

УДК 333.07

UDC 333.07

**ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЙ ЦЕПИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ЗЕРНА, ЕГО ПЕРЕРАБОТКЕ И РЕАЛИЗАЦИИ ХЛЕБОПРОДУКЦИИ**

**ECONOMIC-MATHEMATICAL ANALYSIS OF TECHNOLOGICALLY FULL CHAIN OF GRAIN MANUFACTURE, ITS PROCESSING AND REALIZATION OF BREAD PRODUCTS**

Лойко Валерий Иванович  
заслуженный деятель науки РФ,  
д.т.н., профессор

Loiko Valery Ivanovich  
Honoured Science Worker of Russian Federation,  
Dr.Sci.Tech., professor

Богославский Станислав Николаевич  
ст. преподаватель

Bogoslavsky Stanislav Nikolaevich  
Senior Lecturer

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Макаревич Олег Александрович  
к.э.н., доцент

Makarevich Oleg Alexandrovich  
Cand. Econ. Sci., associate professor

*Адыгейский государственный технологический университет, г.Майкоп, Республика Адыгея, Россия*

*Adygea state technological university, Maikop, Adygea Republic, Russia*

В статье приведены результаты исследования технологически полной цепи по производству зерна, его переработке и реализации хлебопродукции. Получены математические модели, описывающие процессы преобразования в блоках технологической цепи, и разработаны модели для оценки ее экономической эффективности

In this article the results of research of technologically full chain on grain manufacture, its processing and realization of bread products are resulted. The mathematical models, describing processes of transformation in blocks of technological chain are received, and models for an estimation of its economic efficiency are developed

Ключевые слова: МАТЕРИАЛЬНО-ФИНАНСОВЫЕ ПОТОКИ, ПРОИЗВОДСТВО И ПЕРЕРАБОТКА ЗЕРНА, АГРОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЙ ХОЛДИНГ, МОДЕЛЬ, СХЕМА, ПРЕОБРАЗОВАНИЕ, НОРМА

Keywords: MATERIAL-FINANCIAL STREAMS, MANUFACTURING AND GRAIN PROCESSING, AGROPROCESSING HOLDING, MODEL, SCHEME, TRANSFORMATION, NORM

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ и Кубанского государственного аграрного университета (проект № 08-06-99003)*

## **Введение**

На современном этапе экономического развития России для производства большинства видов пищевой продукции требуется интеграция (объединение) нескольких разных по производственной направленности агропромышленных предприятий, предпочтительно по типу холдинга. Это предпочтение обусловлено возможностью создания единой системы эффективного управления, что возможно именно в холдинговой структуре.

Современные агропромышленные холдинги представляют собой сложные производственные системы, включающую как горизонтально, так и вертикально (технологически) интегрированные предприятия.

Вертикально интегрированные производственные комплексы относятся к наиболее сложным, но часто используемым структурам в АПК. В связи с этим *актуальной задачей* в настоящее время является разработка методов оценки эффективного и устойчивого функционирования организаций такого типа.

Проведем анализ технологически полной вертикально интегрированной цепи по производству и реализации хлебопекарной продукции, наиболее типичной для современных агропромышленных холдингов, с целью получения количественных соотношений (математических моделей) для расчета и оценки ее экономической эффективности.

В качестве методологической основы анализа воспользуемся принципами создания математических моделей, связывающих в логистических цепях параметры материальных и сопутствующих им финансовых и информационных потоков. Эти модели, создаваемые с помощью схем протекающих в производственных цепях материальных и финансовых потоков, получили название потоковых. Они позволяют решать как прямые, так и обратные задачи по расчету экономических показателей и производственных характеристик интегрированных образований [1].

### **Обобщенная потоковая модель экономической эффективности полного технологического цикла производства хлебопекарных изделий**

Полный технологический цикл производства хлебопекарных изделий можно обеспечить, если объединить агропредприятие зернового направления, элеватор (зернохранилище), мукомольный завод, хлебозавод и сеть реализации (сеть предприятий торговли). Объединение может быть

реализовано на различных принципах, но главным должно быть то, что создается технологически полная замкнутая цепь производства.

Потоковая схема предприятия по производству, переработке и реализации продукции из зерна пшеницы, например, хлеба с полным технологическим циклом представлена на рис. 1.

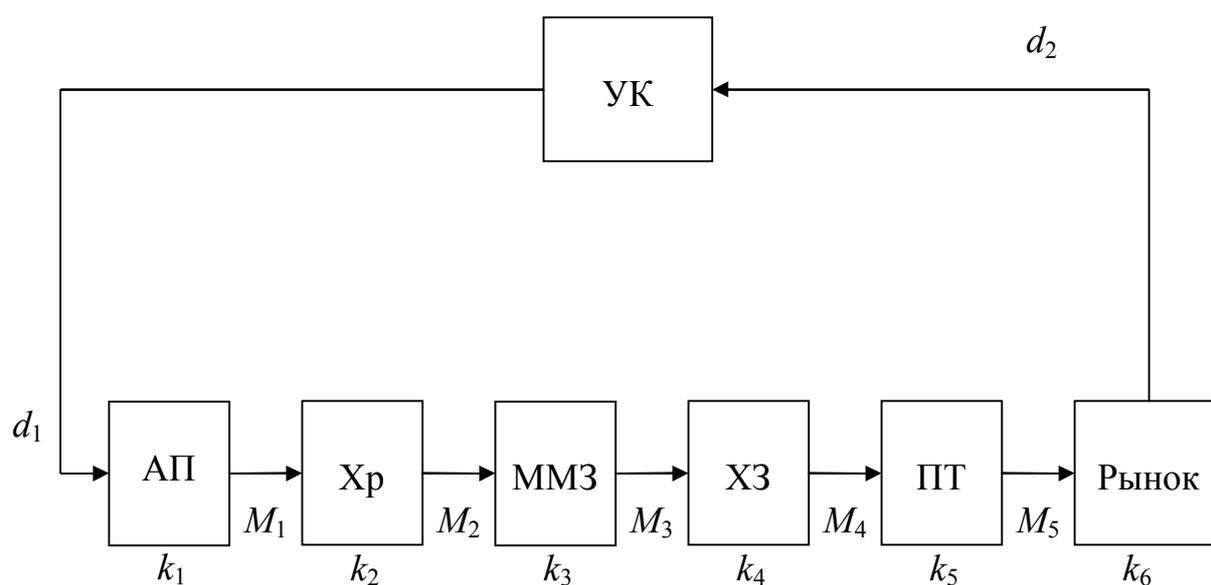


Рис. 1. Потоковая схема предприятия по производству, переработке и реализации продукции из зерна пшеницы с полным технологическим циклом

Эта схема полностью охватывает технологический процесс производства и минимизируют материально-денежные потоки, что, в свою очередь, существенно уменьшает влияние времени прохождения денежных средств на производство.

Из рис. 1 видно, что однонаправленные материальные потоки действуют между производственным предприятием АП (агропроизводство) и предприятием ПТ (сеть предприятий торговли), реализующем готовую хлебопродукцию на рынке, не затрагивая управляющую компанию, что

уменьшает транспортные расходы и ускоряет переработку материальных производственных ресурсов между предприятиями.

Отсутствие между ступенями технологической цепочки денежных потоков, способствует ритмичной работе отдельных производств и всей системы в целом. В системе действуют только два денежных потока: от управляющей компании к предприятию АП (поток  $d_1$ ) и от предприятия ПТ к управляющей компании после реализации товара на рынке (поток  $d_2$ ). Такая организация денежных потоков снимает их влияние на внутренний цикл производства, что очень важно в рыночных условиях.

Информационные потоки блоков системы (для упрощения, не изображенные на рис. 1) объединяются через управляющую компанию, и вся экономическая, технологическая, финансовая и транспортная информация с учетом внешнего информационного потока накапливается и перерабатывается в одном месте, что увеличивает ее эффективность. Внешний информационный поток включает информацию о ценах, рынках, налогах и т.д.

Функционирование системы организовано следующим образом [1, 2].

На основе анализа и синтеза информации о потребностях рынка, ценах, технологических и технических возможностях производств и других данных определяется объем денежных средств  $d_1$ , необходимый для производства блоком АП достаточного для завершения технологического цикла количества исходного материального ресурса (зерна пшеницы).

При этом учитывается, что прибыль каждого этапа реинвестируется в увеличение соответствующего материального потока.

При исследовании потоковой схемы предприятия по производству, переработке и реализации продукции из зерна пшеницы с полным технологическим циклом будем считать, что норма прибыли принята одинако-

вой для всех предприятий, входящих в объединение, и равна  $k$ . Это возможно, если с точки зрения формы собственности, предприятия структуры образуют холдинг. Действительно, холдинговая организация дает большой синергический эффект и более чувствительна к управляющим воздействиям головной компании - управляющей компании (УК).

На первом этапе объем произведенного ресурса  $M_1$  (зерно) эквивалентен денежным средствам  $d_1$  плюс прибыль первого этапа  $kd_1$ , т.е.

$$M_1 \sim (1+k) d_1.$$

Соответственно материальный поток  $M_2$  эквивалентен  $(1+k) M_1$  или

$$M_2 \sim (1+k)^2 d_1$$

Поток  $M_3$  будет эквивалентен  $(1+k) M_2$ , поток  $M_4 - (1+k) M_3$ , и т. д., то есть после реализации на рынке товарного потока  $M_5 \sim (1+k)^5 d_1$ , выручка  $B = d_2$  составит

$$B = d_2 = (1+k)^5 d_1.$$

В зависимости от вида технологий переработки и их организации по этапам, в течение исследуемого периода (например, года) возможно несколько циклов производства - многократное прохождение технологической цепочки от элеватора (зернохранилища) до рынка. Если обозначить

число циклов в исследуемый период через  $m$ , то формула для выручки  $B$  принимает вид

$$B = m (1 + k)^5 d_1.$$

Обозначим через  $\rho$  долю от  $d_1$  дополнительных расходов на организацию производственного процесса в одном цикле. В этом случае общие расходы за период составят

$$P = d_1 + m\rho d_1 = d_1 (1 + m\rho)$$

Тогда чистый доход

$$D = B - P$$

Используя выражения для  $B$  и  $P$  и проведя преобразования, получим чистый доход, выраженный через исходный денежный поток, коэффициент прибыли (норму прибыли), число этапов (ступеней) технологической цепочки и количество циклов за период:

$$D = d_1 [m (1 + k)^n - (1 + m\rho)]$$

Эффективность  $E$  хлебопродуктового производственного объединения с технологически полной интеграцией, определим как отношение выручки  $B$  к суммарным расходам  $P$ :

$$E = \frac{B}{P} = \frac{m(1+k)^5}{1+m\rho} \quad (1)$$

Из (1) видно, что эффективность объединения с технологически полной интеграцией нелинейно зависит от всех четырех аргументов (факторов), что отражено на графиках (рис. 2 – 4) [1].

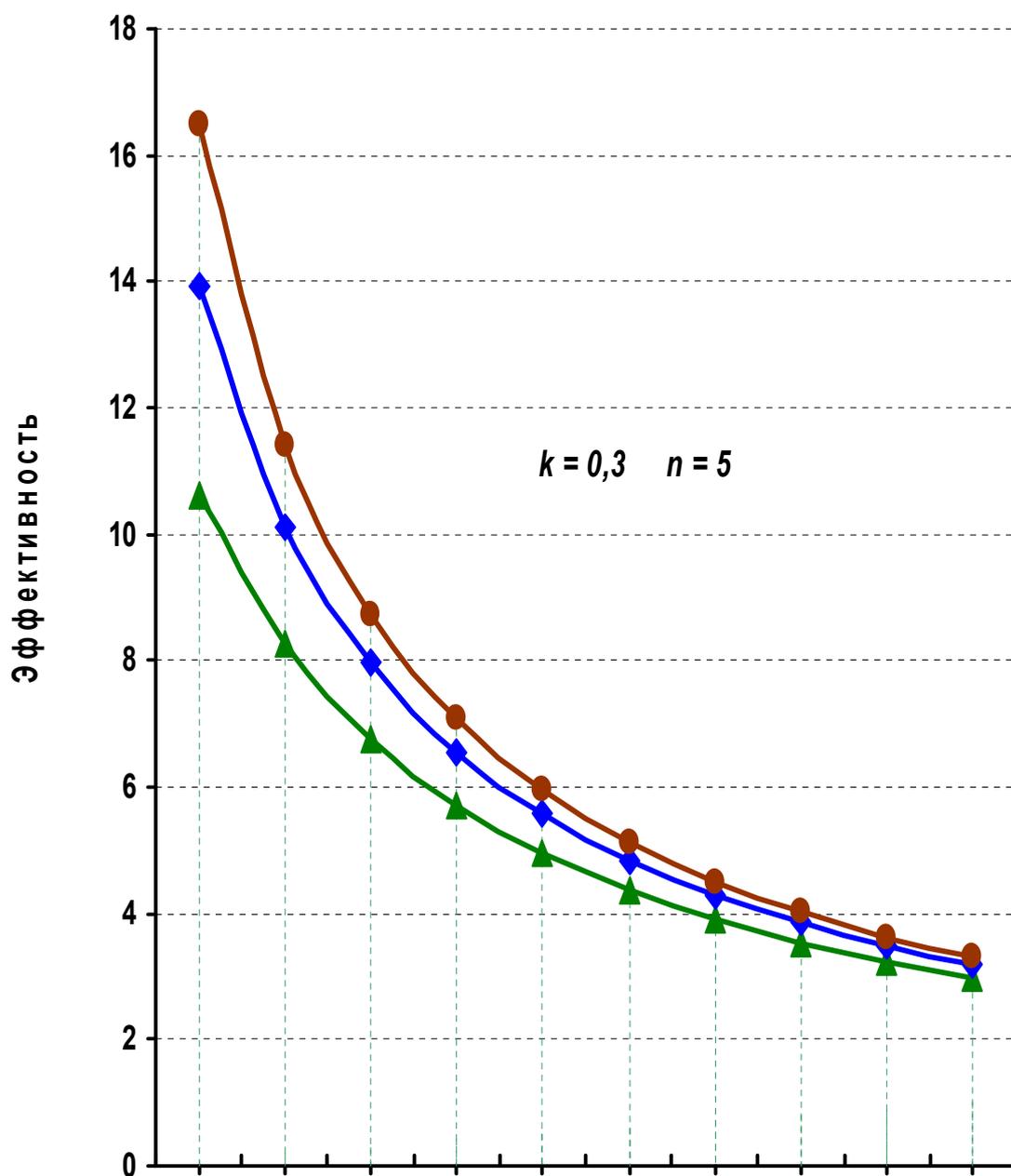
В общем случае, нормы прибыли могут быть различными во всех предприятиях объединения. Тогда формула (1) преобразуется к виду (2):

$$E = \frac{m \prod_{i=1}^5 (1+k_i)}{1+m\rho}, \quad (2)$$

где  $i$  – номер предприятия в технологической цепочке;

$m$  – количество циклов в год, начиная с элеватора.

Возрастание экономической эффективности при увеличении числа производственных технологических звеньев вертикально интегрированных структур объясняется возникновением синергического эффекта, который проявляется в передаче прибавочной стоимости, созданной в предыдущем технологическом звене, последующему звену, тем самым, увеличивая создаваемую им прибавочную стоимость.



$\rho$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
▲ $E$ при $m = 4$	10,61	8,25	6,75	5,71	4,95	4,37	3,91	3,54	3,23	2,97
◆ $E$ при $m = 6$	13,92	10,13	7,96	6,55	5,57	4,84	4,28	3,84	3,48	3,18
● $E$ при $m = 8$	16,50	11,42	8,74	7,07	5,94	5,12	4,50	4,01	3,62	3,30

Рис. 2. График зависимости эффективности  $E$  технологически полной структуры от доли расходов  $\rho$  (норма прибыли  $k$  равна 0,3)

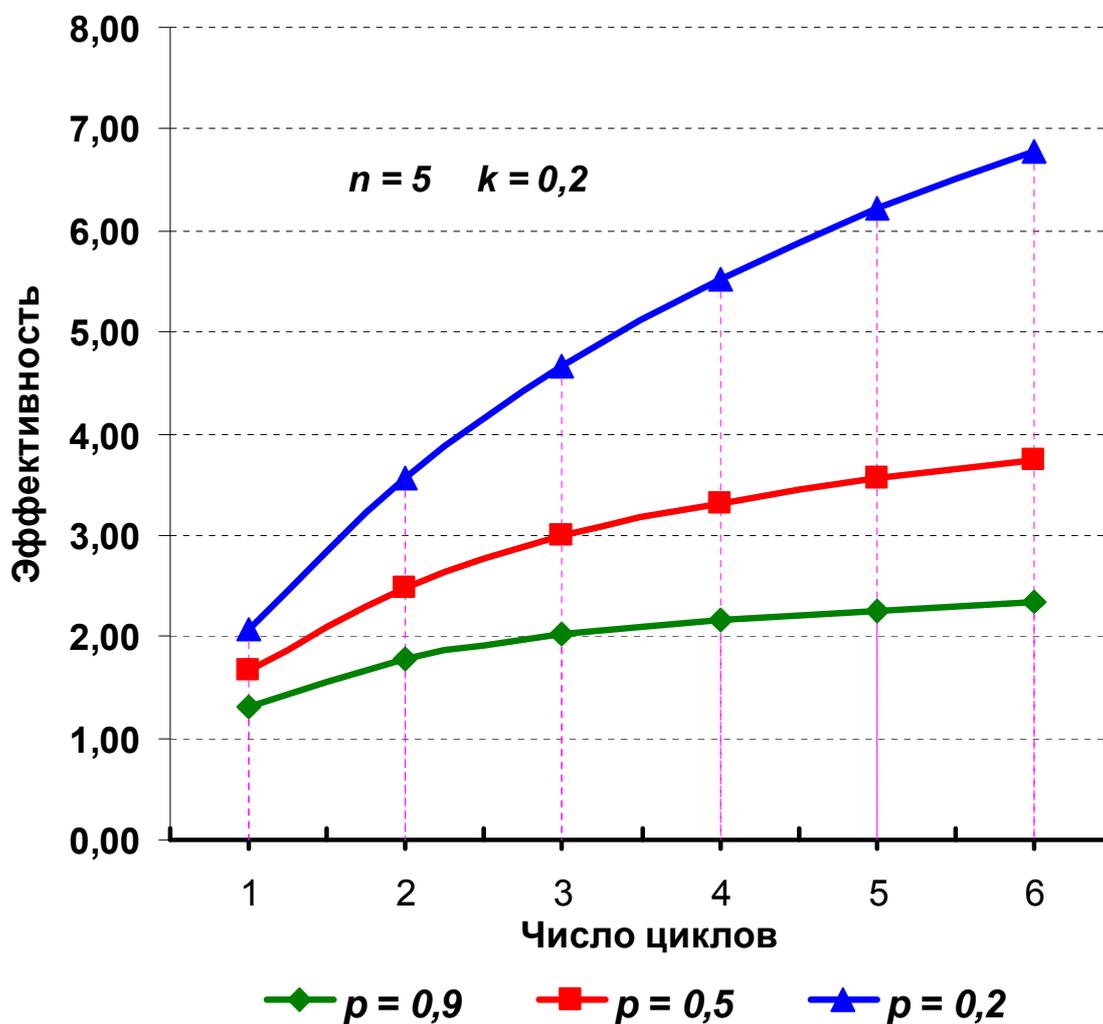
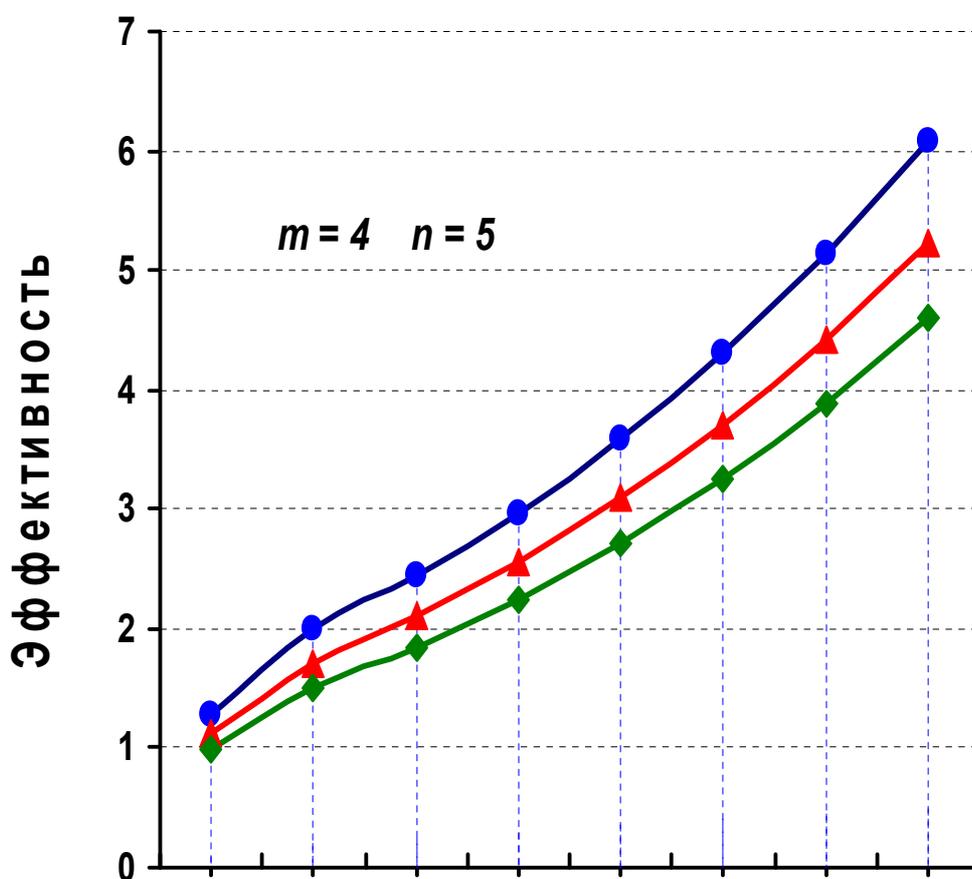


Рис. 3. График зависимости эффективности  $E$  технологически полной структуры от числа циклов  $m$  (норма прибыли  $k$  равна 0,2)

При определенных условиях общая прибавочная стоимость, созданная вертикально интегрированной производственной системой может превысить исходную стоимость (ее эквивалентом является финансовый поток  $d_1$  на входе, приведенный на рисунке потоковой структуры). Одним из материальных воплощений социальной миссии демократического государства является продажа хлебобулочных изделий населению страны по разумным ценам и в достаточном количестве. С этой точки зрения, из анализа полученных соотношений можно сделать вывод о том, что включение

в объединение каждого дополнительного производственного технологического звена позволяет при тех же затратах и исходном финансовом потоке получать либо в  $(1 + k)$  раз больший объем выпекаемых хлебобулочных изделий, либо в среднем в  $(1 + k)$  раз уменьшить цены на хлеб. Поэтому наибольший социальный эффект достигается при создании в объединении полной технологической цепи предприятий по производству хлебопекарных изделий [1].



$k$	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
—●— $E$ при $p = 1$	1,29	1,99	2,44	2,97	3,59	4,30	5,13	6,08
—▲— $E$ при $p = 1,2$	1,11	1,72	2,10	2,56	3,09	3,71	4,42	5,24
—◆— $E$ при $p = 1,4$	0,98	1,51	1,85	2,25	2,72	3,26	3,88	4,60

Рис. 4. График зависимости эффективности  $E_3$  технологически полной структуры от нормы прибыли  $k$  (число циклов  $m$  равно 4)

## **2. Конкретизация обобщенной потоковой модели экономической эффективности для одного производственного цикла технологически полной цепи по производству зерна, его переработке и реализации хлебопродукции**

Полученные для экономической эффективности формулы (1 и 2) достаточно хорошо объясняют синергический эффект, но не включают таких экономических показателей как цена, затраты, технологические нормы и т.п. С этой целью конкретизируем и математически опишем процессы преобразования в блоках потоковой схемы рис. 1 на примере одного производственного цикла (модели, учитывающие несколько производственных циклов за заданный период, и модели оптимизации их количества, являются предметом специального исследования и будут изложены в следующей статье).

Путь потока  $d_1 \rightarrow d_2$  можно описать следующим образом. Материальный поток  $M_1$  (зерно) возникает в результате преобразования в блоке «агропроизводство». Поток  $d_1$  компенсирует затраты на производство  $M_1 = k_1 d_1$ , где  $k_1$  можно рассмотреть как коэффициент преобразования денежного потока  $d_1$  в блоке «АП» в материальный поток  $M_1$ , т.е. в зерно. Если обозначить через  $C_a$  денежный эквивалент затрат на производство весовой единицы зерна, то объем производства зерна  $M_1$  при заданном денежном потоке  $d_1$  может быть записан как

$$M_1 = \frac{d_1}{C_a}, \quad (3)$$

то есть

$$k_1 = \frac{1}{C_a}$$

Зерновой поток  $M_1$  поступает на вход блока «Хр» (хранилище). В хранилище зерно претерпевает некоторые изменения (преобразование), и на выход блока «Хр» 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

$$k_T = \frac{1}{m_T}$$

Например, при  $m_T = 2$ ,  $k_T = 0,5$

При хранении происходят нормативные химико-климатические преобразования зерна, в результате чего его вес меняется. Это и отображается коэффициентом  $k_2$ . Очевидно, коэффициент  $k_2$  является величиной обратной технологической норме преобразования зерна в результате хранения. Обозначим эту норму как  $m_{Txp}$ , а

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

тогда

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

то есть

$$k_2 = k_{Txp}.$$

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. Поэтому технологические нормы преобразования в основном больше единицы ( $m_T \geq 1$ ).

Зерно в объеме  $M_2$  поступает в блок «ММЗ» (мукомольный завод), где преобразуется в муку с объемом  $M_3 = k_3 M_2$ , где  $k_3$  – коэффициент

преобразования. В зависимости от сорта, физико-химического состава и других свойств зерна, можно получить различную по свойствам муку. Очевидно, есть технологические нормы преобразования (переработки) зерна в муку. Обозначим технологическую норму преобразования зерна в муку через  $m_{ТЗМ}$ .

Тогда

$$k_{ТЗМ} = \frac{1}{m_{ТЗМ}},$$

$$M_3 = k_{ТЗМ} M_2 \quad (5),$$

то есть

$$k_3 = k_{ТЗМ}$$

Мука в объеме  $M_3$  поступает на хлебозавод (блок «ХЗ»), где преобразуется в хлебобулочные изделия (хлеб) в объеме  $M_4 = k_4 M_3$ , где  $k_4$  – коэффициент преобразования.

Хлебобулочные изделия выпекают различного вида, сорта, из разной муки, с различными добавками. Поэтому для каждого вида изделия имеется своя технологическая норма объемного преобразования. Обозначим технологическую норму преобразования муки в хлебобулочное изделие как  $m_{ТМХ}$ . Тогда

$$k_{ТМХ} = \frac{1}{m_{ТМХ}},$$

а

$$M_4 = k_{Tmx} M_3, \quad (6)$$

то есть

$$k_4 = k_{Tmx}$$

Согласно схеме рис.1 поток  $M_4$  хлебобулочных изделий поступает на комплекс предприятий торговли (блок «ПТ»), где, в общем случае, тоже происходит преобразование потока (фасовка, упаковка и т.п.), и на его выходе действует поток

$$M_5 = k_5 M_4.$$

Здесь тоже есть свои технологические нормы преобразования. Обозначим их через  $m_{Tnm}$ . Тогда

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

а поток  $M_5$  расфасованных и упакованных хлебобулочных изделий

$$M_5 = k_{Tnm} M_4,$$

то есть

$$k_5 = k_{Tnm}$$

Поток  $M_5$  предприятий торговли реализуется на рынке, т.е. преобразуется в денежный поток выручки  $d_2$ :

$$d_2 = k_6 M_5$$

Очевидно, что коэффициент преобразования  $k_6$  есть не что иное как рыночная цена реализации единицы потока хлебобулочных изделий  $M_5$ . Если обозначить цену реализации через  $P_x$ , то для потока выручки можно написать

$$d_2 = P_x M_5 \quad (7)$$

то есть

$$k_6 = P_x$$

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

$$d_2 = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot d_1 = \prod_{i=1}^6 k_i d_1$$

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

$$d_2 = k_{Txp} \cdot k_{Tзм} \cdot k_{Tmx} \cdot k_{Tnm} \frac{P_x}{C_a} d_1 \quad (8)$$

Из (8) видно, что выручка прямо пропорциональна произведению технологических коэффициентов преобразования и цене реализации, и обратно пропорциональна затратам на производство.

В выражениях (1) и (2) 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. Они были обозначены греческой буквой  $\rho$ . 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. 5, где  $d_{11}$  – это основной денежный поток затрат,  $d_{12}$  – дополнительный (затраты на процессы преобразования).

Поток  $d_{11}$  компенсирует затраты на производство зерна и таким образом создает исходный материальный поток  $M_1$  – поток зерна. Дополнительный денежный поток  $d_{12}$  призван компенсировать затраты на процессы преобразования в каждом блоке преобразования материальных потоков.

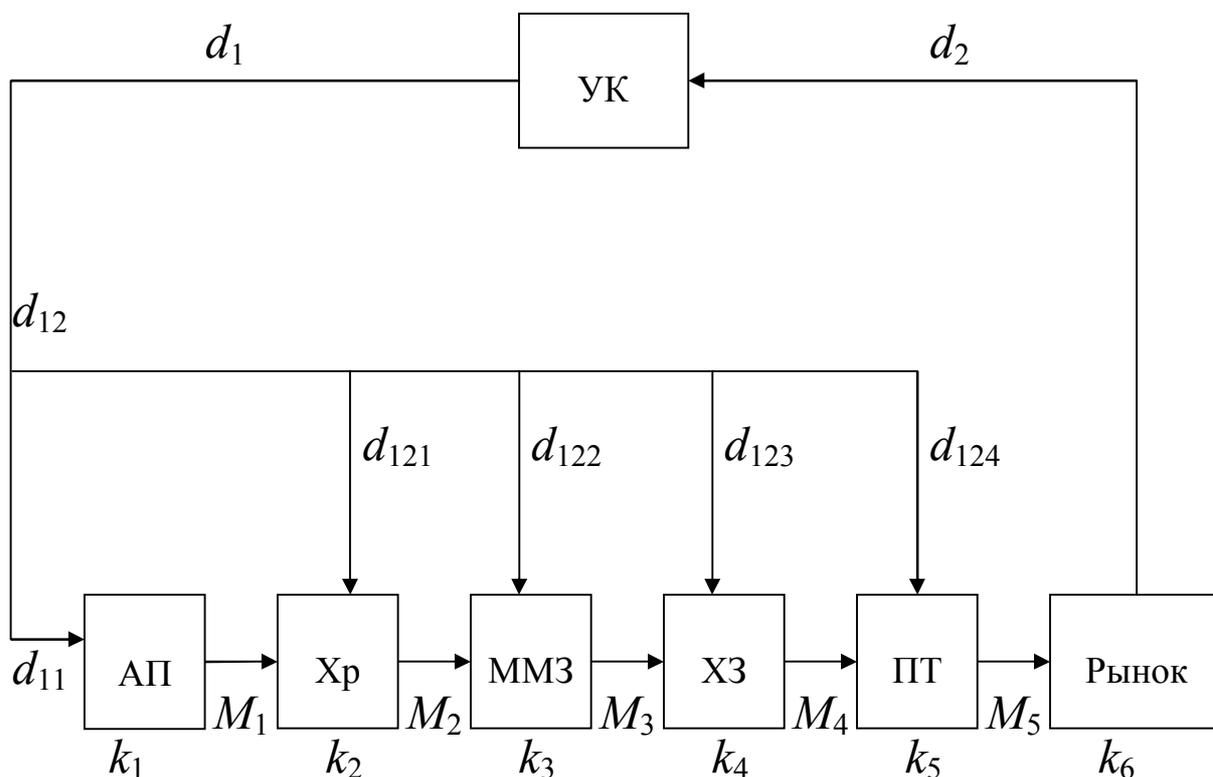


Рис. 5. Поточковая схема полной хлебопродуктовой технологической цепи с учетом затрат на преобразование материальных потоков

Материальные потоки от  $M_2$  до  $M_5$  являются следствием возникновения исходного материального потока  $M_1$  (потока зерна) в блоке агропроизводства («АП»), на создание которого затрачены средства в размере материального потока  $d_{11}$ . Поэтому в формуле (8) для  $d_2$  заменим  $d_1$  на  $d_{11}$ .

$$d_2 = k_{T_{xp}} k_{T_{зм}} k_{T_{мк}} k_{T_{nm}} \frac{P_x}{C_a} d_{11}$$

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

Для затрат  $d_{121}$  на хранение зерна общим весом  $M_2$  можно записать:

$$d_{121} = M_2 \cdot C_{xp},$$

где  $C_{xp}$  – удельные затраты на хранение (затраты на единицу веса сохраненного в зернохранилище зерна).

А с учетом (4)

$$d_{121} = k_{Txp} \cdot M_1 \cdot C_{xp}.$$

Поток  $M_1$  получается в результате преобразования денежного потока  $d_{11}$  (рис. 5) и по аналогии с (3)

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

Тогда затраты на хранение

$$d_{121} = \frac{k_{Txp}}{C_a} d_{11} C_{xp} = \frac{C_{xp}}{C_a} k_{Txp} d_{11} \quad (9)$$

Таким образом, затраты на хранение зависят от соотношения удельных затрат на хранение  $C_{xp}$  и затрат  $C_a$  на производство единицы веса зерна, при этом затраты на хранение прямо пропорциональны удельным затратам на хранение и технологическому коэффициенту хранения  $k_{Txp}$  и обратно пропорциональны затратам на производство единицы сельскохозяйственной продукции  $C_a$ .

Вторая составляющая потока  $d_{12}$  компенсации затрат на процессы преобразования материальных потоков – это затраты на мукомольном заводе (в бирке «ММЗ»). Здесь (см. рис.5) зерно (поток  $M_2$ ) превращается в муку (поток  $M_3$ ). Пусть удельные затраты на преобразование зерна в муку –  $C_{зм}$ . Тогда общие затраты  $d_{122}$  на этот процесс будут

$$d_{122} = C_{зм} \cdot M_3$$

Подставив вместо  $M_3$  выражение из (3), получим

$$d_{122} = C_{зм} \cdot k_{Tзм} \cdot M_2$$

А так как  $M_2$  выражается через  $M_1$ , в (2), а  $M_1$  – через  $d_{11}$  в (1), то

$$d_{122} = k_{Txp} \cdot k_{Tзм} \frac{C_{зм}}{C_a} \cdot d_{12} \quad (10)$$

Третья составляющая потока  $d_{12}$  – затраты на процесс преобразования муки ( $M_3$ ) в хлебобулочные изделия ( $M_4$ ) в блоке хлебозавода («ХЗ») –  $d_{123}$ .

Проведя аналогичные алгебраические преобразования и обозначив удельные затраты на получение хлеба через  $C_{mx}$ , получим для этой составляющей затрат:

$$d_{123} = k_{Txp} \cdot k_{Tzm} \cdot k_{Tmx} \frac{C_{mx}}{C_a} \cdot d_{11} \quad (11)$$

И, наконец, четвертая составляющая затрат на преобразование материальных потоков – это затраты на подготовку хлебобулочных изделий к продаже в блоке предприятий торговли («ПТ»).

По аналогии с формулами (9) – (11) можно написать для  $d_{124}$ , обозначив удельные затраты в блоке «ПТ» через  $C_{nm}$ :

$$d_{124} = k_{Txp} \cdot k_{Tzm} \cdot k_{Tmx} \cdot k_{Tnm} \frac{C_{nm}}{C_a} \cdot d_{11} \quad (12)$$

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

$$d_{12} = d_{121} + d_{122} + d_{123} + d_{124} .$$

Или подставив выражения через  $d_{11}$  для членов суммы, получим:

$$d_{12} = \frac{d_{11}}{Ca} (k_{Txp} C_{xp} + k_{Txp} k_{Tzm} C_{zm} + k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} C_{mx} + k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} k_{Tnm} C_{nm}) \quad (13)$$

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

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

Подставим сюда выражение для  $d_{12} = \rho d_{11}$ .

Тогда

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

где, с учетом (13):

$$\rho = \frac{1}{Ca} (k_{Txp} C_{xp} + k_{Txp} k_{Tzm} C_{zm} + k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} C_{mx} + k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} k_{Tnm} C_{nm}) \quad (15)$$

В круглых скобках формулы (15) стоит сумма приведенных (к процессам преобразования) удельных затрат в технологической цепи производства, переработки и реализации хлеба. Введем обозначения для приведенных удельных затрат:

приведенные удельные затраты на хранение

$$C_{Xpn} = k_{Txp} C_{xp};$$

приведенные удельные затраты на преобразование «зерно-мука»

$$C_{3Mn} = k_{Txp} k_{T3m} C_{3m} ;$$

приведенные удельные затраты на преобразование «мука-хлеб»

$$C_{MXn} = k_{Txp} k_{T3m} k_{Tmx} C_{mx} ;$$

приведенные удельные затраты на преобразование в предприятиях торговли

$$C_{ПТn} = k_{Txp} k_{T3m} k_{Tmx} k_{Тnm} C_{nm} .$$

Учитывая, что технологические коэффициенты  $\leq 1$ , 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:

$$d_{12} = \frac{C_{Xpn} + C_{3Mn} + C_{MXn} + C_{ПТn}}{Ca} d_{11} . \tag{16}$$

И для  $\rho$ :

$$\rho = \frac{C_{Xpn} + C_{3Mn} + C_{MXn} + C_{ПТn}}{Ca} . \tag{17}$$

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. 5, как отношение  $d_2$  к  $d_1$

$$\mathcal{E} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{d_2}{d_{11}(1+\rho)} = \frac{P_x \prod_{i=1}^4 k_{Ti}}{Ca(1+\rho)}. \quad (18)$$

Или

$$\mathcal{E} = \frac{P_x}{Ca} \cdot \frac{k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} k_{Tnm}}{1+\rho} \quad (19)$$

Подставив сюда выражение для  $\rho$  из (17), получим:

$$\mathcal{E} = \frac{P_x \cdot (k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} k_{Tnm})}{Ca + (C_{Xpn} + C_{3Mn} + C_{MXn} + C_{ITn})}. \quad (20)$$

Для упрощения полученного соотношения обозначим:

$$k_{To} = k_{Txp} k_{Tzm} k_{Tmx} k_{Tnm}; \quad (21)$$

$$C_{\Sigma n} = C_{Xpn} + C_{3Mn} + C_{MXn} + C_{ITn} \quad (22)$$

Тогда для экономической эффективности получим выражение:

$$\mathcal{E} = \frac{k_{To} P_x}{Ca + C_{\Sigma n}} \quad (23)$$

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 единицы

$$\mathcal{E} \geq 1.$$

Если работать при минимальной безубыточной эффективности, то есть при

$$\mathcal{E} = 1,$$

цена хлеба будет минимальной и равной

$$P_{x \min} = \frac{Ca + C_{\Sigma n}}{k_{To}} \quad (24)$$

Из этого выражения видно, что минимальная цена на хлеб прямо пропорциональна затратам на агропроизводство и нелинейно зависит от коэффициентов технологических преобразований, входящих как в числитель (в составе  $C_{\Sigma n}$ ), так и знаменатель формулы (24).

## Выводы

Проведены обобщенный и конкретизированный анализы потоковых схем полной хлебопродуктовой технологической цепи.

В результате анализа количественно доказан синергический эффект, возникающий в интегрированной хлебопродуктовой технологической цепи.

Получены математические модели, описывающие процессы преобразования в блоках технологической цепи производства зерна, его переработки и реализации готовой хлебопродукции.

Введены понятия приведенных (к процессам преобразования) удельных затрат в технологической цепи производства зерна, его переработки и реализации готовой хлебопродукции.

Разработаны математические модели для оценки экономической эффективности технологически полной цепи производства зерна, его переработки и реализации готовой хлебопродукции.

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

Указаны условия, при выполнении которых цена хлеба будет минимальной, и получена формула для ее расчета.

## Литература

1. Барановская Т. П., Лойко В.И., Трубилин А. И. Потоковые и инвестиционно-ресурсные модели управления агропромышленным комплексом: монография. Краснодар: КубГАУ, 2006. – 352 с.
2. Лойко В.И., Богославский С.Н. Управление зерноперерабатывающим холдингом // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №03(47).– Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/03/pdf/07.pdf>