

**УПРАВЛЕНИЕ**

УДК 330.45:519.863:336.761

**Е.П. Чураков, С.В. Быков****ОПТИМИЗАЦИЯ ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТОХАСТИЧЕСКОЙ  
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ**

*Рассматривается задача построения оптимального портфеля ценных бумаг, стоимость которого описывается стохастическим уравнением Ито. В качестве меры риска используется показатель CaR. Решается прямая задача – максимизация стоимости портфеля при ограничении на риск – и обратная задача – минимизация риска при ограниченной стоимости. Получены более простые алгоритмы, чем у известных зарубежных аналогов. Установлена связь алгоритмов с нормальным решением неопределенной системы алгебраических уравнений.*

**Ключевые слова:** стоимость портфеля, стохастическое уравнение Ито, риск, критерий CaR, прямая и обратная задачи.

**Введение и постановка задачи.** В последние десятилетия, начиная с пионерской работы Марковица [1], многочисленные исследователи различных поколений проявляют незатухающий интерес к проблеме построения оптимального портфеля ценных бумаг. Известны многочисленные взгляды на формализацию этой проблемы. Не ставя перед собой задачи аналитического обзора соответствующих подходов, рассматриваем эту задачу в интерпретации [2,3].

**Цель работы** заключается в построении новых относительно [2], [3] алгоритмов формирования портфеля. Изучается задача построения оптимального (смысл этого термина раскрывается далее) портфеля ценных бумаг, содержащего один безрисковый актив и  $m$  рискованных активов. Рыночная стоимость  $S_0(t)$  безрискового актива в момент времени  $t$  описывается обыкновенным дифференциальным уравнением

$$dS_0(t) = rS_0(t)dt, \quad (1)$$

где параметр  $r$  определяет относительное изменение цены безрискового актива за время  $dt$  (доходность безрискового актива). Стоимость  $i$ -го рискованного актива  $S_i(t)$ , как это принято во многих современных работах по портфельной проблематике, задается стохастическим диффе-

ренциальным уравнением вида:

$$dS_i(t) = S_i(t)(b_i dt + \sum_{j=1}^m \sigma_{ij} dW_j(t)), i = \overline{1, m}. \quad (2)$$

В этом уравнении параметр  $b_i$  применительно к  $i$ -му рисковому активу имеет смысл, аналогичный параметру  $r$ , величина  $\sigma_{ij}$  характеризует ковариацию между доходностями  $i$ -го и  $j$ -го активов и часто называется волатильностью,  $W_j(t)$ ,  $j = \overline{1, m}$ , - случайные процессы с независимыми приращениями.

Если через  $N_i$  обозначить количество документов  $i$ -го актива, включенных в портфель, то величина

$$S(t) = \sum_{i=0}^m N_i S_i(t) \quad (3)$$

задает стоимость всего портфеля. При этом безразмерная величина

$$x_i(t) = \frac{N_i S_i(t)}{S(t)}, i = \overline{1, m} \quad (4)$$

определяет долю  $i$ -го рискованного актива в составе портфеля. Тогда доля безрискового актива оказывается равной

$$x_0(t) = \frac{N_0 S_0(t)}{S(t)} = \frac{S(t) - \sum_{i=0}^m N_i S_i(t)}{S(t)} = 1 - \sum_{i=1}^m x_i(t) \quad (5)$$

Переходя в (3) к дифференциалам и учитывая (1), (2), (5), в результате несложных преобразований получаем:

$$dS(t) = S(t)((r + \mathbf{B}^T \mathbf{x}(t))dt + \sum_{i=1}^m x_i(t) \sum_{j=1}^m \sigma_{ij} dW_j(t)).$$

Здесь:

$$\mathbf{x}(t) = [x_1(t) \ x_2(t) \ \dots \ x_m(t)]^T, \mathbf{B} = \mathbf{b} - r\mathbf{e},$$

$$\mathbf{b}^T = [b_1 \ b_2 \ \dots \ b_m], \mathbf{e}^T = [1 \ 1 \ \dots \ 1] \in R^m$$

и  $^T$  – символ транспонирования. Представив

$$\sum_{i=1}^m x_i(t) \sum_{j=1}^m \sigma_{ij} dW_j(t) = [x_1(t) \ x_2(t) \ \dots \ x_m(t)] \cdot \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1m} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sigma_{m1} & \sigma_{m2} & \dots & \sigma_{mm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dW_1(t) \\ dW_2(t) \\ \dots \\ dW_m(t) \end{bmatrix} = \mathbf{x}^T(t) \boldsymbol{\sigma} d\mathbf{W}(t),$$

окончательно получим уравнение для стоимости портфеля в его наиболее распространенной [2, 3] форме

$$dS(t) = S(t)((r + \mathbf{B}^T \mathbf{x}(t))dt + \mathbf{x}^T(t) \boldsymbol{\sigma} d\mathbf{W}(t)), \quad (6)$$

при этом матрица волатильностей  $\boldsymbol{\sigma}$  следующим образом выражается через ковариационную матрицу  $\mathbf{D}$  доходностей рискованных активов:  $\boldsymbol{\sigma} \boldsymbol{\sigma}^T = \mathbf{D}$ .

Уравнение (6) представляет собой стохастическое дифференциальное уравнение Ито с функцией сноса  $(r + \mathbf{B}^T \mathbf{x}(t))S(t)$  и диффузией  $S(t)\mathbf{x}^T(t)\boldsymbol{\sigma}$ . Этому уравнению можно придать иной вид:

$$\frac{dS(t)}{dt} = (r + \mathbf{B}^T \mathbf{x}(t))S(t) + S(t)\mathbf{x}^T(t)\boldsymbol{\sigma} \mathbf{V}(t), \quad (7)$$

где  $\mathbf{V}(t) \in R^m$  – белый шум в строгом смысле. Приняв  $m_S(t) = M\{S(t)\}$ , где  $M\{\dots\}$  – оператор усреднения, и учтя некоррелированность величин  $S(t)\mathbf{x}^T(t)$  и  $\mathbf{V}(t)$ , свойственную определению интеграла Ито (например, [4]), запишем уравнение для средней цены портфеля:

$$\frac{dm_S(t)}{dt} = (r + \mathbf{B}^T \mathbf{x}(t))m_S(t).$$

Эта величина через время  $T$  при начальном ( $t = 0$ ) инвестировании капитала в объеме  $m_0$  и неизменной на отрезке  $[0, T]$  структуре портфеля  $\mathbf{x}$  окажется равной

$$m_S(T) = m_0 \exp\{(r + \mathbf{B}^T \mathbf{x})T\}. \quad (8)$$

Как известно, важной характеристикой портфеля, помимо его цены, является риск. Существуют многочисленные способы формализации этого понятия. В данной работе под риском будем понимать разницу между ценой безрискового актива в момент  $T$  и такой стоимостью портфеля в этот же момент, вероятность быть ниже которой равна принятой величине  $\alpha$ . Такую величину в международной практике лаконично обозначают аббревиатурой *CaR*. Доказано [5], что *CaR* определяется выражением

$$CaR = m_0 e^{rT} (1 - \exp\{\mathbf{B}^T \mathbf{x}T - \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}\|^2 T - |u_\alpha| \|\boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}\| \sqrt{T}\}), \quad (9)$$

где норма  $\|\dots\|$  понимается в евклидовом смысле и  $u_\alpha$  квантиль порядка  $\alpha$  стандартной гауссовой величины.

В настоящей работе решаются две задачи, трактуемые как прямая и обратная. Прямая задача заключается в поиске такой структуры  $\mathbf{x}$  портфеля, которая максимизирует стоимость портфеля (8) при условии, что  $CaR = C$ , где  $C$  – заданная величина. Обратная задача заключается в поиске портфеля  $\mathbf{x}$  с минимальным риском (9) при ограниченной цене  $m_S(T) = k$ , где  $k$  задано. В работе развивается подход, предложенный в [6].

**Прямая задача оптимизации портфеля.** Прямая задача оптимизации функции (8) при ограничении на (9) сводится к виду:

$$J = \mathbf{B}^T \mathbf{x} \rightarrow \max_{\mathbf{x} \in X_0},$$

$$X_0 = \left\{ \mathbf{x} \in R^m : \mathbf{B}^T \mathbf{x}T - \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}\|^2 T - |u_\alpha| \|\boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}\| \sqrt{T} = \gamma \right\},$$

$$\gamma = \ln \left( 1 - \frac{C}{m_0} \exp\{-rT\} \right),$$

что соответствует классической задаче на условный экстремум. Для ее решения введем

новую переменную  $z = \sigma^T x$  и решение будем искать на гиперсфере  $\|z\| = d$ , радиус  $d$  которой установим в процессе решения. В новых терминах задача формулируется так:

$$I = z^T \sigma^{-1} B \rightarrow \max_{z \in Z_0},$$

$$Z_0 = \left\{ z \in R^m : \|z\| = d \cap z^T \sigma^{-1} B T - \frac{1}{2} \|z\|^2 T - |u_\alpha| \|z\| \sqrt{T} = \gamma \right\}$$

и решается методом неопределенных множителей Лагранжа. Записывая функцию Лагранжа

$$L = z^T \sigma^{-1} B + \lambda_1 (z^T \sigma^{-1} B T - \frac{1}{2} \|z\|^2 T - |u_\alpha| \|z\| \sqrt{T} - \gamma) + \lambda_2 (\|z\| - d),$$

где  $\lambda_1, \lambda_2$  - множители Лагранжа, и вычисляя ее стационарные точки, приходим к системе уравнений:

$$\sigma^{-1} B + \lambda_1 (\sigma^{-1} B T - z T - |u_\alpha| \frac{z}{\|z\|} \sqrt{T}) + \lambda_2 \frac{z}{\|z\|} = 0_m,$$

$$z^T \sigma^{-1} B T - \frac{1}{2} \|z\|^2 T - |u_\alpha| \|z\| \sqrt{T} - \gamma = 0, \|z\| - d = 0.$$

Из первого уравнения с учетом третьего выражаем

$$z = \frac{1 + \lambda_1 T}{\lambda_1 \left( T + |u_\alpha| \sqrt{T} \frac{1}{d} \right) - \lambda_2 \frac{1}{d}} \sigma^{-1} B,$$

при этом второе и третье уравнения сводятся к виду:

$$\frac{1 + \lambda_1 T}{\lambda_1 \left( T + |u_\alpha| \sqrt{T} \frac{1}{d} \right) - \lambda_2 \frac{1}{d}} \|\sigma^{-1} B\|^2 T = \frac{1}{2} d^2 T + |u_\alpha| d \sqrt{T} + \gamma,$$

$$\frac{1 + \lambda_1 T}{\lambda_1 \left( T + |u_\alpha| \sqrt{T} \frac{1}{d} \right) - \lambda_2 \frac{1}{d}} \|\sigma^{-1} B\| = d.$$

Последние два условия не противоречивы, если  $d$  – положительный корень уравнения

$$\frac{1}{2} d^2 T + \left( |u_\alpha| \sqrt{T} - \|\sigma^{-1} B\| T \right) d + \gamma = 0, \quad (10)$$

и в этом случае  $z = \frac{d \sigma^{-1} B}{\|\sigma^{-1} B\|}$ . Возвращаясь к пере-

менной  $x$ , получаем структуру оптимального портфеля:

$$x = \frac{d (\sigma \sigma^T)^{-1} B}{\|\sigma^{-1} B\|}. \quad (11)$$

Максимальная стоимость портфеля определяется выражением (8) после подстановки вектора  $x$  в соответствии с определением (11).

Рассмотрим уравнение-ограничение, формирующее область  $Z_0$  допустимых решений  $z$  при ограничении  $\|z\| = d$ :  $z^T \sigma^{-1} B T = \frac{1}{2} d^2 T + |u_\alpha| d \sqrt{T} + \gamma$ . Учитывая, что  $d$  – корень уравнения (10), это выражение сводим к виду:

$$B^T (\sigma^{-1})^T z = d \|\sigma^{-1} B\|. \quad (12)$$

Относительно вектора  $z$  скалярное уравнение (12) имеет неограниченное множество решений. Покажем, что найденное решение оптимизационной задачи представляет собой нормальное, т.е. с минимальной нормой, решение уравнения (12). Действительно, используя аппарат поиска нормального решения (например, [4]), это решение получаем в виде:

$$z = \sigma^{-1} B \left( B^T (\sigma^{-1})^T \sigma^{-1} B \right)^{-1} \|\sigma^{-1} B\| d = \sigma^{-1} B \frac{\|\sigma^{-1} B\| d}{\|\sigma^{-1} B\|^2} = \frac{\sigma^{-1} B d}{\|\sigma^{-1} B\|},$$

что совпадает с решением оптимизационной задачи. Представляется интересным сопоставить полученное решение с решением, найденным в работах [2,3] более сложным путем без перехода к переменной  $z$  с ограниченной нормой. Решение, полученное в этих работах, в терминах поставленной задачи можно выразить следующей записью:

$$x = \frac{Q - |u_\alpha| + \sqrt{(Q - |u_\alpha|)^2 - 2\gamma}}{Q} (\sigma \sigma^{-1}) B, \quad (13)$$

$$Q = \|\sigma^{-1} B\| \sqrt{T}.$$

Как будет показано далее, количественно соотношения (11) и (13) приводят к одному и тому же результату.

**Обратная задача оптимизации портфеля.** Пусть мы хотим построить портфель с конечной стоимостью  $k$  при минимальном риске. Тогда  $m_0 \exp\{(r + B^T x)T\} = k$ , т.е.

$$B^T x = q, q = \frac{1}{T} \ln \frac{k}{m_0} - r \quad (14)$$

и задача приобретает вид:

$$\mathbf{B}^T \mathbf{x} T - \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}\|^2 - |u_\alpha| \|\boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}\| \sqrt{T} \rightarrow \max_x$$

при ограничении (14). Снова вводя переменную  $\mathbf{z} = \boldsymbol{\sigma}^T \mathbf{x}$  с ограничением  $\|\mathbf{z}\| = d$ , приходим к функции Лагранжа

$$L = \mathbf{B}^T (\boldsymbol{\sigma}^T)^{-1} \mathbf{z} T - \frac{1}{2} \|\mathbf{z}\|^2 T - |u_\alpha| \|\mathbf{z}\| \sqrt{T} + \lambda_1 (\mathbf{B}^T (\boldsymbol{\sigma}^T)^{-1} \mathbf{z} - q) + \lambda_2 (\|\mathbf{z}\| - d)$$

Уравнения для стационарных точек этой функции имеют вид:

$$\boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B} T - \mathbf{z} T - |u_\alpha| \frac{\mathbf{z}}{\|\mathbf{z}\|} \sqrt{T} + \lambda_1 \boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B} + \lambda_2 \frac{\mathbf{z}}{\|\mathbf{z}\|} = 0_m,$$

$$\mathbf{B}^T (\boldsymbol{\sigma}^T)^{-1} \mathbf{z} - q = 0, \|\mathbf{z}\| - d = 0$$

Поступая с этими уравнениями подобным предыдущему образом, получаем:

$$\mathbf{z} = \frac{T + \lambda_1}{T + |u_\alpha| \sqrt{T} \frac{1}{d} - \lambda_2 \frac{1}{d}} \boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B},$$

$$\frac{T + \lambda_1}{T + |u_\alpha| \sqrt{T} \frac{1}{d} - \lambda_2 \frac{1}{d}} = \frac{q}{\|\boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B}\|^2},$$

$$\left| \frac{T + \lambda_1}{T + |u_\alpha| \sqrt{T} \frac{1}{d} - \lambda_2 \frac{1}{d}} \right| = \frac{d}{\|\boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B}\|}.$$

От оптимального портфеля мы вправе ожидать  $\frac{k}{m_0} > 1$  и доходность от рискованных активов не ниже доходности от безрискового актива, т.е.  $q > 0$ . Тогда из последних двух выражений следует:

$$d = \frac{\frac{1}{T} \ln \frac{k}{m_0} - r}{\|\boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B}\|}, \tag{15}$$

и структура оптимального портфеля определяется уже известным выражением (11), но где  $d$  берется из (15). Риск, принимающий минимальное значение, оказывается равным

$$CaR = m_0 e^{rT} \left( 1 - \exp \left\{ \|\boldsymbol{\sigma}^{-1} \mathbf{B}\| d T - \frac{1}{2} d^2 T - |u_\alpha| d \sqrt{T} \right\} \right). \tag{16}$$

**Пример построения оптимального порт-**

**феля для некоторых отечественных эмитентов.** Для количественного анализа полученных алгоритмов синтеза оптимальных портфелей в работе строится портфель, содержащий безрисковые акции Министерства Финансов РФ и акции трех рискованных компаний – AFLT (Аэрофлот), MRKH (холдинг МРСК), GMKN (Норильский никель). В качестве исходного статистического материала используются данные о ежедневных утренних и вечерних котировках акций этих эмитентов в период с 01.07.10 по 31.12.10, опубликованные в [7]. На основании этих данных рассчитывались ежедневные доходности акций и строилась ковариационная матрица доходностей. Эти статистические данные, пересчитанные в годовые, позволили получить такие исходные материалы для последующего анализа (все вычисления проводятся в системе Mathcad):

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1.668 \\ 2.542 \\ 2.056 \end{bmatrix}, \mathbf{D} = \begin{bmatrix} 56.778 & 3.385 & 5.873 \\ 3.385 & 82.011 & 8.402 \\ 5.873 & 8.402 & 50.35 \end{bmatrix},$$

$$r = 0.072.$$

Решая уравнение  $\boldsymbol{\sigma} \boldsymbol{\sigma}^T = \mathbf{D}$ , при начальных условиях  $\sigma_{ij} = \sqrt{D_{ij}}$ ,  $i, j = \overline{1,3}$  находим матрицу волатильностей

$$\boldsymbol{\sigma} = \begin{bmatrix} 7.53 & 0.029 & 0.275 \\ 0.392 & 9.025 & 0.636 \\ 0.52 & 0.41 & 7.065 \end{bmatrix},$$

при этом, естественно,

$$\boldsymbol{\sigma} \boldsymbol{\sigma}^T = \begin{bmatrix} 56.778 & 3.385 & 5.873 \\ 3.385 & 82.011 & 8.402 \\ 5.873 & 8.402 & 50.35 \end{bmatrix}.$$

При проведении последующих расчетов, связанных с решением прямой задачи, принимается:  $C = 10^3$ ,  $m_0 = 10^3$ ,  $T = 0.2, 0.4, \dots, 1$ . Соответствующие результаты систематизированы в приводимой далее таблице. Значения радиуса сферы  $d$  рассчитывались как положительный корень уравнения (10), в котором при уровне значимости  $\alpha = 0.05$  квантиль стандартного гауссова распределения принимает значение  $u_\alpha = -1.645$ . Вектор  $\mathbf{x}$  долевых частей рискованных активов в формировании оптимального портфеля непосредственно находится из (11). Сумма компонентов этого вектора  $\sum \mathbf{x}$  задает общую долю рискованных активов в струк-

туре портфеля, так что величина  $1 - \sum x$  определяет вес безрискового актива. Конечная стоимость  $m_s(T)$  оптимального портфеля находится в соответствии с (8), риск CaR контролируется соотношением (9).

Анализируя содержимое этой таблицы, отметим некоторые наблюдаемые закономерности. Прежде всего, заметим, что с ростом горизонта  $T$  происходит уменьшение доли рискованных активов в пользу безрискового, доля которого возрастает с 0.192 при  $T = 0.2$  до

0.721 при  $T = 1$ . При этом стоимость портфеля возрастает с 1424 руб. до 1929 руб., однако доходность портфеля в пересчете на годовую падает с 212 % при  $T = 0.2$  до 92.9 % при  $T = 1$ . Риск CaR во всех рассмотренных вариантах остается постоянным в соответствии с исходным ограничением  $10^3$ .

Состав оптимального портфеля, построенного в соответствии с выражением (13) при используемых числовых параметрах, приводит к тем же результатам, которые отражены в таблице.

$T$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
$d$	4.029	2.57	1.964	1.608	1.39
$x$	$\begin{bmatrix} 0.233 \\ 0.254 \\ 0.321 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.149 \\ 0.162 \\ 0.205 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.114 \\ 0.124 \\ 0.157 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.094 \\ 0.102 \\ 0.129 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.08 \\ 0.088 \\ 0.111 \end{bmatrix}$
$\sum x$	0.808	0.516	0.394	0.325	0.279
$1 - \sum x$	0.192	0.484	0.606	0.675	0.721
$m_s(T)$	$1.424 \times 10^3$	$1.553 \times 10^3$	$1.714 \times 10^3$	$1.826 \times 10^3$	$1.929 \times 10^3$
$CaR$	$10^3$	$10^3$	$10^3$	$10^3$	$10^3$

Рассмотрение обратной задачи ограничим случаем  $T=0.8$  при условии, что конечная стоимость портфеля  $k=1.5 \times 10^3$ . Тогда из (14) находим  $q=0.435$  и из (15) следует  $d=1.082$ . Структура оптимального портфеля, определяемая выражением (11), характеризуется век-

тором  $x = \begin{bmatrix} 0.062 \\ 0.068 \\ 0.087 \end{bmatrix}$ , т.е. происходит заметное

изменение состава портфеля по сравнению с решением прямой задачи.

При этом минимальное значение риска следует из выражения (16) и оказывается равным  $CaR=8.685 \times 10^2$ . Уменьшение риска, таким образом, достигается за счет уменьшения конечной цены портфеля. Так, при  $k=1.6 \times 10^3$  получаем  $CaR=9.34 \times 10^2$ . Если ограничение задать на уровне максимальной стоимости портфеля в прямой задаче, т.е. положить  $k=1.714 \times 10^3$ , то соотношение (16) приводит к ожидаемому и очевидному результату  $CaR=10^3$ .

**Заключение.** В работе с помощью концепции оптимизации на сфере ограниченного радиуса получены новые алгоритмы построения портфеля ценных бумаг. Установлена связь с

зарубежными прототипами решения подобных задач и с нормальным решением неопределенной системы алгебраических уравнений. Дана количественная оценка результатов решения на примере ряда отечественных эмитентов.

#### Библиографический список

1. Markowitz Harry. Portfolio selection. The Journal of Finance, Vol 7, №1, March 1952.
2. Gordana Dmitrasinovic-Vidovic, Ali Lari-Lavassani, Xun Li, Antony Ware. Dynamic Portfolio Selection Under Capital-at-Risk. <http://finance.math.ucalgary.ca/paper/Car.pdf>.
3. Gordana Dmitrasinovic-Vidovic, Ali Lari-Lavassani, Xun Li, Antony Ware. Continuous Time Portfolio Selection Under Conditional Capital at Risk. Journal of Probability and Statistics, Vol 2010, Article ID 976371, 2010.
4. Певзнер Л.Д., Чураков Е.П. Математические основы теории систем. М.: Высшая школа, 2009.
5. Emmer, C. Kluppelberg, R. Corn. Optimal Portfolio with Bounded Capital at Risk. Mathematical Finance, 11, 2001.
6. Чураков Е.П. О моделировании портфеля ценных бумаг // Проблемы передачи и обработки информации в сетях и системах телекоммуникаций: материалы 16-й международной научно-технической конференции. – Рязань, 2010.
7. <http://www.finam.ru>.

УДК 338(075.8)

*П.С. Синюшин*

## СНИЖЕНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПРИ ВЫРАБОТКЕ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ХОЗЯЙСТВУЮЩИМ СУБЪЕКТОМ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕНЕВОЙ ЭКОНОМИКИ

*Рассматриваются роль неэкономических факторов управления бизнесом в связи с влиянием теневого сектора экономики и особенности анализа информации при возможном взаимодействии с теневым субъектом с целью минимизации экономического ущерба.*

**Ключевые слова:** управление, теневая экономика, анализ информации, бизнес-разведка.

**Введение.** Развитие рынка последних 5 лет (в том числе и разразившийся мировой финансовый кризис) ведут к мысли о том, что в России происходит усиление вмешательства теневой экономики в хозяйственную деятельность экономических субъектов. Вследствие этого растет роль неэкономических факторов, влияющих на положение бизнеса.

По данным Министерства внутренних дел РФ, теневая экономика в РФ составляет около 40 % ВВП, по данным Федеральной службы государственной статистики – 20-25 % (столько добавляет эта служба в ВВП России и ВРП регионов за счет неформальной деятельности). Для сравнения: в США доля теневой экономики оценивается в 12 %, в развитых странах Европы – 5-10 % [1]. По данным отчета PricewaterhouseCoopers [2], 59 % опрошенных российских компаний становятся жертвами как минимум одного экономического преступления. 63 % опрошенных компаний сообщили, что их убытки от мошеннических действий превысили 1 млн долларов США, а 20 % компаний потеряли более 10 млн долларов США по тем же самым причинам. Средний уровень прямого экономического ущерба за три года составил 12,8 млн. долларов США (см. таблицу).

**Таблица**

Убытки:	Сумма ущерба, млн долларов США	Удельный вес, %
от незаконного присвоения активов	483	44
мошенничества в бухучете	232	21
нарушения прав интеллектуальной собственности	170	16
коррупции	167	15

**Продолжение таблицы.**

«отмывания» денег	8	1
иных преступлений	28	3
<b>Всего:</b>	1088	100

Существуют рынки, которые малоинтересны теневикам из-за своей низкой рентабельности или узости, но эта тенденция прямо прослеживается по всем основным прибыльным направлениям: ТЭК, алкогольная промышленность, строительный комплекс и ЖКХ, страховая сфера, медицинская отрасль и т.д. Поэтому предприниматели вынуждены считаться с неэкономическими факторами, которые подрывают их существование. В результате увеличивается роль знаний об управлении действиями и возможностями теневых субъектов, их планами, слабыми и сильными сторонами. Управление такой информацией дает большое преимущество хозяйствующему субъекту, минимизирует риски и предупреждает об угрозах, вследствие чего на сегодняшний день становится актуальной тема создания и реализации бизнес - разведки (business intelligence) [3,4]. Это особенно ярко проявляется в высокорисковых отраслях, где бизнесу необходимо для его успеха получать своевременную информацию о состоянии внешней среды, планах теневых структур, взаимоотношении с государственными органами и др. Кроме того, необходимо не только анализировать отрывочные данные, но и изучать большие массивы информации, чтобы получилась верная оценка внутренней среды. Ни для кого не является тайной, что теневые субъекты могут осуществлять так называемую «вербовку» российских менеджеров среднего уровня, которые сознательно или под давлением идут на сделку. Они могут дезорганизовать деятельность пред-

приятия, показывая фальсифицированные данные. Это приводит к принятию неоптимальных решений, наносящих ущерб бизнесу. Задачами бизнес-разведки в данной ситуации являются выявление информатора и исключение ситуаций с дезинформацией высшего руководства.

**Цели и задачи бизнес-разведки.** К целям бизнес-разведки следует отнести следующие (см. рисунок):

- управление рисками бизнеса;

- выявление угроз, влияющих на успех бизнеса;

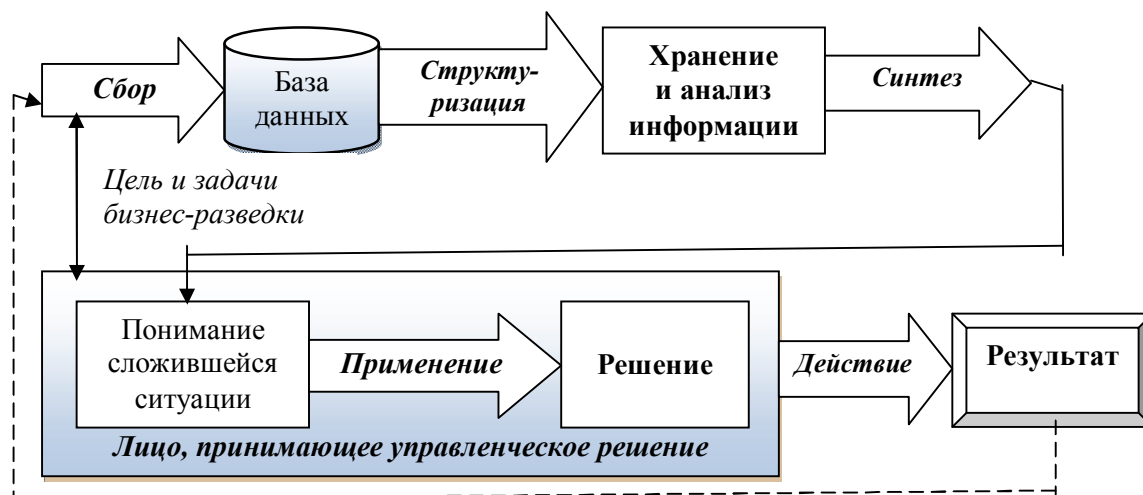
- обеспечение преимуществ для принятия управляющих решений и др.

Задачи бизнес-разведки:

- сбор важной для организации информации на регулярной основе;

- автоматический анализ полученных сведений (классифицирование);

- оценка сценариев развития событий и др.



Рисунок

Управление разведывательной деятельностью имеет большое количество направлений, но в данной статье сделана попытка дать краткое обобщающее освещение наиболее ярких моментов управления аналитической работы разведки: методика сбора сведений о предприятии, персонале, анализ хозяйственной деятельности партнера и финансовое обеспечение мероприятий по бизнес-разведке.

В какой момент времени это необходимо? Как правило, анализ информации требуется:

- при создании нового направления бизнеса;

- изменении поведения на рынке конкурента, партнера;

- появлении нового партнера, конкурента в вашем сегменте;

- начале в вашем бизнесе проблем (срывы поставок, компрометирующие статьи в прессе и др.).

**Методика сбора сведений о предприятии.**

Какие существующие способы позволяют собирать необходимые сведения о предприятии?

Главный - законный и наиболее простой, но эффективный способ - это систематический анализ сети Internet, периодических изданий и новостей на радио и ТВ. Следует подчеркнуть, чем крупнее предприятия, тем проще собрать и проанализировать информацию. Ведь крупный бизнес, как правило, публичен и всегда пытается рассказать о себе и своих действиях сам [5]. При

этом необходимо не забывать, что реальные показатели могут быть скрыты. Это обусловлено «оптимизацией» налоговой нагрузки.

О стратегии предприятия, его планах, производственных мощностях, величине его оборотов и прибыли дает анализ соответствующей информации. К этому необходимо добавить проведение анализа статей отдельными экспертами (зачастую ещё и являющимися сотрудниками «разрабатываемого» предприятия), что дает возможность раскрытия полной картины его стратегии и мотивов.

Следующий источник для сбора информации - это анализ учредительных и уставных документов и организационно-правовой формы хозяйствующего субъекта. Данная информация не является закрытой, не подпадает под категорию коммерческой тайны и может быть получена из открытых источников. Анализ структур и их хозяйственных связей может подтолкнуть к выводам о составе группы ваших контрагентов, их силе и возможностях.

Для более детального анализа конкретного хозяйствующего субъекта необходимо проведение SWOT-анализа и бенчмаркинг:

- SWOT-анализ, этим способом изучают сильные (S) и слабые (W) стороны, возможности (O) и угрозы (T). Причем объектом анализа могут быть как работа фирмы в целом, так и отдельные сегменты ее деятельности. При

проведении исследования в центре внимания внутренние факторы (S и W) и внешние (O и T). Цель анализа — получить ответы на вопросы: что делать; что развивать; с чем бороться; что исключить;

- бенчмаркинг — анализ и сравнение конкурентных преимуществ (от англ. bench — уровень и mark — отметка). Есть несколько трактовок понятия, в том числе — опорная отметка или эталонное сравнение. Однако подобная процедура подразумевает не только сопоставление, но и изучение успешного опыта других. Для того чтобы занять лидирующее положение на рынке, необходимо сконцентрировать свои силы по следующим направлениям и предложить:

- продукцию с параметрами, превосходящими аналоги (по цене, набору функций, цветовой гамме и пр.);

- исключительное качество;
- лучший уровень обслуживания;
- новый бренд-имидж.

При проведении бенчмаркинга эти параметры также учитывают.

При необходимости более детальной информации имеет смысл воспользоваться опросом сотрудников предприятия на интересующую тему. Для этого могут быть разработаны различные формы маскировки.

#### **Методика сбора сведений о персонале.**

Для понимания всех угроз и возможных рисков, с которыми может столкнуться хозяйствующий субъект, необходимо провести сбор сведений о персоне, который заключается в выявлении деловых связей и контактов лиц, принимающих решения. Возможно ли получить данную информацию?

Опять возвращаемся к анализу печатных изданий, Internet. На данном этапе начинается анализ информации. Устанавливаются связи между знакомыми. Исследуются обсуждения, в которых упоминали о персоне, о друзьях, коллегах, одноклассниках.

Через несколько дней интересующая информация при наборе определенных знаний будет известна. Полезным также будет анализ биографии персоны, это даст массу оттенков для понимания ее психологического портрета и позволит определить вероятный круг ее общения.

Носителями информации также являются сотрудники. Своевременная работа с ними позволяет узнать самые «сокровенные» тайны. Правильным будет анализ данных на предмет причастности определенной фамилии к криминальным происшествиям и экономическим скандалам. Необходимо понять степень добропорядочности в деловых отношениях с контрагентом.

В ходе сопоставления результатов анализа информации будет предоставлено достаточно полное досье для формирования собственного мнения о складывающейся обстановке и потенциальных угрозах для бизнеса [6]. Это дает возможность для построения прогноза и планов действий теневого субъекта в сложившихся условиях.

**Анализ финансовой деятельности партнера.** Оценка угроз, исходящая от теневой среды, будет недостаточна, если не выполняется анализ финансовой деятельности партнера. Анализ финансовой деятельности позволяет определить экономическую силу угроз. Какими же способами можно проводить анализ финансовой деятельности предприятий, сотрудничающих с теневым субъектом?

Для оценки рентабельности бизнеса, попавшего в поле вашего зрения, применяют достаточно простой способ, оценивают несколько аналогичных предприятий со сходной структурой бизнеса, тем самым выявляют расхождения, что может указывать на использование теневых ресурсов.

Следующий способ базируется на косвенных признаках, если известны производственные мощности компании. Зная среднеотраслевой процент загрузки этих мощностей, учитывая сезонный фактор и положение предприятия на рынке, можно рассчитать порядок выручки и предполагаемую рентабельность. В случае отклонения от полученных результатов на большое значение можно предположить, что партнер сотрудничает с теневым субъектом.

**Оценка инвестиционной деятельности партнера.** Рассмотрим два подхода к анализу информации.

Если партнер использует на рынке новый продукт, услугу, новую технологию, то анализ информации может иметь недостоверный характер, потому что рентабельность проекта зависит от субъективных факторов. Но предположения о сотрудничестве с теневой средой вы сделать сможете.

Если партнер использует в своей инвестиционной деятельности не инновационный продукт, то для оценки контрагента с целью управления рисками можно использовать экспертный метод — опрос специалистов, которые принимали участие в подобных проектах. Необходимы формализация результатов опроса и присвоение весомых коэффициентов мнениям отдельных экспертов. При этом получаем всю необходимую информацию, которая позволит проанализировать работу партнера и предположить наличие теневых связей.



Все вышеуказанные способы требуют дополнительных затрат. Поэтому, начиная вести аналитическую работу, стоит четко понимать о требуемых расходах.

**Финансовое обеспечение мероприятий по бизнес - разведке.** Небольшой бизнес диктует свои условия: малый бюджет бизнес - разведки объективно ведет к сокращению возможностей по целому спектру направлений.

Ограничения по направлениям:

- сотрудники организации, занимающиеся сбором информации о партнере, работают неполный день и являются совместителями;

- уровень подготовки сотрудников бизнес-разведки в малом бизнесе недостаточно высок;

- многие Internet - базы и печатные источники дороги руководству небольшого предприятия. Сотрудники бизнес - разведки не могут участвовать в тематических конференциях, получать дополнительное образование.

Для малого бизнеса актуальным является вопрос о грамотном сочетании личного мастерства сотрудников и материальных ресурсов, необходимых для выполнения своих функций [7]. Так, рациональный управляющий понимает, что если произойдет событие, негативно сказывающееся на функционировании бизнеса, то оно повлечет затраты, гораздо большие, чем на предупреждение возможных угроз.

Появление таких событий, которые могут заставить руководство задуматься о необходимости бизнес - разведки, наиболее вероятно в динамичных, быстро растущих отраслях, где серьезные изменения происходят часто и быстро вследствие интереса теневой среды.

**Анализ информации без дополнительных финансовых затрат.** Все специалисты бизнес - разведки должны быть готовы развить в себе качества нестандартного мышления для ведения своей деятельности в условиях крайне малого бюджета. Кроме того, нестандартное мышление помогает найти иные информационные источники, которые не лежат на поверхности. Так, членство в торговых палатах открывает доступ к отчетам и аналитическим статьям. Также сотруднику бизнес - разведки необходимо овладеть профессиональным использованием сети Internet.

Об Internet необходимы следующие минимальные знания:

- тематические рассылки новостей, тематические группы, форумы;

- отраслевые порталы;

- различные поисковые системы, их сильные и слабые стороны и др.

Специалисты бизнес - разведки должны

владеть навыками анализа первичной бухгалтерской отчетности. При этом дополнительное внимание стоит уделить следующим вопросам:

- членство в региональной торговой палате, знакомство с людьми, работающими в бизнес – инкубаторе; стать подписчиком на периодическую литературу для членов бизнес-сообщества;

- постоянно расширять деловые контакты (общаться с журналистами, которые пишут статьи на экономические темы, экспертами в отрасли и пр.);

- необходимо посещать выставки, ярмарки, открытые семинары с участием правоохранительных структур и др.

**Выводы.** Как показывает практический опыт внедрения представленных в статье подходов защиты от влияния теневых секторов экономики, начиная с 2009 года в условиях кризиса большинство российских компаний внедрили дополнительные процедуры проверки идентификационной информации клиентов и поставщиков (63 %), укрепили службу внутреннего аудита (52 %), внедрили дополнительные процедуры, связанные с набором и увольнением сотрудников (47 %), пересмотрели политику в сфере противодействия мошенничеству (38 %) [1].

Таким образом, предложенные в данной статье подходы являются не исключительно единственными и могут быть расширены в зависимости от полноты требуемой информации для оценки текущего состояния бизнеса. Тем не менее, для действий, направленных на снижение неопределенности при выработке управленческих решений хозяйствующими субъектами в условиях окружающих угроз теневой экономики, данные инструменты являются универсальными.

#### **Библиографический список**

1. Ковальчук Ю.А., Синюшин П.С. Теневая экономика в регионе: влияние, анализ, противодействие: монография. – М.: БИНОМ: Лаборатория знаний, 2010. – 179 с.

2. Всемирный обзор экономических преступлений (Global Economic Crime Survey) / обзор PriceWaterhouseCoopers // [www.pwc.ru/forensic](http://www.pwc.ru/forensic).

3. Доронин А.И. Бизнес-разведка. - М.: Ось-89, 2010. – 701 с.

4. Пичугин В. Безопасность бизнеса: Защита от уголовного преследования. – М.: Альпина Паблишерз, 2010. – 174 с.

5. Боган К., Инглиш М. Бизнес-разведка: Внедрение передовых технологий. – М.: Вершина, 2006. – 368 с.

6. Управление безопасностью и безопасность бизнеса: учеб. пособие / И.А. Коноплева, И.А. Богданов. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 448 с.

7. Лемке Г.Э. Коммерческая разведка для конкурентного превосходства ("Безопасность бизнеса"). – М.: МФПА, 2011. – 352 с.

УДК 338.2

*О.Б. Казакова*

## УПРАВЛЕНИЕ СОЗДАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ ТОВАРОВ И УСЛУГ КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ

*Определены некоторые подходы для создания новых товаров и услуг в клиентоориентированных системах.*

**Ключевые слова:** клиентоориентированное предприятие, производственная система, инновация, жизненный цикл продукта.

**Введение.** Зарождение и рост пятого технологического уклада, главную роль в котором играют микроэлектронные элементы, привели к возможности индивидуализации производственного процесса и увеличению гибкости производства. Данный уклад произвел фундаментальные изменения в мировой экономической системе, которые, в свою очередь, привели к необходимости формирования иной концепции организации производства.

Информационная революция стала результатом развития мобильных технологий и Интернета, что обеспечило для производителей более дешевые за счет доступности и более эффективные за счет персонализации каналы коммуникаций с потребителями. Вместе с этим, у самих покупателей появилась возможность получать доступ практически к любой информации в любое удобное для них время. В результате дефицит практически на всех рынках сменился переизбытком, т.е. предложение на много превысило спрос. В конце XX в. производственные мощности практически всех отраслей промышленности и сферы услуг значительно возросли.

Обострение конкурентной борьбы привело к снижению цен на продукцию, росту издержек на привлечение покупателей и, как следствие, - резкому падению прибыльности клиентов. По мнению современных менеджеров, прибыльность предприятия можно увеличить за счет повышения интенсивности потребления уже существующими клиентами. В связи с этим возникла необходимость поддержания долгосрочных отношений с ними. Партнерство компаний с клиентами стало основой успешного развития предприятия. Клиенты стали более разборчивыми и информированными благодаря развитию систем связи и информационных технологий (в частности, сети Интернет). Теоретически право выбора всегда принадлежало клиенту, но до последнего времени это правило было

скорее умозрительным, чем практически осуществимым [1].

Еще одной проблемой производителей стало сокращение жизненных циклов товаров, уникальность новых продуктов быстро исчезает и трудно сохранить его индивидуальность, продукт либо морально устаревает, либо его копируют. Раньше технологии развивались достаточно медленно, поэтому различия между товарами разных поставщиков сохранялись подолгу.

**Цель работы.** В этих условиях могут выжить и процветать только те организации которые способны стать или являются клиентоориентированными. При этом истинная клиентоориентированность предполагает максимальную зависимость настроек всех элементов производственной системы на клиента, начиная с клиентоориентированной миссии организации, заканчивая возможностью гибкой перестройки каждой операции. Безусловно, клиентоориентированная организация должна и эффективно разрабатывать и внедрять на рынок новые продукты и /или их комбинации, сервисы и улучшения. Однако все описанные улучшения и модернизации товара должны быть таковыми и с точки зрения потребителя, так как представление о ценности товара и/или услуги для удовлетворения определенной потребности очень расплывчато.

**Цель работы** рассмотреть возможные способы отбора эффективной информации о потребительской ценности отдельных товаров и услуг, методах разработки новых товаров, эффективного проектирования и производственной подготовки к началу изготовления новых товаров; сформулировать критерий эффективности осуществления разработки товаров.

**Создание инновационных товаров и услуг.** При функционировании организации в условиях рынка продавца решение о выпуске продукции предшествовало разработке сбытовой политики, т.е. организация сбыта была подчи-

нена производству, в новых же условиях главное требование – формирование производственной программы исходя из объемов и структуры рыночного спроса.

Таким образом, с точки зрения новой (клиентоориентированной) организации производится и закупаться должно только то, что действительно необходимо клиенту. При этом производство ориентируется на конкретного клиента, а не на определенный сегмент или массовую аудиторию.

В конечном итоге именно этот момент и является определяющим и изменяющим все остальные характеристики производства и сбыта товаров.

По нашему мнению, с точки зрения организации производства, организационного обеспечения производственного процесса можно выделить следующие стадии жизненного цикла продукта.

1. Разработка продукта.
2. Конструкторская подготовка производства.
3. Технологическая подготовка производства.
4. Опытное производство.
5. Выход на проектную мощность.
6. Устойчивый объем производства (с учетом средней вариации спроса).
7. Сокращение объемов производства продукта.
8. Прекращение производства продукта, запасных и расходных материалов к нему [4].

Рассмотрим каждую из вышеперечисленных стадий подробно.

**Разработка товара – первая стадия жизненного цикла продукта.** Длительность данной фазы может значительно отличаться у разных продуктов.

Одним из очень важных направлений работы предприятия является разработка товаров и услуг. Клиентоориентированная концепция заключается в том, чтобы выявить у потребителя (физических или юридических лиц, общества или государства) новую потребность, ожидание или в случае необходимости изменение потребительских свойств и характеристик уже выпускаемого изделия. В литературе встречается несколько различных подходов по фактической реализации данного постулата.

1. Представление потребителя о ценности очень сложно, поэтому на вопрос о том, чего же потребитель хочет, и может ответить только он сам [2, 3].

Для сбора нужной информации, по мнению многих экспертов, необходимо применять регу-

лярные опросы. Для обработки полученной информации применяются такие методы, как структурирование функции качества («дом качества»).

2. Мнение базируется на том, что большая часть ответов потребителей будет сводиться к формуле «дайте то же самое, но по более низкой цене». Естественно, что подобного рода результаты опросов не приведут к инновационному прорыву и резкому росту ценности продукции для потребителей.

Вторая методика призывает организации переключиться на более вдумчивый и общий анализ текущей ситуации на рынке и возможных путей ее изменения. Анализ производится на основе применения методов теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

1. Анализ альтернативных отраслей. Одну и ту же потребность можно удовлетворить несколькими способами. Анализ применения передовых методик удовлетворения потребностей клиентов (в т.ч. и потенциальных) может помочь найти новые идеи для улучшения и модернизации продукции данной отрасли.

2. Анализ стратегических групп отрасли. Все отрасли не являются однородными, всегда существуют отдельные сегменты с разными потребительскими свойствами. Идеи улучшения продукции также могут быть позаимствованы отсюда [5].

3. Анализ цепочки покупателей. На принятие решений о покупке того или иного продукта могут повлиять не только сами потребители, но и некоторые группы влияющих людей. Например, больные (потребители) выбирают лекарства (продукт) на основе рекомендации врачей (влияющая группа), а не на основе собственных предпочтений и наоборот. Попытка выйти за пределы привычного цикла – новая идея для развития товарных групп.

4. Анализ дополнительных продуктов и услуг. Необходимо узнать и проанализировать, как клиенты приобретают и используют товары, совместно с чем их потребляют. Объединение потребительских свойств данных продуктов – путь для изобретения нового продукта [5].

5. Анализ функциональной и эмоциональной привлекательности товара. Чем привлекает продукт покупателя – положительными эмоциями или только ли своей функциональностью. Изменение соотношений элементов привлекательности – путь для изобретения новых товаров.

6. Прогнозирование устойчивых тенденций развития рынков [3, 5].

В стратегии «голубых океанов» применяются четыре основных действия для развития

продукта или услуги:

1) **создание.** Определение того какие факторы (свойства) продукта или услуги из никогда ранее не применявшихся в отрасли следует применить;

2) **повышение.** Предполагает осознание того, какие из факторов привлекательности товара (или услуги) следует значительно усилить;

3) **упразднение.** От каких из свойств товара (которые предполагаются как сами собой разумеющиеся) следует отказаться;

4) **снижение.** Воздействие каких свойств товара необходимо уменьшить [5].

Применение данного комплекса мер позволяет достигнуть значительного конкурентного улучшения потребительских свойств продукта, при сокращении затрат на поддержание определенных свойств товара (которые оказываются для потребителя не очень важными при осуществлении выбора продукта).

По нашему мнению, рациональным является сочетание двух подходов для определения потребительских нужд и требований.

Эффективное проектирования новых продуктов и услуг можно проводить с использованием метода проектирования по критерию «Бережливое производство + шесть сигм» (сокращенное название DLSS). При проведении мероприятий стремятся добиться максимальной ценности, при сохранении функциональности как потребления, так и производства учитывать в конструкции изделия так называемые элементы «защиты от ошибок» и т.д. [2].

Используя описанные выше методы, возможно создать достаточно много вариантов проектов продуктов и/или услуг. Эффективный отбор проектов – ключевой фактор, определяющий успех предприятия при проведении подобных мероприятий. Проекты должны выбираться на основании сравнения полученной ценности и реальных затрат.

Техническое задание анализируется по критерию физической возможности изготовления изделия с такими характеристиками в условиях современного развития науки и техники и непротиворечивости их законам природы.

**Конструкторская подготовка производства** – второй этап жизненного цикла продукта. На данном этапе производится ряд процессов и работ, направленных на разработку конструкторской документации для изготовления новых и совершенствования выпускаемых изделий.

На данном этапе анализируются основные требования к изделию экономического, эксплуатационного, конструкторского и технологического характера. К важнейшим технологическим

требованиям следует отнести: соответствие конструкции оптимальным технологическим условиям ее изготовления, возможность типизации, механизации и автоматизации производственных процессов, обеспечение рациональных методов контроля. К основным организационно-производственным требованиям относятся: соответствие конструкции условиям ее изготовления, возможности специализации производства [4].

Таким образом, на данном этапе к изделию предъявляется масса требований, которые могут противоречить друг другу, или приводить к ослаблению желаемых положительных характеристик.

Преодоление данных противоречий проводится с точки зрения полезности указанной конструкции для потребителя, с учетом принципа «защиты от ошибок», широко применяемого в бережливом производстве. Т.е. из нескольких возможных конструкций выбираются те, которые позволяют предоставить потребителю максимальную ценность, а при конструировании детали ей придается форма, которая позволяет при ее производстве установить ее на станке только в правильном положении.

В условиях проектирования при системе «бережливое производство + шесть сигм», как правило, ведется параллельная разработка продукта на основе нескольких альтернатив, т.е. разрабатывается множество альтернативных конструкций, часть из которых и переходит в следующую фазу цикла.

**Технологическая подготовка производства – третий этап жизненного цикла продукта.**

На данном этапе проводится ряд мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства, т.е. наличие на предприятии полных комплектов конструкторской и технологической документации и средств технического оснащения, необходимых для обеспечения бесперебойной работы производства.

На данном этапе жизненного цикла изделия производится обеспечение технологичности конструкции изделий, которое включает в себя:

- отработку конструкции изделий на технологичность на всех стадиях разработки изделия и при технологической подготовке производства,

- количественную оценку технологичности конструкции изделий,

- технологический контроль конструкторской документации, подготовку и внесение в нее необходимых изменений [4].

При оценке технологичности конструкции учитываются также методы получения заготовок, возможность автоматизации работ, обеспе-

чение материалами, оборудованием, кадрами, эксплуатационные свойства и эксплуатационные расходы.

Для конфликтующих требований преодоления часто используют методы структурирования функции качества, теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ), робастное проектирование и др.

В условиях проектирования при системе «бережливое производство +шесть сигм» как правило, ведется параллельная разработка продукта на основе нескольких альтернатив, т.е. разрабатывается множество альтернативных конструкций, часть из которых и переходит в следующую фазу цикла. Окончательный отбор наилучшей конструкции проводится после следующего этапа.

**Опытное производство – четвертый этап жизненного цикла продукта.** В рамках данного этапа проводится следующий комплекс работ, которые включают в себя проверку и отладку конструкции и технологии ее изготовления в условиях производства в специализированных опытных цехах. Размер опытной партии зависит от типа производства и степени новизны технологических процессов. На практике также на этом этапе широко применяется система останки для решения проблем. Произведенные образцы продукта потом тестируются на степень соответствия конечного варианта конструкции первоначальному замыслу и потребностям покупателя, проводится анализ фактически полученной энергоемкости и материалоемкости, проводятся испытания и контроль основных параметров продукта, проводится анализ производственных проблем, выявленных в ходе опытного запуска, путей и стоимости их решения. Проводится окончательный выбор из нескольких альтернативных вариантов продукта.

**Выход на проектную мощность – пятый этап жизненного цикла продукта.** Производство продукции в основных цехах при нормальном ходе производства уже освоенных изделий. На данном этапе завершается технологическое освоение производства и проходит ее производственное и экономическое освоение.

Производственное освоение заключается в достижении запроектированного объема производства продукции. В процессе освоения устраняются узкие места и разного рода недоделки, рабочие в полной мере овладевают новыми трудовыми операциями, стабилизируется загрузка оборудования.

Экономическое освоение производства новой продукции предполагает достижение запроектированных экономических показателей:

трудоемкости, себестоимости, производительности труда [4].

На данном этапе товар проходит кризис потребительского выбора. Кризис связан с тем, что при разработке, конструировании товара, даже при использовании голоса клиента, производителем используется некое представление о клиенте компании, которое может не соответствовать действительным желаниям клиента. В случае если производитель отмечает проявление данного эффекта, необходимо проводить дополнительные исследования, вносить соответствующие корректировки в продукт, либо возвращаться к другим альтернативным вариантам продукта, либо отказываться от идеи производства подобного изделия.

**Устойчивый объем производства (с учетом средней вариации спроса) – шестой этап жизненного цикла продукта.** Период относительно стабильного объема производства продукта, на данном этапе возможно также появление модификаций продукта, в которых варьируется степень выраженности определенных потребительских свойств товара.

Тем не менее в ходе данного этапа конкуренты разрабатывают и внедряют новые аналогичные товары и услуги, разрабатывают товары аналоги или заменители, рынок становится еще более насыщенным, появляются совершенно новые товары, удовлетворяющие аналогичные потребности потребителей. Спрос на продукт предприятия падает, в конце данного этапа наступает кризис устаревания товара.

**Сокращение объемов производства продукта – седьмой этап жизненного цикла товара.** Этот этап переломный в жизненном цикле товара, т.к. наступает значительное сокращение объемов продаж как в объемном, так и в стоимостном выражении. До своего полного умирания товар еще успеет дать некоторый постоянно уменьшающийся доход. На данном этапе возможна разработка новой модификации товара, и при удачном стечении обстоятельств спрос на данную продукцию вновь всколыхнется. При неудачном стечении обстоятельств предприятию надо постепенно прекращать производство данного товара с постепенным освоением новой продукции.

В ходе этого этапа товар проходит кризис возможности успешного возврата на рынки.

**Прекращение производства товара, запасных и расходных материалов к нему – восьмой этап жизненного цикла товара.** В случае невозможности возврата на рынки товар оказывается на заключительной стадии своего жизненного цикла. В ходе нее происходит остановка

производства товаров. Тем не менее еще некоторое время производитель обязан производить гарантийный ремонт, замену деталей, агрегатов и узлов изделия, проводить ремонт и обслуживание эксплуатируемых товаров. По окончании данной фазы товар прекращает свое существование.

Резюмируя и формализуя вышесказанное можно определить критерий эффективности осуществления проектирования продуктов.

Введем условные обозначения:

$y(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – функция, характеризующая эффективность процесса проектирования продукции;

$x_1, x_2, \dots, x_n$  – отдельные критерии совершенства данного процесса. Количество критериев, важных для той или иной организации и отрасли, может быть различным.

В рамках настоящей статьи рассмотрим следующие:

$x_1$  – количество изменений, внесенных в техническую документацию после завершения стадии проектирования. Количественная переменная. Рост данной переменной оказывает отрицательное влияние на целевую функцию. Предлагается в модели использовать гиперболическую функцию  $a_1 / x_1$ , где коэффициент пропорциональности  $a_1 > 0$ ;

$x_2$  – частота запуска новых продуктов. Рост данного показателя оказывает положительное влияние на целевую функцию, т.е. данная переменная входит в ее уравнение с коэффициентом пропорциональности  $a_2 > 0$ ;

$x_3$  – время, потраченное на разработку продукта. Количественная переменная. Рост данной переменной оказывает отрицательное влияние на целевую функцию. Предлагается в модели использовать гиперболическую функцию  $a_3 / x_3$ , где коэффициент пропорциональности  $a_3 > 0$ ;

$x_4$  – соответствие техническим требованиям. Качественная переменная, предлагается оценивать по следующей шкале: 2 – соответствует, 1 – частично соответствует, 0 – не соответствует. Рост данного показателя оказывает положительное влияние на целевую функцию, т.е. данная переменная входит в ее уравнение с коэффи-

циентом пропорциональности  $a_4 > 0$ .

Таким образом, математическая модель эффективности проектирования продуктов в наиболее общем виде выглядит следующим образом:

$$y(x_n) = \frac{a_1}{x_1} + a_2 * x_2 + \frac{a_3}{x_3} + a_4 * x_4 + b + \varepsilon,$$

где  $a_1 \dots a_4$  – коэффициенты пропорциональности, характеризующие степень влияния того или иного фактора на состояние функции для данной отрасли, группы потребителей, продукта или услуги;

$b$  – свободный коэффициент данного уравнения регрессии;

$\varepsilon$  – случайная величина, которая отражает влияние тех факторов, которые не были включены в модель ошибок наблюдений и измерений.

Для осуществления анализа изменения эффективности после проведения изменений в системе проектирования необходимо рассчитать изменение числового значения функции после и до проведения изменения.

**Заключение.** Организация производственного процесса играет важную роль в клиенто-ориентированном производстве, ведь оптимальная организация технологического процесса позволяет значительно улучшить качество производимой продукции, уменьшить трудоемкость изготовления товаров, сократить затраты и создать прекрасный имидж компании.

#### **Библиографический список**

1. Гончарова Н.Е. Управление производством. Конспект лекций. – М.: Приор-издат, 2009 – 174с.
2. Джордж Л.М. Бережливое производство + шесть сигм: Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства/ пер. с англ. – М. Альпина Бизнес Букс, 2005. – 360с.
3. Думай как Друкер/ Креймс Д.; пер. с англ. О.Г. Белошеев – Минск.: Попурри, 2009 – 384.
4. Организация производства и управление предприятием/А.А. Раздорозный. – М.: Издательство «Экзамен», 2009. – 877, [3] с (Серия «Учебник для вузов»)
5. Стратегия голубых океанов/Ким Ч., Мауборгне Р.; пер. с англ. – М.: Альпина Паблшерз: ЗАО «Олимп – Бизнес», 2010.-362 с.