

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ НАРОДНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

УДК 658.012.4

ЗАКОНЫ ТЕРМОДИНАМИКИ В ИНЖЕНЕРНОМ БИЗНЕСЕ

© 2017 г. А. Н. Шичков, А. А. Борисов, Н. А. Кремлева

Вологодский государственный университет

Инженерный бизнес является основой экономической среды, обеспечивающей жизнедеятельность людей. В свою очередь, эффективность экономической среды определяется моделями, используемыми инженерным бизнесом в менеджменте операций. Статья посвящена разработке математической модели инженерного бизнеса на основе математической аналогии с первым и вторым законами термодинамики. В этом случае математическая модель конверсии производственного капитала в производственно-технологической системе (МТС) в денежный капитал в форме реализованной продукции получена в виде параметрического уравнения. Интегрированным комплексом единичных векторов денежных потоков является: вектор производственного капитала, вектор реализованной продукции, вектор технологических затрат, вектор основных фондов и вектор чистого дохода. Исследование уровня конверсии (отношение реализованной продукции к производственному капиталу) показало, что математическая модель, сформированная на основе математической аналогии с термодинамическими законами, позволила создать графическую интерпретацию операционного цикла конверсии и объединить в единый комплекс инструменты менеджмента операций. В свою очередь инструменты менеджмента операций включают: стратегическое формирование целей бизнеса, проектирование МТС, планирование производства и управленческого учета в операционном цикле конверсии и совершенствование бизнеса путем освоения продуктовых, технологических и аллокационных инноваций. Последующие исследования будут посвящены развитию теории и практики каждого из инструментов менеджмента операций.

Ключевые слова: конверсия операционного цикла инженерного бизнеса; операционный менеджмент; критериальное уравнение операционного цикла конверсии; критерии подобия операционного цикла.

Engineering business is a fundament of an economy environment ensuring life activity of peoples. In its turn the efficiency of an economy environment is determined by the mathematic models using engineering business in operations management. The article is devoted to create of the mathematical model of an engineering business based on the mathematical analogy by first and second thermodynamics laws. In this case the mathematical model of the converting manufacturing capital in a manufacturing-technological system (MTS) into a monetary capital in the form sold products is obtained in the form parametrical equation. Integrated set consists of following unit vectors of the monetary flows: sales value vector, technological costs vector, manufacturing capital vector, main funds vector and net income vector. Research of converting

level (relation of sales value to manufacturing capital) shown the mathematical model is formed by analogical to thermodynamics laws gave the ability to create the graphical interpretation of a converting operation cycle and unite in a single complex the tools of the operations management. In its turn the integrated set of the operations management tools include: formation of the business aims strategy, designing MTS, production planning and management accounting in the converting operation cycle and an improvement of business by continues implementing productive, technological and allocation innovations. Subsequent studies are dedicated to develop of the theory and practice each tools of the operations management.

Key words: conversion operation cycle in engineering business; operations management; criterial equation of a conversion operation cycle; similarity criteria of an operation cycle.

Введение

Математическая модель первого и второго законов термодинамики описывает баланс исходной тепловой энергии для формирования параметров рабочего тела и последующего получения адекватной механической работы. Это двуединый термодинамический и механический цикл, однако совершенствуются они по различным законам. В теореме Сади Карно этот комплекс преобразований назван конверсией тепловой энергии в механическую работу. В операционном менеджменте аналогичный двуединый цикл конверсии производственного капитала в денежный капитал в форме произведенной и проданной продукции реализуется в производственно-технологической системе инженерного бизнеса [9].

Н. Д. Кондратьев исследовал экономические среды стран с развитой рыночной экономикой

Он изучил динамику колебательных процессов [1] индикаторов субъектов инфраструктуры. Эти объекты генерируют спрос и предложение потребностей людей, обеспечивающих их жизнедеятельность. Кондратьев Н. Д. рассмотрел индикаторы от конца XVIII столетия до начала XX столетия (около 150 лет) в следующих странах:

а) в Соединенном Королевстве исследованы следующие индикаторы: цены, процент капитализации, заработная плата работников сельского хозяйства и текстильной промышленности, производство угля, железа и свинца;

б) во Франции исследованы: цены, процент капитализации, внешняя торговля, потребление угля, площадь посадки овса, портфели Французских Банков, депозиты сбере-

гательных банков, потребление хлопка, кофе и сахара;

с) в Германии исследованы производство угля и стали;

д) в Соединенных Штатах Америки исследованы: цены, производство угля, железа и стали, число шпиндельных станков хлопковой промышленности, число акров посева хлопка.

Индикаторы производства и потребления во всех странах исследованы на душу населения.

Анализ результатов исследований позволил нам сформулировать основные свойства каждого субъекта инфраструктуры экономической среды [10]:

1. Циклические изменения индикаторов непрерывные, и на основе свойства их самоорганизации амплитуда принимает среднее значение. Нестационарные колебательные процессы становятся стационарными.

2. Синергетический эффект ($2 + 2 = 5$) в интегрированном комплексе субъектов инфраструктуры достигается на основе свойства их самоорганизации.

3. Экономическая среда в результате конверсии производственного капитала является векторным полем денежных потоков. Термодинамическая система имеет аналогичные свойства. В этой системе векторы тепловых потоков возникают на основе градиента температур. На основе математической аналогии термодинамической и экономической системы сделали вывод, что операционный менеджмент рассматривает экономику как объективный закон природы.

Изучение свойств термодинамической и производственно-технологической систем

позволяет сделать вывод, что их математические модели аналогичны. Согласно теореме Сади Карно термодинамический цикл является операционным циклом конверсии тепловой энергии в механическую энергию (работу). По аналогии в производственно-технологической системе реализуется операционный цикл конверсии производственного капитала в денежный капитал в форме произведенной и реализованной продукции.

Математическая модель первого закона термодинамики имеет вид:

$$dQ = dU + dL, \quad (1)$$

где дифференциал теплового потока равен сумме дифференциалов внутренней энергии рабочего тела dU и дифференциала работы расширения dL .

Математическая модель производственно-технологической системы (МТС) по аналогии с уравнением (1) имеет вид:

$$dQ = dU_{mf} + d(G_0 W_0), \quad (2)$$

где дифференциал производственного капитала МТС равен сумме дифференциалов ее основных фондов (аналог внутренней энергии) и дифференциала технологических затрат (аналог работы расширения), являющихся ресурсами для производства продукции, потребительские свойства которых имеют рыночную стоимость.

Уравнение (2) не является уравнением в полных дифференциалах, поэтому производственный капитал не является параметром МТС. Каждый член уравнения умножим на интегрирующий множитель $1/T$, где T — производительность МТС. В результате получим дифференциальное уравнение для изменения энтропии в операционном цикле конверсии:

$$dS = d\left(\frac{Q}{T}\right) = d\left(\frac{U_{mf}}{T}\right) + d\left(\frac{G_0 W_0}{T}\right). \quad (3)$$

Согласно второму закону термодинамики идеальный (равновесный, обратимый) замкнутый цикл имеет вид интеграла по замкнутому контуру равного нулю:

$$dS = \oint d\left(\frac{Q}{T}\right) = 0. \quad (4)$$

Дифференциал энтропии в закрытом операционном цикле конверсии производствен-

ного капитала равен нулю, если каждый член уравнения (3) равен нулю. В этом случае каждый член уравнения запишем в форме:

$$d\left(\frac{U_{mf}}{T}\right) = 0, \quad (5)$$

$$d\left(\frac{G_0 W_0}{T}\right) = 0, \quad (6)$$

$$d\left(\frac{Q}{T}\right) = 0. \quad (7)$$

Дифференциал постоянной величины равен нулю. В этом случае дифференциалы зависимостей (5–7) могут быть записаны в следующей форме:

$$\frac{U_{mf}}{T} = R_G, \quad \frac{\text{hour}}{\text{year}} = \text{const}, \quad (8)$$

$$\frac{G_0 W_0}{T} = R_0, \quad \frac{\text{hour}}{\text{year}} = \text{const}, \quad (9)$$

$$\frac{Q}{T} = R_s, \quad \frac{\text{hour}}{\text{year}} = \text{const}, \quad (10)$$

$$R_s = R_G + R_0, \quad (11)$$

где константа

$$R_G = \frac{U_{mf}}{T}$$

определяет износ основных фондов, измеряемый годовым расходом (интенсивностью) срока полезного использования. При этом константа

$$R_0 = \frac{G_0 W_0}{T}$$

определяется годовым ресурсом рабочего времени МТС. При односменной работе константа равна 2000 час/год, при двухсменной — 4000 час/год, при трехсменной работе МТС — 6000 час/год.

Главным условием реализации закрытого операционного цикла конверсии является равенство производительности основных фондов и производительности технологического процесса.

Математическая форма этого условия с учетом зависимости (8) и (9) имеет вид:

$$\frac{G_0 W_0}{R_0} = \frac{U_{mf}}{R_G} = T. \quad (12)$$

Уравнение (12) может быть представлено в виде:

$$\frac{R_G}{R_0} = \frac{G_0 W_0}{U_{mf}} = k_0. \quad (13)$$

На основе анализа уравнения (13) мы можем сделать вывод, что константа k_0 является характеристикой бизнеса.

Идеальный операционный цикл конверсии производственного капитала в денежный капитал состоит из пяти единичных векторов:

Q — производственный капитал, равен сумме технологических затрат $G_0 W_0 = C_{mc} + C_{lp} + C_{oc}$ и основных фондов производственно-технологической системы $U_{mf} = U_{ia} + U_{ia'}$, где C_{mc} — материальные затраты; C_{lp} — затраты на оплату труда, C_{oc} — прочие затраты (без амортизации нематериальных активов), U_{ia} — материальные активы и $U_{ia'}$ — нематериальные активы.

V_{sv} — реализованная продукция, равна сумме чистого дохода $D_0 = P_0 + C_{da} + C_{aia}$ и $(G_0 W_0)_{sv}$, денежному эквиваленту произведенной в результате конверсии продукции, численно равной технологическим затратам, где P_0 — чистая операционная прибыль, C_{da} — обесценивание (амортизация) материальных активов, C_{aia} — амортизация нематериальных активов. Сумма $C_{da} + C_{aia} = C_{ma}$ является необходимым и достаточным капиталом для простого и расширенного воспроизводства основных фондов [12].

Балансовое уравнение конверсии производственного капитала в денежный капитал в форме произведенной и реализованной продукции имеет вид:

$$\frac{Q}{U_{mf} + G_0 W_0} = \frac{V_{sv}}{D_0 + (G_0 W_0)_{sv}}, \quad (14)$$

где $G_0 W_0 = (G_0 W_0)_{sv}$.

Это значит, что операционный цикл конверсии в МТС (технологический комплекс и организация производства) должны обеспечить выпуск продукции, имеющей заданную потребительскую стоимость, адекватную рыночной стоимости. Технологические затраты, рассчитанные (оцененные) по затратному подходу, являются рыночной стоимостью продукции.

Уровень конверсии равен отношению реализованной продукции к производственному капиталу:

$$\frac{V_{sv}}{Q} = \frac{(G_0 W_0)_{sv} + D_0}{G_0 W_0 + U_{mf}} = g \leq 1. \quad (15)$$

Уравнение (15) является параметрическим. Наши исследования показали, что уровень конверсии для идеального операционного цикла равен единице [13–14]. Для реального операционного цикла конверсии производственно-технологической системы инженерного бизнеса уровень всегда (согласно второму закону термодинамики) меньше единицы, а для акцизного бизнеса — больше единицы.

Запишем уравнение (15) в безразмерном виде:

$$\frac{V_{sv}}{Q} = \frac{V_{sv}}{G_0 W_0} = \frac{(G_0 W_0)_{sv} + D_0}{G_0 W_0 + U_{mf}} = g. \quad (16)$$

Введем обозначения безразмерных комплексов и запишем уравнение (16) в безразмерных величинах:

$$g = \frac{\lambda}{\rho} = \frac{k_0 + M}{k_0 + 1} = \frac{k_0}{k_0 + 1} + \frac{M}{k_0 + 1} = g_{mts} + g_{bus}. \quad (17)$$

Уравнение (17) конверсии операционного цикла производственно-технологической системы является критериальным, где

$$g = \frac{V_{sv}}{Q} —$$

критерий конверсии операционного цикла инженерного бизнеса, равен сумме критериев конверсии g_{mts} — производственно-технологической системы и g_{bus} — бизнеса. Если численное значение критерия конверсии одного операционного цикла равно численному значению критерия конверсии другого операционного цикла, то такие операционные циклы аналогичные (подобные), поэтому операционные циклы конверсии производственно-технологических систем можно исследовать на моделях.

Наши исследования показали, что уровень конверсии зависит только от физической основы технологического процесса. Например, если заменить токарную обра-

ботку, имеющую низкий коэффициент использования материала, на пластическую деформацию (ковку, штамповку, прокатку — «breakthrough» прорывные технологические инновации), где коэффициент использования материала значительно выше, то уровень конверсии операционного цикла увеличится, поэтому «incremental» улучшающие технологические инновации не могут увеличить уровень конверсии [15].

$$k_0 = \frac{G_0 W_0}{U_{mf}} \text{ —}$$

характеристика (критерий) операционного цикла. Для идеального операционного цикла конверсии инженерного бизнеса $k_0 = 1$, а для реального эта константа $k_0 < 1$, поэтому область изменения численных значений критериев конверсии операционного цикла инженерного бизнеса имеет вид:

$$\vartheta \leq \vartheta_{mts} + \vartheta_{bus} \leq 0,5 + 0,5 \leq 1.$$

Наши исследования показали, что $\vartheta_{mts} \leq 0,5 \geq \vartheta_{bus}$. Проектирование и последующие наладочные работы должны обеспечить равенство $\vartheta_{mts} = \vartheta_{bus}$ конверсий производственно-технологической системы (mts) и бизнеса (bus).

$$M = \frac{D_0}{U_{mf}} \text{ —}$$

критерий самофинансирования простого и расширенного воспроизводства основных фондов производственно-технологической системы за счет амортизационного фонда и обеспечения за счет чистой операционной прибыли поддержания акционерного капитала.

$$\lambda = \frac{V_{sv}}{(G_0 W_0)_{sv}} \text{ —}$$

уровень конверсии системы маркетинга предприятия.

$$\rho = \frac{Q}{G_0 W_0} \text{ —}$$

уровень конверсии технологического процесса.

На рис. 1 представлена блок-схема менеджмента операции на основе операционного цикла, реализующего конверсию производственного капитала в денежный капитал в форме реализованной продукции.

Первый этап конверсии. Производственный капитал, равный сумме технологических затрат и основных фондов производственно-технологической системы (МТС), конвертируется в продукцию, имеющую рыночную стоимость.

Второй этап конверсии реализуется в маркетинговом дивизионе предприятия, где к рыночной стоимости продукции, оцененной по затратному подходу, добавляется чистый доход, равный сумме чистой прибыли, налога на операционную прибыль, налога на иму-

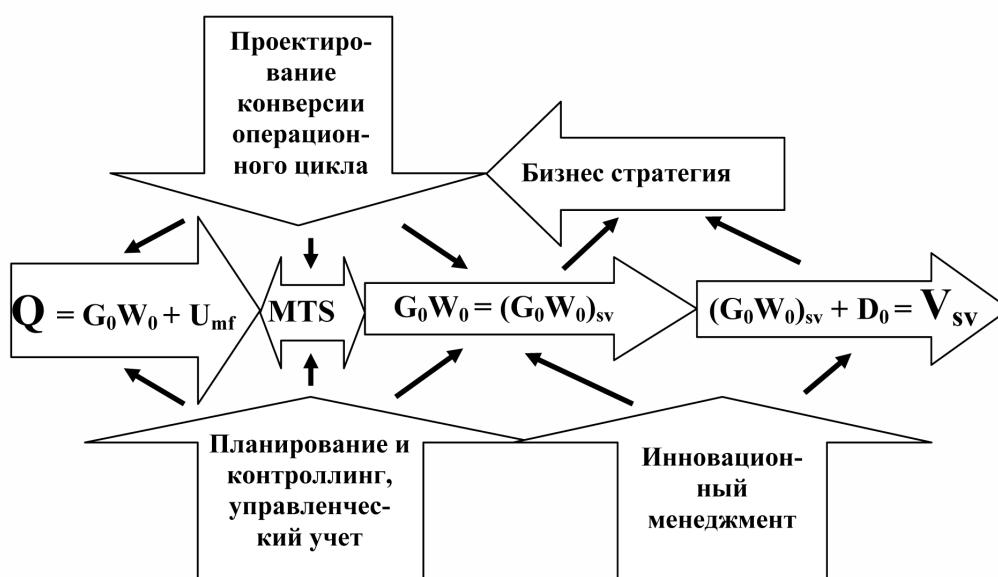


Рис. 1. Блок-схема менеджмента операции

щество физических лиц и амортизацию на материальные и нематериальные активы.

Операционный цикл конверсии в МТС состоит из стратегического планирования исходных данных к проектированию МТС, разработки организации производства на основе трансферта операционных затрат и потребительских свойств продукции по технологическим переделам, являющихся зонами финансовой ответственности и управленческого учета. Основным этапом менеджмента операций является непрерывное совершенствование параметров операционного цикла конверсии.

Графическая интерпретация операционного цикла конверсии производственного капитала в денежный капитал в форме проданной продукции

Согласно теории векторной алгебры сумма коллинеарных векторов является единым вектором, а сумма двух ортогональных векторов — прямоугольным треугольником. Поэтому идеальный операционный цикл конверсии производственно-технологической системы представляет собой равносторонний треугольник из пяти единичных векторов. В этом случае критериальное уравнение конверсии (17) в векторной форме имеет вид:

$$\frac{\vec{V}_{sv}}{\vec{Q}} = \frac{k_0 (\overline{G_0 W_0})_{sv} + M \vec{D}_0}{k_0 (\overline{G_0 W_0}) + 1 \vec{U}_{mf}} \quad (18)$$

На рис. 2 представлен идеальный операционный цикл конверсии из пяти единичных векторов.

Операционный цикл конверсии состоит из двух контуров. Контур единичных векторов 1–3–4 определяет производственный цикл, где в результате конверсии вектора производственного капитала

$$\vec{Q} = \overline{G_0 W_0} + \vec{U}_{mf},$$

равного сумме двух ортогональных векторов, произведена продукция, имеющая рыночную стоимость, численно равную технологическим затратам

$$(\overline{G_0 W_0})_{mf} = \overline{G_0 W_0}$$

(по аналогии с адиабатным процессом в термодинамической системе). Второй контур единичных векторов 1–2–3 реализует конверсию продукции, имеющей рыночную стоимость в проданную продукцию по рыночной стоимости

$$\vec{V}_{sv} = (\overline{G_0 W_0})_{sv} + \vec{D}_0,$$

равной сумме двух ортогональных векторов.

Реальный цикл конверсии производственного капитала размещен внутри идеального цикла конверсии. Системой координат

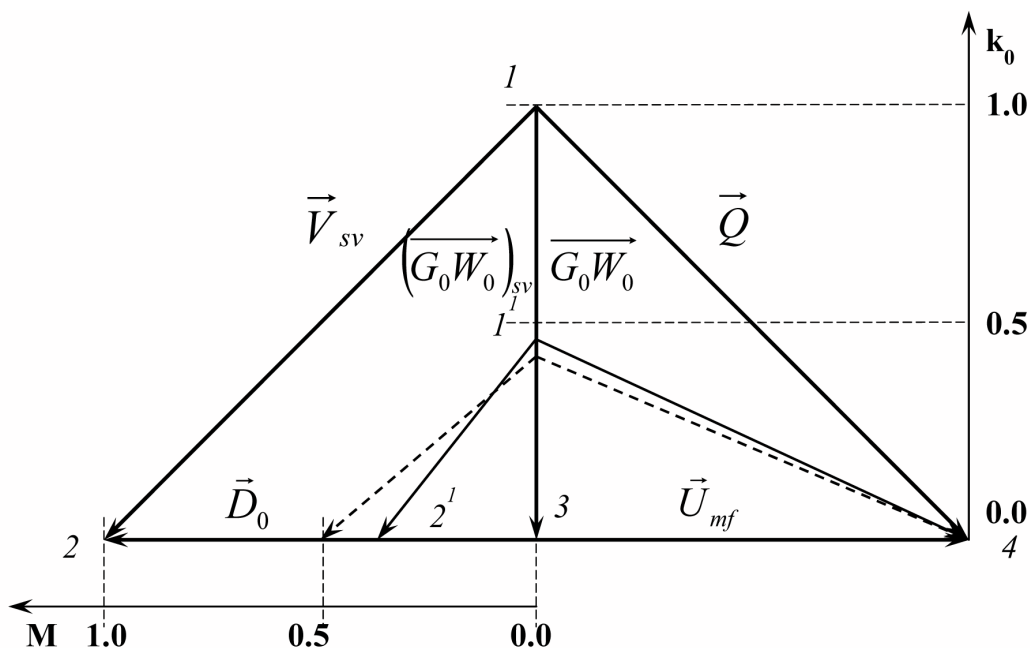


Рис. 2. Графическая интерпретация операционного цикла конверсии в производственно-технологической системе

Таблица 1

**Критерии конверсии операционного цикла
аналогичных металлургических предприятий на основе параметров фондового рынка**

Аналогичные предприятия на фондовом рынке	ОАО «ММК»	ОАО «НЛМК»	ОАО «ЧМК»
Параметры фондового рынка, mln. \$ USA			
Объем реализации V_{sv}	5380,00	4468,73	5055,17
Объем реализации без налогов и платежей	4983,37	3996,36	4617,31
Рентабельность продаж $r = P/V_{sv}$	24,60%	41,60%	35,20%
Чистая операционная прибыль P_0	947	1385,34	1312
Операционная прибыль P	1323,48	1859	1779,42
Параметры конверсии операционного цикла			
Операционные затраты $C_{oc} = V_{sv} - P$	4056,52	2609,74	3275,75
Сумма налога на основные средства и налога на операционную прибыль $\Delta P = P - P_0 = N_{fa} + N_p$	376,48	473,66	467,42
Налог на операционную прибыль $N_p = P_0 \psi_p / (1 - \psi_p)$, где $\psi_p = 0,2$ — ставка налога на операционную прибыль	236,75	348,34	328
Налог на основные средства $N_{fa} = \Delta P - N_p$	139,73	125,32	139,42
Основные фонды U_{mf} предприятий U_{mf} / ψ_{fa} , где $\psi_{fa} = 0,02$ — ставка налога на основные средства	6986,5	6266	6971
Обесценивание (амортизация) материальных активов $C_{dc} = \alpha_{dt} U_{fa} = 0,03 U_{fa}$, где α_{dt} — ставка обесценивания (амортизация) материальных активов	209,6	188	209,13
Технологические затраты $G_0 W_0 = C_{oc} - C_{dc}$	3846,92	2421,74	3066,62
Чистый доход $D_0 = P_0 + C_{dc}$	1156,6	1573,34	1521,12
Производственный капитал $Q = G_0 W_0 + U_{fa}$	10833,42	8687,74	10037,62
Критерии конверсии операционного цикла			
Критерий конверсии маркетинга $\lambda = V_{sv} / (G_0 W_0)_{mf}$	1,3	1,65	1,51
Критерий само инвестирования $M = D_0 / U_{mf}$	0,17	0,25	0,22
Критерий ресурсов производственного капитала $\rho = Q / G_0 W_0$	2,82	3,59	3,27
Критерий (характеристика) производственного капитала $k_0 = G_0 W_0 / U_{mf}$	0,55	0,39	0,44
Критерий конверсии $g = \frac{V_{sv}}{Q} = \frac{\lambda}{\rho} = \frac{k_0 + M}{k_0 + 1}$	0,46	0,46	0,46
Стоимость акционерного капитала на фондовом рынке 19.04.2006	7892,94	13964,22	7452,8

операционного цикла конверсии являются критерии k_0 и M . Уровень (критерий) конверсии реального операционного цикла 1^1-2^1-4 при $k_0 = 0,40$, $M = 0,35$ и

$$g = \frac{0,40 + 0,35}{0,40 + 1} = 0,54.$$

В таблице 1 приведены исследования операционного цикла конверсии аналогичных (подобных) листовых металлургических комбинатов: ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» и ОАО «Череповецкий металлургический комбинат» [2–5].

Из рассмотрения результатов критериальной оценки конверсии операционных циклов предприятий можно сделать ряд выводов.

1. Физическая основа технологий предприятий абсолютно одинакова. Несмотря на различное оборудование, уровень конверсии одинаковый и не зависит от объема производства. Новолипецкий комбинат сравнительно новый, продукция его пользуется большим спросом на рынке, поэтому стоимость акционерного капитала выше, чем у других комбинатов. У него выше критерии ρ и λ . Первый критерий свидетельствует о том, что у комбината более современное оборудование, а второй критерий — о более совершенной деятельности службы маркетинга. Большая величина критерия M свидетельс-

твует о большей доходности предприятия, меньшая характеристика бизнеса — о меньших операционных затратах.

2. Критериальный анализ позволяет сформулировать цели и задачи инновационных проектов, обеспечивающих увеличение стоимости бизнеса на фондовом рынке. Как правило, стратегической задачей бизнеса является увеличение стоимости акционерного капитала. В этом случае предприятие получает инвестиционные ресурсы от продажи акций.

3. Магнитогорский и Череповецкий металлургические комбинаты должны снижать операционные затраты (уменьшать критерий k_0) и совершенствовать потребительские свойства продукции (увеличивать критерий λ). В этом случае будет расти критерий конверсии и критерий M .

На рис. 3 представлена графическая интерпретация операционных циклов конверсии производственных капиталов трех заводов.

Стратегия

Как только осмыслена (понята) роль операционных функций в бизнесе, затем обсуждены ее операционные цели, необходимо сформулировать комплекс основных принципов, которые приведут к принятию решений.

В данном случае стратегической целью бизнеса является непрерывное увеличение стоимости акционерного капитала на фондовом рынке. Из трех металлургических пред-

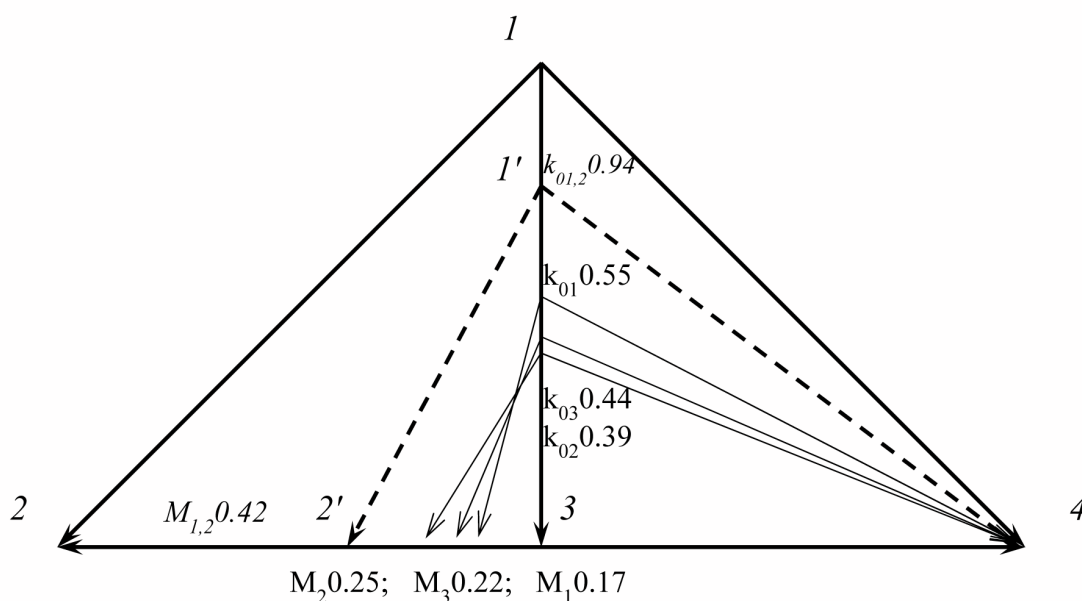


Рис. 3. Операционный цикл конверсии производственного капитала трех предприятий

приятый наибольшая стоимость акционерного капитала у Новолипецкого металлургического комбината. Анализ критериев показывает, что у этого комбината наименьшая величина характеристики бизнеса k_0 , а все остальные критерии M , λ и ρ имеют наибольшие значения. Из графической интерпретации операционного цикла конверсии видно, что с увеличением технологических затрат снижается величина чистого дохода. Целью улучшающего инновационного проекта является снижение технологических затрат. Как правило, эта задача реализуется путем организации производства на основе трансферта технологических затрат и потребительских свойств продукции (рыночной стоимости технологических переделов) по технологическим переделам, являющимся зонами финансовой ответственности.

Проектирование управленческого учета в операционном цикле конверсии

Конкурентные преимущества продуктов и технологий инженерного бизнеса реализуются на основе «incremental» и «breakthrough» инновационных проектов [15]. В этом случае менеджеры предприятия получают требуемые потребительские свойства на основе управленческого учета по технологическим переделам, являющимся зонами финансовой ответственности. На рис. 4 представлена блок-схема организации производства на основе трансферта технологических затрат и потребительских свойств технологических переделов, имеющих рыночную стоимость.

Каждый технологический передел накапливает технологические затраты и формирует конечную рыночную стоимость продукта.

Балансовое уравнение объема продаж V_{sv} для четырех технологических переделов:

$$V_{sv} = V_{sv1} \rightarrow V_{sv2} = \sum_{n=1}^{n=2} V_{svn} \rightarrow V_{sv3} = \sum_{n=1}^{n=3} V_{svn} \rightarrow V_{sv4} = \sum_{n=1}^{n=4} V_{svn}.$$

Балансовое уравнение для технологических затрат:

$$(G_0W_0) = (G_0W_0)_1 \rightarrow (G_0W_0)_2 = \sum_{n=1}^{n=2} (G_0W_0)_n \rightarrow (G_0W_0)_3 = \sum_{n=1}^{n=3} (G_0W_0)_n \rightarrow (G_0W_0)_4 = \sum_{n=1}^{n=4} (G_0W_0)_n.$$

Балансовое уравнение для чистой прибыли:

$$D_0 = D_{01} \rightarrow D_{02} = \sum_{n=1}^{n=2} D_{0n} \rightarrow D_{03} = \sum_{n=1}^{n=3} D_{0n} \rightarrow D_{04} = \sum_{n=1}^{n=4} D_{0n}.$$

Балансовое уравнение для производственного капитала:

$$Q = Q_1 \rightarrow Q_2 = \sum_{n=1}^{n=2} Q_n \rightarrow Q_3 = \sum_{n=1}^{n=3} Q_n \rightarrow Q_4 = \sum_{n=1}^{n=4} Q_n.$$

Заключение

Разработана математическая модель операционного менеджмента на основе операционного цикла конверсии производственного

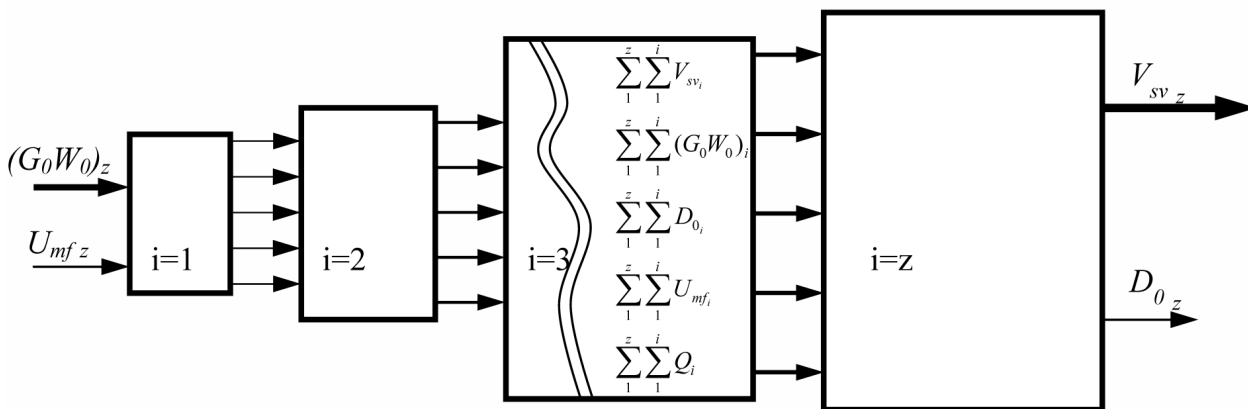


Рис. 4. Блок-схема трансферта затрат и потребительских свойств продукции по переделам

капитала производственно-технологической системы в денежный капитал в форме произведенной и реализованной продукции. Этим подходом реализован основной принцип инновационной рыночной экономики — успешный бизнес определяется объемом реализованной продукции и стоимостью акционерного капитала на фондовом рынке. Критериальное уравнение (17), сформированное из пяти критериев подобия, является интегрированным комплексом индикаторов, обеспечивающих анализ и проектирование синергетического эффекта операционного цикла конверсии производственного капитала в денежный капитал в производственно-технологической системе инженерного бизнеса.

Графическая интерпретация операционного цикла конверсии в форме замкнутого двухконтурного векторного прямоугольного треугольника показывает, что в конверсии операционного цикла одновременно участвуют все пять векторов денежных потоков. Изменение одного параметра изменяет все остальные. Не может быть дискретного совершенствования операционного цикла конверсии.

Анализ критериального уравнения показывает, что критерий конверсии является суммой конверсии производственно-технологической системы и бизнеса. Уровень конверсии бизнеса не может быть больше уровня конверсии производственно-технологической системы, они должны быть равными.

Уровень реального операционного цикла конверсии зависит только от физической основы технологического процесса [11]. Например, уровень конверсии токарного технологического процесса, имеющего коэффициент использования материала 0,5, можно увеличить только путем прорывной инновации путем замены его на технологический процесс с большим коэффициентом использования материалов. Например, токарное производство заменить на холодную или горячую раскатку, прокатку, ковку, штамповку, т.е. заменой на пластическую обработку. Организация производства операционного цикла конверсии должна быть реализована на основе трансферта технологических затрат и потребительских свойств продукции по технологическим переделам, являющимся зонами финансовой ответственности. Между технологическими переделами должен быть рыночный уклад. Управленчес-

кий учет производственного процесса должен обеспечить контроль и управление рыночной стоимостью каждого передела. Только в этом случае конечный продукт будет иметь рыночную стоимость (конкурентные преимущества) и будет реализован.

Производственно-технологическая система каждого технологического передела должна быть **настроена** на уровень конверсии всей интегрированной производственно-технологической системы, причем в каждой технологической системе $k_0 \geq M$.

Совершенствование каждой и всего интегрированного комплекса производственно-технологических систем реализуется на основе инновационных проектов [6–8], направленных на освоение улучшающих и прорывных инноваций. При освоении улучшающих инноваций уровень конверсии не изменяется. При освоении прорывных инноваций изменяется уровень конверсии всей интегрированной производственно-технологической системы. При освоении продуктовой или технологической инновации изменяются все пять параметров операционного цикла конверсии. В этом случае в основных фондах производственного капитала обязательно появляется нематериальный актив. Балансовая стоимость нематериального актива определяется из параметрического уравнения, записанного в приращениях.

Литература

1. Акаев А.А. Математические основы инновационно-циклической теории экономического развития Шумпетера-Кондратьева // Альманах «Кондратьевские волны. Аспекты и перспективы». — Волгоград: Учитель, 2012.
2. Магнитогорский металлургический комбинат — Годовые отчеты. — URL: http://mmk.ru/for_investor/annual_reports/. — Дата обращения: 22.04.2017.
3. НМЛК — Годовые отчеты. — URL: <http://nlmk.ru/investor-relations/reporting-center/annual-reports/>. — Дата обращения: 22.04.2017.
4. Реструктуризация экономики: теория и инструментарий: монография / под ред. А.В. Бабкина. — СПб.: Изд-во Политехн. ин-та, 2015. — 664 с.
5. Северсталь — Годовые отчеты. — URL: https://www.severstal.com/rus/ir/results_

reports/annual_reports/index.phtml. — Дата обращения: 22.04.2017.

6. Туккель И.Л. О проблемах управления инновационными процессами // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2013. — №4–2. — С. 13–20.

7. Туккель И.Л., Голубев С.А., Сурина А.В., Цветкова Н.А. Методы и инструментарий управления инновационным развитием промышленных предприятий / под ред. И.Л. Туккеля. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 208 с.

8. Туккель И.Л., Цветкова Н.А. О физических моделях процессов распространения инноваций в социально-экономической среде // Инновации. — 2015. — №11. — С. 30–34.

9. Шичков А.Н. Теория и практика инженерного бизнеса и менеджмента. — Вологда: ВоГУ, 2016. — 131 с.

10. Шичков А.Н., Шичков А.Н. Операционный менеджмент на территории муниципалитета // Цифровая экономика и «Индустрия 4.0»: проблемы и перспективы: труды научно-практической конференции с международным

участием / под ред. А.В. Бабкина. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2017. — С. 370–383.

11. Kremlyova N.A., Borisov A.A., Frolov A.A. A Creative Model for Graphical Design of Conversion Processes in Engineering Business // St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. — 2016. — №5 (251). — Pp. 131–139.

12. Shichkov A. N., Kremlyova N. A., Borisov A. A. Designing the Operation Cycle of a Manufacturing-technological System. St. Petersburg State Polytechnical University Journal. Economics. — 2016. — №2 (240). — Pp. 89–98.

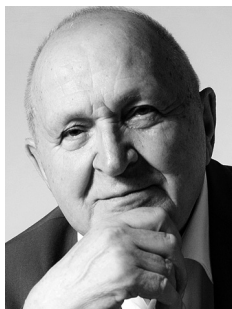
13. Shichkov A. N. Designing Manufacturing-technological Systems. Scientific Israel-Technological Advantages. — 2016. — №18(1). — Pp. 89–106.

14. Shichkov A. N. Innovative Enhancement of an Engineering Business: Operation Cycle Method. Scientific Israel-Technological Advantages. — 2016. — №18 (4). — Pp. 100–111.

15. Tidd J. Open Innovation Research, Management and Practice. — Imperial College Press, 2014. — 445 p.

Поступила в редакцию

5 января 2017 г.



Шичков Александр Николаевич — заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, д.т.н. и д.э.н., профессор, действительный член Международной и Российской инженерных академий, действительный член Международной Академии теории и практики организации производства, заведующий кафедрой управления инновациями и организации производства факультета производственного менеджмента инновационных технологий ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет».

Shichkov Alexander Nikolaevich — honored scientist of the Russian Federation, doctor of technical Sciences, doctor of economic Sciences, Professor, full member of Russian and International engineering academies, member of the International Academy of the theory and practice of organization of production, head of Department of innovation management and production engineering faculty of production management of innovative technologies of the «Vologda State University».

160000, Вологда, ул. Ленина, 15
15 Lenin st., 160000, Vologda, Russia
Тел.: 8 (921) 722-18-99; e-mail: shichkov-an@yandex.ru



Борисов Александр Алексеевич — кандидат экономических наук, доцент кафедры управления инновациями и организации производства ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет».

Borisov Alexander Alekseevich — candidate of economic Sciences, associate Professor of Department of management, innovation and organization of production of the «Vologda State University».

160000, Вологда, ул. Ленина, 15
15 Lenin st., 160000, Vologda, Russia
Тел.: 8 (921) 722-18-99; e-mail: borisov_84@mail.ru



Кремлева Наталия Анатольевна — кандидат экономических наук, член-корреспондент Международной Академии науки и практики организации производства, доцент кафедры управления инновациями и организации производства ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет».

Kremlyova Natalia Anatolievna — candidate of economic Sciences, corresponding member of International Academy of science and manufacturing practices, associate Professor of innovation management and organization of production of the «Vologda State University».

160000, Вологда, ул. Ленина, 15
15 Lenin st., 160000, Vologda, Russia
Тел.: 8 (921) 722-18-99; e-mail: kremleva-n@yandex.ru