

МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА ОПТИМИЗАЦИИ ГРАФИКА ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

© 2010 С.А. Морозова

Самарский государственный аэрокосмический университет
(Национальный исследовательский университет)

В статье подробно изложена экономико-математическая модель оптимизации графика финансирования инвестиционных проектов. Помимо изложения модели приведена методика, которая позволяет оптимизировать график финансирования инвестиционных проектов с помощью сдвигов отдельных этапов без изменения планового графа выполнения работ, а также с помощью привлечения заемного капитала – банковских кредитов, что является актуальным в настоящее время. Данный материал – готовые рекомендации для принятия управленческих решений в области финансирования инвестиционных проектов.

Инвестиционный проект, денежный поток, притоки, оттоки, оптимизация, прибыль, финансирование, сальдо.

Введение. В настоящее время управление инвестиционными проектами рассматривается с позиции менеджмента отдельных этапов и операций с целью сокращения времени и сокращения сметных затрат с использованием методов оптимизации на графах. Управление инвестиционными бюджетами рассматривается с позиции управления притоками и оттоками денежных средств с использованием метода дисконтирования. Актуальной является задача построения взаимосвязанных бюджетов инвестиционного проекта, основанных на инвестиционном бюджете и графе выполнения работ, оптимизированных с позиции критерия максимума чистой приведенной стоимости при ограничениях на суммы привлекаемых ресурсов и положительности сальдо в каждом из периодов. Такая задача, представляющая собой суперпозицию задач управления инвестиционными проектами и управления инвестиционными бюджетами, ранее не рассматривалась.

Разработка экономико-математической модели. Денежные потоки по видам хозяйственной деятельности делятся на денежные потоки по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности. Также денежные потоки зависят от этапа жизненного цикла инвестиционного проекта.

Чистый денежный поток (F) можно представить в следующем виде:

$$F = \sum_{t=0}^T F^t,$$

где F^t – чистый денежный поток организации при реализации инвестиционного проекта, полученный на фазе инвестиционного проекта t ($t = 0 \dots T$).

На прединвестиционной фазе чистый денежный поток:

$$F^0 = \left(\sum_{n=1}^N R_n^0 + \sum_{\psi=1}^{\Psi} U_{\psi}^0 + \sum_{\varepsilon=1}^E H_{\varepsilon}^0 \right) - \left(\sum_{z=1}^Z C_z^0 + \sum_{\gamma=1}^{\Gamma} V_{\gamma}^0 + \sum_{\phi=1}^{\Phi} G_{\phi}^0 \right).$$

На инвестиционной фазе чистый денежный поток:

$$F^1 = \sum_{k=1}^K \left[\left(\sum_{n=1}^N R_n^k + \sum_{\psi=1}^{\Psi} U_{\psi}^k + \sum_{\varepsilon=1}^E H_{\varepsilon}^k \right) - \left(\sum_{z=1}^Z C_z^k + \sum_{\gamma=1}^{\Gamma} V_{\gamma}^k + \sum_{\phi=1}^{\Phi} G_{\phi}^k \right) \right].$$

Так как особый интерес для математического моделирования инвестиционных проектов представляет именно инвестиционная фаза, то ее предлагается разбить на совокупность этапов ($k = 1 \dots K$), что и учтено в формуле.

Время начала эксплуатационной фазы зависит от продолжительности инвестиционной фазы (K), поэтому на эксплуатационной фазе чистый денежный поток организации будет равен:

$$F^2 = \left(\sum_{n=1}^N R_n^{K+1} + \sum_{\psi=1}^{\Psi} U_{\psi}^{K+1} + \sum_{\varepsilon=1}^E H_{\varepsilon}^{K+1} \right) - \left(\sum_{z=1}^Z C_z^{K+1} + \sum_{\gamma=1}^{\Gamma} V_{\gamma}^{K+1} + \sum_{\phi=1}^{\Phi} G_{\phi}^{K+1} \right).$$

Описание переменных для расчета вышеуказанных чистых денежных потоков, а также формулы их внутренней взаимосвязи в обобщенном виде приведены в табл. 1. В таблице не учитываются покупка/продажа ценных бумаг других организаций и государства, а также выдача/возврат ссуд и займов, предоставляемых другим организациям.

С учетом вышеприведенных обозначений притоки, оттоки и чистый денежный поток от реализации инвестиционного проекта будут равны:

$$F = \sum_{t=0}^2 F^t = F^0 + F^1 + F^2 = \left[\left(R_2^0 + \sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^0 \right) + \sum_{k=1}^K \left(R_2^k + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^k \right) + \left(\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1} + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{K+1} \right) \right] - \left[\left(\sum_{z=2}^4 C_z^0 + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^0 + G_3^0 \right) + \sum_{k=1}^K \left(\sum_{z=2}^4 C_z^k + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^k + \sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^k \right) + \left(\sum_{z=1}^4 C_z^{K+1} + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{K+1} + \sum_{\phi=1}^4 G_{\phi}^{K+1} \right) \right]$$

Таблица 1 – Структура финансирования и реализация основных фаз инвестиционного проекта

	Прединвестиционная фаза			Инвестиционная фаза			Эксплуатационная фаза
1	2	3	4	5	6	7	8
		1	...	k		...	K
Остаток на начало периода	S^0			S^k			S^{K+1}
I. Поступление денежных средств (приток)							
<i>А. Операционная деятельность</i>							
Валовая выручка от реализации продукции и услуг	-			-			R_1^{K+1}
Полученные авансы от покупателей и заказчиков	R_2^0			R_2^k			R_2^{K+1}
<i>Итого по операционной деятельности</i>	R_2^0			R_2^k			$\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1}$
<i>Б. Инвестиционная деятельность</i>							
	-			-			-
<i>Итого по инвестиционной деятельности</i>	-			-			-
<i>В. Финансовая деятельность</i>							
Краткосрочные и долгосрочные кредиты и займы	-			H_1^k			H_1^{K+1}
Денежные поступления от выпуска акций	H_2^0			H_2^k			H_2^{K+1}
Увеличение уставного капитала	H_3^0			H_3^k			H_3^{K+1}
Безвозмездное целевое финансирование	H_4^0			H_4^k			H_4^{K+1}
Денежные поступления от размещения векселей и облигаций	H_5^0			H_5^k			H_5^{K+1}

<i>Итого по финансовой деятельности</i>	$\sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^0$			$\sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^k$			$\sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{K+1}$
<i>Всего поступлений денежных средств (общий приток)</i>	$R_2^0 + \sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^0$			$R_2^k + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^k$			$\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1} + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{K+1}$
II. Расходование денежных средств (отток)							
<i>А. Операционная деятельность</i>							
Валовые затраты на производство продукции	-			-			C_1^{K+1}
Авансы поставщикам и подрядчикам	C_2^0			C_2^k			C_2^{K+1}
Процентные выплаты по облигациям, кредитам	C_3^0			C_3^k			C_3^{K+1}
Платежи в бюджет и внебюджетные фонды	C_4^0			C_4^k			C_4^{K+1}
<i>Итого по операционной деятельности</i>	$\sum_{z=2}^4 C_z^0$			$\sum_{z=2}^4 C_z^k$			$\sum_{z=1}^4 C_z^{K+1}$
<i>Б. Инвестиционная деятельность</i>							
Приобретение долгосрочных активов	V_1^0			V_1^k			V_1^{K+1}
Затраты на НИОКР	V_2^0			V_2^k			V_2^{K+1}
Выкуп собственных акций у акционеров	V_3^0			V_3^k			V_3^{K+1}
<i>Итого по инвестиционной деятельности</i>	$\sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^0$			$\sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^k$			$\sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{K+1}$
<i>В. Финансовая деятельность</i>							
Выплаты основной части краткосрочных и долгосрочных кредитов и займов	-			G_1^k			G_1^{K+1}
Краткосрочные финансовые вложения	-			G_2^k			G_2^{K+1}
Погашения векселей, облигаций, закладных обязательств	G_3^0			G_3^k			G_3^{K+1}
Выплата дивидендов	-			-			G_4^{K+1}
<i>Итого по финансовой деятельности</i>	G_3^0			$\sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^k$			$\sum_{\phi=1}^4 G_{\phi}^{K+1}$
<i>Всего расходов денежных средств (общий отток)</i>	$\sum_{z=2}^4 C_z^0 + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^0 + G_3^0$			$\sum_{z=2}^4 C_z^k + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^k + \sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^k$			$\sum_{z=1}^4 C_z^{K+1} + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{K+1} + \sum_{\phi=1}^4 G_{\phi}^{K+1}$

Сальдо по операционной деятельности	$R_2^0 - \sum_{z=2}^4 C_z^0$			$R_2^k - \sum_{z=2}^4 C_z^k$		$\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1} - \sum_{z=1}^4 C_z^{K+1}$
Сальдо по инвестиционной деятельности	$-\sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^0$			$-\sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^k$		$-\sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{K+1}$
Сальдо по финансовой деятельности	$\sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^0 - G_3^0$			$\sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^k - \sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^k$		$\sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{K+1} - \sum_{\phi=1}^4 G_{\phi}^{K+1}$
Чистый денежный поток	F^0			F^k		F^2
Остаток на конец периода	S^1			S^{k+1}		S^{K+2}

При дефиците источников финансирования предлагается откладывать оплату работ и поставок на будущие периоды, т. е. «замораживать» этапы и их группы, не затрагивая последовательность их выполнения. Математические данные сдвигов можно описать через вектор продолжительностей, где каждый элемент вектора соответствует своему этапу инвестиционного проекта [1]:

$$I = (I^1, I^2, \dots, I^k, \dots, I^K) \in I^{\zeta},$$

где K — число основных этапов реализации инвестиционной фазы проекта, I^{ζ} — множество векторов.

«Замораживание» работ можно также представить через запаздывание L .

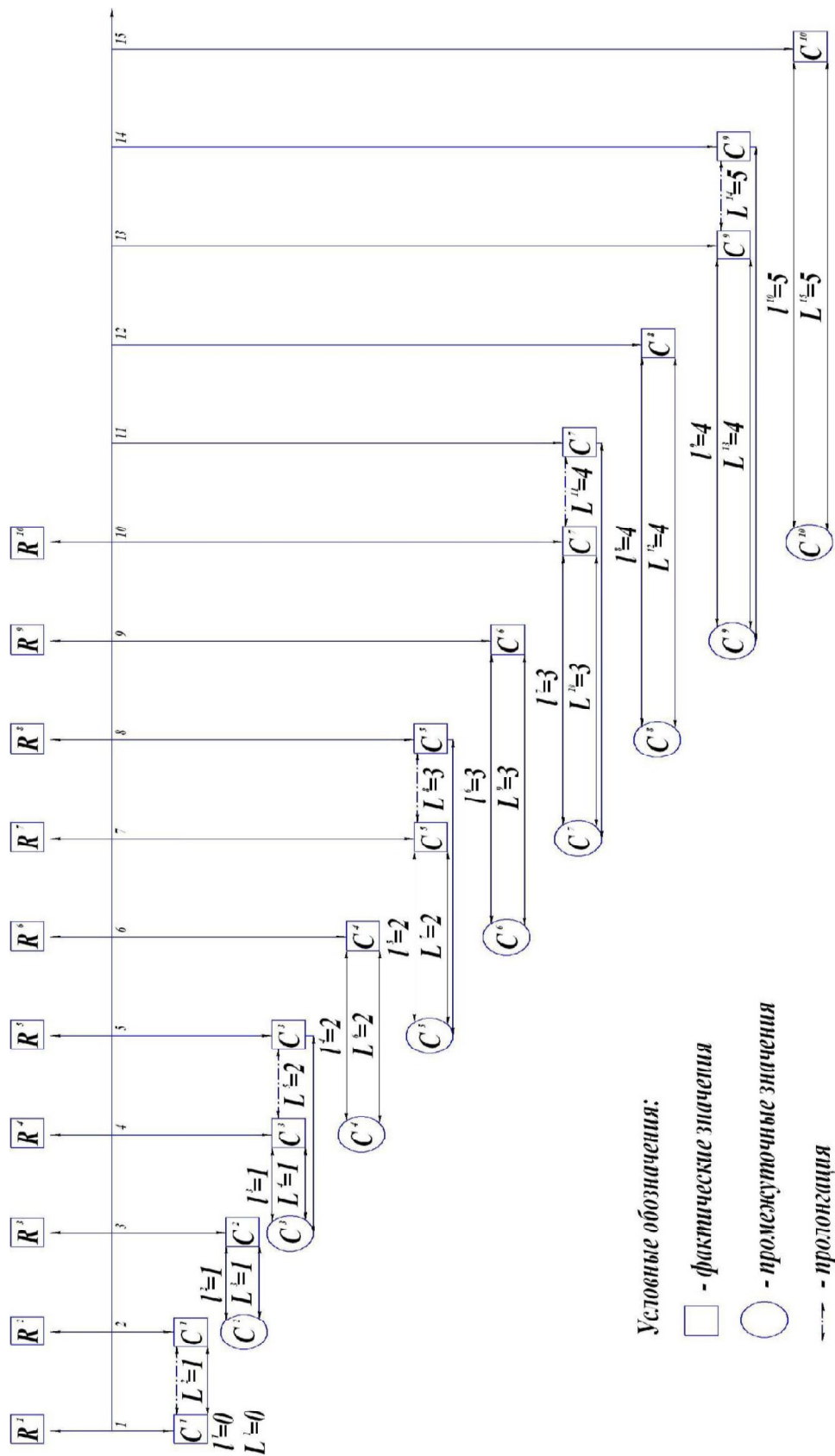
Например, если в проекте имеется 10 этапов инвестиционной фазы ($K=10$), то каждому периоду инвестиционной фазы присущи соответствующие притоки и оттоки денежных средств. Значения сдвигов этапов инвестиционной фазы приведены в табл. 2.

Данная таблица означает, что на втором этапе происходит сдвиг в оплате работ на один шаг, на четвертом этапе — еще на один шаг (рис. 1). Аналогично, на шестом, восьмом, а также на десятом этапе происходит поэтапное увеличение общего количества сдвигов на единицу. Таким образом, на каждом шаге реализуется «замораживание» работ, которые должны быть профинансированы и выполнены ранее.

С учетом значений сдвигов (табл. 2) запаздывание финансирования L , а соответственно, и выполнения второго этапа равна единице, так как работы выполняются на третьем шаге, а не на втором (рис. 1). Аналогичным образом происходит запаздывание финансирования и выполнения третьего этапа, который осуществляется на четвертом, а с учетом пролонгации работ — и на пятом этапе, на котором запаздывание увеличивается еще на единицу. Таким же образом осуществляется запаздывание остальных этапов инвестиционной фазы проекта.

Таблица 2 – Сдвиги этапов инвестиционной фазы

Сдвиги	I^1	I^2	I^3	I^4	I^5	I^6	I^7	I^8	I^9	I^{10}
Значение	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5



С учетом сдвигов структура финансирования основных этапов

инвестиционной фазы примет следующий вид (табл. 3).

Рис. 1. Графическая реализация сдвигов основных этапов инвестиционной фазы

Таблица 3 – Структура финансирования основных этапов инвестиционной фазы с учетом сдвигов

Фаза	Временной период ($k = 1, \dots, (K + I^K)$)	Сдвиги (I)	Запаздывание (L)	Притоки (R)	Оттоки (C)
Преинвестиционная фаза ($t = 0$)	-	-	-	R^0	C^0
Инвестиционная фаза ($t = 1$)	$k = 1$	$I^1 = 0$	$L^1 = 0$	R^1	C^1
	$k = 2$	$I^2 = 1$	$L^2 = 1$	R^2	C^1
	$k = 3$	$I^3 = 1$	$L^3 = 1$	R^3	C^2
	$k = 4$	$I^4 = 2$	$L^4 = 1$	R^4	C^3
	$k = 5$	$I^5 = 2$	$L^5 = 2$	R^5	C^3
	$k = 6$	$I^6 = 3$	$L^6 = 2$	R^6	C^4
	$k = 7$	$I^7 = 3$	$L^7 = 2$	R^7	C^5
	$k = 8$	$I^8 = 4$	$L^8 = 3$	R^8	C^5
	$k = 9$	$I^9 = 4$	$L^9 = 3$	R^9	C^6
	$k = 10$	$I^{10} = 5$	$L^{10} = 3$	R^{10}	C^7
	$k = 11$	-	$L^{11} = 4$	-	C^7
	$k = 12$	-	$L^{12} = 4$	-	C^8
	$k = 13$	-	$L^{13} = 4$	-	C^9
	$k = 14$	-	$L^{14} = 5$	-	C^9
	$k = 15$	-	$L^{15} = 5$	-	C^{10}
Эксплуатационная фаза ($t = T$)	-	-	-	R^{11}	C^{11}

Вышеприведенный пример показывает, что сдвиги в оплате основных этапов инвестиционной фазы проекта приводят не только к увеличению продолжительности одной фазы, но и к запаздыванию реализации эксплуатационной фазы, а соответственно и к увеличению срока жизни инвестиционного проекта.

Из этих формул расчета притоков и оттоков денежных средств, а также с учетом сдвигов финансирования отдельных этапов инвестиционных проектов выводится целевая функция модели и ее ограничения.

В данной модели предлагается учитывать два ограничения – на материальный и на финансовый потоки. Первое ограничение вызвано тем, что разработанная модель предполагает наличие изменений в реализации отдельных этапов инвестиционных проектов, представляющих собой сдвиги материальных потоков – задержки в

поставке сырья и материалов, либо в выполнении работ и услуг.

Первое ограничение на материальный поток гласит: чтобы выполнялось условие сохранения последовательности работ и поставок в соответствии с сетевым графиком их реализации, необходимо сдвигать затраты каждого последующего этапа на сумму величины сдвигов всех предшествующих этапов, что можно записать следующим образом [2]:

$$\forall k = 1 \dots (K-1) \quad \forall j = 1 \dots (K-k) \quad I^k \leq I^{k+j}$$

.

(1)

Любая организация заинтересована осуществить инвестиционные проекты «в срок», не нарушая свои обязанности перед партнерами, поэтому любое превышение планового срока в соответствии с условиями контрактов приводит к более позднему выпуску продукции, к увеличению процентов по заемным средствам, и, соответственно, к получению

меньшей прибыли. В модели это учитывается только косвенно.

Второе ограничение показывает, что на конец каждого из периодов сальдо (остаток) денежных средств должно быть положительным, то есть в зависимости от периода времени $t = 0, \dots, T$ должны выполняться условия:

$$\left[\left(R_2^0 + \sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^0 \right) - \left(\sum_{z=2}^4 C_z^0 + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^0 + G_3^0 \right) \right] \geq 0,$$

если $t = 0$;

$$\forall k = 1, \dots, K \quad \left[\left(R_2^k + \sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^k \right) - \left(\sum_{z=2}^4 C_z^k + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^k + G_3^k \right) \right] + \left[\sum_{\kappa=1}^k \left(R_2^{\kappa} + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{\kappa} \right) - \sum_{\kappa=1}^{k-L^k} \left(\sum_{z=2}^4 C_z^{\kappa} + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{\kappa} + \sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^{\kappa} \right) \right] \geq 0, \text{ если } t = 1;$$

$$\forall k = (K+1), \dots, (K+L^K) \quad \left[\left(R_2^k + \sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^k \right) - \left(\sum_{z=2}^4 C_z^k + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^k + G_3^k \right) \right] + \left[\sum_{\kappa=1}^K \left(R_2^{\kappa} + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{\kappa} \right) - \sum_{\kappa=1}^{k-L^k} \left(\sum_{z=2}^4 C_z^{\kappa} + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{\kappa} + \sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^{\kappa} \right) \right] \geq 0, \text{ если } t = 1;$$

$$\left[\left(R_2^0 + \sum_{\varepsilon=2}^5 H_{\varepsilon}^0 \right) - \left(\sum_{z=2}^4 C_z^0 + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^0 + G_3^0 \right) \right] + \sum_{\kappa=1}^K \left[\left(R_2^{\kappa} + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{\kappa} \right) - \left(\sum_{z=2}^4 C_z^{\kappa} + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{\kappa} + \sum_{\phi=1}^3 G_{\phi}^{\kappa} \right) \right] + \left[\left(\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1} + \sum_{\varepsilon=1}^5 H_{\varepsilon}^{K+1} \right) - \left(\sum_{z=1}^4 C_z^{K+1} + \sum_{\gamma=1}^3 V_{\gamma}^{K+1} + \sum_{\phi=1}^4 G_{\phi}^{K+1} \right) \right] \geq 0,$$

если $t = T$.

(2)

Данное ограничение обозначает, что в каждый период времени притоки денежных средств превышают оттоки [3]. Графическое изображение данного условия представлено на рис. 2.

В качестве целевой функции модели предлагается чистый дисконтированный доход, рассчитываемый как разность дисконтированных притоков и оттоков по операционной деятельности [4]:

$$NPV = \frac{\left(R_2^0 - \sum_{z=2}^4 C_z^0 \right) \cdot (1-\eta)}{(1+i)} + \sum_{k=1}^K \left[\left(\frac{R_2^k}{(1+i)^{k+1}} - \frac{\sum_{z=2}^4 C_z^k}{(1+i)^{k+L^k+1}} \right) \cdot (1-\eta) \right] + \frac{\left(\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1} - \sum_{z=1}^4 C_z^{K+1} \right) \cdot (1-\eta)}{(1+i)^{K+L^K+2}} \rightarrow \max, \quad (3)$$

где i – ставка дисконтирования, η – ставка налога на прибыль.

Предлагается на инвестиционной фазе, представленной в целевой функции (3), дисконтировать доходы и расходы с разными ставками дисконтирования. Это связано с тем, что организация получает доходы на инвестиционной фазе проекта своевременно. Величины сдвигов отражаются лишь в финансировании и выполнении работ, т.е. в расходах. Соответственно, с учетом величины сдвигов к расходам применяется другая ставка дисконтирования, отличная от ставки, применяемой к доходам. Таким образом, применение различных ставок позволяет произвести дисконтирование капитальных вложений, осуществляемых своевременно и в более поздние сроки, к единому моменту времени (начало инвестиционной фазы).

Авансы от покупателей и заказчиков в зависимости от учетной политики, принятой в организации, могут не являться доходом. Для упрощения данной модели предлагается учитывать полученные денежные средства (авансовые платежи) в качестве дохода по факту, а не по завершению работ.

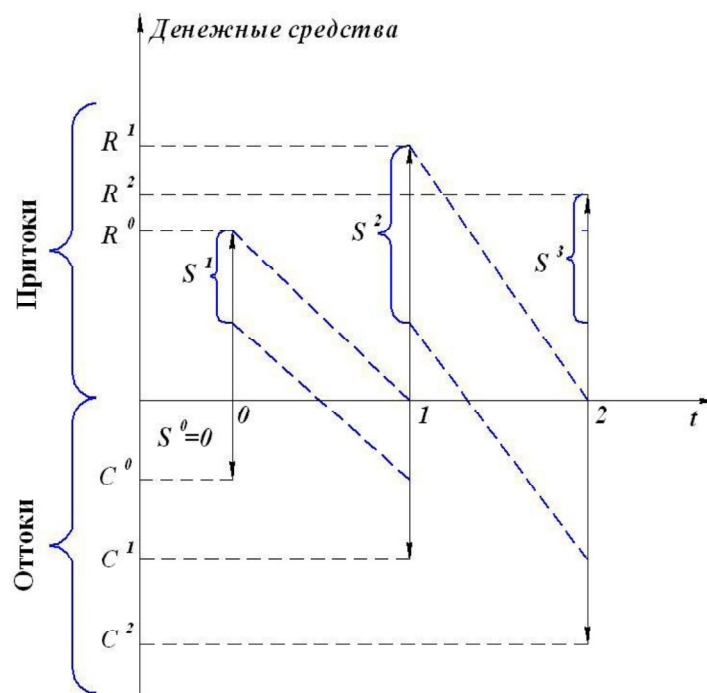


Рис. 2. Графическое изображение превышения притоков денежных средств над оттоками

Функция NPV зависит от нескольких переменных: во-первых, от R_n^t — положительного денежного потока, полученного в результате операционной деятельности от источника поступления денежных средств ($n=1...N$) на фазе t ($t=0...T$); во-вторых, от C_z^t — отрицательного денежного потока организации, израсходованного в результате операционной деятельности на источник выбытия денежных средств ($z=1...Z$) на фазе t ($t=0...T$); в-третьих, от η — налога на прибыль; в-четвертых, от l — продолжительности сдвигов этапов проекта; в-пятых, от i — ставки дисконтирования; в-шестых, от K — числа основных этапов реализации инвестиционной фазы проекта.

Для решения вышеприведенной модели разработана методика оптимизации графика финансирования инвестиционных проектов, которая должна позволить организации успешно и систематически решать следующие задачи [5]:

- сформировать из массы текущих и инвестиционных решений инвестиционные проекты по отдельности,

а также инвестиционную программу организации в целом, представляющую собой совокупность инвестиционных проектов;

- обеспечить базу для сравнения эффективности инвестиционных проектов как внутри организации, так и в соотношении с проектами других организаций аналогичной отрасли;

- моделировать финансирование и расходование денежных средств инвестиционных проектов по отдельности, а также всей инвестиционной программы организации в целом, с целью достижения оптимального значения главного показателя проекта — получения максимальной прибыли;

- моделировать риск инвестиционных проектов по отдельности, а также риск инвестиционной программы в целом для выявления труднореализуемых моментов и формирования соответствующих управленческих решений [6].

Анализ и моделирование инвестиционных проектов предлагается проводить в соответствии с методикой, представленной на рис. 3. Методика содержит восемь этапов.

При реализации методики в виде программного обеспечения на первом $\Pi_{\max}$ и $l = (l^1, \dots, l^k, \dots, l^K)$, содержащие данные максимальной прибыли и данные сдвигов инвестиционных проектов, соответственно.

этапе обнуляются значения переменных

На втором этапе методики рассчитывается максимальная плановая прибыль организации при отсутствии сдвигов основных этапов реализации инвестиционных проектов, которая находится по формуле:

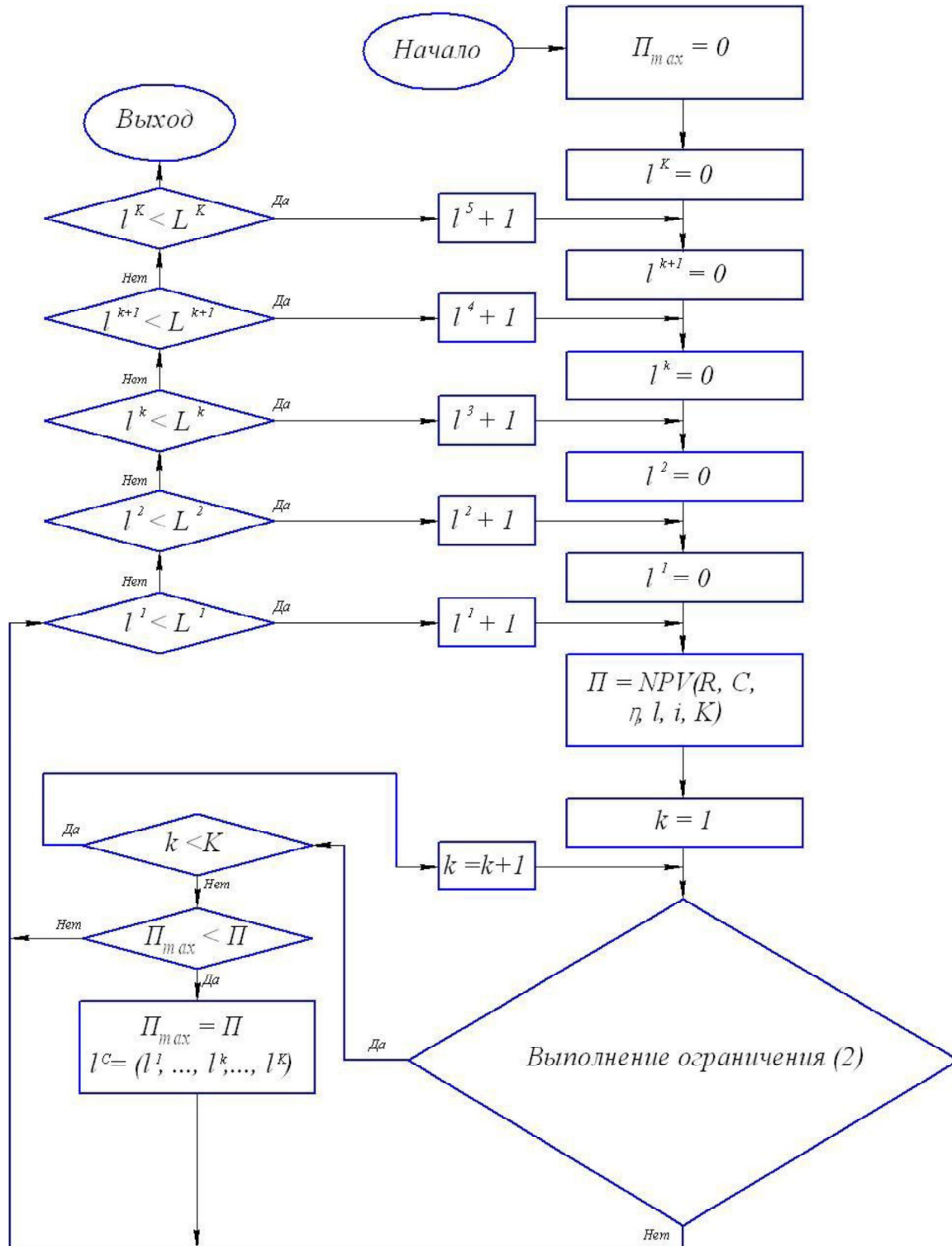


Рис. 3. Методика оптимизации графика финансирования инвестиционных проектов

$$\begin{aligned} \Pi_{\max} = NPV = & \frac{\left(R_2^0 - \sum_{z=2}^4 C_z^0\right) \cdot (1-\eta)}{(1+i)} + \\ & + \sum_{k=1}^K \left[\left(\frac{R_2^k}{(1+i)^{k+1}} - \frac{\sum_{z=2}^4 C_z^k}{(1+i)^{k+1}} \right) \cdot (1-\eta) \right] + \\ & + \frac{\left(\sum_{n=1}^2 R_n^{K+1} - \sum_{z=1}^4 C_z^{K+1}\right) \cdot (1-\eta)}{(1+i)^{K+2}}. \end{aligned} \quad (4)$$

На третьем этапе инвестиционные проекты проверяются на выполнение условий, представленных в формуле (2).

На четвертом этапе происходит перебор всех возможных сдвигов этапов работ инвестиционных проектов с учетом условия сохранения последовательности работ в соответствии с сетевым графиком их реализации, представленных в формуле (1).

На пятом этапе рассчитывается прибыль организации (Π) при текущих сдвигах основных этапов реализации инвестиционных проектов, которая находится из формулы (3), а также осуществляется проверка выполнения условий (2).

На шестом этапе при выполнении условия сохранения последовательности работ в соответствии с сетевым графиком их реализации, представленных в формуле (1), и положительности сальдо осуществляется проверка на превышение значения максимальной прибыли значением текущей прибыли при сдвигах.

Библиографический список

1. Морозова, С.А. Оптимизационная экономико-математическая модель инвестиционной программы [Текст] / С.А. Морозова // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. – Самара: Самарский гос. Ун-т путей сообщения. – Вып. 5(17). – Т.1. – С. 55–65.

Если текущая прибыль больше ($\Pi_{\max} \leq \Pi$), то она становится максимальной.

На седьмом этапе значения сдвигов изменяются, и происходит переход к четвертому этапу методики.

После того как информационно-программное обеспечение выдает оптимальные значения сдвигов и максимальное значение прибыли, методика переходит на восьмой этап.

На восьмом этапе моделируется риск инвестиционных проектов по отдельности, а также риск инвестиционной программы в целом для выявления труднореализуемых моментов и формирования соответствующих управленческих решений [7].

Выводы. Разработана экономико-математическая модель, которая позволяет оптимизировать отдельные инвестиционные проекты, а также их совокупность, представляющую инвестиционную программу организации, с помощью изменений в плановом варианте графика реализации и финансирования этапов проекта, не затрагивая структуру сетевого графика. Приведены примеры сдвигов отдельных этапов инвестиционных проектов и результаты влияния этого на их структуру финансирования. Разработана методика, включающая восемь этапов и позволяющая оптимизировать график финансирования инвестиционных проектов на основе разработанной экономико-математической модели.

2. Богатырев, В.Д., Морозова, С.А. Математические методы управления инвестиционными программами [Текст] / В.Д. Богатырев, С. А. Морозова // Новые тенденции в экономике и управлении организацией: сборник научных трудов VIII Международной научно-практической конференции, Т.2. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2010. – С. 12–15.

3. Богатырев, В.Д., Гриценко С.А. Оптимизация инвестиционной программы

строительной компании [Текст] / В.Д. Богатырев, С.А. Гриценко // Труды международной научно-практической конференции «Управление большими системами – 2009», Т.2. – М.: ИПУ РАН, 2009. – С. 21–24.

4. Богатырев, В.Д. Механизм согласованного управления инвестиционными проектами [Текст] / В.Д. Богатырев, Д.Г. Гришанов, О.В. Павлов // Управление большими системами. – 2003. – №4. – С. 35–40.

5. Богатырев, В.Д., Гриценко С.А. Методика оптимизации инвестиционной программы строительной компании [Текст] / В.Д. Богатырев, С.А. Гриценко // Труды VII международной научно-практической конференции «Инновационная экономика и промышленная политика региона (ЭКОПРОМ-2009)», Т.2. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – С. 237–241.

References

1. Morozova, S.A. Optimizing economic-mathematical model of the investment program [Text]/ S.A. Morozova // Bulletin of the Samara State University of Transport. – Samara: SSUT. –Release 5 (17). – Volume 1. – P. 55–65.

2. Bogatyrev, V.D., Morozova, S.A. Mathematical methods of management of investment programs [Text] / V.D. Bogatyrev, S.A. Morozova // New tendencies in economy and management of the organization: Collection of proceedings of VIII International scientifically-practical conference, Volume 2. – Ekaterinburg: UGTU-UPI, 2010. – P. 12–15.

3. Bogatyrev, V.D., Gritsenko S.A. Optimization of the investment program of the building company [Text] / V.D. Bogatyrev, S.A. Gritsenko // Works of the international scientifically-practical conference «Management of the big systems – 2009», Volume 2. – Moscow: IPM RAS, 2009. – P. 21–24.

4. Bogatyrev, V. D. Mechanism of the coordinated management of investment projects [Text]/ V.D. Bogatyrev,

6. Богатырев, В.Д., Гриценко С.А. Разработка алгоритма отбора проектов в инвестиционную программу на примере строительной компании [Текст] / В.Д. Богатырев, С.А. Гриценко // Управление организационно-экономическими системами: моделирование взаимодействий, принятие решений: Сборник научных статей. Выпуск 6. – Самара.: Изд-во Самарского государственного аэрокосмического университета, 2009. – С. 5–11.

7. Богатырев, В.Д., Гриценко С.А. Формирование инвестиционной программы с учетом риска инвестиционных проектов на примере строительной компании [Текст] / В.Д. Богатырев, С.А. Гриценко // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: Всероссийская научно-практическая конференция. – Красноярск: СибГТУ, Т.3, 2009. – С. 8–13.

D.G.Grishanov, O.V.Pavlov // Management of the big systems. – 2003. – №4. – P. 35–40.

5. Bogatyrev, V. D., Gritsenko S.A. Technique of optimization of the investment program of the building company [Text] / V.D. Bogatyrev, S.A. Gritsenko // Works of VII international scientifically-practical conference «Innovative economy and the industrial policy of region -2009)», Volume 2. – St.-Petersburg: Publishing house SSPU, 2009. – P. 237–241.

6. Bogatyrev, V. D., Gritsenko S.A. Working of algorithm of selection of projects in the investment program on an example of the building company [Text] / V.D. Bogatyrev, S.A. Gritsenko // Management of organizational-economic systems: modeling of interactions, decision-making: Collection of scientific articles. Release 6. – Samara.: SSAU, 2009. – P. 5–11.

7. Bogatyrev, V.D., Gritsenko S.A. Formation of the investment program taking into account risk of investment projects on an example of the building company [Text] / V.D. Bogatyrev, S.A. Gritsenko // Young scientists in the decision of actual problems of a science: All-Russia scientifically-practical

MODEL AND TECHNIQUE OF OPTIMIZATION OF THE SCHEDULE OF FINANCING OF INVESTMENT PROJECTS

© 2010 S. A. Morozova

Samara State Aerospace University
(National research university)

The economic-mathematical model of optimization of the schedule of financing of investment projects is in detail stated in article. Besides a model statement the technique is resulted, which allows to optimize the schedule of financing of investment projects by means of delays of separate stages without change of the planned count of performance of works, and also by means of attraction of the extra capital – bank credits that is actual now. The given material is ready recommendations for acceptance of administrative decisions in the field of financing of investment projects.

Investment project, cash flow, inflow, outflows, optimization, profit, financing, balance.

Информация об авторе

Морозова Светлана Анатольевна, аспирант Самарского государственного аэрокосмического университета. E-mail: morozova_s_a@mail.ru. Область научных интересов – экономико-математическое моделирование инвестиционных проектов.

Morozova Svetlana Anatolevna, the postgraduate student of Samara State Aerospace University. E-mail: morozova_s_a@mail.ru. Area of scientific interests – economic-mathematical modeling of investment projects.