

**В.Я. Кармазин,  
В.М. Копнин,  
В.И. Черняк**

## **ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОГЛАСОВАНИЯ ЦЕЛЕЙ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ С УЧЕТОМ ФАКТОРОВ РИСКА**

Сегодня конкурентные преимущества намного труднее приобрести за счет эффективного финансового менеджмента и инвестиций в физические активы, и в процессе принятия решений руководители и собственники испытывают все большую потребность в информации нефинансового характера.

Нефинансовые показатели не являются чем-то абсолютно новым. Появившиеся в начале 90-х годов системы первого поколения коренным образом изменили представления об оценке общей эффективности работы предприятия. Вместо исключительно финансовых оценок, дающих представление только о "прошлых успехах", в них стали учитываться "опережающие индикаторы", позволяющие прогнозировать возможный успех в будущем. Подобный расширенный набор параметров обогатил средства мониторинга, применяемые менеджерами для наблюдения за работой компании.

Вместе с тем существенным недостатком нефинансовых систем критериев остается то, что в их стратегиях нередко происходит ошибочная подмена генеральных целей производственной системы целью его собственника – максимизацией долгосрочной прибыли или, точнее, –

максимизацией текущей ценности ожидаемой долгосрочной прибыли. При этом в лучшем случае разрозненно учитываются интересы нескольких элементов системы (акционеры, менеджеры, производственный персонал).

Иллюстрацией нецелесообразности такого подхода является один из выводов, сделанных Дж. Коллинзом и Дж. Поррасом в работе [1], посвященной исследованию опыта работы и стратегий ведущих компаний США (General Electric, IBM, Ford, Walt Disney и др.), Японии (Sony, Kenwood), Англии (Philip Morris): "Вопреки академической бизнес-доктрине мы не обнаружили, что "максимизация благосостояния акционеров" или "максимизация прибыли" когда-либо являлись главной движущей силой или первоочередной целью в истории великих компаний. Они склонны стремиться к достижению целой группы целей, среди которых прибыль – лишь одна из многих, и не обязательно главная". (Простой пример. Валютные депозитные ставки в банках Украины сегодня находятся на уровне 7-10 %, в ведущих странах мира – не более 2-3 %. При постановке цели – максимизации прибыли – наши банки являлись бы "находкой" для зарубежных вкладчиков. Однако в существующих сравнительных условиях на первый план выходят такие

---

© Кармазин Вячеслав Яковлевич – начальник регионального управления.

Счетная палата в Днепропетровской и Запорожской областях.

Копнин Валентин Михайлович – доцент;

Черняк Владимир Иванович – кандидат технических наук, доцент.

Национальный горный университет, Днепропетровск.

критерии, как риск и надежность, т.е. целевая функция рассматривается как "прибыль  $\times$  риск" или "прибыль  $\times$  надежность").

Реализуя эти цели, управляющие структуры таких систем вынуждены задействовать фактически каждый свой структурный элемент (делегировать полномочия) и при необходимости создать недостающие им органы (привлекать сторонние структуры – outsourcing).

Причина такого поведения, увеличивающего эффективность менеджмента, заключается в кибернетическом принципе функциональной автономии. В сложной системе, состоящей из множества взаимосвязанных подсистем, выполняющих разнообразные задачи, управляющая структура не может следить за деятельностью всех своих элементов, так как согласно закону необходимого разнообразия Эшби для этого ее собственному разнообразию (сложности) нужно быть, по крайней мере, сопоставимым с разнообразием всех объединенных подсистем. Для того чтобы уменьшить сложность принятия решений, управляющей структуре следует как можно в большем объеме

передавать эту функцию подсистемам, то есть сделать их самих ответственными за выполнение их задач. Однако это, как правило, сопровождается значительным увеличением рисков несогласованных действий.

Одним из наиболее эффективных математических аппаратов, помогающих формализовать и более эффективно решить задачу в таких условиях, является аппарат теории игр. В разрезе данной теории субъективный выбор решения зависит от некоей объективной действительности (персонал, техника, производственные условия), называемые в математической модели "природой". Сама же математическая модель подобных ситуаций называется "игрой с природой".

Исходной предпосылкой такой модели является то, что "в игре" осознанно действует только один игрок, а именно лицо, принимающее решение (игрок А). Природа (П) является вторым игроком, но не противником игрока А, ибо она не действует осознанно против игрока А, а принимает неопределенным образом то или иное свое состояние, не преследуя конкретной цели и безразлично к результату игры [2]:

$A_i \backslash P_j$	$P_1$	$P_2$	...	$P_n$
A1	a11	a12	...	a1n
A2	a21	a22	...	a2n
...	...	...	...	...
A $m$	a $m1$	a $m2$	...	a $mn$

где  $P_1, P_2, \dots, P_n$  – вероятные состояния природы;

$A_1, A_2, \dots, A_m$  – возможные действия (ходы) игрока;

$a_{11}, \dots, a_{mn}$  – результат  $m$ -го действия игрока при  $n$ -м состоянии природы.

Для реализации возможности многоуровневого решения необходима соответствующая формализация модели предприятия. Для производственных предприятий, в нынешней структуре подчиненности, в общем виде такая иерархия может быть отражена схемой (рис. 1).

Рассмотрим процедуру согласования целей при функционировании угледобывающего предприятия, для которой данный процесс можно отобразить в виде блок-схемы, представленной на рис. 2.

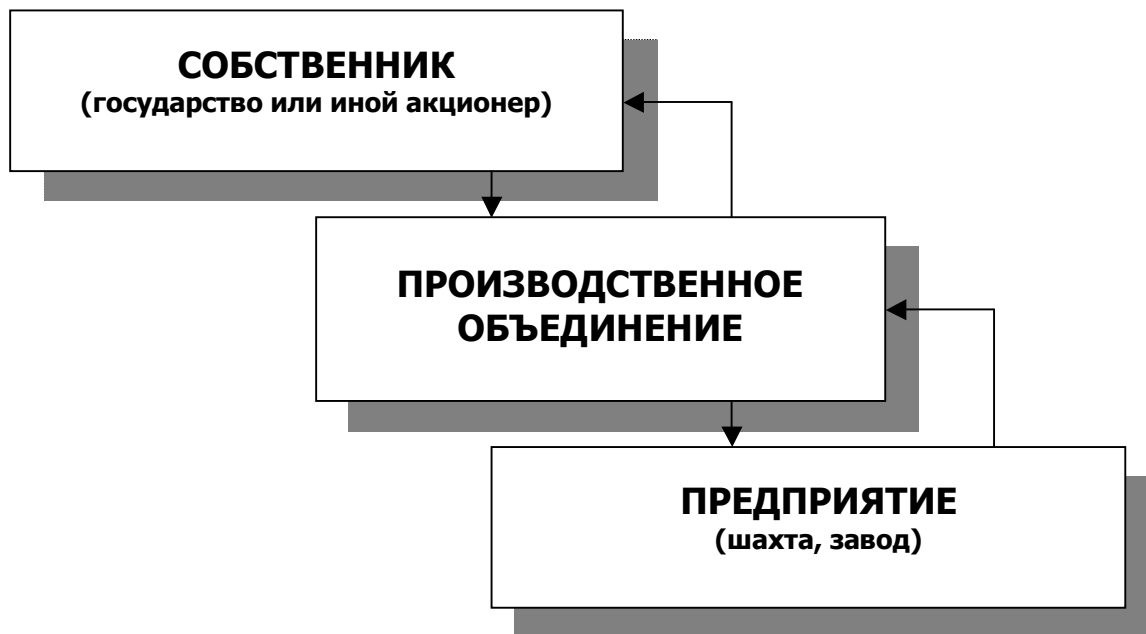


Рис. 1. Иерархическая структура производственной системы



Рис. 2. Блок - схема выработки стратегии нижнего уровня

Основная цель реально действующей системы управления рисками на угольной шахте – минимизация издержек от возможных проявлений аварийности, травматизма, вредных техногенных выбросов, отрицательно сказывающихся на качестве и конкурентоспособности производства:

$$Mt[p^j + S_{ин}] - \min \quad (1)$$

$$rd = f(\dots, Mt[p^j + S_{ин}], \dots) > rp,$$

где  $Mt[p^j + S_{ин}]$  – математическое ожидание степени риска  $p^j$  при проявлении рискообразующих факторов и затрат на управление рисками  $S_{ин}$  за определенный период  $t$ ;

$rd, rp$  – соответственно достигнутая и приемлемая рентабельность производства за этот же период.

Каждый факт затрат, обусловленных риском, представляется как комбинация (функция) нескольких случайных величин, отражающих тот или иной фактор, способный спровоцировать событие или повлиять на его ход в количественном и качественном отношении. Такую систему можно представить в следующем виде:

$$\{R_{11} \quad R_{12} \quad \dots \quad R_{1n} \quad \} \quad (2)$$

где  $n$  – возможное количество отдельных рисков;

$m$  – число рискообразующих факторов,

$R_{ij}$  – частный риск для частного рискообразующего фактора (см. таблицу).

Таблица. Состав и характеристики учитываемых факторов риска

Компонент	Код	Наименование фактора опасности
Горно-геологические условия	R11	Комфортность рабочей среды по физико-химическим параметрам
	R12	Уровень потенциала опасных и вредных факторов
	R13	Возможность появления человека в опасной зоне
	...	
Персонал	R21	Пригодность по физиологическим показателям
	R22	Технологическая дисциплинированность
	R23	Знание и навыки технологии работ
	R24	Качество мотивационной установки
	...	
Технологическая надежность	R31	Безотказность основных узлов и элементов
	R32	Качество конструкции рабочего места

	R33	Надежность технологических средств обеспечения безопасности
	...	

Для выбора оптимальной стратегии в этом случае используются методы "игры с природой в условиях риска" по критериям, которые различаются между собой способами получения информации о вероятности состояния природы.

В условиях, когда известные вероятности  $q_1, \dots, q_n$  состояний природы могли быть получены из статистических данных, отражающих многократное решение подобных задач, или в результате наблюдений за поведением природы, используются *критерии Байеса* относительно выигрышей или рисков.

Однако довольно часто складываются ситуации, когда нет возможности определить вероятности состояния природы указанными выше способами. Тогда осуществляется субъективная оценка вероятности на основе одного из методов численной субъективной оценки степени правдоподобности состояний природы. Например, когда все состояния принимаются равновероятными, т.е.  $q_1 = \dots = q_n = 1/n$ , для выбора стратегии игрока применим *критерий Лапласа*.

В практике часто встречаются случаи, когда неизвестные вероятности состояний природы более правдоподобны, какие – менее правдоподобны, а какие – равновероятны. Тогда неизвестные вероятности располагаются в виде возрастающей или убывающей последовательности  $q_1 : q_2 : \dots : q_n = t_1 : t_2 : \dots : t_n$ , а принятие оптимального решения осуществляется по *критерию относительных значений вероятностей природы*.

Для верхних уровней (производственное объединение и т.д.), поскольку они не являются непосредственными производителями продукции, критерий принятия стратегических решений можно сформулировать следующим образом: стратегия считается эффективной, если ее доходность и риск сбалансированы в приемлемой для участника проекта пропорции, и формально представить в виде выражения:

$$\text{Эффективность стратегии} = \{ \text{Доходность}; \text{Риск} \}. \quad (3)$$

Процесс согласования стратегии в этом случае описывается двухуровневой иерархической статической "игрой в условиях неопределённости", оптимизация ведётся на основе комбинированного принципа оптимальности Штакельберга-Слейтера. Согласно этому принципу нижний уровень (шахта) сообщает верхнему уровню (ПО) множество своих допустимых стратегий, который в ответ формирует подмножество своих стратегий из условия максимума своего критерия. Затем нижний уровень максимизирует свой критерий. Таким образом, окончательное решение – за нижним уровнем. Этот принцип управления известен как децентрализованное управление.

Имеем игру двух лиц в условиях неопределенности:

$$\{1, 2\}, \{X, Y\}, f(x, y). \quad (4)$$

Здесь множество  $\{1, 2\}$  - номера игроков (1 – производственное объединение, 2 – шахта),  $X = \prod X_i \in R^n$  ( $n = n_1 + n_2$ ) – множество ситуаций  $x = (x_1, x_2)$  игры, каждая из которых

образуется соответствующими стратегиями игроков:  $x_1 \in X_1 \in R^{n_1}$  – стратегия игрока верхнего уровня (1-й игрок),  $x_2 \in X_2 \in R^{n_2}$  – стратегия игрока нижнего уровня (2-й игрок),  $X_i$  – компактное подмножество в  $R^{n_i}$ ,  $Y \in R^{n_3}$  – множество неопределенностей,  $y \in Y$  – неопределённость, функция выигрыша  $i$ -го игрока задана непрерывной на  $X \times Y$  скалярной функцией  $f_i(x,y)$ , вектор  $f(x,y) = (f_1(x,y), f_2(x,y))$ .

Цель  $i$ -го игрока - выбор такой стратегии, чтобы в ситуации  $x = (x_1, x_2)$  его выигрыш  $f_i(x,y)$  принял возможно большее значение. При этом каждый игрок при выборе своей стратегии ориентируется на возможность реализации наименее благоприятных для него значений риска  $y \in Y$ .

Правила игры следующие. Игроки настроены друг к другу доброжелательно. Пусть 2-й игрок информирует 1-го игрока о множестве  $X_2$  своих допустимых стратегий. Тогда 1-й игрок в ответ на каждую стратегию  $x_2 \in X_2$  формирует подмножество стратегий из условия

$$F_1(x_1(x_2), x_2, y) = \max_{y \in Y} f_1(x_1, x_2, y), \quad y \in Y. \quad (5)$$

Затем 2-й игрок максимизирует свой критерий. Таким образом, 2-й игрок принимает окончательное решение. Наконец, вычисляются значения функций выигрыша игроков.

Реализация такого подхода к процессам планирования и выработки управленческих решений на практике позволит обеспечить интеграцию целей (интересов) различных участников (уровней) системы – от персонала (через величину рискообразующих факторов) до собственников производственной системы.

### Литература

1. Коллинз Дж., Поррас Дж. Построенные навечно. Успех компаний, обладающих видением. – М. – 2005.
2. Лабскер Л.Г., Бабешко Л.О. Игровые методы в управлении экономикой и бизнесом: Учеб. пособие. - М.: Дело, 2001. – 464 с.