

## МЕХАНИЗМ СМЕШАННОГО ФИНАНСИРОВАНИЯ

Применение этого механизма рассматривается на примере функционирования модели «Руководитель-исполнители». Модель представляет собой двухуровневую систему, состоящую из Центра и  $m$  агентов нижнего уровня рис. 1.



Рис. 1. Модель организационной системы

Агенты нижнего уровня являются инициаторами и исполнителями проектов.

Обозначим:

$m$  - кол-во агентов;

$C$  – фонд финансирования;

$s_i$  – стоимость  $i$ -го проекта,  $i=1, \dots, m$ ;

$a_i$  – коэффициент ценности проекта для  $i$ -го агента,  $i=1, \dots, m$ ;

$b_i$  – коэффициент ценности  $i$ -го проекта для центра,  $i=1, \dots, m$ ;

$x_i$  – объем финансирования  $i$ -го агента,  $i=1, \dots, m$ ;

$y_i$  – недостающие средства для выполнения  $i$ -го проекта,  $i=1, \dots, m$ ;

$l_i$  – приоритет  $i$ -го проекта,  $i=1, \dots, m$ .

Стратегией агента является выбор действия  $s_i$ ,  $i=1, 2, \dots, m$ . Содержательно, действием агента является заявление стоимости предлагаемого проекта.

Повысить эффективность функционирования агентов предполагается за счет выделения им финансовых средств из фиксированного фонда  $C$  для компенсации части, или даже всей стоимости затрат, на выполнение проектов. Фонд  $C$  распределяется между агентами в соответствии заданной процедурой распределения. Каждый агент получает часть распределяемого фонда  $C$  в размере  $x_i$ ,  $i=1, \dots, m$ . Процедура распределения фонда  $C$  записывается в виде

$$x_i(s) = \frac{l_i s_i}{\sum_{j=1}^m l_j s_j} C, \quad i=1, 2, \dots, m.$$

Экономическая ценность проекта для  $i$ -го агента  $i=1, \dots, m$  определяется как  $a_i s_i$ ,  $0 < a_i < 1$ . При этом,  $s_i = x_i + y_i$ . А целевая функция  $i$ -го агента определяется как

$$f_i(s) = a_i s_i - s_i + x_i = a_i s_i - s_i + \frac{l_i s_i}{\sum_{j=1}^m l_j s_j} C, \quad i=1,2,\dots,m.$$

Целевая функция Центра рассчитывается как

$$F = \sum_{j=1}^m b_j s_j.$$

Пусть  $m=5$ ,  $C=180$ ,  $a_1=0,7$ ;  $a_2=0,6$ ;  $a_3=0,5$ ;  $a_4=0,4$ ;  $a_5=0,3$ ;  $b_1=1,0$ ;  $b_2=1,5$ ;  $b_3=2,0$ ;  $b_4=2,5$ ;  $b_5=3,0$ ;  $l_1=l_2=l_3=l_4=l_5=1$ .

<i>Показатели</i> <i>№ агента</i>	<i>Стоимость</i> <i>проекта</i>	<i>Объем</i> <i>финансирования</i> <i>агентов</i>	<i>Недостающие</i> <i>средства</i> <i>агентов</i>	<i>Целевые</i> <i>функции</i> <i>агентов</i>
1	60	43,2	16,8	25,2
2	55	39,6	15,4	17,6
3	50	36,0	14,0	11,0
4	45	32,4	12,6	5,4
5	40	28,8	11,2	0,8

Для проведения синтеза механизма смешанного финансирования определим ситуацию равновесия Нэша. Для этого определим максимум по  $s_i$  выражения (1). Дифференцируя (1) по  $s_i$  получаем

$$\frac{\partial f_i}{\partial s_i} = a_i - 1 + l_i \frac{\sum l_j s_j - l_i s_i}{\left(\sum l_j s_j\right)^2} C = 0, \quad i=1,2,\dots,m.$$

Решение этой системы имеет вид, 
$$s_i^* = \frac{m-1}{l_i \sum \frac{1-a_j}{l_j}} C \left( 1 - \frac{1-a_i}{l_i} \frac{m-1}{\sum \frac{1-a_j}{l_j}} \right)$$

Очевидно, что должно быть  $s_i^* \geq 0$ , откуда получаем

$$\sum_{j \neq i} \frac{1-a_j}{l_j} \geq (m-2) \frac{1-a_i}{l_i}.$$

Из последнего неравенства видно, что для при  $m=2$ , всегда справедливо  $s_1^* \geq 0$  и  $s_2^* \geq 0$ .

В этом случае, в ситуации равновесия по Нэшу получаем

$$s_1^* = \frac{C}{\frac{l_2}{l_1}(1-a_2) \left( \frac{1-a_1}{1-a_2} + \frac{l_1}{l_2} \right)^2}, \quad s_2^* = \frac{C}{\frac{l_1}{l_2}(1-a_1) \left( \frac{l_2}{l_1} + \frac{1-a_2}{1-a_1} \right)^2}$$

Соответственно, значение целевой функции центра для двух агентов в ситуации равновесия по Нэшу определяется выражением

$$F^* = C \left[ \frac{b_1}{\frac{l_2}{l_1}(1-a_2) \left( \frac{1-a_1}{1-a_2} + \frac{l_1}{l_2} \right)^2} + \frac{b_2}{\frac{l_1}{l_2}(1-a_1) \left( \frac{l_2}{l_1} + \frac{1-a_2}{1-a_1} \right)^2} \right]$$

Отсюда видно, что значение целевой функции центра для двух агентов в ситуации равновесия по Нэшу зависит не от значений приоритетов агентов, и от их соотношения.

Проводя синтез механизма смешанного финансирования необходимо подобрать соотношение между приоритетами  $l_1$  и  $l_2$  таким образом, чтобы значение  $F^*$  приняло максимальное значение