

УДК 338.984:004.942

С.Г. Кийко<sup>1</sup>, Е.А. Дружинин<sup>2</sup>, Б.В. Гайдабрус<sup>3</sup><sup>1</sup> ПАО Электрометаллургический завод «Днепропеталь» им. А.Н. Кузьмина<sup>2</sup> Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков<sup>3</sup> Сумской государственной университет, Сумы

## МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДЕНЕЖНЫМИ ПОТОКАМИ ПРОЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

Рассмотрены основные особенности выбора направлений развития производства через реализацию проектов с учетом возможности привлечения дополнительных инвестиций. Описываются задачи выбора рациональных вариантов привлечения дополнительных инвестиций с переносом сроков выполнения работ, что позволяет реализовывать проекты в условиях приостановления финансирования в отдельные периоды времени с помощью «замораживания» работ, с частичным финансированием работ, что обеспечивает реализацию проекта в условиях задержки финансирования.

**Ключевые слова:** денежные средства, портфель проектов, дефицит, дополнительные инвестиции.

### Введение

Специфика проектной деятельности приводит к тому, что стоимостной аспект является решающим при принятии решения о целесообразности включения проекта в портфель для его дальнейшей реализации. Наряду с традиционными путями минимизации затрат, которые основаны на корректировке сроков, объемов работ, оптимизации объемов необходимых ресурсов, особую роль занимают вопросы выбора форм и источников финансирования проектов развития предприятия.

С развитием рыночных отношений появилось множество новых способов для финансирования проектов (например, эмиссия акций, ускоренная амортизация и т.д.) и теоретически расширились возможности по привлечению средств. В связи с этим предприятия сталкиваются с необходимостью анализа целого ряда источников, прежде чем будет принято решение о приемлемости одного из них или их комбинации при финансировании проекта.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Одним из наиболее важных и сложных этапов управления потоками ресурсов портфеля проектов является их оптимизация. Оптимизация ресурсов предприятия в процессе управления проектами заключается в выборе показателей, отражающих эффективность, системы измерителей потребляемых ресурсов и способов оптимизации (вариантов решений при управлении ресурсными потоками).

Наиболее часто встречаются методы линейного и нелинейного программирования [1, 2] для получения оптимальных значений финансовых или ресурсных показателей. Трудности реализации таких моделей в практических ситуациях часто связаны с выбором конкретного вида целевой функции из множества известных, а также сложностью и трудоемкостью определения и обработки предпочтений.

Сложные задачи планирования, как правило, отличаются весьма высокой вычислительной сложностью, и поиск «оптимального» решения в разумные сроки завершить нельзя. Кроме того, обычно одновременно преследуются несколько целей (снижение объема просроченных работ, повышение коэффициента использования ресурсов и т.д.), которые часто конфликтуют друг с другом. Таким образом, на практике необходимо найти какое-нибудь из удовлетворительных (рациональных) решений, в котором эти цели уравновешены и, которое может быть получено с минимальными вычислительными затратами. Поэтому на практике используются эвристические алгоритмы планирования при ограниченных ресурсах.

Существенную часть моделей и методов управления проектами составляют задачи построения календарных планов реализации проекта [3], связанных в основном именно с распределением ограниченных ресурсов. Задачи учета и распределения ресурсов сводятся к построению таких графиков потребления ресурсов для всех работ прединвестиционной и инвестиционной стадий проекта, которые удовлетворяют принятым критериям достижения поставленных целей и которые являются наилучшими. В зависимости от принятого критерия оптимальности целей, можно выделить [4]:

- задачи минимизации отклонения от заданных сроков (или минимизации самих сроков) выполнения самого комплекса работ или группы комплексов при ограниченных ресурсах;
- задачи минимизации потребности в ресурсах при заданных сроках выполнения работ;
- задачи со смешанными критериями.

### Постановка задачи исследования

Анализ существующих методов и моделей управления ресурсными потоками портфеля проектов предприятия показал, что требуется комплексный под-

ход при формуванні ефективної системи управління ресурсними потоками портфеля проектов промышленного предприятия, направленного на подбор объема, стоимости и времени привлечения одних ресурсов под соответствующие параметры других ресурсов.

Для эффективного управления финансовыми потоками портфеля проектов предприятия необходимо целенаправленное концептуальное управление процессом формирования ресурсной базы и расходных обязательств, контурное представление которого отражено на рис. 1.

Основной задачей эффективного управления финансовыми потоками является полное и своевременное обеспечение необходимым объемом финансовых ресурсов к установленным срокам из гарантированных источников финансирования. Объект данного снабжения в рамках предприятия – процесс финансирования проектной деятельности предприятия с целью повышения реализуемости и эффективности и оптимизация движения финансовых потоков предприятия в целях повышения его финансовой стабильности в целом. Отсюда, формируя инвестиционные ресурсы портфеля проектов развития предприятия, следует просчитывать влияние их формирования на финансовую устойчивость и текущую платежеспособность.

Для реализации концепции эффективного управления финансовыми потоками необходимо решение задач, связанных со структурированием основополагающих потоков, определением их характеристик, выбором инструментов воздействия, разработкой механизмов реагирования на изменение параметров внутренней и внешней среды. Моделирование финансовых процессов помогает понять общую взаимосвязь характеристик потоков и определить точки, на которые необходимо направить управляющее воздействие.

Главной задачей при разработке модели управления финансовыми потоками будет являться организация движения финансовых потоков рациональным для предприятия и его портфеля проектов образом. Управление потоками осуществляется через управление скоростью их движения, мощностью, направлением, периодичностью и другими параметрами. При этом важным является оптимизация согласованности потоков между собой, т.е. движение финансовых по-

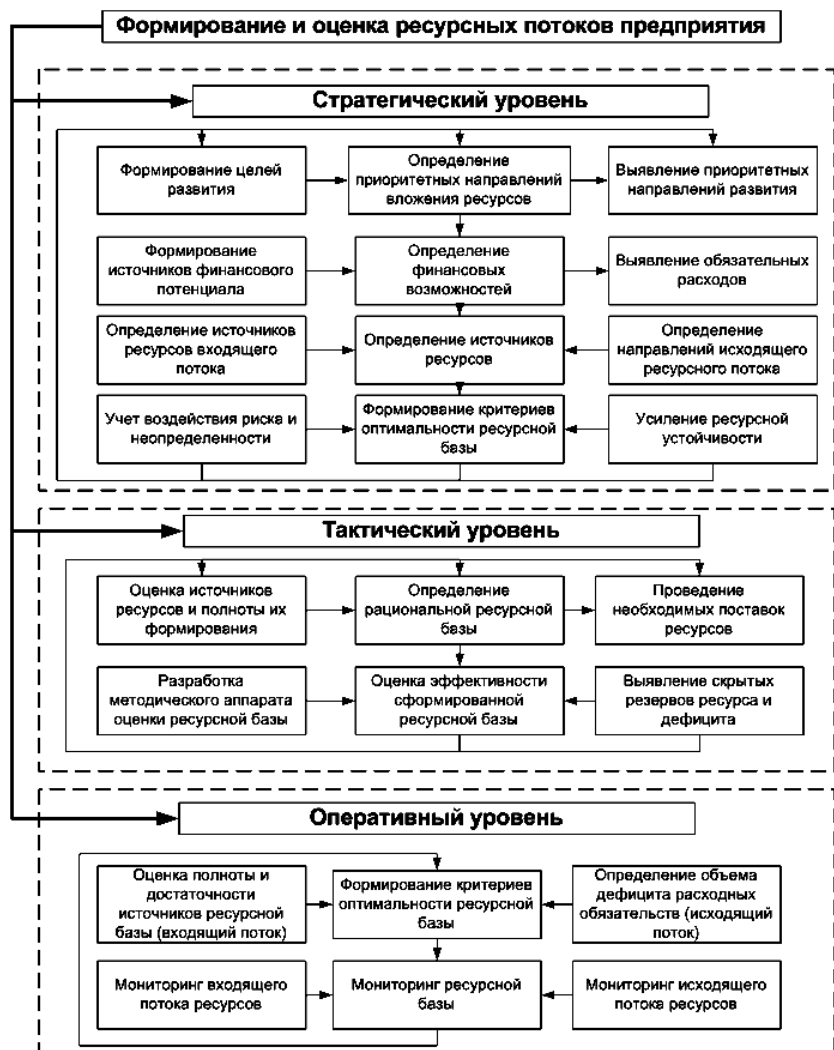


Рис. 1. Многоуровневая модель формирования и оценки ресурсных потоков предприятия

токов должно быть определенным образом сопряжено с информационными, материальными и другими потоками. Поэтому система управления ресурсопотоками должна обеспечить максимальное положительное сальдо финансовых потоков, позволяющее сформировать запас финансовой прочности для портфеля развития предприятия. Определим основные источники финансирования проекта при различных видах ресурсных дефицитов:

- при дефиците технологий возможными способами привлечения дополнительных инвестиций являются: кредитование, дополнительная эмиссия ценных бумаг;
- при дефиците оборудования возможными способами привлечения дополнительных инвестиций являются: кредитование; акции и облигации; лизинг (покупка в рассрочку);
- при дефиците кадров возможными способами привлечения дополнительных инвестиций являются: кредитование; краткосрочные облигации;
- при дефиците ресурсов на реализацию бизнес-процессов возможными способами привлечения

дополнительных инвестиций являются кредитование, краткосрочные облигации.

В современных условиях при реализации проектов развития на отечественных предприятиях чаще всего имеет место дефицит финансовых ресурсов, в результате, даже исходя из предельных возможностей, компании не могут обеспечить динамику и планы стратегического развития (рис. 2).

Дефицит финансовых ресурсов и острая необходимость технического перевооружения делают актуальной задачу оптимизации структуры капитала и снижения рисков, а также обеспечения финансовых потребностей соответствующими источниками (собственными и заёмными).

Поиск вариантов финансирования портфеля проектов можно сформулировать как задачу выбора соотношения видов финансирования из доступных собственных, заемных и привлеченных средств, при котором необходимо получить максимальное значение чистого приведенного дохода и минимальный уровень риска.

### Моделирование процессов управления денежными потоками при реализации портфеля проектов предприятия

Как отмечалось выше, возможны различные источники финансирования проектов (собственные средства, кредит, ссуда под залог недвижимости, выпуск акций и т.д.). Потенциально для каждого проекта-кандидата в портфель развития предпочтительным является желание получить прямое (безвозмездное) финансирование. Однако, как правило, суммарный объем предложений по участию в портфеле развития предприятия значительно превышает возможности целевого (бюджетного) финансирования. Поэтому необходим механизм финансирования, обеспечивающий наиболее эффективное распределение ограниченных финансовых ресурсов.

Таким образом, формирование портфеля развития должно происходить на основе отбора проектов. При принятии решения о приемлемости того или иного источника финансирования проекта следует брать во внимание три ключевые цели:

- максимизация прибыли, генерируемой проектом;
- минимизация затрат на привлечение определенного источника финансирования;

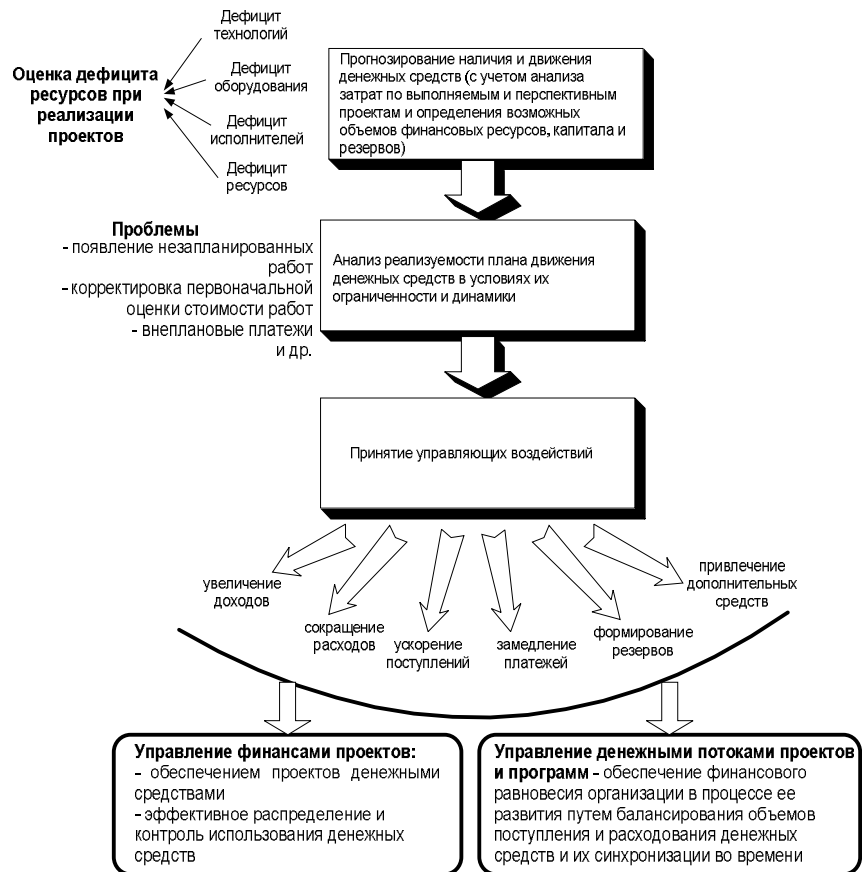


Рис. 2. Укрупненная схема управления финансовыми потоками при реализации портфеля проектов

– снижение рисков, сопутствующих реализации конкретного проекта.

Предполагается, что все ресурсы, необходимые для выполнения проектов, представлены в стоимостном выражении. На рис. 3 представлена схема оптимизации финансирования портфеля проектов предприятия. Предложенная система позволяет оптимизировать финансирование проектов при последовательной и параллельной схеме выполнения работ в условиях дефицита денежных средств.

При последовательном варианте выполнения работ в случае наличия дефицита финансовых средств предлагается переносить сроки выполнения работ на будущие периоды, т.е. «замораживать» этапы, не затрагивая последовательность их выполнения. Также при данном варианте возможно частичное финансирование, т.е. когда долевая оплата работ зависит от наличия финансовых средств.

При втором варианте в случае наличия дефицита финансовых средств предлагается преобразовывать плановый вариант графика реализации, включающий ветвления с параллельным выполнением этапов работ, с помощью изменений в финансировании этапов проекта, включая перенос финансирования на более поздние сроки, привлечение заемных средств и учет штрафных санкций (потери, вызванные «замораживанием» работ будем учитывать в модели через неустойку, моделируемую функцией штрафа).

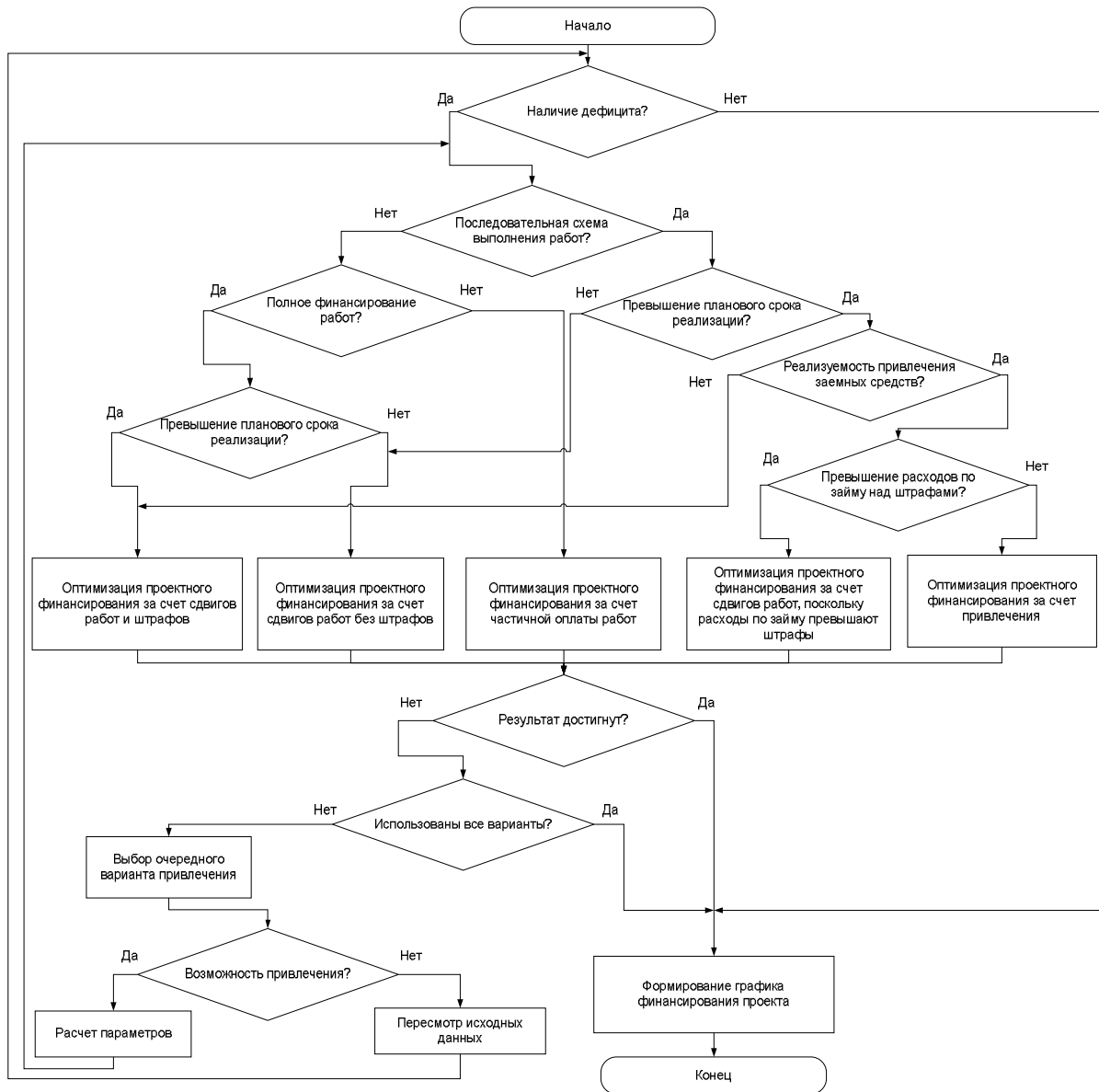


Рис. 3. Схема оптимизации финансирования портфеля проектов предприятия

Пусть имеется портфель финансируемых проектов предприятия  $PR = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ . Формализовано представим проект в виде совокупности показателей:

$$P_i = \langle S_i, T_i, F_i \rangle, \quad (1)$$

где  $S_i$  – требуемый объем финансирования  $i$ -го проекта;  $T_i$  – продолжительность реализации проекта;  $F_i$  – оценка ожидаемого дохода от проекта в случае его включения в портфель. Каждый проект состоит из множества работ  $u_{ij}$ ,  $j = 1..n_i^P$ , где  $n_i^P$  – количество работ  $i$ -го проекта.

Обозначим через  $S^S$  – объем финансирования портфеля проектов из собственных средств. Если  $S_{PR} > S^S$  (как правило, значительно), то разность  $D_{PR} = S_{PR} - S^S$ , которая представляет собой дефи-

цит средств для портфеля проектов, финансируется за счет внебюджетных источников – заемных или привлеченных средств, что, естественно, увеличивает стоимость портфеля проектов.

В общем виде структуру расходов проекта можно представить в виде таблицы, ячейки которой отражают оплату работы  $j$  в момент времени  $t$ , для этого можно использовать  $X_i = \|x_{ji}^t\|$  – матрицу финансирования  $i$ -го проекта, элемент которой  $x_{ji}^t$  характеризует оплату работы  $j$  в момент времени  $t$ , где

$$\forall j, \forall t \quad 0 \leq x_{ji}^t \leq 1, \quad \sum_{t=1}^T x_{ji}^t = 1.$$

В качестве основного показателя для определения экономической эффективности проекта будем использовать  $NPV_i$  – чистый приведенный доход.

Чистый приведенный доход проекта:

$$NPV_i = \sum_{t=1}^T \frac{R_i - S_i}{(1 + d_t)^t}, \quad (2)$$

где  $R_i, S_i$  – поступления и расходования денежных средств по проекту  $i$  соответственно в течение прогнозного периода  $t = 1...T$ ;  $d_t$  – ставка дисконтирования в момент времени  $t$ . Очевидно, что для всех проектов, удовлетворяющих необходимым условиям эффективности,  $NPV_i > 0$ .

В независимости от того, какой выбирается источник финансирования, должны быть указаны суммы, получаемые по источникам финансирования, и суммы выплат по ним. Таким образом, значение дисконтированного денежного потока NPV будет корректироваться в зависимости от вида привлекаемых средств.

Финансирование работ проекта в абсолютных/денежных единицах представляется в виде матрицы  $C_i = \left\| C_{ij} \cdot x_{ij}^t \right\|$ , где  $C_{ij}$  – сумма денежных средств, необходимых на оплату работы  $j$  проекта.

При наличии дефицита предлагается откладывать оплату работ и поставок на будущие периоды, т.е. «замораживать» этапы, не затрагивая взаимосвязь их выполнения, в результате чего для каждой работы определяется величина ее задержки  $L_{ij}$ , которая находится как разность между плановым и фактическим окончанием работ.

Потери, вызванные «замораживанием» работ, учитываются в модели через неустойку, которая моделируется функцией штрафа  $PN(E)$  и вычитается из чистого дисконтированного потока NPV на всех этапах проекта.

Функция штрафа за невыполнение обязательств в срок зависит от времени просрочки и представляет собой дополнительную сумму, вычитаемую из плановых доходов. В общем виде функцию штрафа можно представить таким образом:

$$PN(E) = \sum_{t=1}^L \frac{E^t}{(1 + d)^{t+T}}, \quad (3)$$

где  $E^t$  – размер неустойки в абсолютном выражении за задержку проекта в каждом из рассматриваемых периодов;  $L$  – задержка проекта.

Так как не все задержки окончания выполнения работ приводят к задержке всего проекта, не каждая задержка будет вызывать неустойку. Это можно учесть в модели, используя понятие резерва времени. Каждой работе проекта соответствует полный резерв времени ее выполнения  $T_{ij}^f$ . Поэтому если сдвиг работы не превышает резерв времени ее выполнения ( $L_{ij} \leq T_{ij}^f$ ), то отсутствует задержка реализации всего проекта, т.е. на предприятие, реали-

зующее проект, не накладываются штрафные санкции. Если сдвиг работы превышает резерв времени ее выполнения ( $L_{ij} > T_{ij}^f$ ), то возникает задержка окончания проекта, следовательно, предприятие несет дополнительные расходы, которые моделируются функцией штрафа. Данные условия математически можно описать через индикатор неустойки  $u_{ij}$  следующим образом:

$$u_{ij} = \begin{cases} 0, & \text{если } \forall j = 1, \dots, n_i^p \quad L_{ij} \leq T_{ij}^f; \\ 1, & \text{если } \forall j = 1, \dots, n_i^p \quad L_{ij} > T_{ij}^f. \end{cases} \quad (4)$$

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

$$L_i = \sum_{j=1}^{n_i^p} (L_{ij} - T_{ij}^f) \cdot u_{ij}, \quad (5)$$

где  $L_i$  – запаздывание проекта.

Устранение дефицита (ситуации, когда существует временный недостаток денежных средств, необходимых для финансирования расходов) возможно не только с помощью «замораживания» этапов проекта, но и с помощью привлечения заемных средств.

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

Выбор любого другого источника финансирования будет влиять только на расчет NPV.

Выбранный набор источников финансирования на каждом этапе должен обеспечивать достаточность средств для финансирования проекта.

Решив задачу, мы сможем найти такое сочетание источников финансирования, при котором будет получен оптимальный портфель. Общая задача заключается в выборе портфеля  $PR_O$ , имеющего максимальную эффективность

$$\sum_{i \in PR} NPV_i \rightarrow \max. \quad (6)$$

Для решения задачи предлагается методика оптимизации графика финансирования проекта, которая построена на основе эвристического алгоритма (рис. 4). Также ставится задача определить оптимальную структуру источников финансирования в зависимости от ранее выбранных параметров проектной доходности. Использование заемных средств способствует возникновению финансового левериджа (рычага), связанного с неопределенностью выплат по долговым обязательствам, что порождает возникновение финансового риска.

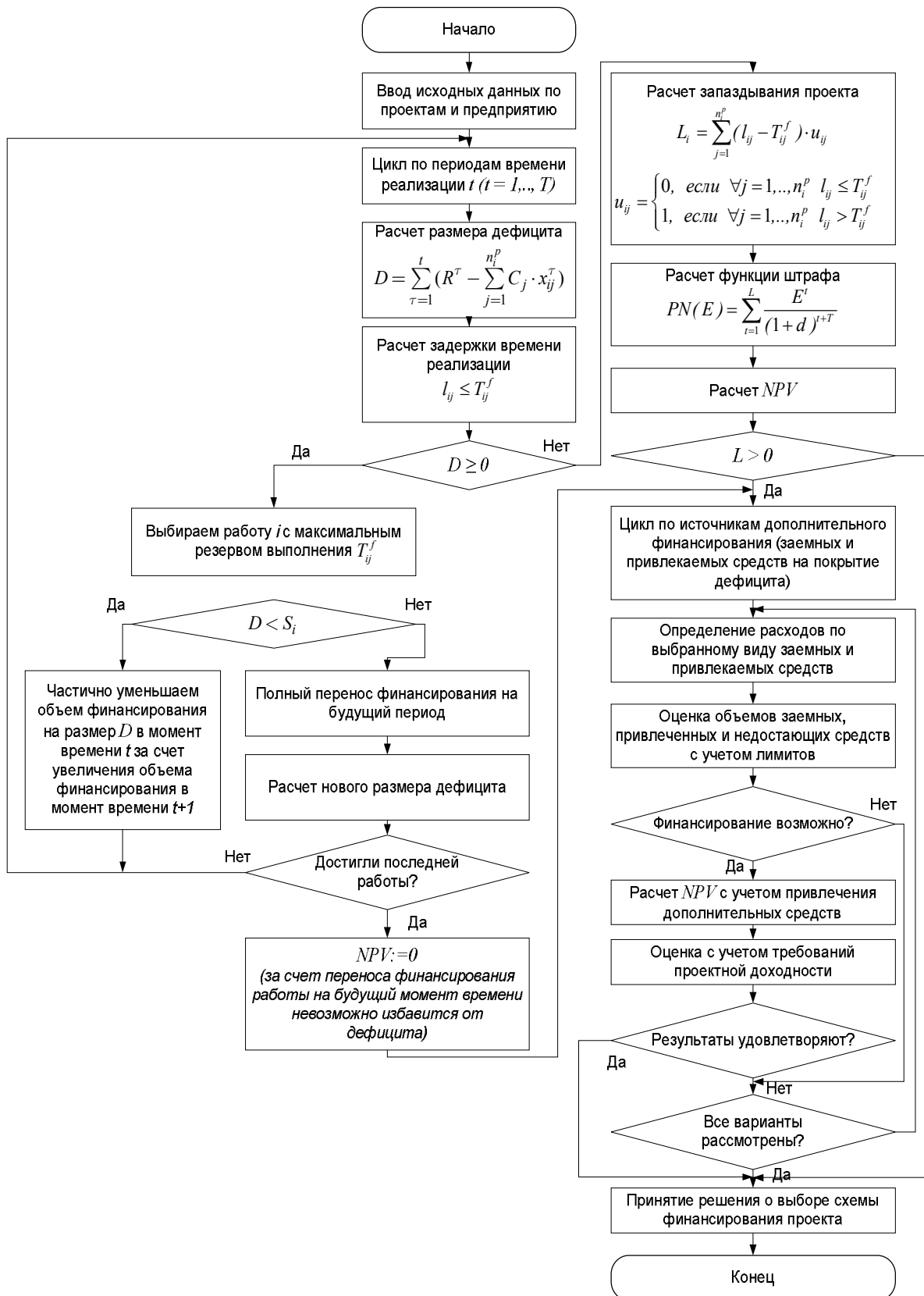


Рис. 4. Методика оптимизации графика финансирования проекта

Для расчета эффекта финансового рычага применяется следующая формула:

$$E_F = (1 - \eta)(E_R - \rho) \frac{LC}{EC}, \quad (7)$$

где  $\eta$  – ставка налогообложения прибыли, выраженная десятичной дробью;  $E_R$  – экономическая рентабельность активов;  $\rho$  – средняя расчетная ставка процента;  $LC$  – заемные средства;  $EC$  – собственные средства.

Расчет эффекта финансового рычага позволяет определить предельную границу доли использования заемного капитала для конкретного проекта, рассчитать допустимые условия кредитования.

Оптимальное использование привлекаемых средств предполагает максимальную величину эффекта финансового рычага, т.е.

$$E_F \rightarrow \max. \quad (8)$$

Заемные средства представляют сумму из кредиторской задолженности, других пассивов и взятых кредитов

$$LC = S_k + K_Z + D_p. \quad (9)$$

На величину привлекаемых средств накладывается условие неотрицательности

$$S_k \geq 0. \quad (10)$$

Кроме того, имеется ограничение сверху на величину плеча финансового рычага. Величина ограничения определяется отношением части актива, вовлекаемой в процесс получения прибыли  $M_C = \beta \cdot A$ , к оставшейся части  $\overline{M_C} = (1 - \beta) \cdot A$ , где  $A$  – актив баланса

$$\frac{LC}{EC} \leq \frac{M_C}{\overline{M_C}}. \quad (11)$$

Тогда ограничение (9) перепишем в виде

$$S_k \leq EC \frac{\beta}{1 - \beta} - K_Z - D_p. \quad (12)$$

Имеем оптимизационную задачу с квадратичной целевой функцией и линейными ограничениями. Достаточно простой вид этой задачи позволяет получить выражение для оптимального значения величины кредитов  $S_k$ .

## Заключение

Представлена многоуровневая модель формирования и оценки ресурсных потоков предприятия, которая увязывает потоковые процессы предприятия на всех уровнях управления, обеспечивая процедуры

регулирования параметров материальных и финансовых потоков за счет параметрического и структурного согласования в краткосрочном периоде и системного согласования и адаптации целей в долгосрочном периоде.

Рассмотрена модель выбора направлений развития производства через реализацию проектов с учетом возможности привлечения дополнительных инвестиций.

Разработаны оптимизационные модели выбора рациональных вариантов привлечения дополнительных инвестиций: модель с переносом сроков выполнения работ, позволяющая реализовывать проекты в условиях приостановления финансирования в отдельные периоды времени с помощью «замораживания» работ; модель с частичным финансированием работ, обеспечивающая реализацию проекта в условиях задержки финансирования; модель с параллельной схемой выполнения работ, учитывающая привлечение заемных средств и функцию штрафов.

## Список литературы

1. Бурков В.Н. Модели и методы мультипроектного управления [Текст] / В.Н. Бурков, О.Ф. Квон, Л.А. Цитович. – М.: ИПУ РАН, 1997. – 62 с.
2. Кондращенко В.В. Математическая модель расчета оптимальной схемы финансирования инвестиционного проекта с привлечением коммерческого кредита [Текст] / В.В. Кондращенко // Труды V междунар. науч.-практ. конф. – М.: МИИТ, 2008. – С. 117-119.
3. Бертонеш М. Управление денежными потоками / М. Бертонеш, Р. Найт. – СПб.: Питер, 2004. – 240 с.
4. Гречуха Е.И. Принятие решений в системах управления стоимостью проектов [Текст] / Е.И. Гречуха, П.А. Тесленко // Управління проектами: Стан та перспективи: Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції. – Миколаїв: НУК, 2009. – С. 53-55.

Поступила в редколлегию 15.10.2014

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Б.А. Демидов, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

## МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ГРОШОВИМИ ПОТОКАМИ ПРОЄКТІВ ПІДПРИЄМСТВА

С.Г. Кійко, Е.А. Дружинин, Б.В. Гайдабрус

*Розглянуті основні особливості вибору напрямків розвитку виробництва через реалізацію проектів з урахуванням можливості залучення додаткових інвестицій. Описуються завдання вибору раціональних варіантів залучення додаткових інвестицій з перенесенням термінів виконання робіт, що дозволяє реалізовувати проекти в умовах призупинення фінансування в окремі періоди часу за допомогою «заморожування» робіт, з частковим фінансуванням робіт, що забезпечує реалізацію проекту в умовах затримки фінансування.*

**Ключові слова:** грошові кошти, портфель проектів, дефіцит, додаткові інвестиції.

## MODEL MANAGEMENT OF COMPANIES PROJECTS CASH FLOWS

S.G. Kiyko, Ye.A. Druzhinin, B.V. Gajdabrus

*The main features of the choice of directions of development of production through projects with the potential to attract additional investment is considered. We describe the tasks of the choice of rational options to attract more investment to the postponement of the work that allows us to implement projects under the suspension of funding from-sensible periods of time by "freezing" of the work, with partial funding of work that ensures the implementation of the project in terms delay funding.*

**Keywords:** cash, projects portfolio, deficit, additional investment.