

УДК 338.24.01
ББК 65.9(2).23

МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАФИКА ФИНАНСИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА НА ГРАФАХ РАБОТ

Богатырев В. Д.¹, Морозова С. А.²

(Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (Национальный исследовательский университет), Самара)

Представлена экономико-математическая модель оптимизации графика финансирования инвестиционного проекта в условиях дефицита денежных средств. Приведена методика, которая позволяет оптимизировать график финансирования инвестиционного проекта с помощью изменений в плановом варианте графика реализации, включая перенос финансирования на более поздние сроки, привлечение заемных средств и учет «штрафных» санкций. Сформулированы рекомендации для принятия управленческих решений в области финансирования инвестиционных проектов.

Ключевые слова: инвестиционный проект, финансирование, сальдо, дефицит, профицит, чистый дисконтированный поток.

Введение

В научной литературе, посвященной управлению проектами, выделяют несколько обширных разделов, в числе основ-

¹ Владимир Дмитриевич Богатырев, доктор экономических наук, профессор, проректор по образовательной и международной деятельности (samelev@rambler.ru).

² Светлана Анатольевна Морозова, аспирант (morozova_s_a@mai.ru).

ных – календарно-сетевое планирование и управление (оптимизация расписания проекта на основе методов теории графов), а также методы управления проектами (разработка и анализ математических моделей проектов) [3, 4, 7-9].

Математические модели применяются для постановки и решения задач по оптимизации проекта по стоимости, времени и ресурсам. Огромный вклад в математические методы управления проектами внесли следующие ученые: Бурков В.Н., Новиков Д.А., Цветков А.В., Матвеев А.А., Шапиро В.Д., Разу М.Л., Мазур И.И., Якутин Ю.В., Воропаев В.И.

В настоящей статье предлагается для разработки математической модели и методики оптимизации графика финансирования инвестиционного проекта использовать методы теории графов и календарно- сетевого планирования и управления. При этом предполагается, что совокупность этапов работ инвестиционного проекта не формирует последовательную схему, оптимизация графика финансирования которой была рассмотрена ранее в работах [1, 2, 5, 6], а включает в себя ветвления с параллельным выполнением этапов и работ.

С точки зрения теории графов проект – совокупность операций и зависимостей между ними [3, 4, 8, 9]. Совокупность моделей и методов, использующих язык и результаты теории графов и ориентированных на решение задач управления проектами, получила название календарно- сетевого планирования и управления (КСПУ) [4,8,9]. В рамках КСПУ решаются задачи определения последовательности выполнения и распределения ресурсов между работами, оптимальных с точки зрения тех или иных критериев (времени выполнения, затрат, риска). Для описания и оптимизации проектов наиболее подходящими оказались сетевые модели, представляющие собой разновидность ориентированных графов [4, 8, 9] .

В сетевой модели роль вершины графа могут играть события, определяющие начало и окончание отдельных работ, а дуги в этом случае будут соответствовать работам [4]. Такую сетевую модель принято называть сетевой моделью с работами на дугах (Activities on Arrows, AoA) [8, 9]. В тоже время, возможно, что в сетевой модели роль вершин графа играют работы, а

дуги отображают соответствие между окончанием одной работы и началом другой. Такую сетевую модель принято называть сетевой моделью с работами в узлах (Activities on Nodes, AoN) [8, 9].

Сетевые модели AoN появились позже графов AoA, вследствие чего они менее известны и сравнительно реже описываются в литературе. Тем не менее, они имеют свои преимущества, в частности, их легче строить и корректировать. При корректировке конфигурация сетевой модели AoN не меняется, однако для моделей AoA такие изменения исключить не удается. В моделях AoA при корректировке необходимо менять конфигурацию (топологию).

В настоящее время составление и корректировка сетевых моделей автоматизированы, и для пользователя, которому важно знать лишь последовательность работ и их резервы времени, не имеет особого значения, каким способом она сделана, т.е. какого она типа. В современных специализированных пакетах компьютерных программ планирования и оперативного управления в основном используются сетевые модели AoN [8, 9].

Корректировка сетевых моделей производится как на этапе их составления, так и использования. Она состоит в оптимизации работ по времени и по ресурсам. Корректировка по ресурсам производится путем построения линейных календарных графиков по ранним началам, соответствующих тому или иному варианту сетевого графика, и корректировки этого варианта.

Сетевым графиком AoN называется полное графическое отображение структуры сетевой модели на плоскости (рис. 1).

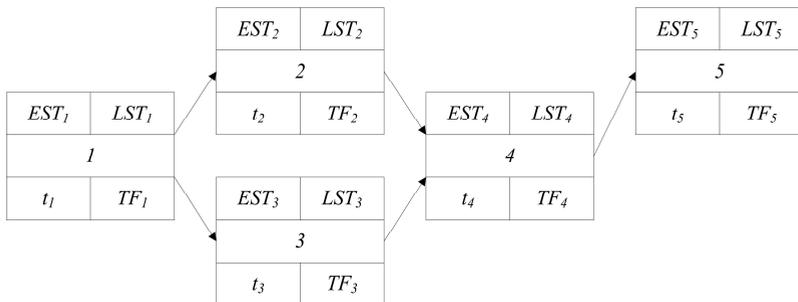


Рис. 1. Сетевой график модели AoN

В данной модели узлы сети, соответствующие работам, принято изображать прямоугольниками, в центре которых записывается наименование работы i . В левый верхний сектор прямоугольника, маркирующего вершину работы, записывается раннее время начала выполнения работы (EST_i). В правый верхний сектор прямоугольника записывается позднее время начала выполнения работы (LST_i). В левый нижний сектор прямоугольника записывается продолжительность работы (t_i). В правый нижний сектор прямоугольника записывается полный резерв выполнения работы (TF_i) [8,9].

Далее рассматривается построение экономико-математической модели оптимизации графика финансирования инвестиционного проекта на основе сетевых моделей типа AoN.

Разработка экономико-математической модели и методики

Любой инвестиционный проект от его зарождения до завершения проходит ряд этапов. Жизненный цикл инвестиционного проекта принято разделять на фазы (стадии). Фазы жизненного цикла могут различаться в зависимости от сферы деятельности и принятой системы организации работ.

Существует несколько вариантов выделения фаз жизненного цикла проекта. Наиболее распространенным является вариант, разделяющий жизненный цикл инвестиционного проекта на наиболее крупные фазы.

При данном варианте можно выделить прединвестиционную, инвестиционную и эксплуатационные фазы. Однако для простоты изложения экономико-математической модели инвестиционный проект будет рассматриваться едино, не подразделяясь на фазы.

В качестве целевой функции модели предлагается использовать чистый дисконтированный поток (NPV), рассчитываемый как разность дисконтированных притоков и оттоков:

$$(1) NPV = \sum_{t=1}^T \frac{(R^t - C^t)}{(1+r)^t} \cdot (1-h) \longrightarrow \max.$$

Функция NPV зависит от нескольких переменных: во-первых, от R^t – денежных средств, полученных в момент времени t ($t = 1, \dots, T$); во-вторых, от C^t – денежных средств, необходимых для оплаты работ в момент времени t ($t = 1, \dots, T$); в-третьих, от η – налога на прибыль; в-четвертых, от ρ – ставки дисконтирования.

Авансы от покупателей и заказчиков, а также авансы поставщикам и подрядчикам, в зависимости от учетной политики, принятой в организации, могут не являться доходами и расходами, соответственно. Для упрощения данной модели предполагается, что полученные денежные средства совпадают с доходами, а расходы учитываются по завершению работ.

В общем виде структуру расходов инвестиционного проекта можно представить в виде таблицы, ячейки которой отражают оплату работы i в момент времени t , для этого можно использовать $X = \|x_i^t\|$ – матрицу финансирования сетевой модели, элемент которой x_i^t характеризует оплату работы i в момент времени t , где $\forall i, \forall t \ 0 \leq x_i^t \leq 1, \sum_{t=1}^T x_i^t = 1$ (таблица 1).

Таблица 1. Структура расходов инвестиционного проекта

Работы i	Время t					
	1	...	t	...	T	
1	x_1^1	...	x_1^t	...	x_1^T	$\sum_{t=1}^T x_1^t = 1$
...
i	x_i^1	...	x_i^t	...	x_i^T	$\sum_{t=1}^T x_i^t = 1$
...
I	x_I^1	...	x_I^t	...	x_I^T	$\sum_{t=1}^T x_I^t = 1$

Тогда финансирование работ проекта в абсолютных/денежных единицах представляется в виде матрицы C (таблица 2).

Таблица 2. Финансирование работ инвестиционного проекта

Работы i	Время t					Итого
	1	...	t	...	T	
1	$C_1 \cdot x_1^1$	...	$C_1 \cdot x_1^t$	...	$C_1 \cdot x_1^T$	C_1
...
i	$C_i \cdot x_i^1$	...	$C_i \cdot x_i^t$	...	$C_i \cdot x_i^T$	C_i
...
I	$C_I \cdot x_I^1$	...	$C_I \cdot x_I^t$	...	$C_I \cdot x_I^T$	C_I
Итого	$\sum_{i=1}^I C_i \cdot x_i^1$	...	$\sum_{i=1}^I C_i \cdot x_i^t$	...	$\sum_{i=1}^I C_i \cdot x_i^T$	$\sum_{i=1}^I C_i$

Выполнение совокупности работ инвестиционного проекта зависит от финансирования. Введем функцию зависимости времени окончания работ от финансирования проекта $f_i(X_i)$, представляющую собой функцию вектора X_i , где $X_i = (x_i^1, \dots, x_i^t, \dots, x_i^T)$ – вектор финансирования i -ой работы, результатом которой является время окончания работ инвестиционного проекта. Однако помимо фактического времени выполнения работ существует плановое время \tilde{f}_i , при котором финансирование проекта условно безгранично. При дефиците источников финансирования инвестиционного проекта могут возникать задержки выполнения его работ, т.е. $f_i(X_i) \neq \tilde{f}_i$.

При наличии дефицита предлагается откладывать оплату работ и поставок на будущие периоды, т.е. «замораживать» этапы и их группы, не затрагивая взаимосвязь их выполнения, в результате чего для каждой работы определяется величина ее задержки $l_i = f_i(X_i) - \tilde{f}_i$, которая находится как разность между плановым и фактическим окончанием работ.

Математически задержки можно описать через вектор продолжительностей, где номер элемента вектора соответствует номеру работы инвестиционного проекта:

$$(2) l = (l_1, l_2, \dots, l_i, \dots, l_I) \in l_J,$$

где I – число работ инвестиционного проекта,

l_J – множество векторов.

Задержки работ инвестиционного проекта приносят не только отсрочку окончания инвестиционного проекта и получения валовой прибыли, но и дополнительные, помимо плановых выплат, расходы за невыполнение обязательств в срок – неустойку – которые моделируются функцией штрафа, зависящей от времени просрочки.

Однако так как не все задержки окончания выполнения работ приводят к задержке всего инвестиционного проекта, не каждая задержка будет вызывать неустойку.

Это можно учесть в модели, используя понятие резерва времени. Каждой работе инвестиционного проекта соответствует полный резерв времени ее выполнения (TF_i), о чем было сказано во введении. Поэтому если сдвиг работы не превышает резерв времени ее выполнения ($l_i \leq TF_i$), то отсутствует задержка реализации всего инвестиционного проекта, т.е. на предприятие, реализующее инвестиционный проект, не накладываются штрафные санкции. Если сдвиг работы превышает резерв времени ее выполнения ($TF_i < l_i$), то возникает задержка окончания инвестиционного проекта, следовательно, предприятие несет дополнительные расходы, которые моделируются функцией «штрафа». Данные условия математически можно описать через индикатор неустойки y_i следующим образом:

$$(3) \quad y_i = \begin{cases} 1, & \text{если } \forall i=1, \dots, I \quad TF_i < l_i; \\ 0, & \text{если } \forall i=1, \dots, I \quad l_i \leq TF_i < 0. \end{cases}$$

При своевременном финансировании работ инвестиционного проекта матрица X будет квадратной, при несвоевременном – прямоугольной. В исходную квадратную матрицу при несвоевременном финансировании к продолжительности критического пути T будут добавляться столбцы в количестве L :

$$(4) \quad L = \sum_{i=1}^I (l_i - TF_i) \cdot y_i,$$

где L – запаздывание инвестиционного проекта.

Тогда в общем виде функцию штрафа можно представить следующим образом:

$$(5) s(L) = \sum_{t=1}^L \frac{Q^t}{(1+r)^{T+t}},$$

где Q^t – сумма неустойки за задержку окончания инвестиционного проекта в t -ый период времени,
 ρ – ставка дисконтирования.

Устранение кассовых разрывов (ситуации, когда существует временный недостаток денежных средств, необходимых для финансирования расходов) возможно не только с помощью «замораживания» этапов инвестиционного проекта, но и с помощью привлечения заемных средств, что предлагается учесть в формируемой модели через W^t – платежи по кредиту в момент времени t . Если величина $W^t > 0$, то кредит привлекается, если $W^t < 0$, то кредит погашается.

Математически платежи по кредитам можно описать вектором W , где номер элемента вектора соответствует периоду инвестиционного проекта, в котором привлекается или погашается кредит:

$$(6) W = (W^1, \dots, W^t, \dots, W^T) \in W^q,$$

где W^q – множество векторов.

Привлекаемый кредит должен покрыть не только сложившийся дефицит, но и обеспечить необходимый минимальный остаток денежных средств предприятия s_{\min} в каждый из периодов.

Сумма непогашенного кредита (текущей задолженности перед банком) в каждый из периодов не может быть отрицательной величиной, а также не может превышать величины максимального объема кредита W^{\max} , то есть в зависимости от периода времени $t = 1, \dots, (T+L)$ должно выполняться условие:

$$(7) \forall t = 1, \dots, (T+L) \quad W^{\max} \geq \sum_{t=1}^t W^t \geq 0.$$

Если кредиты и займы предприятия планируется привлекать под $\beta\%$ годовых, то расходы, связанные с выплатой процентов за пользование кредитом в t -ом периоде, будут равны:

$$(8) b \sum_{t=1}^t W^t.$$

Сумма всех положительных и отрицательных финансовых потоков по кредиту должна равняться нулю. Это означает, что в момент времени T кредит должен быть выплачен полностью:

$$(9) \sum_{t=1}^T W^t = 0.$$

Таким образом, с учетом вышесказанного NPV в (1) будет выглядеть следующим образом:

$$(10) NPV = \left[\sum_{t=1}^{T+L} \left(\left[\frac{R^t - b \cdot \sum_{t=1}^t W^t}{(1+r)^t} - \sum_{i=1}^I \frac{C_i}{(1+r)^{f_i(X_i)}} \cdot (1-h) \right] \right) \right] - s(L).$$

Следует отметить, что задержки инвестиционного проекта приводят к возникновению «штрафов», которые выплачиваются из чистой прибыли, поэтому при выплате «штрафов» не учитывается налог на прибыль.

В разрабатываемой задаче оптимизации графика финансирования инвестиционного проекта предлагается учитывать ограничение на финансовые потоки – на конец каждого из периодов сальдо финансовых потоков, рассчитываемое нарастающим итогом, должно быть положительным, то есть в зависимости от периода времени $t = 1, \dots, (T + L)$ должно выполняться условие:

$$(11) \forall t = 1, \dots, (T + L) \quad \sum_{t=1}^t \left[R^t - \sum_{i=1}^I (C_i \cdot x_i^t) + W^t - b \cdot \sum_{j=1}^t W^j \right] \geq 0.$$

Данное ограничение обозначает, что в каждый период времени сумма притоков денежных средств превышает сумму оттоков, причем остаток денежных средств предыдущего периода добавляется к последующему.

В обобщенном виде экономико-математическую модель можно представить в следующем виде:

$$(12) \left\{ \begin{array}{l} NPV = \left[\sum_{t=1}^{T+L} \left[\left(\frac{R^t - b \cdot \sum_{t=1}^t W^t}{(1+r)^t} - \sum_{i=1}^I \frac{C_i}{(1+r)^{f_i(X_i)}} \right) \cdot (1-h) \right] \right] - \\ - S(L) \xrightarrow{x \in X, W \in W^q} \max, \\ \forall t = 1, \dots, (T+L) \quad \sum_{t=1}^t \left[R^t - \sum_{i=1}^I (C_i \cdot x_i^t) + W^t - b \cdot \sum_{j=1}^t W^j \right] \geq 0, \\ \forall t = 1, \dots, (T+L) \quad W^{\max} \geq \sum_{t=1}^t W^t \geq 0, \\ \forall i = 1 \dots I \quad \text{если } l_i \leq TF_i < 0, \text{ тогда } y_i = 0, \\ \forall i = 1 \dots I \quad \text{если } TF_i < l_i, \text{ тогда } y_i = 1, \\ S(L) = \sum_{t=1}^L \frac{Q^t}{(1+r)^{T+t}}, \\ L = \sum_{i=1}^I (l_i - TF_i) \cdot y_i, \\ \sum_{t=1}^T W^t = 0. \end{array} \right.$$

Исходной информацией для экономико-математической модели является массив *Works*, представляющий собой таблицу, содержащую следующие элементы сетевой модели типа AoN: *Num* – наименование работы *i*, *EST_i* – раннее время начала выполнения работы *i*, *LST_i* – позднее время начала выполнения работы *i*, *t_i* – продолжительность работы *i*, *TF_i* – полный резерв выполнения работы *i*.

Исходными переменными экономико-математической модели являются: *R^t* – притоки денежных средств инвестиционного проекта, *C^t* – оттоки денежных средств инвестиционного проекта, *η* – налог на прибыль и *ρ* – ставка дисконтирования. *X_i* = (*x_i¹*, ..., *x_i^t*, ..., *x_i^T*) – вектор искомых величин.

На основе вышеприведенной модели разработана методика оптимизации графика финансирования инвестиционного проекта, которая представлена на рис. 2. Методика построена на основе эвристического алгоритма и содержит пятнадцать этапов.

При реализации методики в виде программного обеспечения на первом этапе формируется массив данных *Works*, содержащий строки с исходными данными графа работ инвестиционного проекта.

На втором этапе сортируется массив *Works* по убыванию.

На третьем этапе рассчитывается размер дефицита

$$D = \sum_{t=1}^t \left(R^t - \sum_{i=1}^I C_i \cdot x_i^t \right) \text{ в период времени } t (t = 1, \dots, T).$$

На четвертом этапе оценивается рассчитанное значение дефицита, полученное на предыдущем этапе. При отсутствии дефицита ($D \geq 0$) или наличии профицита в t -ый период времени методика переходит на пятый этап, на котором период времени t сравнивается со значением продолжительности критического пути ($t < T$). Если условие выполняется, то методика переходит на шестой этап, где рассматривается следующий период времени $t = t + 1$, после чего методика переходит к третьему этапу. При окончании перебора всех временных периодов проекта методика переходит на седьмой этап. В случае наличия дефицита ($D < 0$) методика переходит на десятый этап, на котором рассматривается вариант переноса сроков финансирования работ проекта.

На седьмом этапе рассчитываются значения запаздывания инвестиционного проекта $L = \sum_{i=1}^I (l_i - TF_i) \cdot y_i$, функции «штрафа»

$$S(L) = \sum_{t=1}^L \frac{Q^t}{(1+r)^{T+t}}, \text{ а также значение чистого дисконтированного}$$

потока $\Pi_1 = NPV_1(R^t, C_i, I, \eta, \rho, \sigma)$.

На восьмом этапе оценивается запаздывание инвестиционного проекта. Если запаздывание существует ($L > 0$), то методика переходит на девятый этап, на котором происходит подбор необходимого кредита. Подбор осуществляется методом пере-

$W^t = |D| + s_{\min}$. После чего происходит оценка величины необходимого кредита с величиной максимального объема кредита:

$$W^{\max} \geq \sum_{t=1}^t W^t \geq 0. \text{ Если кредит невозможен, методика переход}$$

ит на заключительный этап. По окончании перебора всех временных периодов происходит расчет чистого дисконтированного потока $\Pi_2 = NPV_2(R^t, C_i, W^t, \beta, I, \eta, \rho, \sigma)$ с учетом кредитования. Далее значения рассчитанных чистых дисконтированных потоков сравниваются ($\Pi_1 > \Pi_2$), и методика переходит на заключительный этап.

На десятом этапе показателю I_{\max} присваивается значение номера работы Num , стоящей в первой строке массива ($j = 1$) $Works$, т.е. с максимальным резервом времени.

На одиннадцатом этапе рассчитанный дефицит сравнивается с объемом финансирования работы I_{\max} $|D| \leq C_{I_{\max}} \cdot x_{I_{\max}}^t$.

Если на данном этапе финансирование работы I_{\max} превышает дефицит, то методика следует на двенадцатый этап, на котором объем финансирования работы I_{\max} в момент времени t частично уменьшается на объем дефицита за счет увеличения объема финансирования в момент времени $t + 1$, то есть

$$x_{I_{\max}}^{t+1} = x_{I_{\max}}^t + \frac{D}{C_{I_{\max}}} \text{ и } x_{I_{\max}}^t = x_{I_{\max}}^t - \frac{D}{C_{I_{\max}}}. \text{ Далее методика воз}$$

вращается на третий этап, на котором рассматривается следующий временной период.

Если же финансирование работы I_{\max} меньше дефицита, то методика переходит на тринадцатый этап, на котором объем финансирования работы I_{\max} в момент времени t полностью переносится на момент времени $t + 1$: $x_{I_{\max}}^t = 0$ и

$$x_{I_{\max}}^{t+1} = x_{I_{\max}}^{t+1} + x_{I_{\max}}^t. \text{ На данном этапе также рассчитывается новое}$$

значение дефицита после переноса расходов на будущий период, которое не удалось сократить путем «замораживания» оплаты работы с номером I_{\max} : $D = D - C_{I_{\max}} \cdot x_{I_{\max}}^t$. На четырнадцатом этапе происходит проверка, которая заключается в том, что пока

не достигнута последняя строка массива *Works*, то элемент j увеличивается на единицу ($j = j + 1$), т.е. показателю I_{\max} присваивается значение номера работы *Num*, стоящей в следующей строке массива *Works*, т.е. с меньшим резервом времени. В случае достижения последней строки массива *Works* значение чистого дисконтированного потока обнуляется $\Pi_1 = 0$. Это означает, что за счет переноса финансирования работы на будущий период времени невозможно избавиться от дефицита. После чего методика переходит к расчету объемов кредитования, т.е. на девятый этап.

На заключительном, пятнадцатом, этапе пользователю программного обеспечения необходимо принять решение о выборе схемы финансирования инвестиционного проекта.

Методика предполагает 4 сценария финансирования инвестиционного проекта, которые обозначены на рис. 2:

1 – При дефиците необходимо задерживать работы с максимальным полным резервом времени. Штрафов нет, кредиты не привлекаются.

2 – При дефиците необходимо задерживать работы с максимальным полным резервом времени. Возникают штрафы, так как кредит не реализуем.

3 – При дефиците необходимо привлекать кредиты, так как расходы по кредиту будут меньше штрафных санкций при задержках.

4 – При дефиците необходимо задерживать работы с максимальным полным резервом времени, так как штрафные санкции при задержках будут меньше, чем расходы по кредиту.

После выбора пользователя схемы финансирования инвестиционного проекта методика заканчивается.

Разработанная методика позволяет найти оптимальное решение модели оптимизации графика финансирования инвестиционного проекта на графах работ самым простым методом – путем перебора всех возможных значений. Методика трудоемка, так как использует самый затратный метод – метод перебора, однако обеспечивает сходимость к оптимальному решению за конечное число шагов.

Выводы

Разработанная экономико-математическая модель позволяет в условиях дефицита финансовых средств оптимизировать инвестиционные проекты, изменяя плановый вариант графика реализации, включающий ветвления с параллельным выполнением этапов работ. Оптимизация реализуется за счет изменений в финансировании этапов проекта, включая перенос финансирования на более поздние сроки, привлечение заемных средств и учет «штрафных» санкций. Разработанная методика включает одиннадцать этапов и позволяет оптимизировать график финансирования инвестиционных проектов на основе разработанной экономико-математической модели.

Литература

1. БОГАТЫРЕВ В.Д., ГРИЦЕНКО С.А. *Оптимизация инвестиционной программы строительной компании* // Труды международной научно-практической конференции «Управление большими системами – 2009», Т.2. М.: ИПУ РАН, 2009. С. 21 – 24.
2. БОГАТЫРЕВ В.Д., МОРОЗОВА С.А. *Экономико-математическая модель оптимизации графика финансирования с учетом сдвигов этапов инвестиционного проекта* // Вестник Самарского государственного университета путей сообщения. 2010. №3 (9). С. 76 – 84.
3. БУРКОВ В.Н. *Как управлять проектами: Научно-практическое издание* / В.Н. Бурков, Д.А. Новиков. М.: СИНТЕГ–ГЕО, 1997.
4. БУРКОВ В.Н. *Теория графов в управлении организационными системами* / В.Н. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. М.: СИНТЕГ, 2001.
5. МОРОЗОВА С.А. *Модель и методика оптимизации графика финансирования инвестиционных проектов* // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2010. №3 (23). С. 82 – 93.

6. МОРОЗОВА С.А., ЕСИПОВА О.В. *Оптимизационная модель интеграции материальных и финансовых потоков инвестиционных проектов // Экономические науки. 2010. №8 (69). – С. 228 – 233.*
7. НОВИКОВ Д.А. *Управление проектами: организационные механизмы.* М.: ПМСОФТ, 2007.
8. РАЗУ М.Л. *Управление проектом. Основы проектного управления: учебник / М.Л. Разу, Т.М. Бронников, Б.М. Разу, С.А. Титов, Ю.В. Якутин.* М.: КНОРУС, 2006.
9. ТОВБ А.С. *Управление проектами: стандарты, методы, опыт / А.С. Товб, Г.А. Ципес.* М: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2003.

MODEL AND TECHNIQUE OF INVESTMENT PROJECT FINANCING SCHEDULE OPTIMIZATION USING WORK CHARTS

Vladimir Bogatyrev, Samara State Aerospace University (National research university) (SSAU), Samara, Doctor of Science, professor, vice-rector of SSAU (samelev@rambler.ru).

Svetlana Morozova, Samara State Aerospace University (National research university) (SSAU), Samara, post-graduate student of Economics of SSAU (morozova_s_a@mail.ru).

Abstract: We propose an economic-mathematical model of investment project financing schedule optimization under cash deficiency. We develop a technique to optimize a investment project financing schedule by means of payment delays, loans drawing, and careful penalties calculation. At the end we draw policy recommendations for investment projects financing.

Keywords: investment project, financing, cash flow, deficit, surplus, net present value.

Статья представлена к публикации членом редакционной коллегии В.Н. Бурковым