

ББК 65.23+65.9
УДК 336.64

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕНЕЖНЫХ ПОТОКОВ ИНВЕСТИЦИОННОГО КРЕДИТА МАЛОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

© 2011 К.Л. Бондарчук

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

Разработана экономико-математическая модель денежных потоков инвестиционного кредита малого предприятия, учитывающая уровень конкурентоспособности и позволяющая рассчитать сумму кредита, размер платежа, суммарные инвестиции в проект, а также издержки на мероприятия по поддержанию конкурентоспособности.

Денежный поток, капиталовложения, конкурентоспособность, инвестиционный проект, дисконтирование, переменные издержки.

Введение. Способность предприятий малого и среднего бизнеса решать важные социальные и экономические задачи общеизвестна из практики многих стран. Хотя малые и средние предприятия в основном характеризуются небольшими оборотами, однако они имеют важное преимущество перед крупными предприятиями, так как обладают высокой маневренностью. Это дает им возможность осуществлять инновационные сдвиги и прорывы с обновлением и модернизацией, повышающими их технологическую эффективность [1].

Проблема финансирования малого предпринимательства является едва ли не самой острой на всем протяжении осуществляемых в нашей стране экономических реформ. Она разделяется на две более частных проблемы: размер стартового капитала и ёмкость источников поддержания и развития малого предприятия.

Величина стартового капитала (порог первоначальных инвестиционных вложений, ниже которого малый бизнес становится не только невыгодным, но и нежизнеспособным) в значительной степени определяется, как правило, низким уровнем благосостояния российских предпринимателей, решивших начать собственное дело, и поэтому недостаточна для эффек-

тивного функционирования малого предприятия.

Его внутренние источники развития (прибыль, амортизационные, различные резервные и страховые фонды) также не могут рассматриваться в качестве серьезной финансовой основы, позволяющей ему развиваться и выживать в сложных условиях становления рыночных отношений. Государственная финансовая поддержка российского малого бизнеса (играющая в развитых странах существенную роль) имеет эпизодический характер, невелика по размеру и, как правило, не доходит до адресата.

В этих условиях потенциальным поставщиком финансово-инвестиционного ресурса может быть банковская система, сосредоточившая значительные запасы сбережений физических и доходов юридических лиц. Однако сложившийся в стране инвестиционный климат не благоприятен для кредитования малых предприятий. Коммерческий кредит недоступен из-за того, что малое предпринимательство — сфера повышенного риска, и банки неохотно идут на его кредитование.

Из всего вышесказанного следует, что вопрос согласования взаимодействия между банками и малыми предприятиями при установлении отношений кредито-

ния является в настоящее время очень актуальным. Поэтому целесообразно создание взаимосвязанной совокупности экономико-математических моделей денежных потоков банка и малого предприятия, позволяющих рассчитать области компромисса и согласовать их экономические интересы [2-4]. Разработка такой экономико-математической модели денежных потоков малого предприятия при инвестиционном кредите и является основной целью данной работы.

Разработка модели. В качестве целевой функции оптимизационной модели предлагается использовать сумму дисконтированных разностей денежных притоков и оттоков. Приток денежных средств характеризует поступление денежных средств на предприятие от всех видов деятельности. Отток денежных средств характеризует совокупность всех выплат денежных средств предприятием в процессе осуществления всех видов его деятельности. Характеризуя денежные притоки и оттоки предприятия, следует обратить внимание на высокую степень их взаимосвязи. Недостаточность объёмов во времени одного из этих потоков обуславливает последующее сокращение объёмов другого вида этих потоков. Поэтому в системе управления денежными потоками предприятия оба эти вида денежных потоков представляют собой единый объект финансового менеджмента [5-7].

В предлагаемой модели денежными притоками для малого предприятия являются получаемый от банка кредит K и поступления чистого дисконтированного дохода от инвестиционного проекта, а денежными оттоками – единовременные капиталовложения R и дисконтированные платежи по кредиту банка [8]. Таким образом, в отличие от модели кредитной линии, рассматриваемой в работе [9], здесь исследуется разовое вложение денежных средств, что наиболее характерно для инвестиционного кредита, поскольку кредитная линия используется для повседневной операционной деятельности с целью покрытия финансовых разрывов.

При вышеуказанной структуре целевой функции малое предприятие может

оптимизировать денежные потоки, изменяя объёмы капиталовложений R и сумму кредита K .

Таким образом, укрупненно модель денежных потоков малого предприятия будет:

$$F_K = NPV + K - R - A_{N,i} V \xrightarrow{R,K} \max,$$

где денежные притоки – $(NPV + K)$, оттоки – $(R + A_{N,i} V)$, платежи по кредиту рассчитываются по следующей формуле финансовой математики [10]:

$$V = \frac{K}{A_{N,i_K}}.$$

При общей сумме капиталовложений R , необходимых для реализации инвестиционного проекта, сумме банковского кредита, используемого малым предприятием в размере K , его собственные инвестиции составят сумму $R_c = R - K$. Причем в данной модели на R_c действует ограничение $R_c \leq \Omega$, где Ω – сумма располагаемых денежных средств в фонде малого предприятия, предназначенных для финансирования инвестиционного проекта. Объём капиталовложений выбирается из некоторого ограниченного множества, например из трех конкретных значений $R \in \{R_1, R_2, R_3\}$, так как на практике реально разрабатывается всего несколько вариантов инвестиционного проекта с различными суммами требуемых инвестиций.

Чистый дисконтированный доход NPV при сроке проекта N периодов и ставке дисконтирования $i\%$ за период рассчитывается как сумма дисконтированных разностей между доходами I_n и суммарными затратами C_n^T в каждом из периодов:

$$NPV = \sum_{n=1}^N \frac{I_n - C_n^T}{(1+i)^n}.$$

Доходы I_n , получаемые в результате реализации продукции малого предприятия, не являются детерминированными, так как объём продаж в каждом из периодов носит неопределенный характер и за-

висит от конкурентоспособности продукции и максимально возможного объёма выпуска продукции. Очевидно, что чем больше продукции необходимо продать, тем сложнее это сделать, так как нужно «захватить» значительную долю на рынке, следовательно, вероятность продать весь объём, выпущенный при полной загрузке производственных мощностей, ниже, чем продать несколько готовых изделий. С учетом вышесказанного объём продаж в n -м периоде можно записать:

$$Q_n = Q_{\max} p(k),$$

где $Q_{\max} = f_Q(R)$ – максимальная производственная мощность малого предприятия по выпуску готовой продукции в течение одного периода, $p(k)$ – соотношение объёма реализуемой готовой продукции к

максимальной производственной мощности при условии отсутствия связи между периодами, которое зависит от уровня конкурентоспособности k .

Здесь функция $f_Q(R)$ определяет максимальную производственную мощность, которая зависит от масштаба проекта, то есть от суммы инвестиций R . Необходимо отметить, что функция $f_Q(R)$ определена в нескольких точках, так как реально на практике существует всего несколько вариантов инвестиционного проекта и R выбирается из некоторого ограниченного множества конкретных значений. Пример зависимости представлен в таблице 1.

Таблица 1. Пример зависимости между максимальной производственной мощностью и суммой инвестиций

Максимальная производств. мощность, тыс. изделий в год	Сумма инвестиций	R_1	R_2	R_3
$f_Q(R)$		50	80	100

В общем случае объём продаж зависит от количественного уровня конкурентоспособности $k = f_k(C^K, R)$. Пример приведён в таблице 2.

Таблица 2. Пример зависимости объёма продаж от уровня конкурентоспособности

	k_1	k_2	k_3
$p(k)$	80%	90%	95%

Причём функция $f_k(C^K, R)$ определяет зависимость между показателем уровня конкурентоспособности k и затратами на его повышение C^K вместе с капиталовложениями R . Данную зависимость можно представить в виде матрицы, приведённой в таблице 3.

Таблица 3. Пример зависимости между уровнем конкурентоспособности и затратами на повышение конкурентоспособности и объёмами капиталовложений в инвестиционный проект

Номер варианта проекта l	Капиталовложения R_l	Затраты на повышение конкурентоспособности C^K				
		C_1^K	...	C_m^K	...	C_M^K
1	R_1	k_{11}	...	k_{m1}	...	k_{M1}
2	R_2	k_{12}	...	k_{m2}	...	k_{M2}
3	R_3	k_{13}	...	k_{m3}	...	k_{M3}

Здесь элементы матрицы $k_{ml} \in \{k_1, k_2, k_3\}$ – фиксированные уровни

конкурентоспособности. В данной функции C^K представляет собой затраты на повышение конкурентоспособности в ряд мероприятий, например, таких, как рекламная кампания, направленная на поддержание престижности торговой марки, повышение качества сборки, снижение дефектности при приеме материалов и сырья от поставщиков, НИОКР по отдельным узлам и деталям. Причём каждое из этих мероприятий можно оценить через некоторый качественный критерий достижения локальной цели, а уже от уровня достижения этих целей и масштаба инвестиционного проекта зависит интегральный показатель конкурентоспособности k (более подробно эта зависимость рассматривается в следующем параграфе).

Очевидно, что повышение затрат C^K будет малоэффективным, если капиталовложения R незначительны. То есть, если реализуемая потребителям продукция собирается из готовых деталей и блоков высокой готовности, используются устаревшие технологии и морально устаревшее оборудование, то существенные затраты на рекламу, на поддержание торговой марки, на повышение качества не смогут существенно повысить конкурентоспособность и, следовательно, объемы продаж.

С учетом затрат на повышение конкурентоспособности C^K , модель денежных потоков малого предприятия будет иметь следующий вид:

$$F_K = NPV + K - R - \frac{-C^K - A_{N,i} V}{R, K} \rightarrow \max,$$

Таким образом, можно смоделировать, что выручка (доход) от реализации объема готовой продукции Q_n в n -м периоде при цене x_n за единицу составит: $I_n = x_n Q_n$. Тогда суммарные издержки C_n^T можно представить как сумму переменных издержек C_n^V , связанных с закупкой деталей, материалов, сырья, и посто-

янных издержек C_n^F , включающих заработную плату, амортизацию, коммунальные платежи, все виды налогов (НДС, НДСП, земельный налог, налог на имущество, налог на прибыль, страховые взносы): $C_n^T = C_n^V + C_n^F$. Тогда, если обозначить цену за единицу комплектующих изделий j -го вида, закупаемых у сторонних поставщиков за y_j , то схема расчёта переменных показателей имеет следующий вид. С помощью коэффициента применимости λ_j , который показывает количество комплектующих изделий j -го вида, необходимых для производства единицы готовой продукции, определяются суммарные потребности в комплектующих изделиях [11]. Суммарные затраты на закупки комплектующих изделий j -го вида рассчитываются как произведение этих потребностей на цену: $y_j \lambda_j Q_n$. Соответственно, переменные издержки на закупку всех комплектующих изделий, деталей и узлов составят (рис. 1)

$$C_n^V = Q_n \sum_{j=1}^J y_j \lambda_j.$$

Подставляя полученные доходы и суммарные издержки в укрупнённую модель, получим подробную модель денежных потоков малого предприятия (рис. 2). На приведённом рисунке все фигуры, содержащие параметры, можно разделить на три группы.

Первая группа – это фигуры с исходящими стрелками, они включают переменные, которые являются исходными для модели, например, цены на готовую продукцию, ставка дисконтирования, продолжительность проекта, цены на детали у поставщиков.

Вторая группа фигур на фоне заштрихованного блока формирует модель денежных потоков малого предприятия.

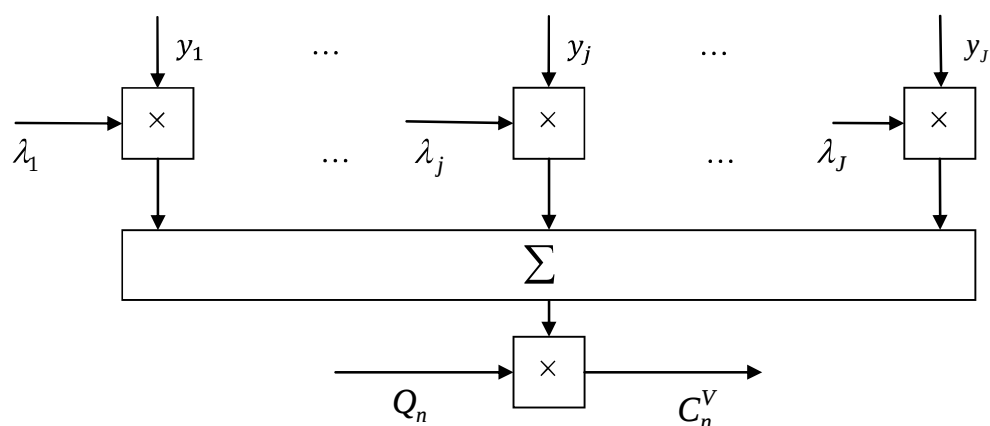


Рис. 1. Схема расчёта переменных издержек инвестиционного проекта

Модель включает в себя целевую функцию, ограничения и функции взаимосвязи между переменными модели.

Целевая функция и ограничения представлены на самой большой фигуре в нижней правой части рисунка. Остальные фигуры на фоне заштрихованного блока отражают взаимосвязи между переменными.

Третья группа – это фигуры, отмеченные двойной линией, с входящими стрелками, они представляют собой оптимальные переменные, которые являются решением модели денежных потоков, то есть это управляемые переменные, например, размер кредита, суммарные инвестиции в проект, издержки на мероприятия по

поддержанию конкурентоспособности.

Выводы. Разработана экономико-математическая модель, которая позволяет оптимизировать денежные потоки малого предприятия при реализации инвестиционного проекта создания нового производства, изменяя объёмы капиталовложений R , сумму кредита K и размеры платежей, а также учитывает затраты на поддержание конкурентоспособности.

Модель предполагается использовать в совокупности с моделью денежных потоков банка для согласования финансового взаимодействия при получении инвестиционного кредита малым предприятием.

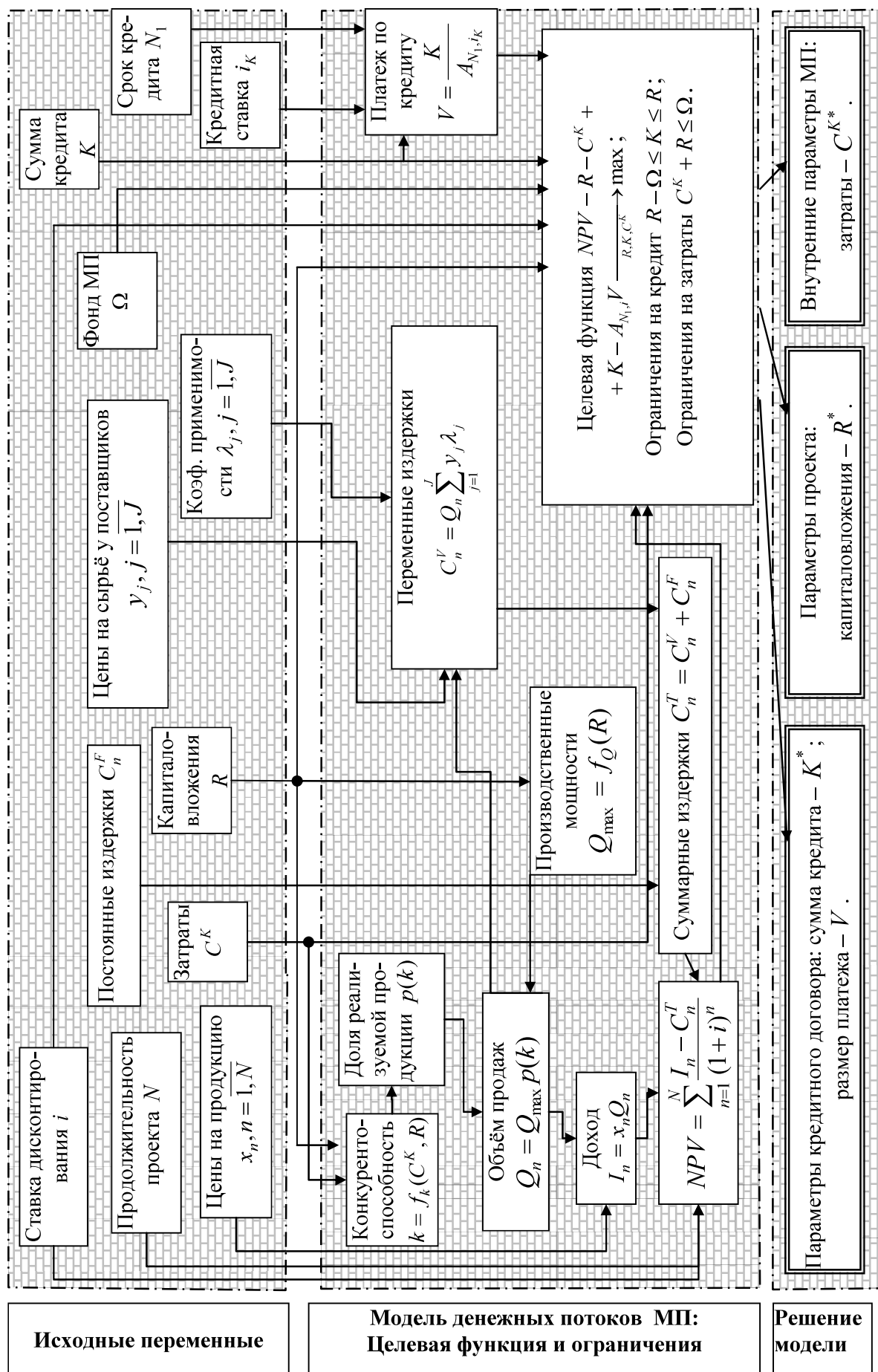


Рис. 2. Модель денежных потоков для инвестиционного кредита малого предприятия

Библиографический список

1. Хачатрян, С.Р. Методы и модели решения экономических задач / С.Р. Хачатрян, М.В. Пинегина, В.П. Буянов. – М.: Экзамен, 2005.
2. Богатырёв, В.Д. Механизм управления взаимодействием в одноуровневой организационной системе / В.Д. Богатырёв // Автоматика и телемеханика. – 2005. - № 5. - С. 156-174.
3. Богатырёв, В.Д. Экономико-математические модели управления взаимодействием в одноуровневой организационно-экономической системе и перспективные направления разработки инструментария / В.Д. Богатырёв // Управление большими системами. – 2006. - № 15. - С. 5-19.
4. Богатырёв, В.Д. Механизм взаимодействия в одноуровневой системе с трансферабельной полезностью / В.Д. Богатырёв // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. - 2005. - № 1. - С. 14-20.
5. Богатырёв, В.Д. Моделирование финансовых потоков предприятия с сезонным характером спроса / В.Д. Богатырёв, А.В. Иванычев, С.С. Корнилов // Управление большими системами: сборник трудов. - 2003. - № 5. - С. 5-10.
6. Богатырёв, В.Д. Экономико-математическая модель оптимизации графика финансирования с учетом сдвигов этапов инвестиционного проекта / В.Д. Богатырёв, С.А. Морозова // Вестник СамГУПС. - 2010. - № 3. - С. 76-84.
7. Богатырёв, В.Д. Разработка схем финансовых и материальных потоков производственно-торговой цепи промышленного комплекса / В.Д. Богатырёв, С.В. Астапов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета им. академика С.П. Королева. - 2010. - № 3. - С. 7-17.
8. Богатырёв, В.Д. Разработка механизма согласования финансового взаимодействия при проектном финансировании и его реализации на примере ОАО «АВТОВАЗ» / В.Д. Богатырёв, Д.В. Горбунов // Экономические науки. - 2007. - № 8. - С. 274-280.
9. Богатырёв, В.Д. Разработка экономико-математической модели привлечения банковского кредитования при проектном финансировании с учетом самофинансирования и бюджетного финансирования / В.Д. Богатырёв, С.В. Щеглов // Вопросы экономики и права. - 2011. - № 1. - С. 317-321.
10. Четыркин, Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчётов. – М.: Дело Лтд, 1995.
11. Богатырёв, В.Д. Модель планирования ассортимента продуктов питания и заказа сырья / В.Д. Богатырёв, И.А. Хасаншин // Управление большими системами: сборник трудов. - 2006. - № 12-13. - С. 24-31.

OPTIMIZATION ECONOMIC AND MATHEMATICAL MODEL OF CASH FLOWS FOR THE INVESTMENT CREDIT OF A SMALL BUSINESS

© 2011 K.L. Bondarchuk

Samara State Aerospace University named after academician S.P. Korolyov
(national research university)

The paper develops an economic mathematical model of cash flows for the investment of a small business, taking into account the level of competitiveness and allows calculating the loan amount, the payment amount, total investment in the project, as well as the costs of measures to maintain competitiveness.

Cash flow, investment, competitiveness, investment project, discounting, variable costs.

Информация об авторе:

Бондарчук Ксения Леонидовна, соискатель ученой степени кандидата кандидата экономических наук, должность – ассистент кафедры экономики СГАУ, ksenya-ll@mail.ru; область научных интересов – экономика, банковский менеджмент, математические методы в экономике.

Information about author:

Bondarchuk Ksenya Leonidovna, applicant for the degree of candidate of economic science, assistant of the Department of Economy, Samara State Aerospace University, ksenya-ll@mail.ru; Area of research: economics, bank management, mathematical methods in economics.