

6.5. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ИНВЕСТИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Числяева Е.Р., д.э.н., профессор, проректор по образовательной деятельности, Санкт-Петербургский морской государственный технический университет, г. Санкт-Петербург; Гаценко А.С., аспирант

Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ

Инновационное развитие промышленного сектора не соответствует современным требованиям и характеризуется нездоровые тенденции из-за низкой активности предприятий, которые имеют дело с современными технологиями. Во многом эта проблема связана с отсутствием или неоптимальностью структуры инвестирования инновационных проектов предприятий. В настоящее время основной формой финансирования развития инноваций является самофинансирование с некоторым влиянием государства на экономический процесс. Поскольку собственных средств обычно недостаточно для развития и модернизации производственных мощностей в условиях преодоления последствий глобального экономического кризиса, необходимо использование внешнего финансирования (привлеченных средств).

Комплекс направленных на достижение экономического эффекта мероприятий по осуществлению инноваций охватывает также мероприятия по коммерциализации научных или научно-технических результатов [1]. Задачу формирования оптимальной структуры инвестирования инновационных проектов можно охарактеризовать как сложную, общие подходы к решению которых рассмотрены в работах отечественных авторов [6]. Научные знания и интеллектуальный капитал определены в качестве главного источника конкурентных преимуществ [3]. Научно-технологическое развитие заключается в трансформации науки и технологий в ключевой фактор развития Российской Федерации и обеспечения способности страны эффективно отвечать на большие вызовы (совокупность проблем, угроз и возможностей, объективно требующие реакции со стороны государства и сложность и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены только за счет увеличения ресурсов) [2]. Экономике знаний можно рассматривать как инновационную экономику, характеризующуюся наукоемкими высокотехнологичными предприятиями, выполняющими функции доведения результатов научных исследований и разработок до серийного производства [5]. В работах профессора В.В. Глухова рассмотрена эволюция социально-экономической системы с переходом к экономике компетенции и виртуальности [8, с. 223], где отмечена важная роль социальных факторов в развитии социально-экономических систем [9, с. 196]. Ориентация на инновационное развитие и активизацию инновационной деятельности РФ закреплена в Стратегии инновационного развития РФ до 2020 г. [4]. Планирование структуры инвестирования инновационного проекта с учетом будущих результатов его реализации представляется необы-

чайно важным элементом в ходе планирования структуры капитала инновационного проекта. Особое значение при определении оптимальной структуры инвестирования инновационных проектов имеет прогнозирование будущих притоков по проекту. Это справедливо для любого инвестиционного проекта – в частности, инновационной направленности. При этом наиболее доступным с точки зрения расчетов и планирования представляется оценка валового дохода, получаемого по инновационному проекту, с учетом стоимости каждого источника инвестирования проекта. При этом необходимо разделить общий доход по инновационному проекту на доход, получаемый инвестором, и процентный расход, необходимый для покрытия затрат по привлечению инвестиций.

Модель оптимальной структуры инвестирования инновационного проекта может быть сформирована при учете основных целей и критериев оптимизации источников финансирования инновационных проектов. Итак, основными целями оптимизации структуры инвестиционных ресурсов инновационной деятельности являются:

- положительная динамика экономической добавленной стоимости;
- уменьшение стоимости используемых ресурсов;
- установление объемов привлечения инвестиционных ресурсов в инновационной деятельности;
- повышения уровня инвестиционного потенциала предприятия, осуществляющего инновационную деятельность, при минимальных потерях ресурсов.

Математически описать процесс оптимизации инвестиционных ресурсов можно с помощью целевой функции экономической добавленной стоимости.

Показатель экономической добавленной стоимости рассчитывается по общеизвестной формуле:

$$ЭДС = ЧД - WACC \times C,$$

где **ЭДС** – экономическая добавленная стоимость, млн. руб.;

ЧД – прибыль по инновационному проекту после уплаты процентов и налога на прибыль, млн. руб.;

WACC – средневзвешенная цена капитала, %;

C – величина совокупного капитала, млн. руб.

Распишем расчет этого показателя для инновационного проекта. Средневзвешенная стоимость капитала инновационного проекта рассчитывается по общеизвестной формуле:

$$WACC = \sum_{i=1}^n k' \times \frac{CK_i}{C_i} + (r - Hnp) \times \frac{Sn}{Ci},$$

где **WACC** – средневзвешенная стоимость капитала инновационного проекта, %;

k' – ожидаемая цена использования собственного капитала *i*-го участника инновационного проекта, %;

CK_i – величина собственного капитала *i*-го участника инновационного проекта, млн. руб.;

C_i – общая сумма капитала *i*-го инвестора для инновационного проекта, млн. руб.;

r – ожидаемая цена формирования заемного капитала инновационного проекта, %;

Sn – сумма заемного капитала *n*-го участника инновационного проекта, млн. руб.;

Hnp – ставка налога на прибыль, %;

$i = 1 \dots n$ – количество источников инвестирования инвестиционного процесса инновационного проекта.

При оценивании результатов моделирования инвестирования в инновационный проект при получении значений экономической добавленной стоимости выводы следует делать в соответствии с величины ЭДС.

1. Если ЭДС < 0, то это свидетельствует о том, что затраты на формирование структуры инвестирования инновационного проекта превышают прибыль, который инвестиционным капиталом формируется. Структура капитала проекта, за счет такого результата ЭДС требует значительной оптимизации.
2. Если ЭДС = 0, то это свидетельствует о том, что затраты на формирование капитала инновационного проекта равны прибыли, которая этим капиталом формируется. Структура инвестиций инновационного проекта хоть и покрывает расходы на свое формирование, но не приносит дополнительной стоимости и прибыли по проекту. В таком случае рекомендуется осуществить мероприятия по оптимизации структуры капитала инновационного проекта.
3. Если ЭДС > 0, то это свидетельствует о том, что затраты на формирование инвестиций инновационного проекта меньше, чем прибыль, который этими инвестициями формируется, а следовательно, капитал инновационного проекта обеспечивает получение дополнительной экономической стоимости. Структура капитала такого инновационного проекта является эффективной.

Величину совокупного капитала, необходимого для реализации инновационного проекта, можно выразить следующим образом:

$$C = \sum_1^i C_i = \sum_1^n (CK_i + S_i).$$

Функцию максимизации экономической добавленной стоимости по инновационному проекту на основе формирования оптимальной структуры инвестиций в проект целесообразно рассчитывать по формуле:

$$ЭДС = \sum_1^i ЧД_i - \sum_1^n (k' \times CK_i + (r - Нпр) \times S_i) \rightarrow \max,$$

где ЭДС – экономическая добавленная стоимость, млн. руб.;

ЧД – доход после уплаты процентов и налога на прибыль i -го инвестора, млн. руб.

Условие формирования общей величины источников финансирования инновационного проекта выглядит так:

$$C = \sum_1^i S_i - \sum_1^n CK_i,$$

где C – величина совокупного капитала, млн. руб.

Ограничения на минимальную величину заемного капитала инновационного проекта имеют такой вид:

$$\sum_1^n S_i \geq S_{\min},$$

где S_{\min} – минимально возможная величина привлечения заемного капитала для i -го инвестора инновационного проекта, млн. руб.

Ограничение на максимальную величину заемного капитала инновационного проекта выглядит так:

$$\sum_1^n S_i \leq \sum_1^n Ддно_i,$$

где Ддно – операционная (до налогообложения) прибыль i -го инвестора.

Ограничение на максимальную величину собственного капитала инновационного проекта имеет такой вид:

$$\sum_1^n CK_i \leq \sum_1^n (ЧД_i + I).$$

Ограничения на максимально допустимую стоимость формирования источников финансирования инновационного проекта имеет такой вид:

$$\sum_1^n k' \times \frac{CK_i}{C_i} + (r - Нпр) \times \frac{Sn}{C_i} \leq WACC_{\max},$$

где C_i – общая сумма капитала i -го инвестора, млн. руб.;

WACC_{max} – максимально допустимая средневзвешенная стоимость капитала инновационного проекта, %.

Ограничения на степень финансового риска по инновационному проекту выглядит так:

$$\sum_1^n \frac{S_i}{CK_i} \leq Эфр_{\max},$$

где Эфр_{max} – предельно допустимое значение финансового рычага для инновационного проекта.

Ограничения на прирост рентабельности капитала инновационного проекта имеет такой вид:

$$\sum_1^n \frac{Ддно_i}{CK_i + S_i} \geq r_{cp},$$

где r_{cp} – средний размер процентов за долгосрочные кредиты, которые требовались для реализации инновационного проекта, %.

Условие неотъемлемости финансирования инновационного проекта в данной модели выглядит так:

$$CK_i > 0, S_i > 0.$$

Для определения дохода по инновационному проекту в зависимости от стоимости различных источников инвестирования данного проекта рассчитаем с помощью следующих обозначений и показателей:

- li – сумма инвестиции, вкладываемых в инновационный проект, в i -м периоде;
- CFi – притоки по проекту в i -м периоде реализации;
- $PV = CFi - li$ – валовой доход по инновационному проекту в i -м периоде;
- SO – сумма заемных источников финансирования в начальном периоде реализации инновационного проекта;
- Si – сумма заемных источников финансирования в i -м периоде реализации инновационного проекта;
- k – ставка дисконтирования по проекту;
- r – стоимость заемных источников финансирования инновационного проекта;
- $D\%i = r \times Si - 1$ – процентный доход по заемным источникам финансирования в i -м периоде;
- $Dинв i$ – доход инвестора в i -м периоде.

В этом случае сумма валового дохода инвестора за период реализации инновационного проекта составит:

$$\Delta Dинв = \sum Dинв i.$$

Общий доход инновационного проекта составит:

$$\Delta D = \sum Dинв i + D\%.$$

Денежный поток по инновационному проекту составит:

$$ДП_i = \sum_1^i D_i \times (1 + k)^{i-1}.$$

Чистый дисконтированный доход находится для инновационного проекта по классической формуле:

$$ЧДД = \sum_1^i D_i \times (1 + k)^{n-i}.$$

Валовый доход по инновационному проекту с разными источниками финансирования можно представить в виде суммы величины первоначальной суммы инвестиций в проект и величины ежегодных доходов по проекту:

$$\Delta D = \sum_0^n D_i = S + \sum_1^n \Delta \Pi_i.$$

Схема определения дохода по инновационному проекту с учетом использования заемных источников (O – обязательства) инвестирования следующая: сумма заемных источников финансирования проекта изменяется на величину, равную разнице притоков по инновационному проекту и процентным обслуживанием кредитных ресурсов:

$$O_i = D_i - D_{\%i}.$$

С учетом того, что величина заемных источников постоянно сокращается за счет притоков по проекту, перекрывающих процентные платежи, можно найти величину заемных источников в каждый конкретный период реализации инновационного проекта:

$$S_i = S_{i-1} - O_i$$

или

$$S_i = S_0 - \sum_1^m O_i = S_0 - \left(\sum_1^m D_i - \sum_1^m D_{\%i} \right).$$

Валовый доход по инновационному проекту тогда будет равен:

$$D_i = D_i - D_{\%i} - S_i.$$

Данные уравнения определяют модель инвестирования инновационной деятельности, учитывающую стоимость заемного капитала.

При условии равенства ставки по заемным источникам финансирования инновационного проекта и внутренней нормы доходности проекта, т.е. $r = IRR$. В этом случае сумма доходов от использования заемных источников финансирования при погашении стоимости заемных источников финансирования проекта в конце срока реализации будет равен:

$$\sum_1^n D_{\%i} = -S_0 + \sum_1^n D_{инв} - D_n.$$

При $r = IRR$:

$$D_n(IRR) = ЧДД = 0.$$

Таким образом:

$$\sum_1^n D_{\%i} = -S_0 + \sum_1^n D_{инв} = \Delta D.$$

В данном соотношении проявляется особое значение такого параметра, как внутренняя норма доходности инновационного проекта – IRR – для целей определения оптимальной структуры инвестирования инновационного проекта. Данный показатель может быть охарактеризован как такой уровень процентов по проекту, при котором его валовый доход полностью должен быть направлен на выплату процентов по заемным источникам финансирования инновационного проекта.

Таким образом, такое соотношение ставки дисконтирования по инновационному проекту ставке внутренней нормы доходности позволяет определить ту ситуацию, когда общий доход по проекту расходуется на компенсацию процентов по заемным источникам финансирования. При этом следует рассматривать как единый объект денежный поток от источника финансирования к объекту инвестирования, что характерно для методологии управления совокупностью потоков ресурсов на реализацию проектов [7].

В этой ситуации величина валового дохода инвестора в совокупности с величиной затрат, необходимых для привлечения инвестиций по ставке дисконтирования инновационного проекта равна общему валовому доходу по инновационному проекту. Это заключение, обоснованное в виде математической модели, имеет большое значение для определения соотношения оптимальной структуры инвестирования инновационных проектов на практике.

Литература

1. О науке и государственной научно-технической политике [Электронный ресурс] : федер. закон от 23 авг. 1996 г. №127-ФЗ (ред. от 23 мая 2016 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
2. О Стратегии научно-технологического развития РФ [Электронный ресурс] : указ Президента РФ от 1 дек. 2016 г.. №642. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
3. Об утверждении государственной программы РФ «Экономическое развитие и инновационная экономика» [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 13 авг. 2013 г. №1414-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
4. Об утверждении Стратегии инновационного развития РФ на период до 2020 г. [Электронный ресурс] : распоряжение Правительства РФ от 8 дек. 2011 г. №2227-р. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
5. О государственной программе Санкт-Петербурга «Экономическое развитие и экономика знаний в Санкт-Петербурге» на 2015-2020 гг. [Электронный ресурс] : постановление Правительства Санкт-Петербурга от 23 июня 2014 г. №496. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».
6. Барыкин С.Е. Инвестиционная стратегия регионально-го электроэнергетического комплекса [Текст] / С.Е. Барыкин ; М-во энергетики РФ ; Петерб. энергет. ин-т повышения квалификации руководящих работников и специалистов. – СПб., 2003. – 201 с.
7. Барыкин С.Е. Модели взаимодействия потоков микрологической системы [Текст] / С.Е. Барыкин, С.А. Карпунин // Аудит и финансовый анализ. – 2010. – №6. – С. 99-106.
8. Глухов В.В. Ресурсный менеджмент: методы выявления резервов производства [Текст] / В.В. Глухов и др. – СПб. : Наука, 2012. – 275 с.
9. Глухов В.В. Экономика электроэнергетического комплекса [Текст] : учеб. пособие / В.В. Глухов, С.Е. Барыкин. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2003. – 206 с.

Ключевые слова

Инновации; инвестиции; инновационный проект; финансирование инноваций; экономико-математическая модель.

Счисляева Елена Ростиславовна

Гаценко Александр Сергеевич

РЕЦЕНЗИЯ

Статья профессора доктора экономических наук Елены Ростиславовны Счисляевой и аспиранта Александра Сергеевича Гаценко представляет собой результат научных исследований в области финансирования инноваций, что характеризуется достижением максимально возможного экономического эффекта, инициированного инновационной деятельностью предприятия. Данный эффект обладает свойством оптимальности и соответствует приросту экономического результата предприятия в случае оптимальной организации его финансирования. Основной целью статьи является построение экономико-математических моделей оптимизации финансирования инновационной деятельности промышленного предприятия и возможности их использования для решения задачи внедрения предприятием инноваций.

Построенные модели разработаны в развитие экономико-математической составляющей теории инновационного менеджмента и могут использоваться в прикладных исследованиях для анализа задач оптимального планирования финансирования инновационной деятельности предприятия и для оценки экономической

эффективности этой деятельности. Предполагается, что финансовые ресурсы предприятие расходует на осуществление инновационных мероприятий. Инновационную деятельность предприятие может совмещать с работой, направленной на расширение своих производственных мощностей, дополнительная потребность в которых может возникнуть в связи с ростом потенциальных объемов сбыта усовершенствованной продукции. Можно расширить экономико-математическую модель за счет введения переменных, отражающих возможные риски: риск увеличения стоимости проекта; риск увеличения объема работ; риск увеличения сроков выполнения проекта; риск неполучения сертификата соответствия на продукцию или лицензии на услугу; риски, связанные с оформлением и распределением интеллектуальной собственности; технические риски, связанные невозможностью осуществления задуманного в проекте.

Можно сделать вывод, что статья Елены Ростиславовны Счисляевой и Александра Сергеевича Гаценко может быть рекомендована к публикации в журнале «Аудит и финансовый анализ».

Кох Л.В., д.э.н., профессор Международной высшей школы управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург.

[Перейти на ГЛАВНОЕ МЕНЮ](#)