

УДК 333.07

UDC 333.07

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СИСТЕМНОГО (СИНЕРГИЧЕСКОГО) ЭФФЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ**MODEL OF ASSESSMENT OF ECONOMIC EFFECTIVENESS AND SYSTEM (SYNERGISTIC) EFFECT OF TECHNOLOGICAL INTEGRATED PRODUCTION SYSTEM**

Макаревич Олег Александрович

к.э.н., доцент

Майкопский государственный технологический университет, Республика Адыгея, Россия

Makarevich Oleg Aleksandrovich

Cand.Econ.Sci., associate professor

Maikop State Technological University, Republic of Adygeya, Russia

В статье излагаются результаты исследования технологически (вертикально) интегрированного производства. Рассматриваются математические модели оценки экономической эффективности и системного (синергического) эффекта интегрированных производственных систем

In the article, the results of investigation of technological (vertical) integrated production are listed. Mathematical models of the estimation of economic efficiency and system (synergistic) effect of integrated production systems are examined

Ключевые слова: ПРИБЫЛЬ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОИЗВОДСТВО, МОДЕЛЬ, ДЕЗИНТЕГРАЦИЯ, ПОТОКОВАЯ СХЕМА, СИНЕРГИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, СИСТЕМА

Keywords: PROFIT, EFFICIENCY, PRODUCTION, MODEL, DISINTEGRATION, STREAMING SCHEME, SYNERGISTIC EFFECT, SYSTEM

Отсутствие моделей и количественных методик, позволяющих оценить эффект от намеченных интеграционных процессов и степень их влияния на экономическую эффективность производственных объектов, затрудняет проведение эффективных преобразований и создание интегрированных производственных структур. В связи с чем, актуальной становится разработка математических моделей оценки экономической эффективности интегрированных производственных систем, в частности, систем с технологической (вертикальной) интеграцией.

Полученная в [1] обобщенная модель оценки экономической эффективности технологически интегрированной производственной системы достаточно хорошо объясняют синергический эффект, возникающий при правильной ее организации, но не включают таких экономических показателей как цены, затраты, технологические нормы и т.п.

С этой целью конкретизируем и математически опишем процессы преобразования в блоках потоковой схемы технологически интегрированной производственной системы рис. 1.

Экономическая эффективность

Для конкретизации обобщенной модели введем для каждого звена (Предприятия) технологической цепи коэффициент k_i преобразования проходящего через него потока, где i – номер звена технологической цепи (см. рис.1).

В этом случае путь потока $d_1 \rightarrow d_2$ можно описать следующим образом. Материальный поток M_1 возникает в результате преобразования в блоке «Предприятие 1». Поток d_1 компенсирует затраты на приобретение $M_1=k_1d_1$, где k_1 можно рассматривать как коэффициент преобразования в блоке «Предприятие 1» денежного потока d_1 в материальный поток M_1 .

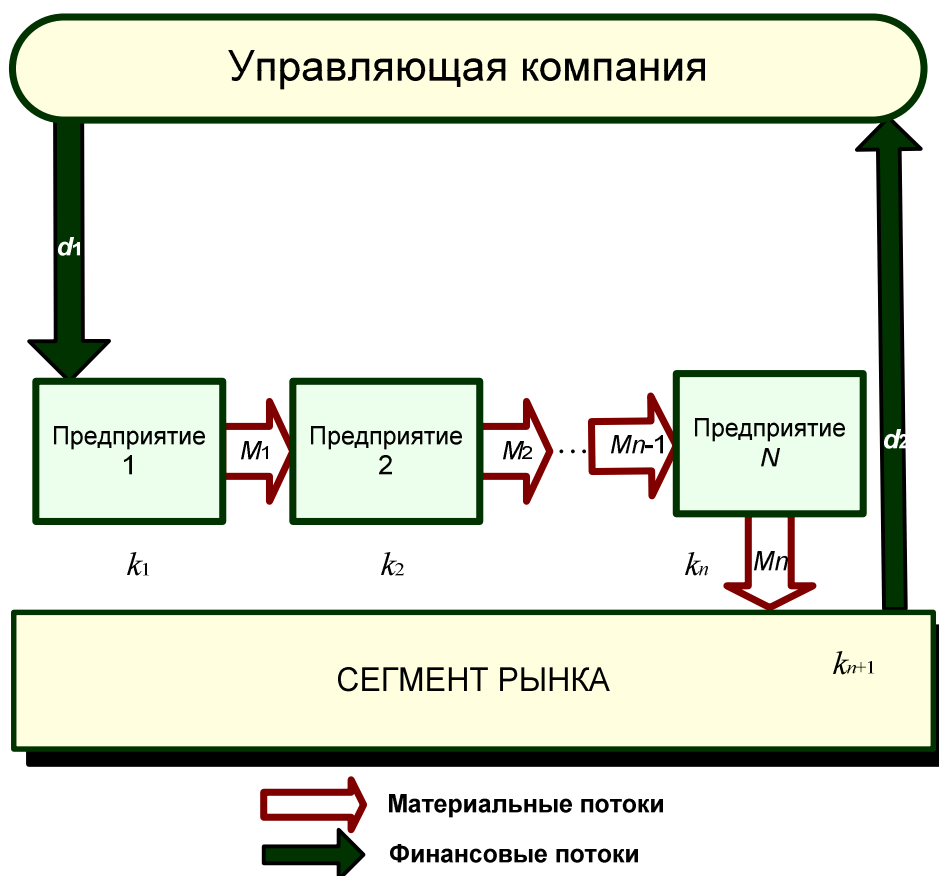


Рис. 1. Структура производственной системы с технологической (вертикальной) интеграцией

Если обозначить через C_a денежный эквивалент затрат на приобретение единицы ресурса M_1 , то объем приобретенного ресурса M_1 при заданном денежном потоке d_1 может быть записан как

$$M_1 = \frac{d_1}{C_a}, \quad (1)$$

то есть

$$k_1 = \frac{1}{C_a}. \quad (2)$$

Поток M_1 поступает на вход блока «Предприятие 2». В этом блоке поток M_1 претерпевает преобразование, и на его выходе уже действует поток M_2 . Следовательно:

$$M_2 = k_2 M_1.$$

Обозначим через m_T – технологическую норму преобразования материальных потоков, то есть сколько требуется единиц исходного продукта для получения единицы результирующего продукта:

$$m_T = \frac{M_{вх}}{M_{вых}}.$$

А через k_T обозначим технологический коэффициент преобразования материальных потоков, под которым будем понимать отношение объема выходного потока к входному:

$$k_T = \frac{M_{вых}}{M_{вх}};$$

$$M_{вых} = k_T \cdot M_{вх},$$

то есть

$$k_T = \frac{1}{m_T}. \quad (3)$$

Например, при $m_T = 2$, $k_T = 0,5$

Очевидно, коэффициент k_2 является величиной обратной технологической норме преобразования исходного сырья M_1 в промежуточный продукт M_2 . Обозначим эту норму как m_{T2} , а

$$\frac{1}{m_{T2}} = k_{T2},$$

тогда

$$M_2 = k_{T2} M_1, \quad (4)$$

то есть

$$k_2 = k_{T2}.$$

В проводимом исследовании для упрощения и однозначности будем рассматривать только размер материального потока, выраженный либо единицами объема, либо единицами веса, либо штуками, например, одна

буханка хлеба. Как правило, технологические нормы преобразования больше единицы ($m_T \geq 1$).

Промежуточный продукт в объеме M_2 поступает в блок «Предприятие 3», где преобразуется в продукт с объемом $M_3 = k_3 M_2$, где k_3 – коэффициент преобразования. Обозначим технологическую норму преобразования в блоке «Предприятие 3» через m_{T3} .

Тогда

$$k_{T3} = \frac{1}{m_{T3}},$$

$$M_3 = k_{T3} M_2, \quad (5)$$

то есть

$$k_3 = k_{T3}.$$

И так далее, вплоть до «Предприятия N », на которое поступает материальный поток M_{n-1} и преобразуется в готовый для реализации на рынке продукт (товар) объемом M_n .

Поток M_n «Предприятия N » реализуется на рынке, т.е. преобразуется в денежный поток выручки d_2 :

$$d_2 = k_{n+1} M_n \quad (6)$$

Очевидно, что коэффициент преобразования k_{n+1} есть не что иное как рыночная цена реализации единицы товарного потока M_n . Если обозначить цену реализации через P_p , то для потока выручки можно написать

$$d_2 = P_p M_n, \quad (7)$$

то есть

$$k_{n+1} = P_p.$$

Поскольку в блоках технологической цепи происходят преобразования материально-денежного потока, и вытекающий из i -го блока (предприятия) поток связан с втекающим потоком через i -й коэффициент преобразования, для данной цепи можно записать:

$$d_2 = d_1 \prod_{i=1}^{n+1} k_i.$$

В зависимости от вида технологии переработки и ее организации, в течение исследуемого периода (например, года) возможно несколько циклов производства (многократное прохождение технологической цепочки). Если обозначить число циклов в исследуемый период через m , то формула для d_2 принимает вид

$$d_2 = m d_1 \prod_{i=1}^{n+1} k_i.$$

Или, используя введенные экономические и технологические показатели, получим для выручки d_2 :

$$d_2 = m d_1 \frac{P_p}{C_a} \prod_{i=2}^n k_{Ti}. \quad (8)$$

Из (8) видно, что выручка прямо пропорциональна произведению технологических коэффициентов преобразования, цене реализации и числу циклов, и обратно пропорциональна затратам на единицу приобретенного исходного ресурса.

В обобщенной модели для оценки экономической эффективности технологической цепи производства основные затраты определялись денежным потоком d_1 , а дополнительные затраты определялись в общем виде, как доля от основных. Эта доля была обозначена греческой буквой ρ . С точки зрения производства, дополнительные затраты – это затраты на процесс преобразования одного вида материального потока в другой. Поэтому на схеме технологической производственной цепи рис. 1 материальный поток d_1 должен быть разделен на два потока d_{11} и d_{12} , как это показано на рис. 2, где d_{11} – это основной денежный поток затрат, d_{12} – дополнительный (затраты на процессы преобразования).

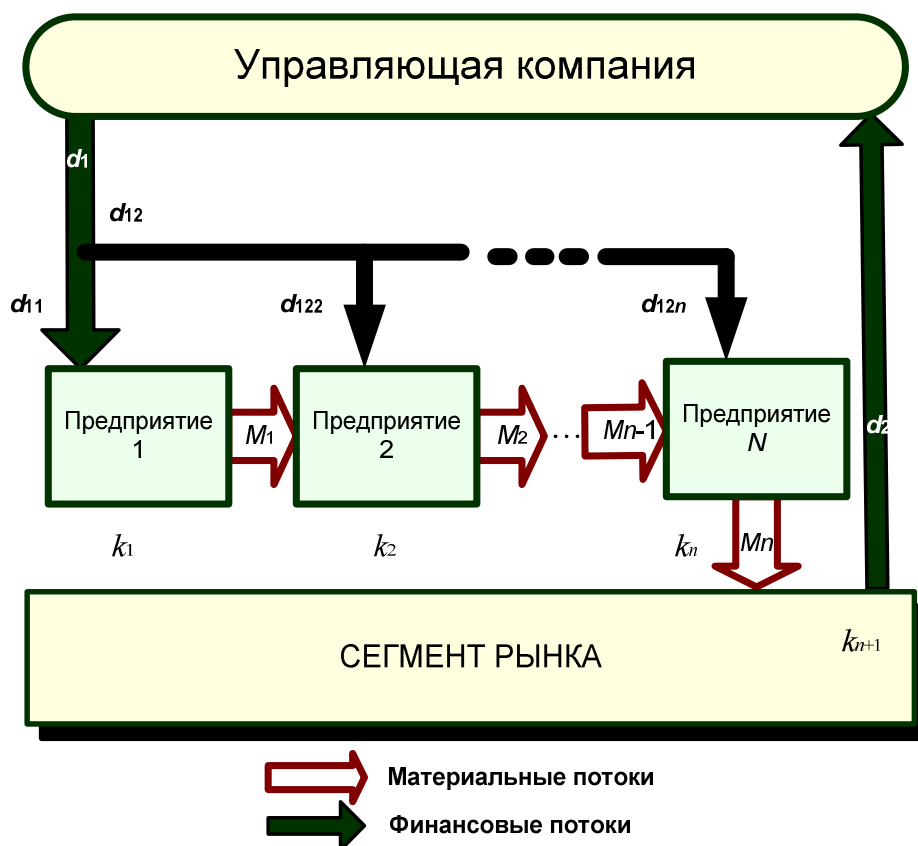


Рис. 2. Схема структуры производственной системы с технологической интеграцией, учитывающая затраты на преобразование материальных потоков

Поток d_{11} компенсирует затраты на приобретение сырья и таким образом создает исходный материальный поток M_1 . Дополнительный денежный поток d_{12} призван компенсировать затраты на процессы преобразования в каждом блоке преобразования материальных потоков (начиная со второго).

Материальные потоки от M_2 до M_n являются следствием возникновения исходного материального потока M_1 (потока исходного сырья) в блоке «Предприятие 1», на создание которого затрачены средства в размере материального потока d_{11} . Поэтому в формуле (8) для d_2 заменим d_1 на d_{11} .

$$d_2 = md_{11} \frac{P_p}{C_a} \prod_{i=2}^n k_{Ti}. \quad (8a)$$

Математическое выражение для затрат на процессы последовательного преобразования зерна в готовый к реализации товар запишем в функции d_{11} .

Для затрат d_{122} на преобразование во втором блоке (Предприятие 2) общим объемом M_2 можно записать:

$$d_{122} = M_2 \cdot C_2,$$

где C_2 – удельные затраты на преобразование материального потока M_1 в M_2 (затраты на единицу измерения потока M_2).

А с учетом (4)

$$d_{122} = k_{\partial 2} \cdot M_1 \cdot C_2.$$

Поток M_1 получается в результате преобразования денежного потока d_{11} (рис. 2) и по аналогии с (3)

$$M_1 = \frac{d_{11}}{C_a}.$$

Тогда затраты на преобразование M_1 во втором производственном блоке

$$d_{122} = \frac{k_{T2}}{C_a} d_{11} C_2 = \frac{C_2}{C_a} k_{T2} d_{11}. \quad (9)$$

Таким образом, затраты на преобразование M_1 во втором производственном блоке зависят от соотношения удельных затрат на преобразование C_2 и затрат C_a на приобретение сырья, при этом общие затраты на преобразование прямо пропорциональны удельным затратам на преобразование в блоке «Предприятие 2» и технологическому коэффициенту преобразования k_{T2} и обратно пропорциональны затратам на приобретение единицы сырья C_a .

Вторая составляющая потока компенсации затрат на процессы преобразования материальных потоков d_{123} – это затраты в третьем блоке (на рис. 2 не показан, но поток M_2 именно для него является входным). Здесь поток M_2 превращается в поток M_3 . Пусть удельные затраты на преобразование в третьем блоке – C_3 . Тогда общие затраты d_{123} на этот процесс будут

$$d_{123} = C_3 \cdot M_3$$

Подставив вместо M_3 выражение из (5), получим

$$d_{123} = C_3 \cdot k_{T3} \cdot M_2$$

А так как M_2 выражается через M_1 , в (4), а M_1 – через d_{11} в (3), то

$$d_{123} = k_{T2} \cdot k_{T3} \frac{C_3}{C_a} \cdot d_{11} \quad (10)$$

И так далее, вплоть до «Предприятия n », на которое поступает материальный поток M_{n-1} и преобразуется в готовый для реализации на рынке продукт (товар) объемом M_n . Составляющая потока компенсации затрат на процессы преобразования материальных потоков d_{12n} в блоке «Предприятие n », очевидно, может быть записано как

$$d_{12n} = k_{T2} \cdot k_{T3} \cdot \dots \cdot k_{Tn} \frac{C_n}{C_a} \cdot d_{11}. \quad (11)$$

Или

$$d_{12n} = d_{11} \frac{C_n}{C_a} \prod_{i=2}^n k_{Ti}. \quad (12)$$

Общие затраты на преобразование материальных потоков в технологической цепи производства хлеба определяются как сумма четырех составляющих

$$d_{12} = d_{122} + d_{123} + \dots + d_{12n}.$$

Или подставив выражения через d_{11} для членов суммы, получим в свернутом виде:

$$d_{12} = \frac{d_{11}}{C_a} \left(\sum_{j=2}^n C_j \prod_{i=2}^j k_{Ti} \right). \quad (13)$$

Как уже отмечалось, входной денежный поток d_1 имеет две составляющие:

$$d_1 = d_{11} + d_{12}$$

В обобщенной модели основные затраты определялись денежным потоком d_1 , а дополнительные затраты (на преобразование) определялись как доля ρ от основных. Учитывая разделение потока d_1 на две составляющие, можно считать, что $d_{12} = \rho d_{11}$.

Тогда

$$d_1 = d_{11}(1 + \rho), \quad (14)$$

где, с учетом (13):

$$\rho = \frac{1}{C_a} \left(\sum_{j=2}^n C_j \prod_{i=2}^j k_{Ti} \right).$$

Назовем выражение под знаком суммы в этой формуле приведенными (к процессам преобразования) удельными затратами в технологической производственной цепи.

$$C_{\Pi j} = C_j \prod_{i=2}^j k_{Ti}, \quad j = \overline{2, n}. \quad (15)$$

Учитывая, что технологические коэффициенты, как правило, ≤ 1 , приведенные удельные затраты на преобразование уменьшаются по сравнению с обычными удельными затратами, причем, чем дальше по траектории потока, тем уменьшение заметнее, что является косвенным подтверждением синергического эффекта при технологической интеграции.

Тогда для d_{12} можно написать:

$$d_{12} = \frac{d_{11}}{C_a} \sum_{j=2}^n C_{\Pi j}. \quad (16)$$

И для ρ :

$$\rho = \frac{1}{C_a} \sum_{j=2}^n C_{\Pi j}. \quad (17)$$

Зная выражение (8) для выручки d_2 и выражение (14) для входящего денежного потока d_1 , можем написать формулу для эффективности \mathcal{E} производственной цепи рис. 2, как отношение d_2 к d_1 минус единица.

$$\Theta = \frac{d_2}{d_1} - 1 = \frac{d_2}{d_{11}(1+\rho)} - 1 = \frac{m \frac{P_p}{C_a} \prod_{i=2}^n k_{Ti}}{1+\rho} - 1. \quad (18)$$

Подставив сюда выражение для ρ из (17), получим:

$$\Theta = \frac{m P_p \prod_{i=2}^n k_{Ti}}{C_a + \sum_{j=2}^n C_{\Pi j}} - 1. \quad (20)$$

Для упрощения полученного соотношения обозначим:

$$k_{T0} = \prod_{i=2}^n k_{Ti}; \quad (21)$$

$$C_{\Pi\Sigma} = \sum_{j=2}^n C_{\Pi j}. \quad (22)$$

Тогда для экономической эффективности получим выражение:

$$\Theta = \frac{m k_{T0} P_p}{C_a + C_{\Pi\Sigma}} - 1 \quad (23)$$

Как следует из (23), эффективность \mathcal{E} сильно и нелинейно зависит от коэффициентов технологических преобразований, входящих как в числитель, так и знаменатель полученной формулы.

При безубыточном производстве эффективность должна быть не меньше нуля

$$\mathcal{E} \geq 0.$$

Если работать при минимальной безубыточной эффективности, то есть при

$$\mathcal{E} = 0,$$

цена реализации будет минимальной и равной

$$P_{p \min} = \frac{C_a + C_{\Pi\Sigma}}{mk_{To}}. \quad (24)$$

Из этого выражения видно, что минимальная цена реализации товара прямо пропорциональна затратам на приобретение исходного сырья, обратно пропорциональна числу циклов за период и нелинейно зависит от коэффициентов технологических преобразований, входящих как в числитель (в составе $C_{\Pi\Sigma}$), так и знаменатель формулы (24).

При анализе потоковой схемы предприятия по производству, переработке и реализации продукции из зерна пшеницы с полным технологическим циклом (рис. 1) предполагалось, что прибыль каждого этапа (предприятия) реинвестируется в увеличение соответствующего материального потока. Норма прибыли была принята одинаковой для всех предприятий,

входящих в объединение, и равна k , что возможно, если предприятия структуры образуют холдинг.

В этом случае, для прибыли предприятий, входящий в технологическую цепь, можно записать нижеследующие математические выражения.

Прибыль «Предприятия 1» Pr_1 будет равна:

$$Pr_1 = d_1((1 + k) - 1).$$

Тогда прибыль «Предприятия 2» Pr_2 составит:

$$Pr_2 = d_1((1 + k)^2 - 1).$$

Для прибыли, получаемой на «Предприятии N »:

$$Pr_n = d_1((1 + k)^n - 1).$$

При анализе схемы (рис. 2) объем исходного материального потока определялся годовым спросом на производимую продукцию в заданном секторе рынка и технологическими нормами преобразования материальных потоков, поэтому реинвестиций прибыли в увеличение последующих материальных потоков не требовалось.

Тогда суммарная прибыль отдельных самостоятельных предприятий – это скрытая прибыль холдинга $Pr_{скр}$, организованного как технологически полная структура, которая при дезинтеграции была бы использована

для дополнительных затрат на приобретение сырья и/или извлечения прибыли из процесса производства.

В общем виде скрытую прибыль $\Pi_{скр}$ можно записать в виде

$$\Pi_{скр} = \left[\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right] \cdot d_{11}, \quad (25)$$

где i – номер предприятия в технологической цепи;

n – количество предприятий.

При дезинтеграции к затратам на преобразование материальных потоков d_{12} добавились бы дополнительные затраты на приобретение сырья (при создании входных материальных потоков), на которые была бы израсходована полученная прибыль. Обозначим затраты при дезинтеграции как $d_{12\partialез}$. Добавив к выражению d_{12} выражение для $\Pi_{скр}$, получим для $d_{12\partialез}$:

$$d_{12\partialез} = \frac{C_{\Sigma H}}{C_a} d_{11} + \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right) d_{11}.$$

Или

$$d_{12\partialез} = d_{11} \left[\frac{C_{\Sigma H}}{C_a} + \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right) \right].$$

Поскольку $d_{12} = \rho d_{11}$, то, по аналогии, и $d_{12\partialез} = \rho_{\partialез} d_{11}$.

Следовательно,

$$\rho_{dez} = \left[\frac{C_{\Sigma H}}{C_a} + \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right) \right]. \quad (26)$$

Тогда, если экономическая эффективность \mathcal{E} интегрированной системы записывается как

$$\mathcal{E} = \frac{d_2}{d_{11}(1+\rho)},$$

то экономическую эффективность \mathcal{E}_{dez} дезинтегрированной системы запишем следующим образом:

$$\mathcal{E}_{dez} = \frac{d_2}{d_{11}(1+\rho_{dez})}.$$

Определим сравнительную эффективность интегрированной и дезинтегрированной систем как отношение \mathcal{E} к \mathcal{E}_{dez} :

$$\mathcal{E}_{сравн} = \frac{\mathcal{E}}{\mathcal{E}_{dez}} = \frac{1+\rho_{dez}}{1+\rho},$$

или, используя свернутое выражение (3.18) для ρ и полученную формулу (26) для ρ_{dez} :

$$\mathcal{E}_{сравни} = 1 + \frac{C_a \left[\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right]}{C_a + C_{\Sigma H}}, \quad (27)$$

где k – норма прибыли объединения.

Таким образом, экономическая эффективность интегрированной системы с полным технологическим производства, согласно (27), больше эффективности дезинтегрированной системы на величину $\Delta\mathcal{E}$:

$$\Delta\mathcal{E} = \frac{C_a \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right)}{C_a + C_{\Sigma H}}.$$

По аналогии с (20) для экономической эффективности $\mathcal{E}_{дез}$ можно записать как

$$\mathcal{E}_{дез} = \frac{mP_p}{C_a} \cdot \frac{k_{T0}}{1 + \rho_{дез}} - 1. \quad (28)$$

Подставив сюда выражение для $\rho_{дез}$ из (26), получим для $\mathcal{E}_{дез}$:

$$\mathcal{E}_{дез} = \frac{mP_p \cdot k_{T0}}{C_a + C_{\Sigma H} + C_a \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right)} - 1. \quad (29)$$

Для безубыточной работы эффективность дезинтегрированной системы должна быть положительной, то есть правая часть выражения (29) должна быть больше нуля. Из этого следует:

$$mP_p \cdot k_{To} > C_a + C_{\Sigma n} + C_a \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right).$$

Разрешим полученное неравенство относительно цены единицы производимой продукции P_p :

$$P_p > \frac{C_a + C_{\Sigma}}{mk_{To}} + \frac{C_a \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right)}{mk_{To}}. \quad (30)$$

Если сравнить формулу (25) для расчета минимальной цены единицы производимой продукции в интегрированной системе с полученной формулой (30), то можно увидеть, что в дезинтегрированной системе цена единицы производимой продукции возрастает, как минимум, на величину ΔP_p :

$$\Delta P_p = \frac{C_a \left(\sum_{i=1}^n (1+k)^i - n \right)}{mk_{To}} \quad (31)$$

Проведенный сравнительный анализ интегрированной и дезинтегрированной с полным технологическим циклом хлебопродуктовых систем показывает, что синергический (системный) эффект, возникающий в технологически интегрированном холдинге, имеет практическую социальную

значимость при производстве продуктовых товаров и промышленных товаров повседневного спроса.

Выводы

Введены понятия приведенных (к процессам преобразования) удельных затрат в звеньях технологической цепи.

Разработана математическая модель для оценки экономической эффективности технологически интегрированной производственной системы, включающая экономические и технологические параметры производства.

Показано, что экономическая эффективность технологически интегрированной производственной системы сильно и нелинейно зависит от коэффициентов технологических преобразований, входящих как в числитель, так и знаменатель полученной математической модели.

Указаны условия, при выполнении которых цена реализации товарной продукции (например, хлеба) производственного объединения будет минимальной, и получено математическое соотношение для ее расчета.

Показано, что возрастание экономической эффективности при увеличении числа производственных звеньев технологически интегрированной структуры объясняется возникновением системного (синергического) эффекта, который проявляется в передаче прибавочной стоимости, созданной в предыдущем технологическом звене, последующему звену, тем самым, увеличивая создаваемую им прибавочную стоимость.

Получены модели количественной оценки системного (синергического) эффекта, возникающего в технологически интегрированной производственной системе.

Литература

1. Барановская Т. П., Лойко В.И., Трубилин А. И. Поточные и инвестиционно-ресурсные модели управления агропромышленным комплексом: монография. Краснодар: КубГАУ, 2006. – 352 с.
2. Лойко В.И. Управление экономической эффективностью технологически интегрированных зерноперерабатывающих производственных систем / В.И. Лойко, С.Н. Богославский, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №06(60). С. 641 – 659. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0138. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/06/pdf/41.pdf>, 1,188 у.п.л.
3. Лойко В.И. Экономико-математический анализ технологически полной цепи по производству зерна, его переработке и реализации хлебопродукции / В.И. Лойко, С.Н. Богославский, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(54). С. 22 – 47. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0113. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/03.pdf>, 1,625 у.п.л.