

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ

Зубков С.А.,
Колесник А.А.

Харьковский государственный университет питания и торговли

Предложен многокритериальный метод оптимизации структуры источников финансирования необоротных активов предприятий как составляющей их инвестиционного потенциала на основе методов одновременного введения критериальных ограничений и графического.

Актуальной проблемой для любого предприятия, особенно в условиях глобального финансового кризиса, является поддержание инвестиционного потенциала на достаточном уровне для реализации намеченной стратегии его развития. Инвестиции направляются предприятием преимущественно в необоротные активы, а именно основные фонды и нематериальные активы. В этом контексте как одна из важнейших составляющих инвестиционного потенциала – структура источников финансирования необоротных активов, является одним из важнейших и самых сложных заданий, которое решается в процессе осуществления политики финансирования необоротных активов. Она является заключительным этапом формирования политики финансирования необоротных активов и предусматривает использование различных математических моделей, решения которых, в окончательном итоге, дают возможность выбрать наилучший вариант осуществления финансирования из всех доступных для предприятия.

Проведенный обзор литературы не обнаружил однозначного подхода к определению оптимальной структуры источников финансирования. Так, Т.В. Дорошенко в своем исследовании [3] выделяет два основных подхода к формированию оптимальной структуры источников финансирования. Согласно первому подходу [8] все потенциальные источники финансирования предприятия ранжируются по степени увеличения их стоимости и осуществляется выбор наилучшего источника мобилизации средств по минимальному значению этого показателя. То есть для финансирования предприятие выбирает тот источник, который имеет самую низкую стоимость. Согласно второму подходу [4] исходным пунктом при определении оптимальной структуры источников финансирования является не стоимость этих источников, а структура уже сформированного на предприятии капитала.

В то же время А.А. Марченко [7] предлагает при определении оптимального значения структуры источников финансирования учитывать средневзвешенную стоимость капитала, рентабельность собственного капитала, уровень финансового риска.

Власова Н.О. и Безгинова Л.И. в исследовании проблем оптимизации структуры капитала предприятий [1] выделяют такие критерии, как критерий финансовой устойчивости, критерий минимизации стоимости капитала и кри-

терий эффективности использования капитала и отмечают необходимость четко придерживаться последовательного расчета каждого критерия. Волошина К.А. предлагает предприятиям дополнительно рассчитывать еще и критерий политики финансирования [2].

Соглашаясь с точкой зрения, которую выражает Т.В. Дорошенко о том, что оптимальной считается такая структура источников финансирования, которая сформирована в результате оптимизации по различным критериям, считаем необходимым отметить, что при этом в каждом конкретном случае оптимальная структура будет отличаться в зависимости от критериев, которые выбрало для себя предприятие. Поэтому во время решения этого задания целесообразно учитывать несколько критериев сразу, что можно решить путем использования методов многокритериальной оптимизации.

Целью данной статьи является представления результатов разработки многокритериального метода оптимизации структуры источников финансирования оборотных активов как составляющей инвестиционного потенциала.

Применение математических методов во время принятия решений предусматривает построение соответствующей математической модели, что формализовано представляет собой проблемную ситуацию, то есть ситуацию выбора решения. Для заданий принятия решений (заданий оптимизации) в условиях определенности, когда случайные и неопределенные факторы отсутствуют, компонентами такой модели является множество X всех альтернативных решений, из которых и необходимо выбрать одно наилучшее, или оптимальное решение. Для того, чтобы была обеспечена возможность выбора, множество X должно содержать не менее двух решений.

В многокритериальной задаче оптимизации сравнения решений по предпочтению осуществляется не непосредственно, а с помощью заданных на X числовых функций f_1, f_2, \dots, f_n , которые называются критериями.

Критерии оптимизации структуры источников финансирования считаем целесообразным определять относительно целей политики финансирования оборотных активов [5]. Главной целью политики финансирования является формирование необходимой суммы денежных средств. В пределах этой цели можно сформулировать цели второго порядка, которые способствуют качественному выполнению главной цели. Поэтому как цели второго порядка определены такие: минимизация срока привлечения источников финансирования, минимизация стоимости привлечения источников финансирования, соответствие структуры источников финансирования целевой финансовой структуре капитала предприятия. Каждой цели должен отвечать определенный критерий оценивания (таблица 1).

Поскольку главной целью политики финансирования является формирование достаточного объема средств, то как основной критерий оптимизации определено соответствие сформированных средств инвестиционным потребностям предприятия. Поэтому на основе именно этого критерия целесообразно проводить предыдущий отсев альтернатив.

Общая сумма полученного финансирования равняется:

$$V = \sum_{i=1}^n I_i, \quad (1)$$

где V – общий объем полученного финансирования;

$\sum_{i=1}^n I_i$ – сумма средств, полученных из i -х источников.

Таблица 1 – Цели и критерии оптимизации структуры источников финансирования необоротных активов

Подчиненность целей	Цель	Критерий
Главная цель	1. Формирование необходимой суммы денежных средств	Общая сумма сформированных источников
Цели подчиненного характера	1.1. Минимизация времени на привлечение источников финансирования	Время, необходимое для привлечения источников
	1.2. Минимизация стоимости привлечения источников финансирования	Стоимость привлечения источников
	1.3. Соответствие структуры источников финансирования целевой финансовой структуре капитала	Соотношение собственного и ссудного капитала

Минимизация времени на привлечение источников финансирования. Получение финансирования, особенно извне, является долговременным процессом. Поэтому можно выделить следующий важный критерий эффективности формирования средств – получение финансирования как можно быстрее, то есть в кратчайший срок. Особенностью этого срока является то, что он состоит из нескольких часовых отрезков, которые характеризуют часовые параметры получения финансирования из конкретных источников.

Фактически этот срок можно представить таким образом:

$$t = tn_1 - t_0, \quad (2)$$

где t – фактическое время, связанное с привлечением финансирования, дней;

tn_1 – день (дата) получения средств из последнего источника;

t_0 – исходная точка (дата), начало поиска финансирования.

Важным заданием с позиции политики финансирования является минимизация расходов, связанных с получением финансирования. Общая стоимость получения финансирования равняется средневзвешенной стоимости капитала [1]:

$$\bar{C}_{cp} = \sum (C_{Д_i} \times u_i), \quad (3)$$

где \bar{C}_{cp} – средневзвешенная стоимость капитала;

$C_{Д_i}$ – часть i -го источника в общей сумме финансирования;

u_i – цена i -го источника %.

Соответствие структуры источников финансирования целевой финансовой структуре капитала. Для этой цели избран такой критерий, как доля собственного капитала. Этот критерий непосредственно связан с финансовой структурой капитала предприятия. Задание целевой структуры капитала путем расчетов той структуры, которая уже сложилась на предприятии и удовлетворяет его, является тем ориентиром, которому должна отвечать финансовая структура полученного финансирования, цель которой не ухудшить существующую структуру капитала предприятия. Часть собственных источников в общем объеме привлеченных источников можно представить таким образом:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n I_{BK_i}}{\sum_{i=1}^n I_{PK_i} + \sum_{i=1}^n I_{BK_i}}, \quad (4)$$

где S – структура источников финансирования;

$\sum_{i=1}^n I_{BK_i}$ – сумма i -х источников, которые будут отнесены к собственному капиталу;

$\sum_{i=1}^n I_{PK_i}$ – сумма i -х источников, которые будут отнесены к заемному капиталу.

Соответствие целевой финансовой структуре капитала структуры источников финансирования можно представить в виде среднеквадратичного отклонения фактической структуры от целевой:

$$\sigma = \sqrt{(S\phi - S\psi)^2}, \quad (5)$$

где σ – среднеквадратичное отклонение фактической структуры источников финансирования от целевой финансовой структуры капитала;

$S\phi$ – фактическая структура источников финансирования;

$S\psi$ – целевая структура финансирования.

При формализации любой модели оптимизации обязательным условием является ее направленность, которая в общем виде может предусматривать максимизацию или минимизацию результата. Поэтому, исходя из этого, определим направленность выделенных критериев оптимизации источников финансирования необоротных активов.

Объем сформированных источников финансирования необоротных активов должен равняться определенному объему потребности в средствах. При этом недостаточный объем указывает на неэффективность проведенной политики финансирования, потому для этого критерия целесообразно считать оптимальным максимальное его значение.

Критерии минимизации времени на привлечение источников финансирования и минимизации расходов, связанных с получением финансирования, уже

в своем названии имеют определенную направленность на минимизацию.

Критерий соответствия структуры источников финансирования целевой финансовой структуре капитала признает оптимальной ту альтернативу, которая имеет наименьший квадрат отклонения от целевой финансовой структуры капитала.

Далее необходимо сформулировать задание оптимизации структуры источников финансирования необратимых активов и построить соответствующую формализованную модель оптимизации.

Задание оптимизации заключается в том, что необходимо избрать такую единственную альтернативу (комбинацию источников финансирования) x^* из множества допустимых альтернатив (всех возможных комбинаций источников финансирования) X , которая как можно лучше отвечает целям политики финансирования необоротных активов. Формализованная модель многокритериальной оптимизации структуры источников финансирования имеет такой вид:

$$\left. \begin{array}{l} y_v = f_v(x) \rightarrow \max \\ y_t = f_t(x) \rightarrow \min \\ y_c = f_c(x) \rightarrow \min \\ y_s = f_s(x) \rightarrow \min \\ x \in X \end{array} \right\}, \quad (6)$$

где $y_v = f_v(x)$ – целевая функция оптимизации объема финансирования;

$y_t = f_t(x)$ – целевая функция оптимизации времени на привлечение финансирования;

$y_c = f_c(x)$ – целевая функция оптимизации стоимости привлечения финансирования;

$y_s = f_s(x)$ – целевая функция оптимизации структуры финансирования;

X – множество допустимых альтернатив;

x – отдельная альтернатива.

Следующим шагом является построение алгоритма оптимизации структуры источников финансирования по приведенной модели. В этом аспекте для решения поставленного задания предлагается как базовый метод оптимизации использовать метод одновременного введения критериальных ограничений [6], который необходимо трансформировать и адаптировать к особенностям задач оптимизации источников финансирования необоротных активов.

Упомянутый метод позволяет одновременно вводить несколько критериальных ограничений. Реализация метода предусматривает, что устанавливаются уровни, при которых значения соответствующих целевых функций можно было бы считать удовлетворительными. Поскольку задаваемые уровни могут быть недостижимыми одновременно, к методу добавляется процедура интенсивной коррекции этих уровней для достижения допустимого множественного числа альтернатив.

Исходя из особенностей политики финансирования предлагается проводить отсев альтернатив в две стадии. На первой стадии отсев альтернатив про-

водится с помощью лишь одного критерия – достаточности сформированных источников финансирования относительно необходимого объема финансирования. Таким образом, оптимизация сводится к решению однокритериальной задачи. На второй стадии те альтернативы, которые будут отвечать приведенному критерию, в последующем должны пройти процедуру многокритериальной оптимизации с помощью рассмотренного выше метода одновременного введения критериальных ограничений.

Таким образом, учитывая приведенную особенность и процедуру использования метода одновременного введения критериальных ограничений [6], разработан и предложен к использованию многоэтапный алгоритм проведения оптимизации структуры источников финансирования необоротных активов (рис. 1).

Первый этап связан с формированием всех возможных альтернатив. Они образуются из разных источников финансирования, которые характеризуются определенным объемом средств, временем на привлечение, стоимостью привлечения и финансовой структурой.

На втором этапе происходит отсев тех альтернатив, которые не обеспечивают получения финансирования в нужном объеме.

Если после этого отсева остается больше двух альтернатив, процесс отбора самой эффективной альтернативы продолжается. В противоположном случае необходимо пересмотреть или сформированные альтернативы, или снизить критерий нужного объема финансирования.

На третьем – происходит определение пределов вариации каждой из целевых функций на множественном числе эффективных альтернатив. На четвертом – строится обобщенная аддитивная функция ценности. На пятом – определяется такая допустимая альтернатива, которая отвечает минимуму обобщенной аддитивной функции ценности. На шестом этапе или принимается альтернатива x^1 за самую оптимальную, или за каждой из целевых функций указываются такие допустимые уровни ξ_k , которые считаются удовлетворительными. На седьмом этапе определяется реальность найденных на предыдущем этапе допустимых уровней критериальных показателей и осуществляется их коррекция или в сторону улучшения, если они являются реальными, или – послабление, чтобы сделать реальными. На восьмом – находится такая эффективная альтернатива x^2 , которая отвечала бы реальным допустимым уровням всех критериальных показателей. На девятом этапе, если невозможно избрать эффективную альтернативу x^2 за решение многокритериальной задачи, необходимо осуществить коррекцию первоначальных допустимых уровней целевых функций ξ_k . В итоге делается вывод о завершении процесса или необходимо вернуться к седьмому этапу с новыми значениями допустимых уровней целевых функций.

В целом, поставленное задание оптимизации может иметь графическое решение. На рис. 2 изображена трехмерная графическая модель отбора эффективной альтернативы из всего множества альтернатив источников финансирования путем согласования трех критериев: времени на привлечение, стоимости привлечения и структуры финансирования.

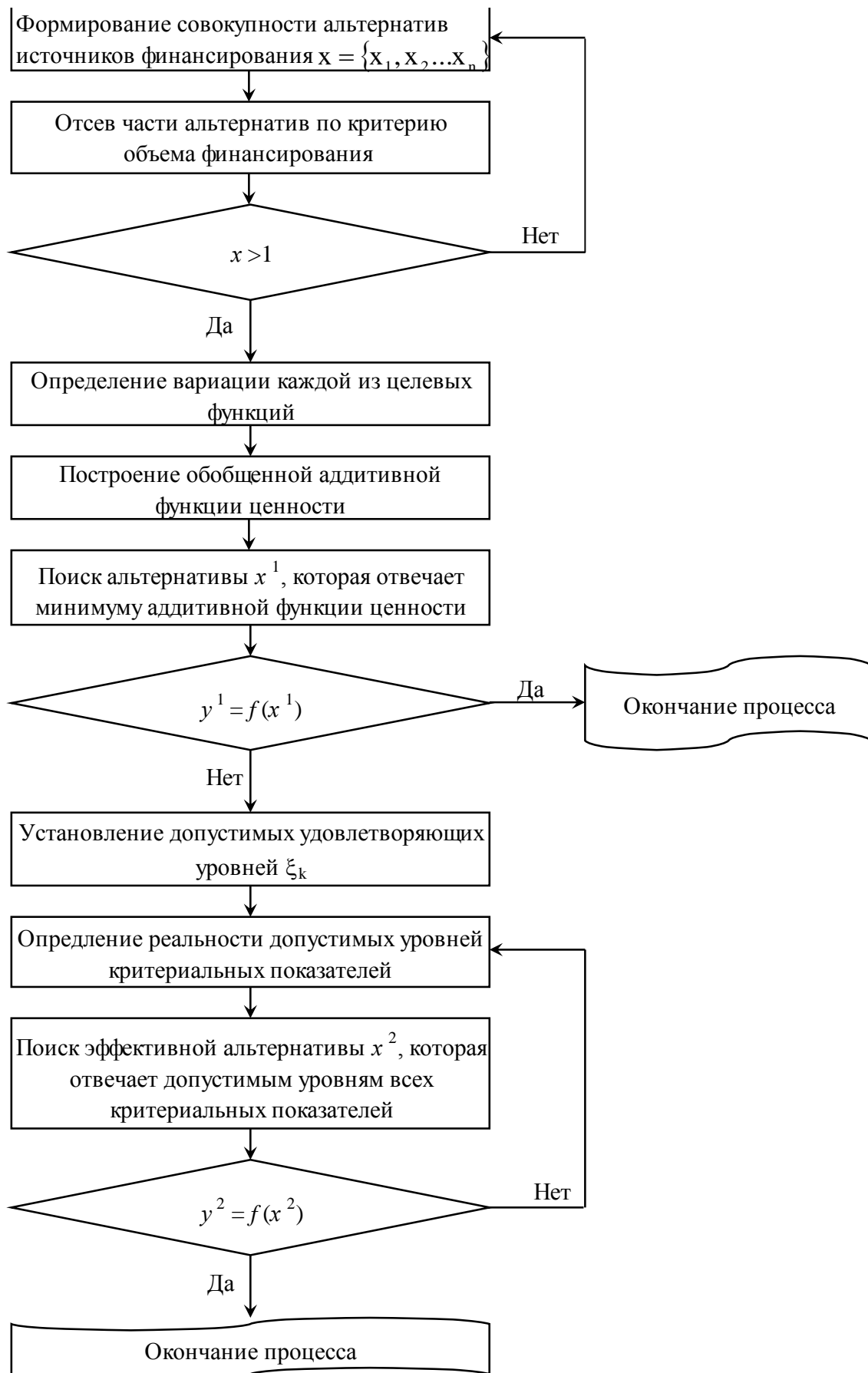


Рисунок 1 – Алгоритм оптимизации структуры источников финансирования необоротных активов по методу одновременного введения критериальных ограничений

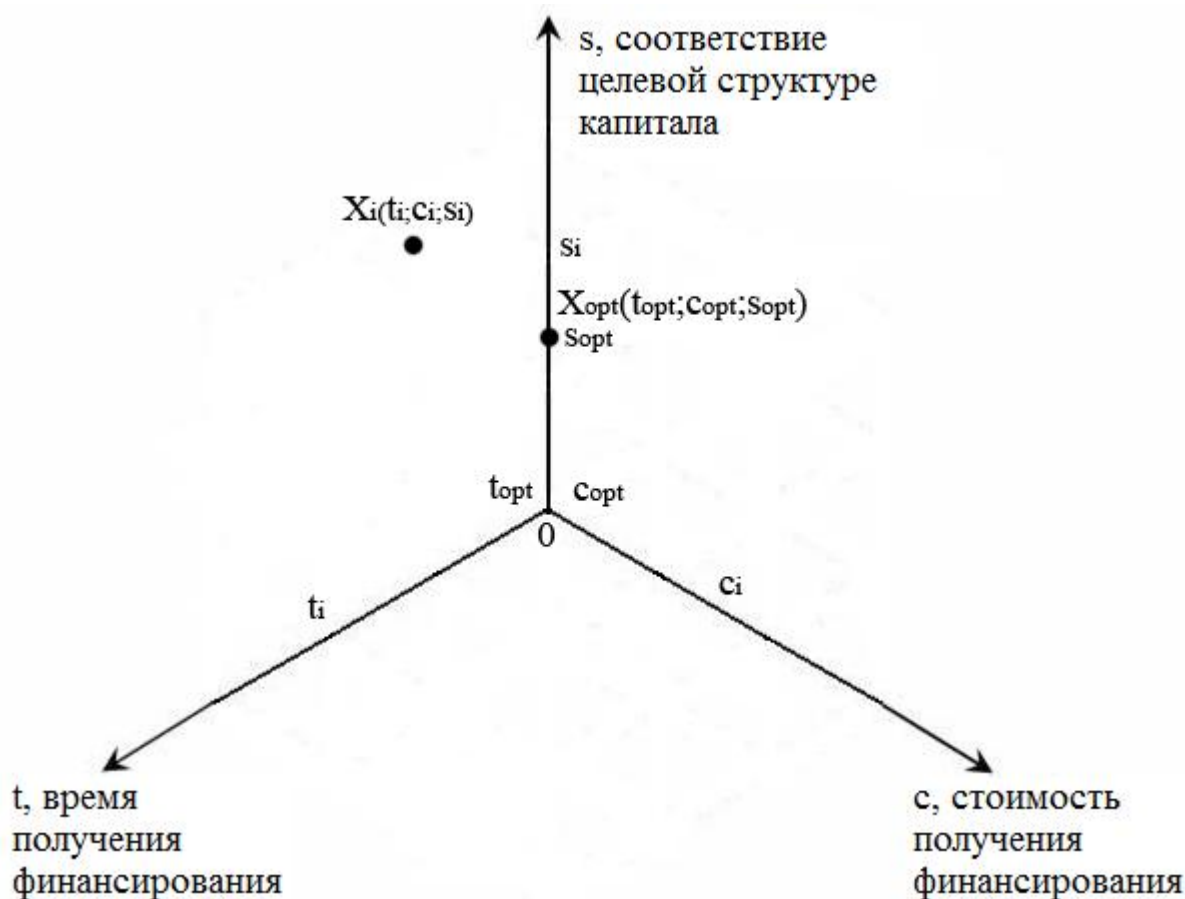


Рисунок 2 – Трехмерная матрица оптимизации источников финансирования необоротных активов

Каждый вариант финансирования можно подать как точку в трехмерном пространстве, которая имеет свои координаты $X_i (t_i; c_i; s_i)$. Учитывая рассмотренные выше условия оптимизации, допустим, что на координатной плоскости есть оптимальная точка $X_{opt} (t_{opt}, c_{opt}, s_{opt})$, которая отображает оптимальный для предприятия вариант финансирования. Если предположить, что финансирование предприятию нужно немедленно, то значение t_{opt} должно равняться нулю.

Если предприятие заинтересовано в получении финансирования с наименьшей стоимостью, то и оптимальное значение стоимости финансирования должно быть наименьшим. Хотя на практике стоимость финансирования не может равняться нулю, для выполнения оптимизационных расчетов в качестве оптимального для этого параметра выбран абсолютный минимум, то есть значение s_{opt} также равняется нулю. Поскольку предприятие стремится получить финансирование с определенной структурой финансирования, то s_{opt} должен равняться целевой структуре капитала предприятия, то есть в данном случае это $s_{ц}$.

Таким образом, оптимальным вариантом финансирования является тот, который равняется оптимальной точке $X_{opt} (0; 0; s_{ц})$, или наиболее приближенный к ней, то есть между ними должно быть наименьшее расстояние. Учиты-

вая, что расстояние между двумя точками на координатной плоскости равняется $A_0A_1 = \sqrt{(x_1 - x_0)^2 + (y_1 - y_0)^2 + (z_1 - z_0)^2}$, функция многокритериальной оптимизации источников финансирования будет иметь вид:

$$y_i = \sqrt{(t_i - t_{opt})^2 + (c_i - c_{opt})^2 + (s_i - s_{opt})^2} \rightarrow \min \quad (7)$$

$$y_i = \sqrt{(t_i - 0)^2 + (c_i - 0)^2 + (s_i - s_u)^2} \rightarrow \min \quad (8)$$

$$y_i = \sqrt{t_i^2 + c_i^2 + (s_i - s_u)^2} \rightarrow \min \quad (9)$$

y_i – аддитивная функция ценности i -го варианта финансирования;

t_i – время привлечения источников финансирования для i -го варианта финансирования;

c_i – стоимость финансирования для i -го варианта финансирования;

s_i – фактическая доля собственного капитала в i -м варианте финансирования;

s_{opt} – целевая доля собственного капитала.

Алгоритм осуществления оптимизации источников финансирования согласно предложенному методу представлен на рис. 3.

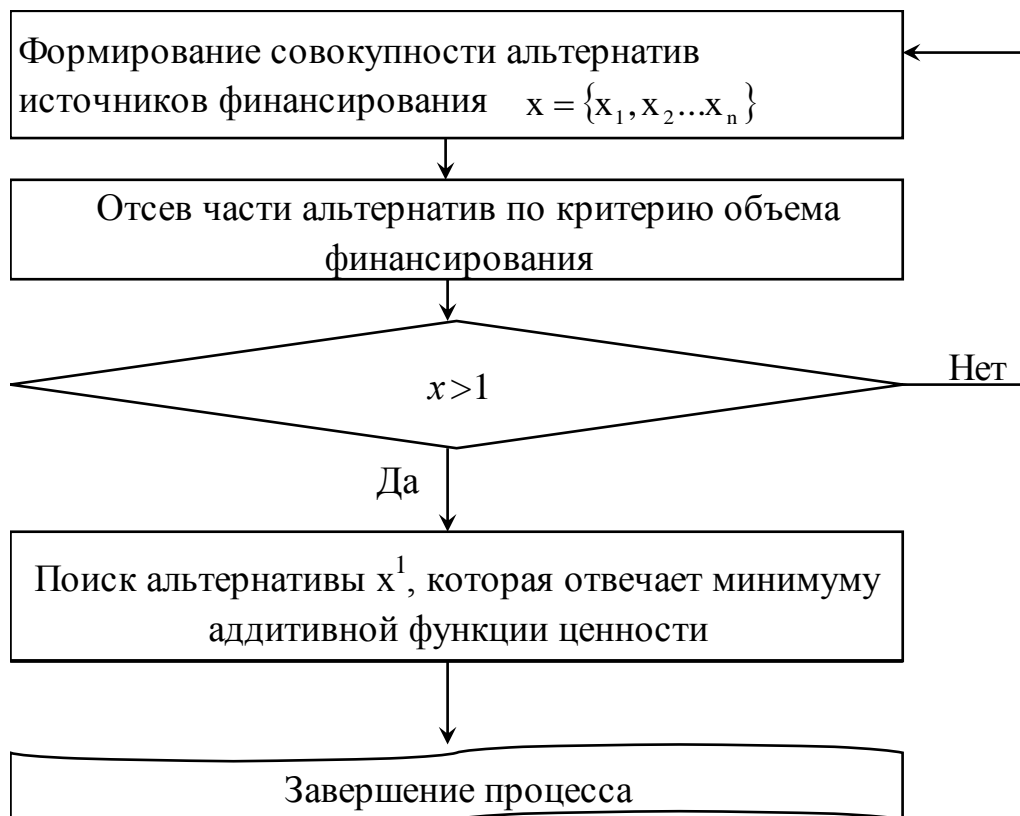


Рисунок 3 – Алгоритм проведения оптимизации источников финансирования графическим методом

Первый этап связан с формированием всех возможных альтернатив привлечения финансирования из всех доступных для предприятия источников.

На втором этапе происходит отсев тех альтернатив, которые не обеспечивают получения финансирования в нужном объеме. Если после отсева остается больше двух альтернативных вариантов источников финансирования, процесс поиска оптимальной альтернативы продолжается.

На третьем этапе строится аддитивная функция ценности по формуле 9 и выбирается та альтернатива, которая имеет наименьшее значение.

Выводы. Таким образом, предложенные методы оптимизации структуры источников финансирования необоротных активов предприятий позволяют обоснованно отбирать существующие варианты финансирования за счет разных источников, учитывая важные для осуществления эффективной политики финансирования параметры: объем финансирования, время получения финансирования, стоимость финансирования и структура источников финансирования. Предложенные методы многокритериальной оптимизации источников финансирования будут способствовать обоснованному принятию решений относительно формирования необоротных активов на предприятии, что приведет к повышению его инвестиционного потенциала.

Список литературы

1. Власова, Н. О. Формування оптимальної структури капіталу в підприємствах роздрібної торгівлі : Монографія / Н. О. Власова, Л. І. Безгінова ; Харк. держ. ун-т харчування та торгівлі. – Харків : ХДУХТ, 2006. – 160 с.

2. Волошина, К. А. Оптимізація джерел фінансування виробничої діяльності підприємства / К. А. Волошина // Вісник Криворізького технічного університету : зб. наук. праць. – Кривий Ріг : КТУ, 2006. – Вип. 11. – С. 256–259.

3. Дорошенко, Т. В. Формування оптимальної структури інвестиційних ресурсів на підприємстві / Т. В. Дорошенко // Фінанси України. – 2002. – № 9. – С. 134–137.

4. Дропа, Я. Б. Оптимізація джерел формування оборотного капіталу за критерієм мінімізації його вартості та фінансових ризиків / Я. Б. Дропа // Вісник Львівської держ. фін. Акад. : зб. наук. праць. – Львів : ЛДФА, 2005. – № 8. Сер. : Економічні науки. – С. 365–371.

5. Зубков С. О. Теоретичні аспекти визначення політики фінансування необоротних активів суб'єктів господарювання / С. О. Зубков, А. О. Колесник // Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : зб. наук. праць. – Харків : ХДУХТ, 2009. – Вип. 2 (10). – Ч. 1. – С.335–342.

6. Кігель, В. Р. Методи і моделі підтримки прийняття рішень у ринковій економіці : Монографія / В. Р. Кігель ; Київ. екон. ін-т менеджменту. – К. : ЦУЛ, 2003. – 202 с.

7. Марченко, А. А. Аналіз джерел формування фінансових ресурсів / А. А. Марченко // Фінанси України. – 2002. – № 9. – С. 102–108.

8. Пересада, А. А. Інвестування : Навч. посібник / А. А. Пересада ; Київ. нац. екон. ун-т. – К. : КНЕУ, 2004. – 252 с.

