

На правах рукописи

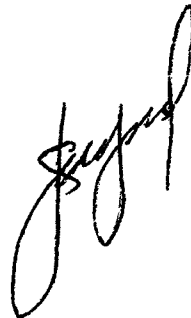
Медников Станислав Сергеевич

**МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА
ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ)**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук



Самара – 2006

Работа выполнена на кафедре экономики государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П.Королева» (СГАУ).

Научный руководитель: доктор технических наук, профессор
Морозов Владимир Васильевич

Официальные оппоненты: доктор экономических наук, профессор
Герасимов Борис Никифорович
кандидат экономических наук, доцент
Яковлева Наталья Геннадьевна

Ведущая организация: Негосударственное образовательное
учреждение высшего профессионального образования «Самарский институт
управления

Защита состоится 10 марта 2006 года в 12 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.215.01 Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева по адресу: 443086, г.Самара, Московское шоссе, 34.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке СГАУ.

Авторсферат разослан 9 февраля 2006 года

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.э.н., доцент



М.Г. Сорокина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность и состояние проблемы. Малый и средний бизнес в России имеет огромный потенциал развития: 14% занятых трудовых ресурсов в Российской Федерации и 50%-60% в развитых странах. В западных странах малый и средний бизнес обеспечивает основную долю налоговых поступлений, решает вопросы занятости, снятия социальной напряженности и др.

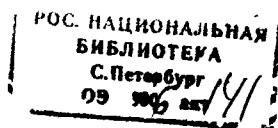
В России 14%-15% малых предприятий работают в сфере промышленного производства. Рост объемов производства, повышение качества продукции, рост числа предприятий и занятости в малом и среднем бизнесе соответствуют задаче удвоения валового внутреннего продукта поставленной Президентом Российской Федерации.

Особенностью российских малых и средних производственных предприятий является низкий уровень, порядка 5%, финансирования за счет кредитных организаций. Подавляющая масса предприятий финансируется за счет собственных средств или кредитов поставщиков. Поэтому в российской практике особую важность приобретает проблема рационального использования имеющихся на предприятиях денежных фондов и развития производственной деятельности фирм за счет собственных средств. В трудах российских ученых К.А. Багриновского, Л.С. Понтрягина, С.Р. Хачатряна, В.Н. Буркова, В.Г. Засканова, Г.М. Гришанова, О.В. Павлова и др. приведены различные модели развития производственной деятельности предприятия.

Настоящий этап экономического развития, этап вхождения России во Всемирную Торговую Организацию, характеризуется усиливающейся конкуренцией между отечественными и иностранными производителями, быстрой сменой технологий производства и сокращением длительности жизненных циклов продуктов. В условиях быстро меняющейся рыночной конъюнктуры предприятия должны не только концентрировать внимание на текущем состоянии дел, но и выработать долгосрочную стратегию поведения, которая позволяла бы им успевать за изменениями, происходящими в их окружении. Эффективность работы предприятия может быть повышена за счет реализации инвестиционных проектов. По инвестиционному проектированию и оценки эффективности инвестиций известно большое количество работ отечественных и зарубежных ученых: А.И. Грязновой, В.В. Царева, Г. Бирмана, Д. Фридмана, Ж. Ришара и др.

Существующие методики инвестиционного проектирования разрабатывались в первую очередь для удовлетворения потребностей крупных организаций и не в полной мере отвечают специфике малых и средних предприятий, поэтому, в настоящее время, актуальным для малых и средних производственных предприятий является разработка механизмов оценки экономической эффективности инвестиций и предпринимательского риска, связанного с реализацией инвестиционного проекта.

Малые и средние предприятия в силу малого масштаба производства контролируют малые доли рынка и соответственно сильнее зависят от из-



менений рыночной конъюнктуры. В результате исходные данные для инвестиционного проектирования обладают значительной степенью неопределенности, а количество сценариев рыночного поведения велико. Соответственно, велик разброс значений экономических показателей инвестиционного проекта, вычисленных для различных сценариев, что рождает неуверенность инвестора и создает риск неверной интерпретации исходной информации для принятия решения.

Для прогнозирования ключевых показателей инвестиционного проекта, традиционно используют методы экстраполяции известных исходных данных в будущее, используя аппарат авторегрессионных зависимостей. Известно, что по мере удаления от текущего момента и появления новых тенденций, точность метода быстро падает. В общем случае по мере усиления неопределенности классические вероятностные описания уступают место, с одной стороны, субъективным вероятностям, основанным на экспертной оценке, а, с другой стороны, всроятностям, определенным не количественно, а качественно (приблизительно). При этом точечные оценки вероятностных распределений замещаются нечеткими (для методов теории нечетких множеств). Кроме того, методы нечетко-множественного описания позволяют задавать показатели проекта на основе прямого предвидения изменений, когда эти изменения недетерминированы предыдущим ходом событий и могут возникать неожиданно, что в ряде случаев сокращает ошибку прогнозирования.

Применение теории нечетких множеств к задачам инвестиционного проектирования развивалось многими учеными, например Л.Заде, Д. Бакли, Д. Кута, А. Кофманом, Р. Ягером, Н.В. Дилигенским, А.О. Недосекиным, П.В. Севастьяновым и др. и в настоящее время достаточно обосновано

Задание исходных данных проекта в виде нечетких чисел приводит к тому, что экономические показатели проекта в свою очередь становятся нечеткими числами (интервалами значений). В этих условиях традиционные методы оптимизации и принятия решений (основанные на математической статистике и теории вероятности), разработанные для случая, когда критерии эффективности являются четкими числами, становятся непригодными. Адекватным методом решения задач инвестиционного проектирования в условиях неопределенности является применение теории нечетких множеств.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационной работы является разработка моделей, критериев и алгоритмов инвестиционного проектирования развития малых и средних производственных предприятий. В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие задачи:

- исследование уровня развития и актуальности использования методик оценки экономической эффективности инвестиционных проектов по развитию малых и средних производственных предприятий;
- разработка модели расширения производства за счет собственных средств предприятия с учетом жизненных циклов продуктов и технологий;

- определение оптимальных параметров реинвестирования и критериев целесообразности расширения производства;
- разработка способа построения критерия риска и критерия эффективности инвестиционного проекта методами теории нечетких множеств;
- разработка и формализация в виде программного продукта алгоритма комплексной оценки эффективности реинвестирования в расширение производства при условии нечетко заданных исходных данных;
- разработка программного обеспечения по инвестиционному проектированию производственных предприятий в условиях неопределенности исходных данных с учетом критерия эффективности;
- практическая реализация разработанных моделей, критериев и алгоритмов инвестиционного проектирования, формализованных в виде программных продуктов на малом производственном предприятии.

Предмет исследования – методы и средства оценки экономической эффективности инвестирования денежных средств в малые и средние производственные предприятия.

Объект исследования – инвестиционные проекты развития малых и средних производственных предприятий.

Теоретические методы исследования.

Для решения поставленных задач в диссертационной работе использовались методологические, теоретические и методические основы оценки стоимости бизнеса, методы экономического и математического моделирования. Теоретической основой исследований, проведенных в работе, являются методы оценки эффективности инвестиционных проектов, методы многокритериального подхода к решению задач инвестиционного проектирования, методы численных расчетов, методы теории оптимального управления и системного подхода, методы теории нечетких множеств.

Научная новизна.

Научной новизной обладают следующие результаты работы:

- модель реинвестирования прибыли в расширение производства малых и средних предприятий, учитывающая жизненные циклы продуктов и технологий;
- установленный ступенчатый характер зависимости оптимальной ставки реинвестирования от времени для постоянной, переменной и кусочно-постоянной рентабельности реинвестированных средств;
- критерий минимальной рентабельности и критерий периода окупаемости реинвестиций, позволяющие проводить оценку целесообразности расширения производства;
- способ построения критерия риска неполучения дохода и критерия эффективности инвестиционного проекта методами теории нечетких множеств, позволяющих решать многокритериальные задачи инвестиционного проектирования в условиях неопределенности;

- алгоритмы оптимального реинвестирования прибыли в расширение производства и средства проектирования нового производства в условиях нечетко заданных исходных данных;
- программное обеспечение, реализующее предложенные в диссертации модели, критерии и алгоритмы инвестиционного проектирования малых и средних производственных предприятий.

Практическая значимость.

Предложенные в работе модели, критерии и алгоритмы позволяют разработать эффективную стратегию развития производственного предприятия и решать практические задачи оценки экономической эффективности и предпринимательских рисков от реализации инвестиционных проектов в условиях неопределенности исходных данных.

Теоретические результаты работы формализованы в виде комплекса компьютерных программ на базе вычислительных сред MATLAB 7.01, MS Excel и программы Альт-Инвест 3.0, который позволяет автоматизировать расчеты по определению оптимальных параметров реинвестирования прибыли в расширения производства и инвестиционных проектов новых производств в случае нечетко заданных исходных данных и с учетом относительной важности для инвестора критериев риска и дохода.

Основные положения диссертационной работы были реализованы на малом предприятии по производству строительных отделочных материалов ООО «Стандарт-Технология». Результаты научных исследований нашли практическое применение в учебном процессе при подготовке курсов по специальности «Менеджмент» на кафедре экономики Самарского Государственного Аэрокосмического Университета, в курсовых работах и дипломном проектировании, а также в теоретических и практических курсах, читаемых в Модельном учебном центре Департамента ФГСЗН по Самарской области. Имеются соответствующие документы о внедрении.

Апробация работы.

Результаты диссертационного исследования докладывались на международной научно-методической конференции «Организационный менеджмент: состояние, проблемы, тенденции», Пенза, 2004; научной школе-семинаре ИПУ РАН, СГАУ «Вопросы управления организационными системами», Самара, 2005.

Публикации.

По теме диссертации опубликовано 8 работ общим объемом 2,2 п.л.

Структура и объем диссертации.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников.

Работа состоит 115 страниц текста, включая 22 рисунка, 5 таблиц, 86 формул. Библиографический список включает 101 наименование.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении аргументирована актуальность темы диссертации, поставлены цель и задачи исследования, определены объект и предмет исследования, раскрыта и обоснована научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе проанализировано современное состояние и перспективы развития малых и средних производственных предприятий в России. Рассмотрены различные методики оценки эффективности и риска инвестиционных проектов. Обосновано применение методов многокритериального оценивания и методов теории нечетких множеств при инвестиционном проектировании в условиях неопределенности исходных данных. Предложена модель расширения производства за счет собственных средств предприятия.

В мировой практике для расчета экономической эффективности инвестиций широко применяются методы, основанные на дисконтированных оценках. В России в методических рекомендациях Правительства приведены критерии оценки эффективности инвестиционных проектов и методики их расчета. Это чистый дисконтированный доход NPV , внутренняя норма прибыли IRR , индекс рентабельности инвестиций PI , дисконтированный период окупаемости инвестиций DPP .

При оценки эффективности проекта важно, чтобы период окупаемости проекта не превышал периода развития в жизненном цикле продукта. Для этого инвестиционная деятельность предприятий должна быть ориентирована на создание новых продуктов и технологий не дожидаясь момента, когда товар достигнет нижней точки жизненного цикла, а его производство станет нерентабельным.

Основной трудностью при принятии решений основанных на расчете вышеуказанных критериев является неустранимая неопределенность в исходных данных, связанная с тем, что в расчетах фигурируют данные, относящиеся к будущим моментам времени. Основными видами неопределенности считаются: колебания предполагаемых объемов производства, материальных и прочих затрат, ставок налогообложения, взаимоотношений с различными финансовыми институтами и т.д. В результате возникает риск того, что после реализации инвестиционного проекта предприятие недополучит ожидаемый доход.

Традиционно неопределенности, связанные с прогнозированием будущих событий в экономике, интерпретируют с теоретико-вероятностной точки зрения, что во многих практически важных случаях может приводить к неадекватным результатам. Так для экономических приложений понятия математического ожидания и дисперсии имеют содержательный смысл только для нормального или равномерного распределения вероятностей, в то время как рыночные распределения существенно несимметричны.

Для оценки рисков также широко применяется метод сценариев. Необходимо отметить, что пессимистическая, наиболее вероятная и оптимистиче-

ская оценки вероятности реализации сценариев задаются экспертами. Эти оценки носят субъективный характер и не связаны с какими-либо вероятностями классической частотной природы.

Распространенный метод чувствительности предполагает изучение влияния вариации одного или двух исходных данных на значения экономических показателей инвестиционного проекта. Обоснованность этого метода вызывает сомнения, поскольку исходные данные проекта взаимообусловлены и меняются, как правило, одновременно.

Таким образом, способ оценки риска инвестиций прямо связан со способом описания информационной неопределенности в части исходных данных проекта. Если исходные параметры имеют вероятностное описание, то показатели эффективности инвестиций также имеют вид случайных величин со своим имплицитным вероятностным распределением. При этом, чем в меньшей степени статистически обусловлены те или иные параметры, чем слабее информационность контекста свидетельств о состоянии описываемой рыночной среды, тем менее может быть обосновано применение любых типов вероятностей в инвестиционном анализе.

Понимание необходимости разработки эффективного математического аппарата для работы с неопределенностями, в том числе и субъективной природы, осознание недостатков теоретико-вероятностных методов, привело к бурному развитию и формированию в последние 30 лет ряда новых научных дисциплин: интервальной математики, теории нечетких множеств и теории возможностей. С помощью методов теории нечетких множеств можно проводить арифметические операции с параметрами, заданными в виде нечетких чисел, что не удастся сделать при их описании частотными распределениями. Появляется возможность описания неопределенностей, имеющих субъективную природу.

Любая задача оценки экономической эффективности проекта является как минимум двухкритериальной, поскольку наряду с требованием увеличения дохода, всегда существует критерий характеризующий снижение неопределенности или риска неполучения желаемого результата. При этом отношение инвесторов к риску индивидуальна (субъективна). Критерий эффективности инвестиционного проекта можно сформулировать так: инвестиционный проект считается эффективным, если его доходность и риск сбалансированы в приемлемой для участников проекта пропорции. Под доходностью понимают чистый дисконтированный эффект NPV .

Как известно даже при наличии всего лишь двух частных критериев в задачах оптимизации неизбежно присутствуют субъективные факторы, связанные, например, с ранжированием частных критериев. В работе задача определения значимости рангов частных критериев решается на основе их попарного сравнения. Ранги относительной важности критериев определяются из шкалы лингвистических оценок по описанным в литературе методикам. Такой подход для построения глобального критерия не делает различий между целями и ограничениями, что характерно для классических подходов

использующих метод Лагранжа и др. Как показано Дилегенским Н.В., при решении большого количества практических задач, использование максимальной стратегии при применении нечетких вычислений в экономических расчетах является оптимальным:

$$\max_{x \in X} \mu_{Eff}(x) = \max_{x \in X} \min \{ \mu_{NPV}^{RangNPV}, \mu_{Risk}^{RangRisk} \}, \quad (1)$$

где μ_{Eff} - критерий эффективности, μ_{NPV} - критерий дохода NPV , μ_{Risk} - критерий риска, $RangNPV$ - ранг относительной важности критерия NPV , $RangRisk$ - ранг относительной важности критерия риска, X - область значений NPV .

Применить критерий эффективности в инвестиционном проектировании предлагается на моделях развития производства за счет собственных средств предприятия. Необходимо учесть, что невозможно точно задать значения параметров модели, относящиеся к будущим моментам времени. Поэтому параметры модели должны быть заданы в виде нечетких чисел, в соответствии с предлагаемым в работе подходом.

Развитие производства на малых и средних предприятиях предполагает два основных направления инвестиционной активности: расширение производства успешного продукта и внедрение новых продуктов. В настоящее время инвестиционное проектирование новых производств достаточно хорошо формализовано, например, в виде программных продуктов "Альт-Инвест" или "Project Expert 7". Вопросам инвестиционного проектирования расширения производства совершенно незаслуженно уделяется гораздо меньше внимания. Если предприятие имеет информацию, о том, что рынок сбыта продукта растет, то расширение производства проверенного, успешного продукта может оказаться выгоднее, производства и "раскрутки" нового продукта. В настоящее время методологически более обоснованной считается модель развития производственного предприятия, предложенная академиком Багриновским К.А. (РАН Москва).

$$\begin{aligned} P(t) &= f \cdot A(t) \\ M^{\phi}(t) &= (1 - c) \cdot P(t) \\ M(t) &= M^{\phi}(t) - N(t) \\ N(t) &= \tau_1 P(t) + \tau_2 (1 - k) \cdot M^{\phi}(t) \\ \frac{\partial A}{\partial t} &= kM(t) \end{aligned} \quad (2)$$

$$t \in [0, T], \quad k \in [0, 1]$$

где $A(t)$ - стоимость основных производственных фондов в момент времени t , f - показатель фондоотдачи, $P(t)$ - выпуск продукции в момент

времени t в стоимостном выражении, c - удельная себестоимость продукции в стоимостном выражении, $M^{об}(t)$ - общая прибыль малого предприятия за вычетом затрат, $M(t)$ - чистая прибыль малого предприятия, $N(t)$ - сумма налоговых отчислений, τ_1, τ_2 - ставки налогов на объем выпуска и прибыль.

В данной модели приняты следующие ограничения: предприятие состоит из одной деловой единицы, является монопродуктовым и функционирует при неизменной технологии, темпы развития предприятия определяются динамикой основных производственных фондов. Монопродуктовость не является фактором, суживающим применение модели. Как правило предприятие выпускает на одних и тех же производственных фондах, силами одного и тоже производственного персонала, семейство модификаций продукта. В рамках данной модели все модификации продукта рассматриваются как один обобщенный продукт.

Численная величина ставки реинвестирования k ограничена, а ее зависимость от времени является управляющим параметром. В связи с этим уместно поставить вопрос об определении оптимальной функции $k(t)$, которая обеспечит максимум NPV на горизонте планирования. Для этого систему необходимо дополнить условием максимума целевой функции:

$$NPV = \int_0^T \exp(-rt)M(t)(1-k(t))dt \rightarrow \max \quad (3)$$

где T - горизонт планирования, r - ставка дисконтирования.

Во второй главе представлена модель и определены оптимальные параметры реинвестирования прибыли в расширение производства, разработаны критерии целесообразности расширения производства, исследована зависимость времени прекращения реинвестирования от изменения рентабельности реинвестированных средств.

Для проведения оценок экономической эффективности модель была преобразована к следующему виду:

$$\frac{\partial M}{\partial t} = roic \cdot k \cdot M + \frac{M}{roic} \cdot \frac{\partial roic}{\partial t}$$

$$roic = (1-c-\tau_1)f / (1+\tau_2(1-k)) \quad (4)$$

$$NPV = \int_0^T \exp(-rt)M(t)(1-k(t))dt \rightarrow \max$$

Известными параметрами модели являются рентабельность реинвестиций в расширение производства, прибыль M в начальный момент времени t , ставка дисконтирования r , горизонт планирования T , удельная себестоимость продукции c , фондоотдача f и ставки налогов τ_1, τ_2 . Искомым параметром

является зависимость ставки реинвестирования от времени $k(t)$, обеспечивающая максимум дисконтированного эффекта NPV

Используя методы теории оптимального управления установлено, что зависимость оптимальной ставки реинвестирования от времени носит ступенчатый характер (рис.1) и рассчитывается по формуле:

$$k(t) = [\theta(t) - \theta(t - t^*)], \quad (5)$$

где $\theta(t)$ - функция единичной степени.

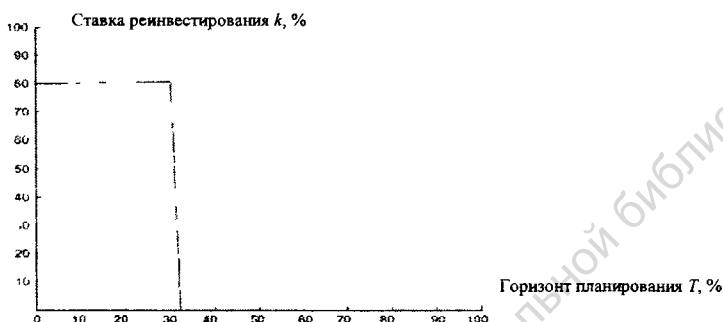


Рис 1. Оптимальная зависимость ставки реинвестирования от времени, $k(t)$

Оптимальным является реинвестирование по максимально возможной ставке вплоть до некоторого момента времени t^* , после которого реинвестирование полностью прекращается. Оптимальное время прекращения реинвестирования рассчитывается по формуле:

$$t^* = T + \ln(1 - r / roic) / r \quad (6)$$

Отсюда следует ограничение на ставку рентабельности $r < roic$.

Данный результат был получен в предположении постоянной рентабельности реинвестиций в расширение производства. Такой подход не учитывает жизненного цикла продукта. Рентабельность меняется в соответствии с положением продукта на кривой жизненного цикла, поэтому предлагается учитывать влияние жизненного цикла продуктов через временную зависимость показателя рентабельности.

В работе методами теории оптимального управления показано, что ступенчатый (релейный) характер зависимости ставки реинвестирования от времени сохраняется если рентабельность является функцией времени на горизонте планирования. Длительность оптимального времени реинвестирования сокращается при падающей рентабельности, и увеличивается при растущей рентабельности (рис.2):

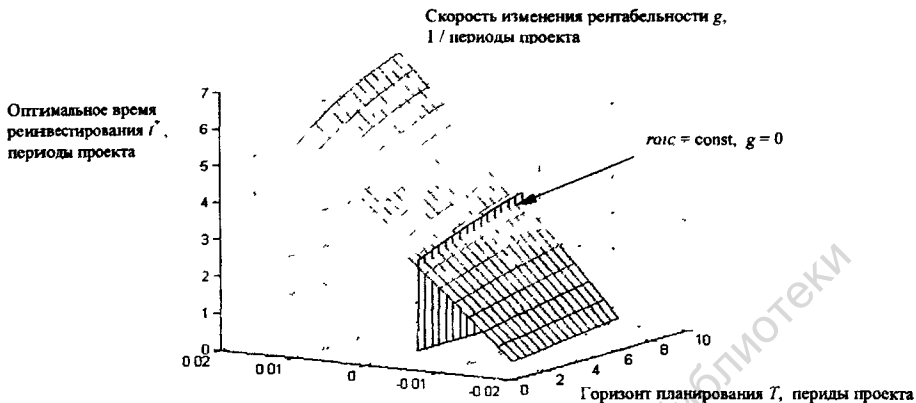


Рис 2 Зависимость оптимального времени реинвестирования t^* от скорости изменения рентабельности g и горизонта планирования T

На практике не всегда рентабельность можно считать постоянной или переменной функцией на горизонте планирования. В общем случае рентабельность как функция времени имеет кусочно-постоянный вид. Это связано с тем, что зависимость от времени коэффициента рентабельности реинвестированных средств $roic$, как в прочем, и большинства финансовых показателей предприятия, определяется не по отношению к произвольному моменту времени, а по отношению к фиксированному интервалу времени – периоду подготовки отчетности и сдачи баланса. Это обусловлено тем, что финансовые результаты предприятия подсчитываются в полном объеме при составлении бухгалтерского баланса – раз в квартал. Некоторые предприятия (меньшинство) подготавливают отчетность ежемесячно. В течение указанного выше фиксированного интервала времени финансовые показатели предприятия, в т.ч. рентабельность, считаются постоянными.

В работе показано, что для кусочно-постоянной функции рентабельности реинвестиций сохраняется ступенчатый характер зависимости оптимальной ставки реинвестирования от времени.

Полученные результаты можно использовать при разработке критериев целесообразности реинвестирования в расширение производства. Задавшись условием положительности времени реинвестирования, при известных горизонте планирования T и ставке дисконта r , можно получить ограничение на величину рентабельности: если рентабельность меньше значения $roic_{\min}^*$, то реинвестирование в расширение производства нецелесообразно:

$$t^* \geq 0, \quad (7)$$

$$roic \geq roic_{\min}^*, \quad (8)$$

Величина $roic_{\min}$ соответствует рентабельности, при которой время реинвестирования равно нулю:

$$0 = T + \text{Ln}(1 - r / roic_{\min}) / r \quad (9)$$

Критерий целесообразности расширения производства можно также получить исходя из условия, что дисконтированный период окупаемости реинвестиций не должен превышать горизонта планирования, а также длительности жизненного цикла продукта:

$$t_{ddpr} < T < ЖЦ \quad (10)$$

Для расчета периода окупаемости реинвестиций приравняем чистый дисконтированный эффект, который был у предприятия без учета реинвестирования, и дисконтированный эффект с реинвестированием. Получаем выражение для расчета периода окупаемости реинвестиций t_{ddpr} .

$$t_{ddpr} = \frac{-1}{r} \text{Ln} \left[\frac{\exp((roic - r) \cdot t^*) - 1}{\exp(roic \cdot t^*) - 1} \right] \quad (11)$$

Каждому значению рентабельности реинвестиций $roic$ соответствует некоторое минимальное значение горизонта планирования $T_{кр}$, при котором реинвестиции в расширение производства окупаются:

$$T_{кр} = t_{ddpr} \quad (12)$$

Если горизонт планирования больше $T_{кр}$, то реинвестиции в расширение производства приносят прибыль, в противном случае реинвестирование в расширение производства нерационально.

Для проверки аналитических расчетов по полученным выражениям, а также с целью графического представления основных результатов были выполнены численные расчеты в программных средах MATLAB / Simulink.

В третьей главе разработан способ построения функции терпимости риска. Предложен критерий эффективности для инвестиционных проектов с нечеткими исходными данными. На основании критерия эффективности разработан и формализован в виде программного продукта алгоритм определения оптимального времени реинвестирования прибыли в расширение производства, для случая, когда рентабельность реинвестирования задается нечетким числом.

Для построения частных критериев широко используется метод функций желательности, впервые предложенный американским ученым Харингтоном для решения оптимизационных задач. В соответствии с подходами, применяемыми в теории нечетких множеств, построение частного критерия сводится к построению соответствующей функции желательности, которая задается нечетким числом на области значений оцениваемой величины.

Как правило, построение функций желательности для критериев эффективности не представляет затруднений, поскольку они следуют из предпочтений экспертов или технологических параметров объекта. Иначе обстоит дело с построением функции желательности критерия риска. Эта задача рассматривалась многими авторами, однако, общепринятого алгоритма построения такого критерия в литературе не известно. В работе частный критерий риска строится на основе вычисления риск-функции профессора А.О. Недосекина. Метод Недосекина предполагает общий способ вычисления степени риска $V \& M$ того, что нечеткая величина окажется меньше заданного четкого критериального значения. По мнению автора, такой подход к использованию риск-функции существенно ограничивает возможности метода, и что самое важное, рассматривает риск в отрыве от других характеристик нечеткой величины, например NPV .

Для того, чтобы рассматривать риск с единых позиций многокритериальной оптимизации автор *впервые* предлагает использовать риск-функцию Недосекина для построения функции терпимости риска. В качестве такой функции предложено использовать выражение:

$$\mu_R = 1 - V \& M, \quad \text{при } V \& M < V \& M_{crit} \quad (13)$$

$$\mu_R = 0, \quad \text{при } V \& M \geq V \& M_{crit} \quad (14)$$

где μ_R - функция терпимости риска, $V \& M$ - риск функция Недосекина, $V \& M_{crit}$ - критическое значение риска, рекомендованное $V \& M_{crit} = 0.2-0.3$, выше которого риск считается недопустимым.

На рисунке 3 изображено нечеткое число чистого дисконтированного эффекта NPV , по оси x отложен интервал изменения NPV , по оси y функция принадлежности нечеткого числа NPV . Приведен пример построения функции терпимости риска μ_{RISK} и функции желательности NPV μ_{NPV} для случая когда ранги относительной важности критериев риска и дохода равны (пунктир), и для случая когда минимум риска предпочтительнее максимума дохода (сплошная линия), что соответствует рангам относительной важности 1.75 и 0.25 соответственно. Точки А и Б являются оптимальными значениями критерия эффективности инвестиционного проекта (1). Видно, что результаты двухкритериального оценивания могут качественно измениться, если учесть относительную важность критериев.

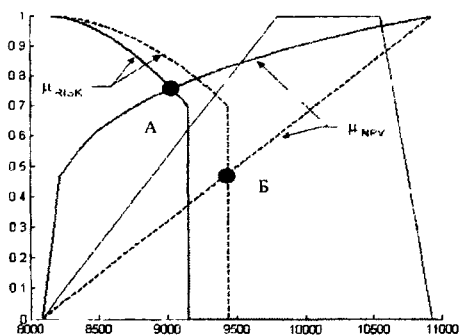


Рис 3 Построение функции терпимости риска μ_R и функции желательности μ_{NPV} для нечеткой величины чистого дисконтированного эффекта NPV

Полученные результаты были использованы для решения задачи определения оптимальной политики расширения производства при условии, когда исходные параметры инвестиционного проекта известны неточно. При этом модель реинвестирования в расширение производства описывается системой уравнений (4), как и в случае четких исходных данных, однако прибыль M и рентабельность $roic$ являются нечеткими величинами.

Проведенный анализ показал, что если рентабельность является нечетким числом, то оптимальное время реинвестирования также является нечетким числом. Следовательно, в условиях неопределенности, задача определения оптимального времени реинвестирования прибыли в расширение производства не может быть решена в рамках одного критерия – максимума NPV . Для оценки четкого значения оптимального времени реинвестирования необходимо использовать критерий эффективности (1).

Для решения задачи оптимизации реинвестирования в расширение производства, на базе вычислительной среды MATLAB была разработана программа оптимизации расширения производства на основе критерия эффективности. В качестве исходных данных в программу вводятся: $\{roic1, roic2, roic3, roic4\}$ – представление рентабельности $roic$ в виде нечеткого числа на горизонте планирования T , r – ставка дисконта, $Rang\ NPV$ – ранг относительной важности критерия дохода, $Rang\ risk$ – ранг относительной важности критерия риска, $Limit\ risk$ – ограничения на предельный риск ($0 \leq Limit\ risk \leq 1$).

Выходными данными являются: $t\ optimal$ – оптимальное время реинвестирования, $NPV\ optimal$ – относительное значение чистого дисконтированного эффекта к концу горизонта планирования:

$$NPV_{optimal} = \frac{NPV_{opt}}{\int_0^T M_0 \exp(-r \cdot t) dt} \quad (15)$$

где NPV_{opt} - значение чистого дисконтированного эффекта на горизонте планирования после оптимизации, $\int_0^T M_0 \exp(-r \cdot t) dt$ - значение чистого приведенного дохода без оптимизации, M_0 - начальное значение чистой прибыли предприятия. Показатель $NPV_{optimal}$ выбран для устранения зависимости от начальных данных и наглядности результатов. Результаты расчетов инвестиционного проекта по расширению производства грунтовок представлены в графическом виде на рисунке 4. Каждая точка кривой есть решение задачи оптимизации расширения производства на основе критерия эффективности для заданного времени реинвестирования.

По заданным исходным $roic = \{0.25, 0.3, 0.4, 0.57\}$, $r=0.1$, $T = 5$ лет, $Rang\ risk = 1.75$, $Rang\ NPV = 0.25$, $Limit\ risk = 0.7$. получено оптимальное время реинвестирования составляет 1,3 года и относительный чистый дисконтированный эффект 1.05, т.е. рост NPV составляет 5% (точка С). В результате проведенных расчетов проект был отвергнут.



Рис. 4 Оптимальные значения относительного чистого дисконтированного эффекта в зависимости от времени реинвестирования

В четвертой главе полученные в работе результаты использованы для разработки программного обеспечения по инвестиционному проектированию производства фасадной штукатурки.

В настоящее время готовых программных продуктов по расчету инвестиционных проектов в условиях неопределенности нет. Для реализации развитых в работе алгоритмов был разработан специальный комплекс программ на базе MATLAB 7.01, MS Excel и Альт-Инвест 3.0. Для ввода начальных данных, проведения экономических расчетов использовалась стандартная

программа "Альт-Инвест 3.0", для проведения нечетких вычислений с применением критерия эффективности использовалась программа MATLAB. Для двустороннего обмена данными между MS Excel и MATLAB были написаны макросы на языке Visual Basic for Applications (VBA), использующие стандартные функции программы Excel Link MATLAB. Особенностью программы является то, что исходные данные задаются в виде трапецевидных нечетких чисел.

Программа работает по следующему алгоритму. Первоначально задаются лингвистические оценки относительной важности риска и дохода. Затем с использованием метода Solver программы MS Excel производится расчет рангов относительной важности критериев. Рассчитанные ранги критериев передаются в программу MATLAB. Затем экспертным путем для каждого периода инвестиционного проекта задаются значения исходных данных в виде трапецевидных нечетких чисел. Для получения значений экономических показателей проекта исходные данные для каждого значения функции принадлежности из MATLAB экспортировались в программу Альт-Инвест 3.0. Рассчитанные там значения экономических показателей импортировались обратно в MATLAB. В результате работы этой части программы в MATLAB формируются нечеткие значения для любой экономической величины, которую можно вычислить в программе Альт-Инвест 3.0. В программе MATLAB разработан модуль для вычисления критерия терпимости риска и последующего двухкритериального оценивания нечетких экономических величин с учетом определенных рангов относительной важности критериев. Результаты расчетов предоставляются в графическом и численном виде.

Полученные в диссертационной работе результаты были использованы для разработки эффективной стратегии развития производства малого предприятия ООО "Стандарт-Технология", специализирующегося на производстве отделочных строительных материалов.

В соответствии с предложенными в работе критериями и алгоритмами руководство предприятия рассматривало возможность расширения имеющегося производства грунтовок с проведением соответствующих расчетов, описанных в главе 3. Горизонт планирования принимался равным 5 годам, что оценивалось исходя из предполагаемой длительности жизненного цикла технологии. При двухкритериальных оценках учитывалась стратегия руководства – минимум риска. Расчеты показали, ранги относительной важности критерия риска 0.25, дохода - 1.75 соответственно. На основании сложившихся значений рентабельности производства грунтовок и экспертных оценок были определены нечеткие значения рентабельности на прогнозируемый период $roic = \{0.25, 0.3, 0.4, 0.57\}$. Расчеты показали, что период окупаемости реинвестиций составляет 4.67 года, $roic_{\min}$ составляет 0.27, риск 24%. По результатам анализа руководство приняло решение не расширять производство, а создавать производство нового продукта (фасадную штукатурку).

Предприятие работает по упрощенной системе налогообложения. Ставки налогов предполагались постоянными на все время проекта. Ставка

дисконта принималась равной 12%, что соответствует годовому уровню инфляции. В результате расчетов по разработанной программе получены нечеткие значения всех экономических показателей проекта. Произведено двухкритериальное оценивание экономических величин. Дисконтированный период окупаемости проекта составил 11 месяцев, чистый дисконтированный эффект за 13 кварталов составил 9.038 млн. руб. На рис.5 графически представлены оптимальные значения NPV проекта по производству штукатурки на горизонте планирования равном 13 кварталам:

NPV , тыс руб

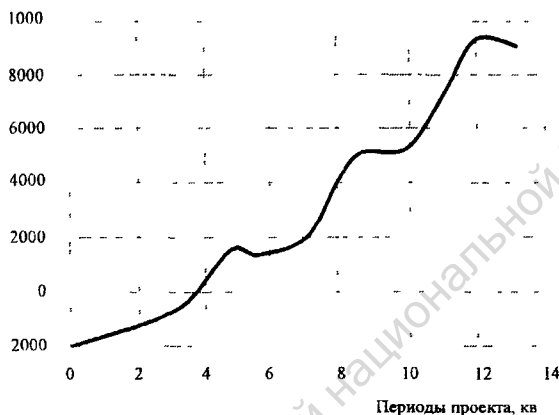


Рис 4 Оптимальные значения чистого дисконтированного эффекта за 13 кварталов

Оценить перспективность производства штукатурки на срок более 3 лет без уточнения исходных данных не представляется возможным. Руководству предприятия рекомендовано к этому сроку провести расчеты с уточненными исходными данными, на основании которых сделать вывод о свертывании или продолжении производства штукатурки.

В заключении представлены научные и практические результаты диссертационной работы, которые позволяют разработать эффективную стратегию развития производственного предприятия и решать задачи инвестиционного проектирования в условиях неопределенности исходных данных, задаваемых в виде нечетких чисел.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Проанализировано состояние и перспективы развития малых и средних производственных предприятий в России. Рассмотрены современные методики оценки экономической эффективности и предпринимательских рисков инвестиций. Обоснована актуальность разработки методов и средств инве-

стиционного проектирования малых и средних производственных предприятий в условиях неопределенности исходных данных.

2. Разработана модель и определены оптимальные параметры расширения производства малых и средних предприятий с учетом жизненных циклов продуктов и технологий.

3. Установлен ступенчатый характер зависимости оптимальной ставки реинвестирования от времени для постоянной, переменной и кусочно-постоянной рентабельности реинвестированных средств.

4. Определены критерий минимальной рентабельности и критерий периода окупаемости реинвестиций, позволяющие оценивать целесообразность расширения производства.

5. Предложен способ построения критерия риска неполучения дохода для случая, когда доход проекта задается нечетким числом.

6. Разработан критерий эффективности инвестиционного проекта с учетом относительной важности для инвестора критериев риска и дохода.

7. Разработаны алгоритмы оптимального реинвестирования прибыли в расширение производства и проектирования нового производства в условиях нечетко заданных исходных данных с учетом критерия эффективности.

8. Разработанные в работе модели, критерии и алгоритмы формализованы в виде комплекса компьютерных программ на базе вычислительных сред MATLAB 7.01, MS Excel и Альт-Инвест 3.0, использование которого при инвестиционном проектировании развития производственной деятельности малого предприятия ООО «Стандарт-технология» позволило отклонить неэффективный инвестиционный проект по расширению производства грунтовок и разработать проект нового производства фасадной штукатурки.

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ

1. Медников С.С. Определение оптимального коэффициента реинвестирования инвестиционного проекта. Высшее образование, бизнес, предпринимательство 2004: Межвуз. сб. науч. тр., вып. 2. Самара: СГТУ, ПИБ, 2004. С. 58-63. 0,33 п.л.

2. Медников С.С., Морозов В.В. Дифференциальные критерии оценки оптимизации инвестиционного проекта. Организационный менеджмент: состояние, проблемы, тенденции: Сб. статей II междунар. науч.-метод. конф. Пенза, 2004. С. 86-89. 0,16 п.л.

3. Медников С.С. Инновационная модель малого предприятия. Корпоративное управление в России: состояние, проблемы, развитие: Сб. науч. тр. Самара: МАКУ, ПДЗ, 2004. С. 72-77. 0,32 п.л.

4. Медников С.С., Морозов В.В. Анализ доходов предприятия с использованием теории нечетких чисел. Корпоративное управление в России: со-

стояние, проблемы, развитие: Сб. науч. тр. – Самара: МАКУ, ПДЗ, 2004 С 77-83. 0,34 п.л.

5. Медников С.С. Графические методы в инвестиционном анализе// Аспирантский вестник Поволжья №1(7), 2004 Научно-информационный межвузовский журнал. Самара: ГМУ, 2004. С. 49-51. 0,14 п.л.

6. Медников С.С. Модель динамики развития малого производственного предприятия с учетом жизненного цикла продукта. Управление организационно-экономическими системами: моделирование взаимодействий, принятие решений: Сб. науч. ст., вып. 3. Самара: СГАУ, 2005. С. 59-61. 0,18 п.л.

7. Медников С.С. Эволюционная классификация малых производственных предприятий в России. Корпоративное управление в России: состояние, проблемы, развитие: Сб. науч. тр. – Самара: МАКУ, ПДЗ, 2005. С. 139-145. 0,34 п.л.

8. Медников С.С. Оптимальная стратегия реинвестирования прибыли в развитие малого предприятия. Корпоративное управление в России: состояние, проблемы, развитие: Сб. науч. тр. – Самара: МАКУ, ПДЗ, 2005 С. 145-152. 0,39 п.л.

Медников Станислав Сергеевич

МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА
ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ)

Автореферат

Подписано в печать 27.01.2006. Формат 60×841/16. Бумага офсетная.
Тираж 100 экз. Заказ №47.

Самарский государственный аэрокосмический университет
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34.