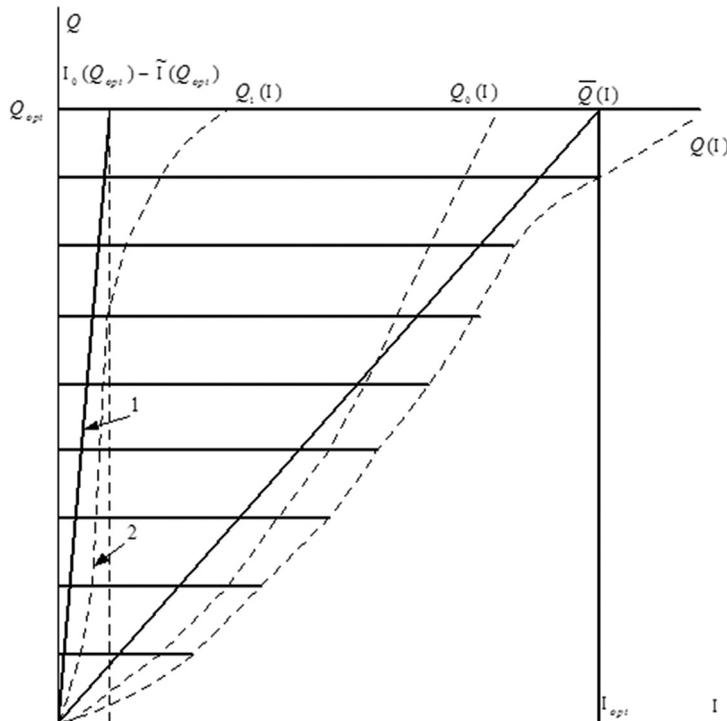


Рис. 2. Конструирование производственной функции по параметрам эффективности инвестиций

продукции (табл. 1) — это исходное состояние затратной функции на отдельном участке:

а) полная совокупная затратная функция $C(Q) = \sum_i \sum_k (C_{ik}^0 + C_{ik}(Q))$;

б) совокупная затратная функция по фактору k $C_k(Q) = \sum_i (C_{ik}^0 + C_{ik}(Q))$;

в) совокупная затратная функция по процессу i $C_i(Q) = \sum_k (C_{ik}^0 + C_{ik}(Q))$;

г) агрегированная относительно процесса i_1 совокупная затратная функция по фактору k $C_k(Q) = \sum_{i=i_1} (C_{ik}^0 + C_{ik}(Q)) + C_{i_1 k}^0 + C_{i_1 k}(Q)$;

д) агрегированная относительно фактора k_1 совокупная затратная функция по процессу i

$$C_i(Q) = \sum_{k_1=k_1} (C_{ik}^0 + C_{ik}(Q)) + C_{i k_1}^0 + C_{i k_1}(Q).$$

Выбор типа затратной функции и, соответственно, производственной функции зависит от содержания задачи инновационно-инвестиционного исследования эффективности производства и может меняться сообразно обстоятельствам бизнеса, оправдывая известную трудоемкость получения таблиц 1–4 многократностью использования и достаточным обоснованием принимаемых решений [4].

Для анализа эффективности полной загрузки производства можно построить экономическую функцию затрат факторов производства с учетом его загрузки другими заказами по факту накопленных затрат к моменту поступления нового заказа C_{ik}^0 (табл. 2).

Полный экономический анализ эффективности производства нового продукта требует перехода к экономической функции выпуска

Таблица 1

Экономическая функция выпуска продукции

Ресурсы X_k	Процессы Π_i				
	Заготовка 1	Обработка 2	Сборка 3	Наладка 4	i
1. Энергоресурсы	$C_{11}^0 + C_{11}(Q)$	$C_{21}^0 + C_{21}(Q)$	$C_{31}^0 + C_{31}(Q)$	$C_{41}^0 + C_{41}(Q)$	$C_{i1}^0 + C_{i1}(Q)$
2. Материалы, сырье	$C_{12}^0 + C_{12}(Q)$	$C_{22}^0 + C_{22}(Q)$	$C_{32}^0 + C_{32}(Q)$	$C_{42}^0 + C_{42}(Q)$	$C_{i2}^0 + C_{i2}(Q)$
3. Трудовые ресурсы	$C_{13}^0 + C_{13}(Q)$	$C_{23}^0 + C_{23}(Q)$	$C_{33}^0 + C_{33}(Q)$	$C_{43}^0 + C_{43}(Q)$	$C_{i3}^0 + C_{i3}(Q)$
4. Производственные площади	$C_{14}^0 + C_{14}(Q)$	$C_{24}^0 + C_{24}(Q)$	$C_{34}^0 + C_{34}(Q)$	$C_{44}^0 + C_{44}(Q)$	$C_{i4}^0 + C_{i4}(Q)$
$k \dots$	$C_{1k}^0 + C_{1k}(Q)$	$C_{2k}^0 + C_{2k}(Q)$	$C_{3k}^0 + C_{3k}(Q)$	$C_{4k}^0 + C_{4k}(Q)$	$C_{ik}^0 + C_{ik}(Q)$

Таблица 2

Экономическая функция затрат факторов производства с учетом его загрузки другими заказами

Ресурсы X_k	Процессы Π_i				
	Заготовка 1	Обработка 2	Сборка 3	Наладка 4	i
1. Энергоресурсы	$C_{11}^0 + C_{11}(\vartheta_1)$	$C_{21}^0 + C_{21}(\vartheta_2)$	$C_{31}^0 + C_{31}(\vartheta_3)$	$C_{41}^0 + C_{41}(\vartheta_4)$	$C_{i1}^0 + C_{i1}(\vartheta_i)$
2. Материалы, сырье	$C_{12}^0 + C_{12}(\vartheta_1)$	$C_{22}^0 + C_{22}(\vartheta_2)$	$C_{32}^0 + C_{32}(\vartheta_3)$	$C_{42}^0 + C_{42}(\vartheta_4)$	$C_{i2}^0 + C_{i2}(\vartheta_i)$
3. Трудовые ресурсы	$C_{13}^0 + C_{13}(\vartheta_1)$	$C_{23}^0 + C_{23}(\vartheta_2)$	$C_{33}^0 + C_{33}(\vartheta_3)$	$C_{43}^0 + C_{43}(\vartheta_4)$	$C_{i3}^0 + C_{i3}(\vartheta_i)$
4. Производственные площади	$C_{14}^0 + C_{14}(\vartheta_1)$	$C_{24}^0 + C_{24}(\vartheta_2)$	$C_{34}^0 + C_{34}(\vartheta_3)$	$C_{44}^0 + C_{44}(\vartheta_4)$	$C_{i4}^0 + C_{i4}(\vartheta_i)$
$k \dots$	$C_{1k}^0 + C_{1k}(\vartheta_1)$	$C_{2k}^0 + C_{2k}(\vartheta_2)$	$C_{3k}^0 + C_{3k}(\vartheta_3)$	$C_{4k}^0 + C_{4k}(\vartheta_4)$	$C_{ik}^0 + C_{ik}(\vartheta_i)$

продукции в количестве Q (табл. 1) подстановкой $n_{ik} \vartheta_{ik} Q := Q$, где n_{ik} — количество операций ϑ_{ik} , затрачиваемых на производство единицы конечного продукта.

Используя новую форму технологической функции, технолог предприятия, где размещается производство обсуждаемого продукта, получает дополнительные возможности для маневра. Это касается определения принципиальной возможности выпуска продукции на имеющихся производственных мощностях, установления допустимых вариантов требуемого технологического процесса с учетом ограничений на совместимость и физическую реализуемость указанных в технологической

функции методов и, наконец, обеспечения выбора наилучшего в определенном смысле варианта выпуска продукции. В этом случае можно говорить о том, что базовая технологическая функция преобразована в технологико-экономическую функцию выпуска заданного продукта на данном предприятии.

Методы, представленные в таблице 4, порождают множество вариантов реализации базовой технологической функции, переходящих друг в друга посредством операций замещения методов в каждой группе M_i .

Для экономического анализа базовая технологическая функция может быть трансформирована: распараллелена, освобождена от жест-

Таблица 3

Экономическая функция затрат факторов производства

Ресурсы X_k	Процессы Π_i				
	Заготовка 1	Обработка 2	Сборка 3	Наладка 4	i
1. Энергоресурсы	$C_{11}(\vartheta_1)$	$C_{21}(\vartheta_2)$	$C_{31}(\vartheta_3)$	$C_{41}(\vartheta_4)$	$C_{i1}(\vartheta_i)$
2. Материалы, сырье	$C_{12}(\vartheta_1)$	$C_{22}(\vartheta_2)$	$C_{32}(\vartheta_3)$	$C_{42}(\vartheta_4)$	$C_{i2}(\vartheta_i)$
3. Трудовые ресурсы	$C_{13}(\vartheta_1)$	$C_{23}(\vartheta_2)$	$C_{33}(\vartheta_3)$	$C_{43}(\vartheta_4)$	$C_{i3}(\vartheta_i)$
4. Производственные площади	$C_{14}(\vartheta_1)$	$C_{24}(\vartheta_2)$	$C_{34}(\vartheta_3)$	$C_{44}(\vartheta_4)$	$C_{i4}(\vartheta_i)$
$k \dots$	$C_{1k}(\vartheta_1)$	$C_{2k}(\vartheta_2)$	$C_{3k}(\vartheta_3)$	$C_{4k}(\vartheta_4)$	$C_{ik}(\vartheta_i)$

Таблица 4

Базовая технологическая функция

Методы	Процессы				
	Процесс 1	Процесс 2	Процесс 3	...	Процесс i
Метод 1	a_{11}	a_{21}	a_{31}	...	a_{i1}
Метод 2	a_{12}	a_{22}	a_{32}	...	a_{i2}
...
Метод M_i	a_{1M_i}	a_{2M_i}	a_{3M_i}	...	a_{iM_i}
...
Метод M	a_{1M}	a_{2M}	a_{3M}	...	a_{iM}

кого порядка следования и при необходимости локально сгруппирована. То есть, базовая технологическая функция освобождается от ряда обязательных ранее и существенных для технологии подробностей.

Таким образом, используя метод целенаправленного перебора, мы находим тот вид технологической функции, который может обеспечить требуемое преобразование производственной функции по заданному продукту.

Список источников

1. *Елохова И. В.* Индуктивное моделирование инвестиционных процессов. Теория и практика. — Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2005. — 235 с.
2. *Елохова И. В.* Система поддержки принятия инвестиционных решений на основе индуктивного моделирования производственных функций. — Екатеринбург: УрО РАН, 2005. — 140 с.
3. *Клейнер Г. Б.* Производственные функции: теория, методы, применение. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 89 с.
4. *Клейнер Г. Б., Бровер В. В.* К вопросу обоснования индекса технологической эффективности производства // Экономика и математические методы. — 1995. — №1. — С. 24-26
5. *Харитонов В. А., Стаматин В. И.* Технологическая функция как основа конструирования индуктивной производственной функции // Вестник Самарского государственного университета. — 2009. — №11. — С. 106-109.

УДК 519.714.007

Ключевые слова: производственные, затратные, технологические функции, индуктивная производственная функция промышленного предприятия, конструирование, инвестиции