

**SECTION 31. Economic research, finance, innovation.**

**Naumov Anatoly Aleksandrovich**

Docent, candidate of Technical Sciences,  
Center of Applied Mathematical Research, Novosibirsk, Russia,

E-mail: [A\\_A\\_Naumov@mail.ru](mailto:A_A_Naumov@mail.ru)

**OPTIMIZATION OF DEBT AND INVESTMENT INCOME FOR  
INVESTMENT PROJECT**

*The paper discusses the approaches to the problem of optimizing the parameters of borrowing schemes and investments in external projects for investment projects. Methods for estimating the effectiveness of such schemes are based on performance using the procedure of compounding financial flows. We propose new performance indicators for projects based on the method of detail flows (MDF). Problem is formulated for searching of optimal values for flow parameters of project.*

*Keywords: Investment projects, investment structure, efficiency, NFV criterion, method of detailed flows.*

**УДК 330.46:330.322.5: 658.155**

**ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЗАИМСТВОВАНИЙ И ВЛОЖЕНИЙ  
ДОХОДОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА**

*В работе рассмотрены подходы к решению задачи оптимизации параметров схем заимствования и инвестиций во внешние проекты для инвестиционных проектов. Методы оценивания эффективности таких схем построены на показателях, использующих процедуру компаундирования финансовых потоков. Предложены новые показатели эффективности для проектов, основанные на методе детализации потоков (МДП). Сформулирована задача для поиска оптимальных значений параметров потоков проекта.*

*Ключевые слова: инвестиционные проекты, структура инвестиций, эффективность, NFV критерий, метод детализации потоков.*

**Постановка задачи.** Пусть для некоторого проекта известны входной и выходной потоки в виде:  $F_{in}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, (t_m = T)$ , – входной финансовый поток (инвестиций, вложений),  $F_{out}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, (t_m = T)$ , – выходной финансовый поток (доходов). Для простоты записи формул при расчете показателей эффективности проекта, будем предполагать, что моменты времени  $t_0, t_1, t_2, \dots, (t_m = T)$  –

положительные целые числа и длины всех интервалов между соседними отсчетами равны единице времени. Требуется подобрать наилучшие значения параметров входного и выходного потоков в смысле некоторого множества критериев эффективности проекта (см. [1], [2]).

**Параметры потоков проекта и эффективность проекта.** Проведем детализацию входного ( $F_{in}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_m = T$ ) и выходного ( $F_{out}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_m = T$ ) потоков проекта  $Pr$  (как это было предложено в [3]). Введем в рассмотрение параметры для каждого из потоков схемы детализации. При детализации входного и выходного потоков введем в рассмотрение параметры:

- для элементов  $F_{in}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_m$ , параметры характеризуют источники и условия заимствования и имеют вид:  $\pi_{in,DF,i} = (t_i; T_i; n_i; r_{in,i})$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ , где  $t_i$  и  $T_i$  – время начала и окончания расчета по заемным средствам, причем выполняется равенство  $n_i = T_i - t_i$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ;  $r_{in,i}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ , – ставки для заемных средств; множество допустимых значений для параметров  $\pi_{in,DF,i}$  обозначим через  $\Pi_{in,DF,i}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ; для элементов потока, которые не являются заемными средствами, параметры могут иметь вид:  $\pi_{in,DF,i} = (t_i; T_i = t_i; n_i = 0; r_{in,i} = 0)$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ;

- для детализированного входного потока  $F_{in,DF}^\Sigma = \bigoplus_{i=0}^m F_{in,DF,i}$  вектор параметров будет иметь вид:  $\pi_{in,DF}^\Sigma = (\pi_{in,DF,0}, \pi_{in,DF,1}, \dots, \pi_{in,DF,m})$ ; множество допустимых значений для этого вектора параметров –  $\Pi_{in,DF}^\Sigma = \bigotimes_{i=0}^m \Pi_{in,DF,i}$ ; здесь « $\bigotimes$ » – символ прямого произведения множеств;

- для элементов выходного потока  $F_{out}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_m$ , параметры характеризуют условия использования доходов:  $\pi_{out,IP}^\Sigma$  – параметры для выходных потоков, используемых в данном проекте,  $\pi_{out,EP}^\Sigma$  – параметры использования средств во внешних проектах; например, вид параметров может быть таким:  $\pi_{out,IP,i} = (t_i; T_i; n_i; r_{out,i}; r_{del,i})$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ; здесь  $t_i$  – время начала использования дохода в качестве элементов входного потока;  $T_i$  – время окончания их использования;  $n_i$  – длительности их использования, выраженные во временных тактах;  $r_{out,i}$  – ставка, по которой средства передаются в качестве инвестиционных средств в проект;  $r_{del,i}$  – ставка, по которой средства ожидают вложений в проект; тогда  $\pi_{out,IP}^\Sigma = (\pi_{out,IP,0}, \pi_{out,IP,1}, \dots, \pi_{out,IP,m})$  и  $\Pi_{out,IP}^\Sigma = \bigotimes_{i=0}^m \Pi_{out,IP,i}$ ; аналогично для элементов выходного потока, выводимых из данного проекта в другие (внешние проекты):  $\pi_{out,EP,i} = (t_i; T_i; n_i; r_{out,i}; r_{del,i})$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ ;  $\pi_{out,EP}^\Sigma = (\pi_{out,EP,0}, \pi_{out,EP,1}, \dots, \pi_{out,EP,m})$  и  $\Pi_{out,EP}^\Sigma = \bigotimes_{i=0}^m \Pi_{out,EP,i}$ ; заметим, что в последнем случае  $r_{out,i}$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ , – доходности внешних относительно данного проекта проектов.

Сформулируем задачу оптимизации структуры заемных средств и внешнего использования доходов проекта. Для этого обозначим множество критериев задачи в виде вектора  $\vec{Q} = (Q_1, Q_2, \dots, Q_k)$ , где  $Q_i, i = 0, 1, 2, \dots, k$ , – критерии эффективности проекта (например, NFV,  $NFV_{DF}$ , IRR, PP и другие, см. [1]-[3]). Так, например, показатель NFV может быть найден в соответствии с формальной записью:  $NFV = \sum_t F_{out,EP}^\Sigma(t) \cdot (1 + r_{out,EP}(t))^{T-t}$ , где  $F_{out,EP}^\Sigma(t)$  – элемент вектора  $F_{out,EP}^\Sigma$ , относящийся к моменту времени  $t$ ,  $r_{out,EP}(t)$  – ставка внешнего использования (во внешних по отношению к проекту Pr проектах) средств в размере  $F_{out,EP}^\Sigma(t)$ . Заметим, что в общем случае таких ставок может быть несколько, и они соответствуют доходностям проектов, в которые вкладываются средства  $F_{out,EP}^\Sigma(t)$ . Тогда оптимизацию параметров структуры потоков проекта можно проводить в соответствии с задачей на экстремум:

$$\vec{Q} = (Q_1, Q_2, \dots, Q_k) \xrightarrow{\pi_{in,DF}^\Sigma, \pi_{out,IP}^\Sigma, \pi_{out,EP}^\Sigma} \text{extremum,}$$

при ограничениях:

$$\pi_{in,DF}^\Sigma \in \Pi_{in,DF}^\Sigma; \pi_{out,IP}^\Sigma \in \Pi_{out,IP}^\Sigma; \pi_{out,EP}^\Sigma \in \Pi_{out,EP}^\Sigma.$$

Отметим некоторые особенности этой оптимизационной задачи.

- 1) Задача представляет собой задачу дискретного программирования (более точно – задачу выбора лучшего варианта, перебора вариантов) с векторным критерием.
- 2) Вектор параметров  $\pi_{out,IP}^\Sigma$  и зависящий от него вектор  $\pi_{out,EP}^\Sigma$  формируются на основании детализированного входного потока и его параметров –  $\pi_{in,DF}^\Sigma$ .
- 3) В соответствии с особенностью пп. 2) сначала необходимо сформировать множество параметров  $\Pi_{in,DF}^\Sigma$ , а уже на его основе – множества  $\Pi_{out,IP}^\Sigma$  и  $\Pi_{out,EP}^\Sigma$ .
- 4) В некоторые моменты времени векторы параметров  $\pi_{in,DF,i} = (t_i; T_i; n_i; r_{in,i})$ ,  $i = 0, 1, 2, \dots, m$ , или векторы в свертках  $\pi_{out,IP}^\Sigma$  или  $\pi_{out,EP}^\Sigma$  могут отсутствовать, поскольку в соответствующие моменты времени имеют нулевые значения элементы входных или выходных потоков.
- 5) При необходимости в качестве элементов векторов параметров могут быть включены и другие характеристики потоков: сами значения входных потоков  $F_{in}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_m$ , моменты времени к которым они относятся (если они отличаются от времен начала этапов выплат по кредитам), значения выходных потоков  $F_{out}(t)$ ,  $t = t_0, t_1, t_2, \dots, t_m$ , и т.д.
- 6) Кроме этого, одним и тем же элементам входных или выходных потоков для фиксированных значений времени  $t \in \{t_0, t_1, t_2, \dots, t_m\}$ , может

соответствовать несколько наборов векторов параметров; это может быть объяснено, например, тем обстоятельством, что заемные средства поступают из нескольких источников финансирования, а доходы распределяются по нескольким альтернативным внешним для данного проекта проектам.

### Литература

1. Финансовый менеджмент: Учебное пособие/ А.Н. Гаврилова, Е.Ф. Сысоева, А.И. Барабанов, Г.Г. Чигарев, Л.И. Григорьева, О.В. Долгова, Л.А. Рыжкова. – 6-е изд., стер. – М.: Кнорус, 2010. – 432с.
2. Бланк И.А. Финансовый менеджмент: Учебный курс. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Эльга Ника-центр, 2004. – 653с.
3. Наумов А.А. Модификация критерия  $NFV$  на основе метода детализации финансовых потоков проектов/ А.А. Наумов// Theoretical&Applied Science, Materials of the ISPC «Results & Perspectives», 30.09.2013, Florence, Italy, 2013, № 9 (5), С. 105-109.
4. Список трудов [Электронный ресурс]. URL: <https://sites.google.com/site/anatolynaumov2011/home/spisok-trudov-list-of-papers> (дата обращения: 25.10.2013).