

# МОДЕЛИ СНИЖЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО РИСКА ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Воловник А.Д., к.э.н., президент

ОАО «Фондсервисбанк», г. Москва;

Лялин В.Е., д.т.н., заведующий кафедрой

«Интеллектуальные информационные  
технологии в экономике»,

Ижевский государственный технический университет

## ВВЕДЕНИЕ

Прогресс любой экономической системы невозможен без инвестиций, направляемых на расширение производства, на улучшение организации и управления, на совершенствование технологических процессов. Инвестиционный процесс является очень сложным для прогнозирования и всегда связан с риском потери вкладываемых средств. Инвестиционный климат в стране, отрасли, регионе, фирме в значительной степени определяется структурой и мерой инвестиционного риска. Снижение инвестиционного риска, с одной стороны, требует наличия обоснованных методов прогнозирования развития и количественных показателей объекта, в который вкладываются денежные средства. С другой стороны, рациональное управление инвестиционным проектом на всех этапах развития, адекватно реагирующее на непредусмотренное изменение внешних факторов, позволяет приблизиться к поставленной цели с минимальными потерями. Поэтому в теории и практике инвестиционных процессов важными проблемами, требующими решения, являются исследование задач прогнозирования поведения сложных социально-экономических систем и разработка методов оптимального управления в условиях непрерывно изменяющейся обстановки.

Стабильное развитие субъектов реформируемой российской экономики – предприятий всех форм собственности, невозможно без устойчивого потока инвестируемых средств. Для привлечения реальных инвестиций, как инициатор проекта, так и инвестор должны уметь дать обоснованную оценку будущим результатам деятельности с учетом возможного риска. На этапе реализации инвестиционного проекта необходимо руководствоваться методами управления и организации производства, обеспечивающими эффективное распределение имеющихся материально-технических, трудовых ресурсов, финансовых средств.

В настоящее время российскими и зарубежными учеными в области экономики проделан огромный объем работы в области теоретических построений и практической реализации результатов исследований инвестиционных процессов. Российские исследователи Ковалев В.В., Валдайцев С.В., Иванов В.В., Клейнер Г.Б., Шеремет А.Д. и др., зарубежные Блех Ю., Гетце У., Бирман Г., Крушвиц Л. заложили мощный фундамент теории инвестиций, хозяйственной и финансовой деятельности предприятий. Математическое моделирование в экономике развивается в работах Ашманова С.А., Альбрехта Э.С., Глухова В.В., Дуброва А.М., Емельянова А.А., Колмаева В.А., Лагоши Б.А., Оленева Н.Н., Поспелова И.Г.,

Черемных Ю.Н., являясь продолжением классических работ Беллмана Р., Гейла Д., Самуэльсон П., Хикса Д. Большое количество публикаций на тему инвестиций, увеличивающееся с каждым годом, свидетельствует об огромном интересе к этой области знаний. Разработанные методологические основы инвестиционных процессов, созданные модели производственных процессов необходимо довести до уровня использования в практической хозяйственной деятельности предприятий, банков в виде необходимых информационных технологий.

## 1. ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД

### 1.1. Источники финансирования инвестиционных проектов

#### *Личные сбережения населения*

Одним из источников инвестиций, составляющим до одной трети всех инвестиций, являются личные сбережения. В СССР не существовало легальных способов получения личных доходов. Но регулируемая экономика позволяла поддерживать (при наличии ресурсов за счет монополии на экспорт сырья, вооружения, на производство и продажу алкоголя и т.д.) инфляцию на минимальном уровне. Это приводило к возможности привлечения сбережений населения для инвестиционного процесса через вклады в сберегательном банке [43]. Более того, при сравнительно низком уровне заработной платы требовалось время для накопления денежных средств на приобретение ценных и необходимых потребителю товаров. Затем сформировавшийся тотальный дефицит и появившийся товарный голод привел к тому, что на заработанные деньги трудно стало купить что-либо ценное, и эти средства также уходили в сберегательный банк и использовались в инвестиционном процессе.

Начало экономических и политических реформ в СССР привело к его распаду. Продолжение этих реформ в России привело к ослаблению механизма регулирования экономики, а в последствии, и к его исчезновению.

Освобождение цен в России повлекло их многократное возрастание. За годы реформ с 1992 по 1998 годы цены выросли на три порядка. Неиндексированные личные сбережения населения очень быстро обесценились и потеряли роль одного из источников инвестиций [35,36,43]. Кроме того, населением было утрачено доверие к хранению денежных средств в рублях. Аферы с финансовыми пирамидами усилили эту тенденцию. Для сохранения средств интенсивно покупалась иностранная конвертируемая валюта либо недвижимость. Все это привело к тому, что в переходный период российская экономика полностью потеряла мощный источник инвестирования – личные сбережения граждан.

Вместе со снижением уровня инфляции в 1996 – 1997 годах началось постепенное увеличение вкладов населения в сберегательный и другие банки, хотя доля хранения сбережений в иностранной валюте все еще оставалась очень высокой.

Выправляющийся процесс привлечения личных сбережений населения России в инвестиционный процесс был

снова нарушен в 1998 году. После дефолта курс рубля понизился примерно в четыре раза, что повлекло соответствующую потерю рублевых сбережений граждан. Снова резко возрос интерес к иностранной валюте и снова доля рублевых сбережений резко уменьшилась.

Экономическая политика, проводимая правительством России в последние годы, направлена на снижение уровня инфляции и, следовательно, к возрастанию доли сбережений населения в инвестиционном развитии экономики.

Огромный инвестиционный резерв содержится в средствах, вывозимых за рубеж. По минимальным оценкам МВД [43] количество незаконно вывезенных средств из Российской Федерации составило около 150 миллиардов долларов. Эти средства напрямую пока потеряны для российской экономики. Ослабление процесса вывоза средств и привлечение их в инвестиции может дать существенный вклад в развитие экономики России.

Выделим факторы, определяющие уровень инвестиций в обществе [43].

1. Соотношение между потреблением и сбережением. Оно определяется уровнем производительности труда и уровнем доходов населения. Сбережения идут на развитие производства. Рост производства приводит к росту сбережений и идет прогрессирующее развитие экономики. В России данный суммарный фактор может играть все более существенную роль.
2. Безопасность вложений. Сбережения вкладываются в инвестиции и при небольшой прибыли, если существуют гарантии их сохранности. Российские граждане имеют большой опыт в нарушениях этих гарантий и причинения к минимальной возможности сохранения средств, а не к их увеличению.
3. Уровень прибыли на инвестиции. Этот фактор работает в комплексе с безопасностью вложений: большая прибыль – большой риск.
4. Степень организованности финансового рынка. Население имеет возможность делать инвестиции в производство не напрямую, а через финансовый рынок [90]. При хорошей организованности финансового рынка вовлекаются даже средства, являющиеся свободными на короткий срок [97,104].

Отмеченные факторы при стабильном развитии экономики увеличивает объем инвестиций, что еще более улучшает эти факторы и т.д. При нестабильном развитии экономики имеется обратная тенденция. Сбережения уходят на приобретение иностранной валюты (инвестируются зарубежные производства), затрачиваются на товарные запасы (увеличиваются издержки на хранение), вовлекаются в краткосрочные мероприятия. Падение же долгосрочных инвестиционных проектов приводит к снижению темпов роста производства. Падение роста производства уменьшает занятость населения, снижает его доходы. Так как суммарные доходы снижаются, то уменьшается и доля средств на потребление и доля средств на сбережения.

В России в настоящее время сложилась переходная ситуация. Возможен переход к стабильному развитию экономики и возможен затянутый период нестабильности [35,36]. В этих условиях важным становится решение вопроса об инвестиционной привлекательности товарнопроизводящих отраслей экономики. Развитие методов оценки эффективности инвестиционных вложений, снижение риска являются приоритетными направлениями в теории и практике инвестиционных проектов.

Бюджетное инвестирование. Бюджетные ассигнования – это средства, выделяемые из федеральных, ре-

гиональных и других местных бюджетов [43]. Эти средства привлекаются при принятии бюджетов всех уровней. Бюджетные ассигнования направлены на решение общенациональных задач. Как правило, это проекты с длинными сроками реализации, неприемлемыми для частного бизнеса. Государство также выделяет средства на стимулирование направлений деятельности, связанных с передовыми технологиями и развитием научно-технического прогресса. На уровне субъектов федерации выделяются средства на восстановление отраслей, пришедших в упадок в переходный период экономических реформ. Кроме того, за счет бюджетных средств в основном развивается социальная сфера.

Регулируемая экономика характеризуется очень высокой долей бюджетных средств, близкой к 100%, в инвестициях. В условиях рыночной экономики эта доля существенно ниже. Доля бюджетных ассигнований в инвестиции в основной капитал в России показана на рис.1.1 [131].

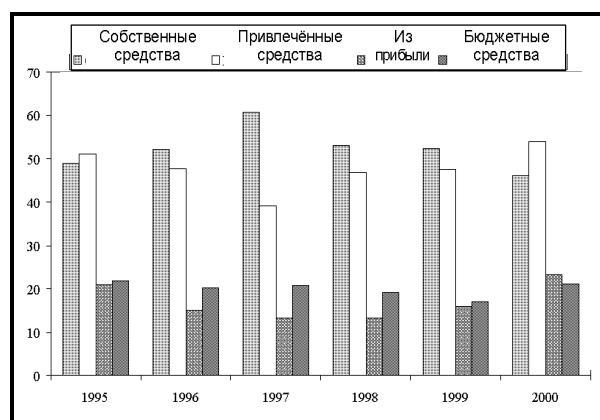


Рис.1.1. Распределение инвестиций в капитал России

Бюджетные ассигнования на капитальные вложения характеризуются тем, что предусматриваются условия безвозвратности выделяемых средств для некоторых целевых программ либо льготные условия кредитования [43,111]. Выделенные бюджетные средства должны в точности использоваться по назначению, для чего осуществляется финансовый контроль со стороны властных структур. Целевые программы должны быть опубликованы в открытой печати.

Инвестиционная политика Российской Федерации, сформулированная в Постановлении Правительства РФ от 13.10.1995 №1016 «О комплексной программе стимулирования инвестиций», предусматривает финансирование большей части социальной сферы (до 70%) и производственной инфраструктуры (до 10%) [43]. Спецификой инвестиционной политики в России в настоящее время является то, что выделение бюджетных средств осуществляется для финансирования реальных объектов, определяемых в результате конкурсного отбора, независимо от региональной принадлежности [9].

В соответствии с законодательством Российской Федерации бюджетные ассигнования производятся на условиях прямого финансирования объектов федерального назначения (безвозвратное и безвозмездное финансирование) и посредством выделения бюджетных кредитов и гарантий (возвратное возмездное фи-

нансирование). На региональных и местных уровнях также должны соблюдаться эти подходы.

Перечень объектов прямого финансирования ежегодно формируется правительством.

Для финансирования частных субъектов в Российской Федерации сложились определенные подходы. Рассматриваются объекты – инвестиционные проекты. Проводится конкурсный отбор инвестиционных проектов по их эффективности. Приоритетными являются проекты, направленные на рост основных экономических показателей с коротким сроком окупаемости. Выигрывавшим проектам предоставляются возвратные льготные кредиты. Государство может обеспечивать часть инвестиций при обязательном наличии доли собственных средств предприятия. В зависимости от категорий проекта (рис.1.2) устанавливается величина государственной поддержки [43].

Государственные гарантии также зависят от категории проекта и составляют до 60% от заемных средств, направляемых на инвестирование.

При предоставлении бюджетных инвестиций соответствующая часть капитала предприятия становится государственной или муниципальной собственностью с последующим участием в управлении предприятием [20,114].

Возвратной и возмездной формой является бюджетный кредит при условии обеспечения долговых обязательств. Кредитные обязательства обеспечиваются банковскими гарантиями и поручительствами. Может использоваться залог в размере предоставляемого кредита в виде имущества или ценных бумаг. Бюджетный кредит выдается на основе финансовой проверки предприятия. Кроме того, должно проверяться и целевое использование кредита.

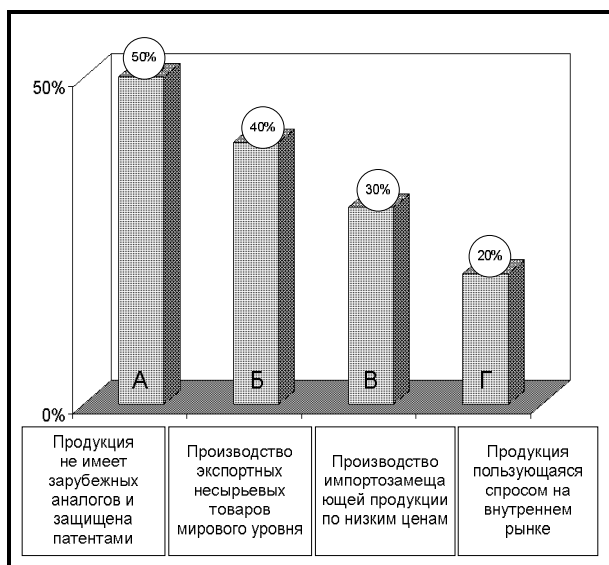


Рис.1.2. Категории инвестиционных проектов

Если организация ведет научно-исследовательские работы и опытно-конструкторские разработки, проводит техническое перевооружение производства, осуществляет инновационную деятельность, то оно может получить инвестиционный налоговый кредит. Инвестиционный налоговый кредит заключается в изменении сроков уплаты налогов (на прибыль, местные налоги). Плата за

данный кредит производится по ставке рефинансирования, уменьшенной в 2 – 4 раза [43].

Для государственной поддержки инвестиций организован Бюджет развития Российской Федерации. В дальнейшем функции кредитования и финансовых гарантий предполагается передать системе финансовых посредников, как это делается в развитых странах [43,114].

На национальном российском уровне фонд федеральных инвестиций складывается из внутренних и внешних источников. Внутренние источники образуются бюджетными централизованными отчислениями и нецентрализованными вложениями. Нецентрализованные источники состоят из вложений коммерческих и некоммерческих организаций и из личных сбережений граждан. Внешние источники состоят из иностранных инвестиций и репатрируемых средств, полученных от деятельности за границей. Финансовые инвестиции предназначены для размещения капитала предприятий при наличии свободных ресурсов на финансовых рынках. В России большие компании проводят стратегические финансовые инвестиции за счет приобретения контрольных пакетов акций. Широкое распространение получил механизм банкротств и присоединения предприятий. В этом случае, при приобретении акций по низким ценам прибыли инвесторов становятся очень большими [43].

Источники репатрируемых средств могут играть заметную роль в развитии экономики России. Это связано с тем, что в переходный период из страны вывозились средства, соизмеримые с величиной национального бюджета. Часть этих средств при правильной инвестиционной политике можно вернуть в виде капитальных вложений в развитие экономики России.

Иностранные инвестиции. Иностранные инвестиции осуществляются либо международными организациями, либо иностранными государствами, либо частными вложениями нерезидентов[53].

Так же, как и внутренние инвестиции, иностранные делятся на прямые и портфельные [9,10,54]. Под прямыми инвестициями понимается, как правило, покупка акций предприятия, позволяющая участвовать в управлении. Вложенные средства в пакет акций идут на капитальное строительство и техническое перевооружение предприятия. Под портфельным инвестированием понимается процедура покупки акций для последующей перепродажи на рынке ценных бумаг[152,163].

Привлечение иностранных инвестиций связано с инвестиционным климатом в стране, определяемым величиной и структурой странового риска.

Страновой риск – это убытки, понесенные иностранным инвестором при политических и экономических изменениях в инвестируемой стране, не зависящие от деятельности инвестора. Сравнительно просто можно оценить микроэкономические риски прямых инвестиций. Они связаны с имеющейся производственной инфраструктурой предприятия, экологическими требованиями, наличием рабочей силы [43].

На макроэкономическом уровне присутствуют несколько разновидностей риска.

Валютный риск связан с колебаниями курса местной валюты. Этот риск особенно велик, когда правительство осуществляет фиксированный валютный курс, изменяя его по собственному усмотрению.

Процентный риск обусловлен колебанием цен долговых обязательств, особенно для долгосрочных облигаций.

Инфляционный риск связан с потерей покупательной способности денег в стране.

Очень трудной формой странового риска является невыполнение условий кредитов. Это может быть отказ от признания долгов, отказ от дальнейшего обслуживания долга, пересмотр долговых условий.

Трансфертный риск обусловлен проявлением препятствий для перевода средств за рубеж.

В целом, страновые риски делятся на два вида. Экономический страновой риск связан с ухудшением экономической ситуации в стране. Политический страновой риск вызывается сменой политики в стране, приводящей к вмешательству во внутренние дела инвестора. Политический страновой риск связан и с возможностью дискриминации иностранных инвесторов, вероятностью национализации их средств и полной экспроприацией собственности.

Инвестиционный климат в стране связан с риском потери эффективности вложений и с уровнем доходности инвестиционных проектов [74]. В современных российских условиях инвестиционная привлекательность России, главным образом, характеризуется величиной рынка сбыта. Российская промышленность не в достаточной степени способна производить качественные товары народного потребления, соответствующие мировым стандартам качества. Поэтому рынок заполнен импортными товарами. Производство этих видов товаров на месте позволяет вытеснить импорт с рынка. Производство местных товаров имеет меньшую себестоимость по сравнению с импортными, так как в России имеется большой ресурс квалифицированной рабочей силы с низкими затратами на оплату труда, по сравнению с развитыми европейскими странами.

Положительная роль иностранных инвестиций в российскую экономику связана с дополнительным финансированием больших проектов и доступом к современным технологиям и передовой организации управления производством. Отрицательное действие иностранных инвестиций, обусловленное подавлением неконкурентоспособных отечественных товаропроизводителей, должно компенсироваться экономической стратегией развития отстающих отраслей.

Инвестиционная привлекательность некоторых российских отраслей не является общим благом для российской экономики в целом. Речь идет о топливных отраслях, характеризующихся быстрой отдачей инвестиционных проектов. Однако, при экспорте топливной продукции основные внутренние проблемы российской экономики не решаются. Как правило, топливдобывающие регионы имеют наиболее платежеспособное население. Это также усиливает приток иностранного и российского капитала в эти регионы [43].

Резкое разделение регионов по степени экономического развития является дестабилизирующим при управлении экономической системой.

В настоящее время в России иностранные инвестиционные проекты в капиталоемких отраслях, определяющих рост научно-технического прогресса, составляют малую долю.

На микроэкономическом уровне инвестиционные источники для предприятий всех форм собственности подразделяются на собственные и привлеченные.

## 1.2. Система показателей оценки инвестиционных проектов

Собственные средства складываются из капитала и прибыли. Капитал предприятия состоит из уставного, добавочного и резервного.

Прибыль определяется как разница между доходами и расходами рассматриваемой производственной системы. В расходы включаются материальные затраты, оплата труда, начисленная амортизация [17,43]. Валовым доходом или добавленной стоимостью является величина выручки от реализации минус материальные затраты. Вычет из валового дохода амортизационных отчислений дает величину чистого дохода [41,42]. Чистый доход складывается из оплаты труда и валовой прибыли (рис. 1.3).

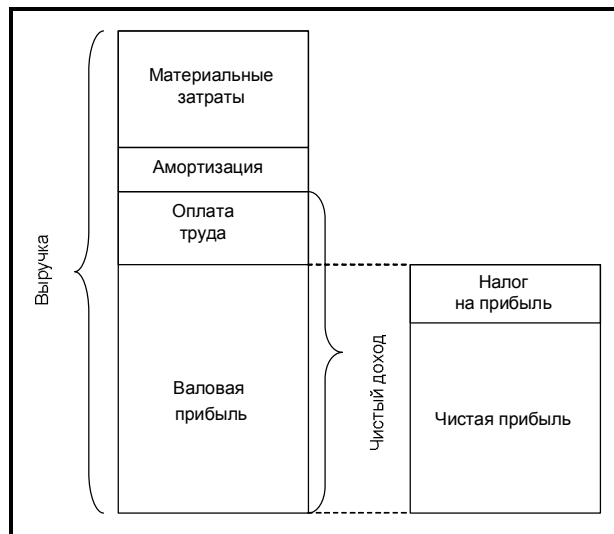


Рис. 1.3. Структура дохода предприятия

Предприятие характеризуется несколькими показателями прибыли [81].

Брутто-прибыль – это общий финансовый результат до налогообложения, получаемый от реализации товара, от финансовой и инвестиционной деятельности, а также внереализационные и чрезвычайные доходы.

Выручка от реализации представляет поступления от реализации продукции, товаров, услуг собственного производства и ранее приобретенных [21]. Сюда же входят поступления от продажи имущества и ценных бумаг. Разность между выручкой и прямыми материальными и производственными затратами также называют маржинальной прибылью. Налог на прибыль насчитывается на брутто-прибыль за вычетом прибыли, облагаемой налогом по доходам (ценные бумаги от долевого участия в совместных предприятиях) и за вычетом льгот по налогу на прибыль. В результате, после уплаты всех налогов и обязательных платежей остается чистая прибыль.

Та часть чистой прибыли, которая направляется на развитие производственных активов, называется капитализированной или нераспределенной прибылью. Другая часть называется потребляемой прибылью.

Амортизационные отчисления связаны с физическим и моральным старением капитала и предназначены для его воспроизводства. Капитальные вложения с учетом амортизационных отчислений называются валовыми, а без амортизационных отчислений – чистыми капиталовложениями.

**Существующие методики оценки эффективности инвестиционных проектов**

Разработка инвестиционных проектов входит в стратегическую линию поведения предприятия [26]. Поэтому при их оценке необходимо учитывать и количественные и качественные показатели. Количественные показатели основаны на оценке способности проекта приносить устойчивую прибыль в течение достаточно продолжительного времени. Показатели качественной эффективности могут иметь социальную направленность, могут быть связаны с о стратегией завоевания определенного сектора на рынке товаров, могут определяться структурной перестройкой предприятия и улучшением экологической обстановки [27]. В конечном счете, качественные показатели могут иметь некоторые количественные эквиваленты. Но срок их количественного проявления гораздо более продолжительный, чем получение прибыли от непосредственной реализации проекта. Так, улучшение социальной сферы приводит к повышению качества рабочей силы и, следовательно, к росту производительности труда. Совершенствование структуры предприятия ведет к уменьшению производственных затрат. Улучшение экологической обстановки снижает величину экологических штрафов и увеличивает привлекательность предприятия, как для рабочей силы, так и для инвесторов. Причем, достигнутые в результате конкретного инвестиционного проекта качественные показатели, могут проявиться в других видах деятельности предприятия и через некоторое время. Поэтому оценка качественных результатов, нахождение стоимостного эквивалента этим показателям является важной, но чрезвычайно сложной задачей.

Существующие методы количественной оценки эффективности инвестиционного проекта ориентированы на определение разности между прибылью, получаемой от реализации данного проекта, и количеством вложенных средств [37,43].

При анализе инвестиционного проекта для составления бюджетного плана капиталовложений с проектом связывают денежный поток (приход и расход средств в рассматриваемые периоды времени). Анализ инвестиционного проекта ведется по некоторым временным отрезкам: год, квартал, месяц. Принимается, что весь объем инвестиций производится в конце отрезка, после которого начинается приход денежных средств. Поток денежных средств относится к концу каждого периода так же, как считается прибыль нарастающим итогом на конец отчетного периода. Ставка дисконтирования должна соответствовать размеру временного периода. Рассматриваемого при анализе инвестиционного проекта.

Так как инвестиционные проекты растянуты во времени, а деньги имеют способность к обесцениванию, то необходима единая точка отсчета денег, т.е. учет их временной стоимости. Учет временной ценности денег основан на операциях наращенния и дисконтирования. Эти операции используют формулу сложных процентов [91,92,93].

Если  $PV$  – первоначальная сумма инвестиций и  $r$  – процентная ставка на рассматриваемый отрезок времени  $\Delta t$ , то стоимость инвестиций через время  $\Delta t$  будет  $FV_t = PV(1+r)$ . Если рассматривается  $n$  последовательных периодов времени  $\Delta t$ , то  $FV_n = PV(1+r)^n$ . В случае процентной ставки, изменяющейся во времени

$t = k\Delta t, k = 1, \dots, n$ , стоимость инвестиций через  $n$  периодов будет равна

$$FV_n = PV \prod_{k=1}^n (1+r_k).$$

С использованием данных формул проводится оценка будущего дохода с начальной точки отсчета:

$$PV = \frac{FV_n}{(1+r)^n}$$

или

$$PV = \frac{FV_n}{\prod_{k=1}^n (1+r_k)}.$$

Если при анализе инвестиционного проекта рассматриваются денежные потоки в разные периоды времени  $Q_k$ , то изменение их временной стоимости также учитывается. Обычно считается, что поступление происходит либо в начале временного периода (поток пренумерандо) либо (постнумерандо) в конце [43]. Как правило, пр  $[t_k, t_{k+1}]$  изменяются потоки постнумерандо в соответствии с принятой схемой оценки финансовых результатов в конце очередного периода времени. Стоимость наращенных денежных поступлений через  $n$  периодов, определяемая как постнумерандо равна при постоянной ставке  $FV_n = \sum_{k=1}^n Q_k (1+r)^{n-k}$ .

Финансовые средства, привлекаемые для инвестиций, имеют свою стоимость. Каждому источнику финансирования соответствует его стоимость. Общая сумма средств, которую нужно уплатить за использование определенного объема ресурсов, называется стоимостью капитала [43]. В случае нескольких финансовых источников рассматривается средневзвешенная стоимость капитала

$$K_w = \frac{\sum_{i=1}^m K_i V_i}{\sum_{i=1}^m V_i} = \sum_{i=1}^m K_i w_i,$$

где

$$w_i = \frac{V_i}{\sum_{i=1}^m V_i} - \text{весовые коэффициенты;}$$

$V_i$  – объем финансирования;

$m$  – количество источников.

Количественные показатели инвестиционного проекта.

**Чистая приведенная стоимость (NPV)**

Основной целью инвестиционного проекта является увеличение рыночной стоимости предприятия. Стоимость определяется соотношением исходных инвестиций с общей суммой приведенных чистых денежных поступлений, вызванными данными инвестициями в течение определенного срока. Поток денежных поступлений, изменяющийся в течении рассматриваемого времени, дисконтируется с использованием процентной ставки  $r$ . Если начальные инвестиции  $IC$  обеспечивают денежные поступления  $C_1, \dots, C_m$  в течение  $m$  периодов, то общая накопленная величина дисконтированных доходов будет равна

$$PV = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

или

$$PV = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{\prod_{k=1}^i (1+r_k)}$$

Чистая приведенная стоимость определяется как разность

$$NPV = PV - IC = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r)^i} - IC. \quad (1.1)$$

Если  $NPV > 0$ , то ценность предприятия увеличилась и инвестиционный проект прибыльный. При  $NPV < 0$  проект убыточный, стоимость предприятия уменьшается. Для  $NPV = 0$  необходимо привлекать дополнительные показатели деятельности предприятия. При  $NPV = 0$  могут вырасти основные средства предприятия, увеличиться фонд заработной платы, что также является положительными сторонами проекта. Близость величины  $NPV$  к нулю свидетельствует о неустойчивости инвестиционного проекта. Небольшие изменения в окружающей среде могут привести к его убыточности.

Для инвестиций, разнесенных по времени, формула для чистой приведенной стоимости принимает вид

$$NPV = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r)^i} - \sum_{j=1}^n \frac{IC_j}{(1+d)^j}.$$

Так как величина чистой стоимости приведена к единой точке отсчета на начало проекта, то  $NPV$  различных проектов можно суммировать и сравнивать между собой.

### Индекс рентабельности инвестиций (PI)

Индекс  $PI$  является относительной величиной

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r)^i}}{IC}$$

или

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r)^i}}{\sum_{j=1}^n \frac{IC_j}{(1+d)^j}}.$$

Условия  $NPV > 0$ ,  $NPV < 0$ ,  $NPV = 0$  соответствуют  $PI > 1$ ,  $PI < 1$ ,  $PI = 1$ .

Индекс рентабельности показывает эффективность вложений, т.е. уровень доходов на единицу затрат. Его целесообразно применять совместно с показателем  $NPV$ . При одинаковых значениях  $NPV$  преимущество имеет инвестиционный проект с большим значением  $PI$ .

### Внутренняя норма прибыли инвестиций (IRR)

Внутренняя норма прибыли соответствует средней ставке дисконтирования, при которой значение чистой приведенной стоимости равно нулю. Из решения уравнения (1.1), записанного в виде

$$\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+IRR)^i} = IC. \quad (1.2)$$

Уравнение (1.2) является нелинейным, но может решаться каким-либо итерационным методом, например, методом Ньютона:

$$IRR(q+1) = IRR(q) + \frac{\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+IRR(q))^i} - IC}{\sum_{i=1}^m \frac{iC_i}{(1+IRR(q))^{i+1}}}, \quad (1.3)$$

где

$q = 1, 2, \dots$  – номер итерации.

При начальном приближении  $q(0) = 0$  решение по схеме (1.3) находится за несколько итераций.

Срок окупаемости инвестиций ( $PP$ ). Определяется как минимальное значение времени  $t_m$ , при котором доходы начинают превышать начальные инвестиции  $\sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r)^i} \geq IC$ . Показатель  $PP$  может округляться до

целого значения. Более точно его можно определить из условия равномерного распределения поступлений в течение временного отрезка. Этот показатель не учитывает доходы, получаемые после достижения срока окупаемости не имеет свойства аддитивности. Его целесообразно применять для оценки рискованных проектов с небольшими сроками окупаемости и для проектов, имеющих цель повысить ликвидность капитала.

### Средневзвешенный срок жизненного цикла инвестиционного проекта (дюрация D)

Дюрация определяет эффективное время действия проекта в течение которого он приносит доход.

$$D = \frac{\sum_t tPV_t}{\sum_t PV_t};$$

$$PV_t = \frac{C_t}{(1+r)^t}.$$

### Коэффициент эффективности инвестиций (ARR)

Этот показатель рассчитывается без учета временной зависимости стоимости денег и использует показатель чистой прибыли  $PN$ . Коэффициент эффективности инвестиций или учетная прибыль определяется формулой

$$ARR = \frac{2PN}{(IC + RV)},$$

где

$RV$  – остаточная или ликвидная стоимость.

### 1.3. Этапы инвестиционного процесса в производственно-экономических системах

Инвестиционная деятельность предполагает вложение средств, как правило долгосрочное, в экономическую систему с целью получения дохода [8]. Каждый инвестор надеется на положительный исход своих действий – реальный доход превысит объем вложенных средств, но всегда существует риск, что эти надежды не оправдаются. Для уменьшения инвестиционного риска необходимо спрогнозировать ситуацию и, на основе анализа, принять некоторое решение [28]. Анализ сложившегося состояния и прогноз на будущее проводятся с использованием методов моделирования, с привлечением опытных экспертов, на интуитивном уровне. В любом случае это использование опыта – накопленных

знаний в области деятельности экономической системы. Применение математического моделирования требует подробного описания взаимосвязей элементов рассматриваемой системы, что невозможно без определенного опыта в данной области. Формализация описания, составление математической модели, выбор метода решения задачи также требует опытного специалиста. В случае привлечения экспертов, их опыт реализуется непосредственно. Принятие интуитивных решений также основано на опыте, может быть косвенным. Но хорошая интуиция – это видимая часть айсберга опытных знаний. Интуиция малоопытных людей очень часто приводит к нежелательным последствиям.

Есть еще один способ использования опыта в предметной области – интеллектуальные обучающиеся системы, способные заменить экспертов после наполнения их опытными знаниями. На всех этапах инвестиционного проекта целесообразно применять комбинацию из методов прямого математического моделирования (решение систем дифференциальных уравнений, решение оптимизационных задач и т.п.) и интеллектуальных методов извлечения знаний из данных ("data mining").

Приведем одну из формулировок инвестиционного проекта [43]. Инвестиционный проект – это «последовательность действий, связанных с обоснованием объемов и порядка вложения средств, их реальным вложением, введением мощностей в действие, текущей оценкой целесообразности поддержания и продолжения проекта и итоговой оценкой результативности проекта по его завершении». Данная формулировка предполагает рассмотрение инвестиционного проекта в динамике, с проходом нескольких этапов.

### **Первый этап развития инвестиционного проекта**

Первый этап определяется словами «последовательность действий, связанных с обоснованием объемов и порядка вложения средств». На этом этапе формируется тип инвестиционного проекта по назначению инвестиций. Инвестиции могут быть направлены:

- на расширение производственных фондов;
- на улучшение производства;
- на создание нового производства при расширении области деятельности предприятия;
- на научные исследования и создание новейших технологий;
- на решение экологических проблем;
- на социальные нужды.

Тип предназначения инвестиций определяет тип предполагаемого эффекта. Затем инвестиционные проекты классифицируются по величине капиталовложений (большие, малые), по типу отношений (зависимые, независимые, взаимоисключающие), по типу финансового потока, по степени риска.

На первом этапе развития инвестиционного проекта необходимо провести прогнозно-аналитические исследования и определиться с видом проекта, объектом инвестирования, установить уровень и очередность инвестиций. Следовательно, на этом этапе решается многокритериальная задача выбора [5,6]. Как уже отмечалось, для решения этой задачи возможно привлечение экспертов [7,16]. Более перспективным является применение интеллектуальных информационных систем [25,78,79,80] и, в частности, систем, основанных на аппарате нечеткой логики [29].

Математический аппарат теории нечетких множеств позволяет построить модель объекта, основываясь на нечетких рассуждениях и правилах. В случаях, когда знания об исследуемом объекте сосредоточены у экспертов и возникают трудности при построении математической модели традиционными методами, нечеткое моделирование – эффективный способ решения поставленной проблемы [39].

Характеристикой нечеткого множества выступает функция принадлежности. Наибольшее распространение получили: треугольная, трапецеидальная и гауссова функции принадлежности.

Нечеткие знания формулируются в виде нечетких продукционных правил вывода, задаваемых в форме «если-то»:

ЕСЛИ  $x$  это  $A$ , ТО  $y$  это  $B$ ,

где  $A$  и  $B$  – это лингвистические переменные и соответствующие им функции принадлежности, построенные в пространстве входных значений  $X$  и выходных  $Y$ . Левая часть правила называется условием, или предпосылкой, правая часть – следствием, или заключением.

База правил вместе с базой данных образуют базу знаний системы нечеткого вывода. Основой для проведения операции нечеткого логического вывода является база знаний нечеткой системы, содержащая правила, названия термов и функции принадлежности термов. Результатом нечеткого вывода является четкое значение переменной  $\tilde{y} \in Y$  на основе заданных четких значений  $\tilde{x}_j \in X, j = \overline{1, n}$ .

В общем случае механизм логического вывода включает четыре этапа: введение нечеткости (фазификация), нечеткий вывод, композиция и приведение к четкости, или дефазификация.

Основной задачей при использовании нечеткого вывода является построение базы правил, являющейся в данном случае базой знаний. Один из способов получения правил – привлечение экспертов и задание ими функций принадлежности. В этом случае система нечеткого вывода выступает в роли экспертной системы.

Можно привести пример правила в упрощенном виде: ЕСЛИ «предназначение инвестиций – расширение производства (0.7)» И «объем инвестиций – небольшой (0.5)» И «кредиторская задолженность предприятия – средняя (0.8)» И «инфляция – высокая (0.6)» ТО «полученный доход – небольшой отрицательный (0.7)». В скобках указана степень принадлежности к соответствующему множеству. Таких правил формируется в количестве, достаточном для покрытия всех примеров из обучающей выборки.

Система нечеткого вывода обрабатывает параллельно все имеющиеся правила, сглаживает противоречия между правилами, т.е. ведет себя как эксперт, в совершенстве владеющий информацией из имеющейся базы данных. Правила могут строиться для каждой выходной характеристики в отдельности, а также для любой комбинации совместного их появления. Применение обученной системы нечеткого вывода может значительно снизить инвестиционный риск выбранного проекта.

Параллельно с применением интеллектуальной системы для оценки инвестиционного проекта целесообразно применить методы прямого математического моделирования [124].

Оптимизационные задачи можно решать при распределении ресурсов между несколькими проектами

[81,83]. В общем случае задача распределения ресурсов имеет вид

$$F(x) \rightarrow \max ; \tag{1.4}$$

$$G(x) \geq 0 ; \tag{1.5}$$

$$H(x) = 0 ,$$

где функция (1.4) целевая, а (1.5) – ограничения на область допустимых значений переменных  $x$ . Если целевая функция и ограничения линейные, то имеем задачу линейного программирования, решаемую симплекс - методом. В зависимости от типа переменных (целые, булевы) имеются задачи целочисленного и булева программирования. При нелинейных функциях задача переходит в разряд нелинейного программирования, для решения которых также имеется хорошо развитый математический аппарат. Для вероятностных систем решается задача стохастического программирования, а при нечетком представлении переменных и ограничений – задача нечеткого программирования.

Важную помощь в оценке инвестиционных проектов на долгосрочный период могут оказать динамические модели экономических и социальных систем [12,13,71,75,87]. Развитие нескольких конкурирующих экономических объектов (товаропроизводителей) описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений типа Лотки-Вольтерра [73]

$$\frac{dX_i}{dt} = X_i \left( b_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \right), \quad i = \overline{1, n},$$

где

$X_i$  – количественная мера взаимодействующих объектов – объем выпускаемой продукции;

$a_{ij}, b_i$  – коэффициенты, характеризующие эволюцию и конкурентное взаимодействие.

На основе решения данной системы уравнений можно предсказать тенденцию распределения рыночного пространства между конкурирующими товаропроизводителями.

Модель экономического цикла использует нелинейное уравнение второго порядка [126]

$$\frac{d^2 Y}{dt^2} = (v - 1 - s) \frac{dY}{dt} - \frac{v}{3} \left( \frac{dY}{dt} \right)^3 - sY ,$$

где

$Y$  – доход;

$v, s$  – коэффициенты, определяющие инвестиции и сбережения.

Эта модель позволяет оценить циклы деловой активности хозяйствующего субъекта и дать оценку предполагаемых доходов от инвестиций.

В работе [62] предложена математическая модель жизненного цикла товара, которая применима для оценки обновления инвестиционных проектов, ориентированных на совершенствование выпускаемых моделей товара. Если ряд моделей описывать индексом  $k = 1, 2, \dots, K$  и обозначить  $N_k$  – объемы выпускаемых моделей, то уравнения состояния экономической системы примут вид:

$$\frac{dN_k}{dt} = A_k V (N_{0k} - N_k) ;$$

$$\frac{dP_k}{dt} = \dot{N}_k \pi_k - \sum_{i=k}^K r_{ki} - R_k - d_k - s_k N_k - W_k ;$$

$$\frac{dV}{dt} = \sum_{i=1}^K d_i D - S_a V ,$$

где

$N_k, P_k$  – объем выпускаемого товара и получаемая прибыль;

$A_k(X, r_{ki}, R_k), N_{0k}, \pi_k, R_k, d_k, s_k, W_k, r_{ki}, S_a, D$  – коэффициенты, определяющие спрос, развитие производства, расходы на рекламу, износ оборудования.

В дифуравнениях присутствуют коэффициенты, которые можно разделить на две группы. Первую группу составляют коэффициенты, с помощью которых можно управлять процессом. Их варьирование необходимо на последующих этапах развития инвестиционного проекта. Во второй группе находятся коэффициенты, идентифицирующие математическую модель [24]. Эти коэффициенты устанавливаются из анализа имеющихся опытных данных.

Моделирующие уравнения запишем в общем виде

$$\frac{d\mathbf{x}}{dt} = f(\mathbf{x}, \mathbf{a}, \mathbf{u}, t) , \tag{1.6}$$

где

$\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$  – вектор переменных;

$\mathbf{a} = (a_1, \dots, a_q)$  – вектор параметров системы (коэффициенты второй группы);

$\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_m)$  – вектор управляющих воздействий (коэффициенты первой группы).

Пусть известно поведение системы  $\mathbf{x}(t)$  (например, из опыта). Необходимо подобрать коэффициенты  $\mathbf{a} = (a_1, \dots, a_q)$  таким образом, чтобы отклонение поведения системы, определенного из решения уравнений (1.6), от заданного  $\mathbf{x}_f(t)$  было бы минимальным, т.е.

$$\int_0^T [\mathbf{x}(t, \mathbf{a}) - \mathbf{x}_f(t)]^2 dt \rightarrow \min . \tag{1.7}$$

В этом случае формулируется следующая задача оптимального управления: найти минимум критерия (1.7) при наличии уравнений (1.6), описывающих производственный процесс.

### Второй этап развития инвестиционного проекта.

Этот этап предусматривает капитальные вложения, распределение активов и ввод по графику производственных мощностей. На этом этапе основной математической задачей является задача оптимального распределения и использования ресурсов (1.4,1.5). На этом этапе также целесообразно использовать систему нечеткого вывода с другой базой данных, содержащей более подробные данные о предприятии и, соответственно, с другой базой правил.

### Третий этап развития инвестиционного проекта (эксплуатационный)

На этом этапе анализируются появившиеся результаты производственной деятельности. Важной задачей является оптимальное управление производственным процессом, процессами сбыта и поставок. Для этого этапа формулируется следующая задача оптимального управления.

Выбирается некоторый критерий качества, характеризующий динамическую экономическую систему [85]. Например, получение максимального дохода, уста-



новление минимальной цены, достижение заданного состояния системы за минимальное время. Это может быть критерий - функционал вида

$$J = \int_{t_0}^{t_F} F(\mathbf{x}, \mathbf{u}) dt. \tag{1.8}$$

Задача состоит в выборе оптимального управления  $\mathbf{u} = (u_1, \dots, u_m)$ , обеспечивающего  $J \Rightarrow \text{ext}$  для уравнений состояния (1.6) при заданных ограничениях на область допустимых управлений  $G_j(\mathbf{u}) \leq 0, j = 1, g$  при условии, что коэффициенты  $\mathbf{a} = (a_1, \dots, a_q)$  определены. Задача (1.6,1.8), также решается методом редукции разностного представления дифференциальных уравнений к задаче нелинейного программирования вида (1.4,1.5).

На эксплуатационном этапе должна решаться задача определения оптимального срока использования проекта. Обоснование продолжительности действия проекта можно осуществлять уже рассмотренными методами оптимального управления проектом, а также с применением метода динамического программирования [31]. В качестве критерия эффективности можно взять *NPV* – чистую приведенную стоимость.

На данном этапе базы данных и правил для системы нечеткого вывода расширяются, увеличивая ее возможности для выбора правильных управляющих решений.

**Четвертый этап развития инвестиционного (ликвидационно-аналитический)**

Согласно работе [43] здесь решаются три основные задачи:

- Первая – ликвидируются вредные последствия заканчивающегося проекта. Здесь главную роль при оценке последствий и затрат играет интеллектуальная нечеткая информационная система, обученная на подобных примерах.
- Вторая задача заключается в эффективном использовании освободившихся средств и переключении на новый проект. Здесь необходимую информацию можно получить из решения задач оптимального управления и динамического программирования.
- Третья задача состоит в оценке эффективности используемого методического обеспечения. Здесь же проводится уточнение параметров математических моделей (задача (1.6,1.7)) и пополнение баз данных и правил для нечетких информационных систем, применявшихся на всех предыдущих этапах развития инвестиционного проекта.

**1.4. Возможности снижения рисков реальных инвестиций**

Инвестиционный проект предполагает вкладываемую величину средств инвестора  $I$  и ожидаемый доход  $X$ . Если под  $X$  понимать дисконтированный доход, то естественное желание инвестора получить  $X \geq I$ , т.е. обеспечить увеличение средств или, по крайней мере, сохранить их. Фактическая величина дохода при реализации инвестиционного проекта будет  $X_F$ . Положительная разность между ожидаемыми и фактическими доходами и дает величину риска

$$R = X - X_F.$$

Так как экономические системы относятся к классу сложных систем [44], т.е. характеризуются большим количеством элементов и взаимосвязей между ними при существенной неопределенности связей, то предсказать величину с высокой точностью крайне сложно. Чем больше степень неопределенности системы, тем больше ошибка прогнозирования  $X - X_F$  и. следовательно тем больше возможность увеличения риска  $R$  [40].

На рис.1.4 представлена схема инвестиционного проекта в виде системы с входами, выходами и управлением [116,126]. Входом в систему является количество инвестиций, разделенных на собственные и привлеченные средства. Пусть выходом системы будет прибыль. Управляющие воздействия осуществляются на величину и структуру инвестиций, а также на организацию производственного процесса.

Кроме того, на систему – инвестиционный проект действуют внешние факторы или среда. В результате воздействия внешних факторов, управления производством и сбытом продукции реализуется некоторое значение выходной характеристики. Управление инвестиционным проектом может реагировать на внешние факторы и на отклонение поведения выходной характеристики от желаемого значения [45]. Представленная схема соответствует видам инвестиционного риска, описанных в [43].

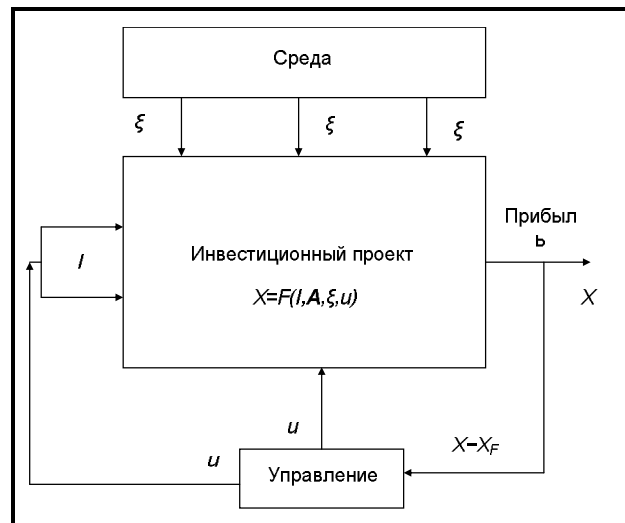


Рис.1.4. Схема инвестиционного проекта

- Предпринимательский риск — это степень неопределенности доходов от предпринимательской деятельности, под которой здесь понимаются любые виды деятельности, связанные с производством и реализацией товаров и оказанием разного рода услуг (производство, торговля, транспорт, банковские услуги, консалтинг и т. д.).

В любой фирме расходы могут оказаться больше, чем предполагаемые. В любом виде деятельности возможны ошибки работников, убытки от кражи и порчи имущества, перебои в энергоснабжении, потери информации и т. д. Фирма может понести убытки или даже обанкротиться. В результате фирма может прекратить оплачивать долговые обязательства и выплачивать дивиденды по акциям.

Предпринимательский риск связан с конкретным видом деятельности и зависит от целого ряда факторов.

Во-первых, от спроса на продукцию или услуги. Чем стабильнее спрос, тем ниже предпринимательский риск. Во-вторых, от стабильности цен на продукцию. Чем стабильнее цены на продукцию фирмы, тем меньше фирма подвергается риску. В-третьих, от изменения цен на сырье и материальные ресурсы. Чем неопределеннее эти цены, тем выше степень предпринимательского риска. В-четвертых, от возможностей фирмы регулировать цены на свою продукцию в зависимости от изменения затрат на ресурсы. Чем больше такая возможность, тем меньше степень предпринимательского риска. В-пятых, от скорости устаревания продукции. В-шестых, от доли постоянных расходов в составе затрат фирмы. Чем выше эта доля, тем выше степень предпринимательского риска, так как даже незначительное снижение объема реализации может привести к существенному снижению доходов фирмы. (Действие этого фактора особенно остро проявляется на предприятиях капиталоемких и наукоемких отраслей.)

- Кредитный риск (риск неплатежа или невыполняемых обязательств) — это вероятность потерь вложений в ценные бумаги, связанная с тем, что эмитент, выпустивший ценные бумаги, может оказаться неплатежеспособным, т. е. не сможет выплачивать проценты и основную сумму долга по долговым обязательствам, не сможет выплачивать дивиденды по акциям, в результате ценные бумаги обесценятся и не принесут ожидаемого дохода. Если заемщик оказывается неплатежеспособным, то для предприятий дебиторская задолженность может быть не погашена, а банкам могут быть возвращены кредиты. Принято считать, что государственные облигации являются безрисковыми инструментами.
- Финансовый риск - это степень неопределенности, связанная с привлечением заемных средств. Чем больше доля заемных средств у фирмы, тем выше риск вложений в данную фирму. В определенный момент времени фирма может иметь трудности в выплате процентов по облигациям, погашению основной суммы долга и выплате дивидендов по акциям.
- Риск, связанный с инфляцией, или риск покупательной способности. В период инфляции общий уровень цен возрастает. Это означает, что покупательная способность денежной единицы падает. В этой ситуации несут потери владельцы облигаций и привилегированных акций, имеющих фиксированные доходы (проценты и дивиденды), поэтому более предпочтительны инвестиционные инструменты, чьи стоимости или доходы движутся в одном направлении с общим уровнем цен. Таковыми могут быть облигации с плавающей процентной ставкой, обыкновенные акции, недвижимость.
- Валютный риск связан с неблагоприятным изменением курса иностранной и национальной валюты. Так, вложения в иностранные облигации могут принести меньшую прибыль, если произошла девальвация этой валюты.
- Процентный риск связан с изменением уровня процентных ставок. С ростом процентных ставок падают курсы ценных бумаг с фиксированным доходом. Уменьшение процентных ставок приводит к росту курсов таких бумаг. Происходит это потому, что ценная бумага должна принести такой же уровень дохода, как и вновь выпускаемые ценные бумаги при существующей ставке процента. Этому риску подвержены не только ценные бумаги с фиксированной ставкой процента, но и другие инвестиционные инструменты, в том числе обыкновенные акции и имущественные вложения. Общая зависимость здесь такова: чем выше процентная ставка, тем ниже курс акций или стоимость имущества, и наоборот, при снижении процентных ставок происходит рост курсовой стоимости и приносящей доход недвижимости.
- Риск ликвидности связан с невозможностью дать инвестиционный инструмент в нужный момент по соответствующей цене. Хотя вложения в ценные бумаги означают, что инвестор вкладывает деньги на какое-то (иногда довольно значительное время, из-за неопределенных обстоятельств инвестору не могут потребоваться деньги, и он попытается реализовать бумаги раньше окончания срока их действия. В этом случае важным фактором для инвестора является возможность превратить бумаги в деньги, т. е. ликвидность ценных бумаг. Среди долговых бумаг ценные бумаги государства являются наиболее ликвидными. Муниципальные облигации имеют значительно более ограниченный вторичный рынок. Что касается корпоративных ценных бумаг (акций и облигаций), то их ликвидность варьируется очень широко. Акции и облигации крупных компаний, имеющие высокий кредитный рейтинг и котирующиеся на фондовых биржах, являются достаточно ликвидными.
- Рыночный риск вызывается действием факторов, которые оказывают влияние на все виды вложений, хотя их действие оказывается неодинаковым на разные инвестиции. Доходность и стоимость вложений изменяется под влиянием политических и общественных событий, экономической ситуации, а также под воздействием изменений во вкусах и структуре потребления инвесторов, их отношения к качеству жизни. Направление и степень этих колебаний неодинаково сказываются на объектах инвестирования, их стоимости и доходности. Например, даже инвестиции в недвижимость, несмотря на то, что они подвержены меньшему влиянию рыночных факторов, могут потерять привлекательность инвесторов вследствие повышения требований к качеству жилья, его местоположению и т. д. В результате их стоимость и доходность снизятся. Особенно сильное влияние разного рода политические и экономические факторы оказывают на курс акций. Рыночный риск приводит к тому, что курсы ценных бумаг испытывают постоянные колебания, и доходы инвесторов могут оказаться ниже ожидаемого уровня. При этом убытки могут быть неодинаковыми по отношению к разным ценным бумагам.
- Случайный риск связан с неожиданным событием, которое обычно оказывает немедленное воздействие на стоимость и доходность инвестиций. В частности, поглощение или выкуп компании за счет заемного капитала могут привести к падению курсов ценных бумаг. Случайные события могут вызвать как снижение, так и рост курса данных бумаг. К случайному риску может быть отнесен и риск, вызванный форс-мажорными обстоятельствами, т. е. обстоятельствами непреодолимой силы (стихийное бедствие, революция, военные действия и т. д.). При наступлении таких обстоятельств одна из сторон

может не выполнить условия соглашения, но при этом она освобождается от ответственности. Другая сторона в результате может понести убытки.

- Отраслевой риск связан с тем, что изменения, происходящие в политической, экономической и общественной жизни, по-разному сказываются на развитии отдельных отраслей. Например, спад в экономике может быть больше или меньше, чем в отдельной отрасли. Может, случиться и так, что спад во всей экономике будет сопровождаться ростом производства в отдельной отрасли. И наоборот, отдельная отрасль может испытывать спад, несмотря на подъем экономики страны. Следовательно, инвестиции в ценные бумаги и прежде всего в акции, будут подвержены отраслевому риску. (Естественно, этому риску будут подвержены и реальные вложения). Ухудшение финансового положения эмитентов депрессивных отраслей будет оказывать влияние не только на курс акций, но и на курс долговых бумаг.
- Страновой риск. В условиях международного переплетения капиталов и возможности осуществлять инвестиции не только в стране, но и за рубежом инвесторы будут подвергаться страновому риску. Страновой риск - это степень неопределенности (или возможность потерь), связанная с особенностями функционирования капитала в той или иной стране. Дело в том, что на условия ведения бизнеса оказывают влияние общественно-политические, правовые и экономические факторы. В разных странах различные политические режимы, разное государственное устройство, есть различие в религиях, в степени решения этнических проблем, неодинакова степень разработки законодательной и нормативной базы, степень свободы предпринимательства и государственного регулирования экономики, разная инфляция, величина внешнего долга, неодинаковые запасы иностранной валюты, разный, налоговый режим, разные темпы роста ВВП. Страновой риск зависит и от криминогенной обстановки в стране, наличия (или отсутствия) военных действий, религиозных разногласий, развития бюрократии. Все эти обстоятельства в их совокупности и обуславливают неодинаковую, возможность потерь при осуществлении инвестиций в разных странах».

Оценка риска инвестиционных проектов является сложной задачей. Для проведения оценок привлекаются методы математической статистики [5,6,67], имитационное моделирование [180], методы нечеткой логики [163], нейросетевые технологии [148]. Одним из возможных методов оценки инвестиционного риска является метод статистических испытаний.

Метод статистических испытаний. Принято считать [43], что величина риска количественно определяется отклонением от некоторого значения, а в статистическом смысле дисперсией. Для нахождения этой дисперсии используется метод статистических испытаний.

Рассмотрим систему – инвестиционный проект (рис.1.4). Пусть имеется некоторая математическая модель данной экономической системы вида

$$X = F(I, \mathbf{A}, \xi, u), \tag{1.9}$$

где

$I$  – величина средств инвестора;

$X$  – ожидаемый дисконтированный доход;

$\mathbf{A}$  – набор параметров (коэффициентов), определяющих функционирование предприятия, реализующего инвестиционный процесс;

$\xi$  – вектор внешних воздействий;

$u$  – управление системой.

Эта математическая модель может описываться системой алгебраических уравнений, системой дифференциальных уравнений. Модель системы может также быть когнитивной картой, описываться набором некоторых правил. Главным является то, что в зависимости от величины входного сигнала  $I$ , от значений внутренних  $\mathbf{A}$  и внешних  $\xi$  параметров реализуется некоторое значение выходной характеристики  $X$ .

На основе математической модели (1.9) можно проводить серию численных экспериментов с варьированием всех или некоторых влияющих параметров, что и составляет существо метода статистических испытаний [61]. Данный подход относится к классу методов статистического моделирования. Метод статистических испытаний основан на изменении влияющих факторов по какому-либо случайному закону с последующим вычислением выходной характеристики  $X$  и обработки серии таких реализаций с помощью аппарата математической статистики. В результате, может быть получено наиболее вероятное значение выхода  $X$  и статистические характеристики зависимости  $X = F(I, \mathbf{A}, \xi, u)$ .

Метод статистических испытаний обладает универсальностью для любой системы, для которой известна формализованная модель (1.9). Метод позволяет исследовать сложные системы, характеризующиеся высокой степенью неопределенности, и получать для них некоторые обобщающие результаты.

Будем называть испытанием  $k$  реализацию

$$X_k = F(I, \mathbf{A}, \xi_k, u).$$

В математической модели (1.9) основную неопределенность вносят внешние факторы  $\xi = [\xi_1, \dots, \xi_m]$ . Каждый внешний фактор  $\xi_j, j = \overline{1, m}$  имеет свою дифференциальную функцию распределения  $\varphi_j(\xi_j), j = \overline{1, m}$ . Величину инвестиций  $I$  можно считать известной, вид управления  $u$  также задан.

После проведения  $K$  испытаний имеем выборочную совокупность значений  $\{X_k\}, k = \overline{1, K}$ . Предварительная оценка требуемого числа испытаний  $K$  может быть получена с использованием известного в теории вероятностей неравенства Чебышева [61].

Неравенство Чебышева для некоторой скалярной неотрицательной случайной величины  $z$  записывается в виде

$$P(z \geq \alpha) \leq \frac{M[z]}{\alpha}, \alpha > 0, \tag{1.10}$$

(вероятность того, что случайная величина  $z$  больше или равна заданному значению  $\alpha$  не превышает отношения математического ожидания  $M[z]$  к самой величине  $\alpha$ ). Математическое ожидание случайной величины  $z$

$$M[z] = \int_{-\infty}^{\infty} zf(z)dz,$$

где  $f(z)$  – плотность распределения вероятности случайной величины  $z$ .

С использованием дисперсии случайной величины  $z$

$$D[z] = \int_{-\infty}^{\infty} (z - M[z])^2 f(z) dz$$

неравенство Чебышева (1.10) принимает вид

$$P(|z - M[z]| \geq \alpha) \leq \frac{D[z]}{\alpha^2}, \alpha > 0. \quad (1.11)$$

Определим через  $y$  характеристику, которая должна быть определена методом статистических испытаний, а через  $\bar{y}$  – ее значение, уточняемое по мере увеличения числа испытаний. Зададим  $\varepsilon$  – погрешность определения величины  $y$  методом статистических испытаний. Вероятность того, что отличие рассчитанного в результате  $K$  испытаний значения  $\bar{y}$  от величины  $y$  не превышает заданную погрешность  $\varepsilon$ , обозначим

$$P(|y - \bar{y}| < \varepsilon).$$

Так как

$$P(|z - M[z]| \geq \alpha) = 1 - P(|z - M[z]| < \alpha),$$

то неравенство (1.11) принимает вид

$$P(|y - \bar{y}| < \varepsilon) \geq 1 - \frac{D[\bar{y}](K)}{\varepsilon^2}. \quad (1.12)$$

Величина дисперсии зависит от количества испытаний  $K$ . С учетом обозначения  $p_\varepsilon = P(|y - \bar{y}| < \varepsilon)$  (вероятность удовлетворения заданной погрешности) выражение (1.12) принимает вид

$$(1 - p_\varepsilon) \varepsilon^2 \leq D[\bar{y}](K).$$

Величина дисперсии по конечной выборке определяется формулой

$$D[\bar{y}](K) = \frac{\sum_{k=1}^K (y_k - M[\bar{y}])^2 f_k}{K} \sim \frac{\beta}{K}. \quad (1.13)$$

С применением (1.13) получим оценку необходимого числа испытаний  $K$ , обеспечивающего выполнение погрешности  $\varepsilon$  величины  $y$  с вероятностью  $p_\varepsilon$

$$K \leq \frac{\beta}{(1 - p_\varepsilon) \varepsilon^2}. \quad (1.14)$$

Коэффициент  $\beta$  обычно берут  $\beta = 0.25$ .

Зависимость числа испытаний от погрешности является квадратичной, т.е. достаточно сильной. Естественно, что в величину  $\varepsilon$  не входит погрешность, обусловленная математической моделью (1.9).

Алгоритм метода статистических испытаний можно построить следующим образом.

Пусть проведено  $N < K$  испытаний. По их результатам строится функция плотности распределения вероятности величины  $X$ , определяемой по формуле (1.10). Определяются границы диапазона

$$X \in [X_{min}, X_{max}].$$

Диапазон разбивается на  $m$  отрезков

$$\Delta X = \frac{X_{max} - X_{min}}{m}, X_i = X_{min} + i \Delta X, i = \overline{0, m}.$$

Определяется количество попаданий (частот  $w_i$ ) величины  $X_k$  в каждый интервал и находится вероятность попадания величины  $X_k$  в эти интервалы:

$$p_i = \frac{w_i}{\sum_{i=1}^m w_i}, i = \overline{1, m}.$$

По найденным значениям определяется аппроксимирующая функция плотности вероятности  $f(X)$ .

По формуле  $M[X] = \frac{\sum_{i=1}^m X_i f(X_i)}{m}$  находится математическое ожидание, затем

$$D[X] = \frac{\sum_{i=1}^m (X_i - M[X])^2 f(X_i)}{m}.$$

По формуле (1.14) определяется необходимое число испытаний. Если  $K > N$ , то испытания продолжаются. В результате расчета определяется наиболее вероятное значение  $X$  и разброс этой величины  $D[\bar{X}]$ . Если ожидаемое  $X_f$  принимается как наиболее вероятное значение, полученное по модели (1), то величина риска приравняется среднеквадратичному отклонению  $\sqrt{D[\bar{X}]}$ .

Снижение рисков инвестиционного проекта. Так как показатели инвестиционного проекта сложно предсказать с высокой точностью, то существует вероятность снижения основных параметров проекта по сравнению с ожидаемыми значениями. Для уменьшения отрицательных последствий от возможной неудачной реализации инвестиционного проекта применяются методики создания некоторого запаса [43,61], обеспечивающего неубыточность проекта. Для этого вводятся поправки в какие-либо коэффициенты, участвующие в расчетных оценках.

Например, делается поправка на риск ставки дисконтирования. В соответствии с формулой для чистой приведенной стоимости (1.1) увеличение процентной ставки приводит к снижению  $NPV$  и оценка инвестиционного проекта становится более пессимистической. В результате, инвестиционный риск снижается. Сначала устанавливается первоначальная средневзвешенная стоимость капитала  $K_w = \frac{\sum_{i=1}^m K_i V_i}{\sum_{i=1}^m V_i}$ . Затем путем

экспертных оценок устанавливается премия за риск для рассматриваемых проектов  $\delta_j$ . Для проекта  $j$  принимается ставка дисконтирования  $r_j = K_w + \delta_j$ . Вычисляются показатели чистой приведенной стоимости  $NPV_j = \sum_{i=1}^m \frac{C_i}{(1+r_j)^i} - IC_j$ . Среди рассматриваемых

проектов выбирается с лучшим показателем  $NPV$ .

Варианты расчета трех значений  $NPV$  – оптимистического, пессимистического и наиболее вероятного могут быть определены по результатам экспертных оценок других параметров инвестиционного проекта. Оцениваются вероятности осуществления каждого

варианта:  $p_1$  – для пессимистического  $NPV_1$ ;  $p_2$  – для наиболее вероятного  $NPV_2$ ;  $p_3$  для оптимистического  $NPV_3$ . Находится средневзвешенное значение

$$\overline{NPV} = \sum_{i=1}^3 p_i NPV_i$$

и среднее квадратичное отклонение

$$\sigma(NPV) = \sum_{i=1}^3 (NPV_i - \overline{NPV})^2 p_i.$$

Проект с меньшим значением  $\sigma$  считается менее рисковым.

Рассмотренные методы оценки инвестиционных проектов и соответствующие инвестиционные риски имеют общую черту: необходимые для расчета величины денежных потоков существенно зависят от изменения внешних влияющих факторов. Неопределенность увеличивается с удлинением сроков реализации инвестиционных проектов. Для повышения достоверности прогнозируемых показателей необходимо привлечение дополнительной информации о закономерностях развития инвестиционных проектов. Эта информация может быть получена путем построения адекватных моделей процесса развития инвестиционных проектов. Одной из возможностей является применение динамических моделей на основе производственных функций [4, 153].

### ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ особенностей инвестиционной обстановки в российской экономике показал, что реальным источником инвестиций могут стать личные сбережения граждан. Для этого необходима политика стабильного понижения темпов инфляции и привлекательности рублевых вкладов.
2. На всех этапах инвестиционного проекта для повышения эффективности его реализации целесообразно применять комбинацию из методов прямого математического моделирования (решение систем дифференциальных уравнений, решение оптимизационных задач и т.п.) и интеллектуальных методов извлечения знаний из данных.
3. Для повышения достоверности прогнозируемых показателей инвестиционного проекта и снижения риска необходимо привлечение дополнительной информации о закономерностях развития инвестиционных проектов.
4. Построение формализованных моделей процесса развития инвестиционных проектов позволяет применять для оценки инвестиционного риска метод статистических испытаний.

## 2. ОРГАНИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ ФИНАНСОВЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ

### 2.1. Финансовые характеристики производственной деятельности предприятия

Финансовое состояние предприятия необходимо оценивать при оценке участия в инвестиционном проекте, при кредитовании предприятия. Показатели должны быть объективными и основаны на официальных, подлежащих проверке материалах. Основным ис-

точником информации о хозяйственной деятельности предприятия является бухгалтерская отчетность.

Бухгалтерская отчетность состоит из бухгалтерского баланса (форма Ф1), отчета о прибылях и убытках (форма Ф2), отчета о движении денежных средств и других формах отчетности. Производственно-хозяйственные операции предприятия отражаются в бухгалтерском балансе по которому сумма активов предприятия (его средства) равна сумме источников образования этих средств [144]. В форме баланса в соответствии с приказом министерства финансов Российской Федерации №67н от 22 июля 2003г. предусмотрены 5 разделов: внеоборотные активы; оборотные активы; капитал и резервы; долгосрочные обязательства; краткосрочные обязательства. Статьи баланса предприятия приведены в Приложении 1.

Основные средства. Изменение величины основных средств происходит за счет их материального пополнения или убыли и путем изменения их стоимости:

$$OC = \sum_i Moc_i C_i,$$

где

$Moc_i$  – материальный объем основных средств  $i$ -го вида;

$C_i$  – цена основных средств.

Изменение за счет переоценки средств  $\Delta OC_c = \sum_i Moc_i \Delta C_i$ , изменение за счет количества оборудования, зданий и т.д.  $\Delta OC_m = \sum_i \Delta Moc_i C_i$ .

Оборотные средства. От величины и динамики оборотных активов зависит финансовое положение предприятия. В оборотных активах большую долю занимает производственные запасы. Недостаточное количество запасов сырья, материалов, комплектующих может вызвать снижение объемов производства, уменьшить загруженность оборудования и рабочей силы, снизить эффективность работы предприятия. Избыток запасов приводит к увеличению затрат на хранение, к ухудшению качества складированных материалов, к понижению их ликвидности и оборачиваемости. Оптимальное количество запасов должно обеспечивать сглаживание неритмичных поставок и минимум затрат на хранение. Сумма оцениваемых запасов  $S$  также определяется их количеством и стоимостью

$$S = \sum_i Ms_i C_i;$$

$$\Delta S_c = \sum_i Ms_i \Delta C_i;$$

$$\Delta S_m = \sum_i \Delta Ms_i C_i.$$

Длительность производственно-коммерческого цикла определяет период оборачиваемости капитала в производственных запасах.

Другую часть оборотных активов занимает готовая продукция. Увеличение остатков готовой продукции, хранящейся на складе, является отрицательной оценкой хозяйственной деятельности предприятия. Это увеличение свидетельствует о снижении оборачиваемости капитала и приводит к недостатку денежных средств предприятия из-за плохой реализации продукции и затрат на хранение.

В состав оборотных активов входит незавершенное производство. Количественно незавершенность производства характеризуется продолжительностью про-

изводственного цикла (время, в течение которого производится продукция).

Дебиторская задолженность. Этот показатель характеризуется периодом оборачиваемости или периодом инкассации долгов: отношение средних остатков дебиторской задолженности, умноженных на количество дней в периоде, к сумме погашенной дебиторской задолженности за период. Увеличение и уменьшение дебиторской задолженности имеет две стороны. С одной стороны увеличение задолженности может свидетельствовать о росте продаж, с другой – неоптимальной кредитной политикой. Снижение дебиторской задолженности, происходящее за счет сокращения времени ее погашения является положительной характеристикой, а сокращение задолженности за счет снижения объемов производства - отрицательной.

Денежные средства. Денежные потоки делятся на валовые и чистые. Денежные потоки выполняют регулируемую балансирующую функцию в процессе производства [1,94,97]. Излишек денежных средств приводит к снижению их стоимости из-за инфляции и к утрате их для инвестиционной деятельности. Избыток денег необходимо направлять на расширение и развитие производства, на погашение кредитов, на инвестиции. Недостаток денежных средств приводит к росту задолженности и необоснованному сокращению производства [22,23].

Критерии оценки эффективности использования капитала. Общей оценкой эффективности является рентабельность – отношение прибыли к сумме капитала. Для разных сторон оценки деятельности предприятия существует различные понятия для рентабельности [43,147]. Общая оценка эффективности, характерная для собственников, кредиторов, государства, выражается показателем рентабельности совокупного капитала, который равен отношению прибыли до уплаты налогов (балансовой прибыли) к средней сумме совокупного капитала за отчетный период. Этот показатель характеризует до-

ходность всех активов предприятия  $BEP = \frac{P}{K}$ .

Для кредиторов и собственников показателем рентабельности является отношение чистой прибыли процентов за кредиты с налоговой коррекцией к совокупному капиталу  $ROA = BEP(1 - K_H)$ .

Оборотный капитал также характеризуется рентабельностью: отношением прибыли от основной деятельности и дохода от краткосрочных финансовых вложений к сумме оборотного капитала.

Платежеспособность и риск банкротства предприятия. Под платежеспособностью понимается возможность своевременного погашения платежных обязательств. Оценка платежеспособности определяется ликвидностью активов – способностью обращения активов в наличные деньги и покрытия платежных обязательств. Ликвидность зависит от срока превращения капитала в деньги. В отличие от ликвидности баланса ликвидность предприятия подразумевает возможность привлечения внешних заемных средств. Текущую платежеспособность предприятия характеризует ликвидность оборотных активов. Ликвидность совокупных активов означает возможность их реализации при банкротстве предприятия. По степени ликвидности активы делятся на несколько видов [43]:

1. Абсолютная ликвидность – денежные средства и краткосрочные финансовые вложения.

2. Быстрая ликвидность активов – готовая продукция, дебиторская задолженность.
3. Медленно реализуемые активы – производственные запасы, незавершенное производство.
4. Трудно реализуемые активы – основные средства, долгосрочные финансовые вложения, незавершенное строительство.

При низкой ликвидности возникает вероятность банкротства предприятия – признание арбитражным судом или объявление его неспособности в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по финансовым обязательствам.

## 2.2. Оптимизация стратегии использования заемных средств

При выделении средств на развитие предприятия кредитор должен быть уверен в их правильном распределении с тем, чтобы свести к минимуму риск невозврата платежей. Субъект-инвестор также заинтересован в эффективном использовании вкладываемых в предприятие денежных средств [3,43]. Для этого необходимо провести оценку эффективности инвестируемого производства [11]. Важную роль при оценке деятельности играет правильное и эффективное управление предприятием. Во-первых, кредитор или инвестор должен иметь информацию об экономическом положении предприятия и о стратегиях развития. Во-вторых, желательно иметь объективную оценку эффективности управленческих решений. Одной из задач правления является правильное распределение заемных средств.

Привлечение заемных средств сопряжено с определенным риском [34], но без него трудно обеспечить рост производства [18,19]. Показателем использования заемных средств может служить эффект финансового рычага [130]. Эффект финансового рычага выражается в том, что рентабельность собственных средств предприятия увеличивается при привлечении займов [32,33].

В соответствии с работой [130] рассмотрим предприятие, получающее прибыль от использования собственных и заемных средств. Отношение  $\frac{Z_c}{C}$  называется

плечом финансового рычага, где  $Z_c$  – заемные средства, а  $C$  – величина собственных средств. Предприятие имеет на балансе средства  $A$  – актив баланса. Часть этих средств, вовлекаемых в процесс получения прибыли, обозначим  $M_c$ , так что  $M_c = \beta A$ .

Оставшаяся часть будет  $\bar{M}_c = (1 - \beta)A$ .

На текущий период времени предприятие имеет кредиторскую задолженность  $K_z$ . Другие пассивы (задолженность по заработной плате, задолженность по налогам и пр.) обозначим  $D_p$ . Тогда заемные средства представляют сумму из кредиторской задолженности, других пассивов и взятых кредитов  $X$ :

$$Z_c = X + K_z + D_p. \quad (2.1)$$

За отчетный период предприятие получило балансовую прибыль  $B_p$ . На эту прибыль начислен налог  $h_p$ .

Среднюю ставку за кредит обозначим  $\delta$ . Тогда эффект финансового рычага рассчитывается по формуле [130]:

$$E_F = (1 - h_p)(E_R - \delta) \frac{Z_c}{C}, \quad (2.2)$$

где

$E_R$  – экономическая рентабельность активов.

Экономическая рентабельность активов определяется полученной прибылью, величиной активов и кредитами:

$$E_R = \frac{B_p - X\delta}{A - K_z} \quad (2.3)$$

Уровень рентабельности собственных средств определяется выражением

$$E_c = (1 - h_p)E_R + E_F \quad (2.4)$$

Оптимальное использование полученных кредитов предполагает максимальную величину эффекта финансового рычага, т.е.  $E_F \rightarrow \max$ . С учетом (2.1) - (2.4) целевая функция принимает вид

$$(1 - h_p) \left( \frac{B_p - \delta X}{A - K_z} - \delta \right) \frac{X + K_z + D_p}{C} \rightarrow \max \quad (2.5)$$

На величину получаемых кредитов накладывается условие неотрицательности, т.е.

$$X \geq 0 \quad (2.6)$$

Кроме того, имеется ограничение сверху на величину плеча финансового рычага. Величина ограничения определяется отношением  $\frac{M_c}{M_c}$  части актива, вовлекаемой в процесс получения прибыли  $M_c$ , к оставшейся части  $\bar{M}_c$ , так что

$$\frac{Z_c}{C} \leq \frac{M_c}{\bar{M}_c} \quad (2.7)$$

Ограничение (2.7) перепишем в виде

$$X \leq C \frac{\beta}{1 - \beta} - K_z - D_p \quad (2.8)$$

Имеем оптимизационную задачу с квадратичной целевой функцией (2.5) и линейными ограничениями (2.6), (2.8). Достаточно простой вид этой задачи позволяет получить выражение для оптимального значения величины кредитов  $X$ .

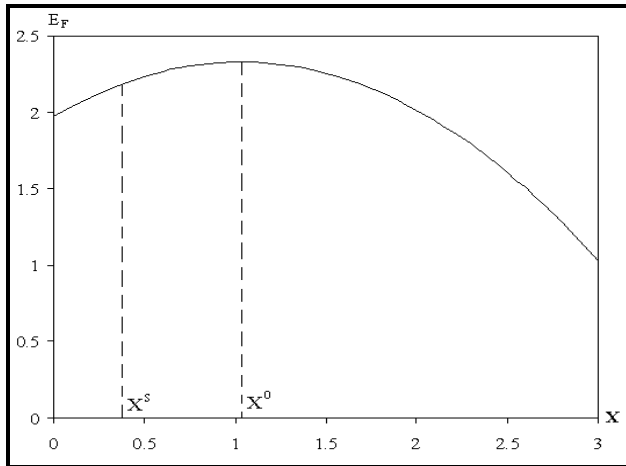


Рис.2.1. Целевая функция оптимизационной задачи

Целевая функция (2.5) имеет один экстремум, определяемый условием  $\frac{dE_F}{dX} = 0$ . Положение экстремума определяется формулой

$$X^0 = \frac{B_p - A - D_p}{2\delta}$$

Верхнюю границу величины кредитов, определяемую ограничением (2.8) обозначим  $X^s = C \frac{\beta}{1 - \beta} - K_z - D_p$ .

На рис.2.1 приведен вид целевой функции и допустимая область решений.

Оптимальное значение величины  $X$  определяется выражением

$$X^{opt} = \begin{cases} X^s, & \text{if } X^s \leq X^0 \\ X^0, & \text{if } X^s > X^0 \end{cases}$$

В работе [130] предлагается следующая оценка стратегии заемных средств.

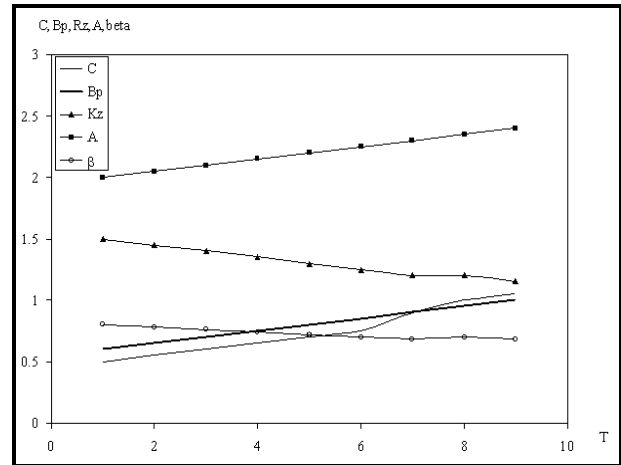


Рис.2.2. Динамика изменения экономических показателей предприятия во времени

В течение некоторого временного отрезка фиксируются основные экономические показатели предприятия (рис.2.2):

$C$  – величина собственных средств;

$B_p$  – балансовая прибыль;

$K_z$  – кредиторская задолженность;

$A$  – актив баланса;

$\beta$  – доля средств  $A$ , вовлекаемых в процесс получения прибыли.

На рис.2.3 показаны величины взятых кредитов  $X_n$  и соответствующие им рассчитанные по формуле (2.2) значения эффекта финансового рычага  $E_{Fn}$ .

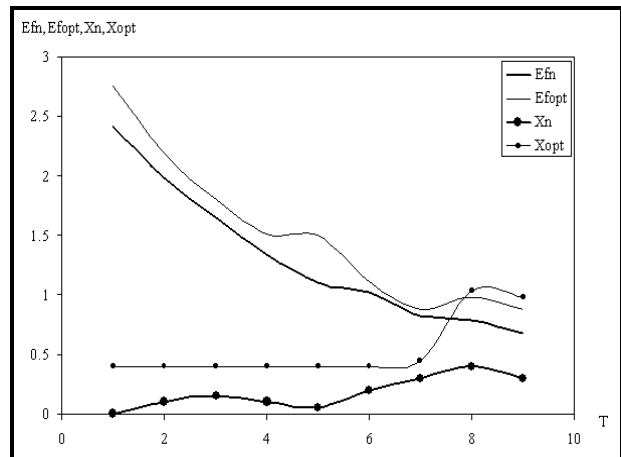


Рис.2.3. Оптимальные и неоптимальные стратегии заемных средств

Из решения оптимизационной задачи (2.5), (2.6), (2.8) получены оптимальные значения кредитов  $X_{opt}$  и соответствующие им значения эффекта финансового рычага  $E_{f,opt}$ . Расхождение  $\Delta$  между величинами  $E_{f,opt}$  и  $E_{f,n}$  характеризует степень компетентности менеджмента данного предприятия.

Рассмотренная в работе [130] методика оценки эффективности финансового рычага не предусматривает погашения кредиторской задолженности во времени. Между тем, непогашение кредиторской задолженности приводит к ее увеличению вследствие начисления процентов. Большая величина задолженности приводит также к увеличению инвестиционного риска и к затруднениям при взятии новых кредитов. Поэтому приведем модель оценки эффективности финансового рычага в предположении о том, что часть новых кредитов может направляться на погашение кредиторской задолженности [46].

Обозначим  $X_0, X_1, \dots, X_t$  величины кредитов взятых в моменты времени  $0, 1, \dots, t$ . Через  $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_t$  обозначим долю этих средств, направляемых на погашение кредиторской задолженности в данные моменты времени. Тогда величина задолженности к моменту времени  $t$  будет определяться по формуле:

$$K_z(t) = K_{z0} (1 + \delta)^t - \sum_{i=0}^t \alpha_i X_i (1 + \delta)^i.$$

В качестве целевой функции рассмотрим суммарное значение эффекта финансового рычага за рассмотренный период времени, что эквивалентно среднеарифметическому значению за этот же период времени. Целевая функция имеет вид:

$$\frac{1}{t+1} \sum_{i=0}^t (1 - h_{pi}) \left( \frac{B_{pi} - \delta X_i}{A_i - K_{zi}} - \delta \right) \frac{X_i + K_{zi} + D_p}{C_i} \rightarrow \max. \quad (2.9)$$

Переменными данной оптимизационной задачи являются  $X_0, X_1, \dots, X_t, \alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_t$ . Ограничения на переменные имеют вид:

$$X_i \geq 0, \quad i = \overline{0, t}; \quad (2.10)$$

$$\alpha_i \geq 0, \quad i = \overline{0, t}; \quad (2.11)$$

$$\alpha_i \leq 1, \quad i = \overline{0, t}; \quad (2.12)$$

$$X_i \leq C_i \frac{\beta_i}{1 - \beta_i} - K_{zi} - D_{pi}, \quad i = \overline{0, t}, \quad (2.13)$$

Целевая функция в оптимизационной задаче (2.9) – (2.13) уже не является квадратичной. Число переменных в задаче, подлежащих определению, равно  $2(t+1)$ . Данную задачу требуется решать методами нелинейного программирования, например, средствами Excel (поиск решения) [82].

На рис.2.4 приведены результаты решения данной задачи при следующих исходных данных:

$$C = 0.5; h_p = 0.3; B_p = 0.5; \delta = 0.12;$$

$$A = 2; D_p = 0.1; K_z = 4.5.$$

Там же, нанесено значение  $X_n = 0.4$ , полученное из решения задачи (2.5), (2.6), (2.8) без учета погашения долгов.

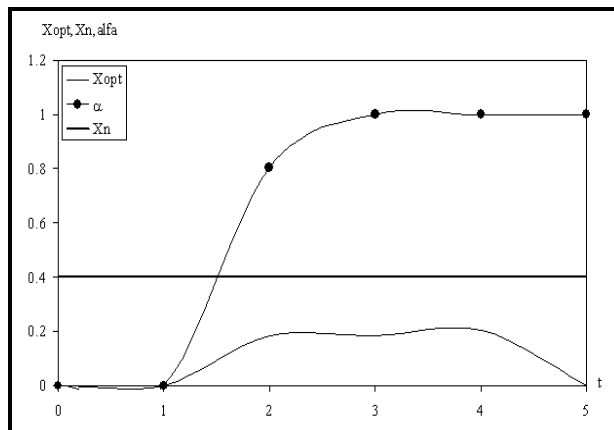


Рис.2.4. Распределение кредитов во времени

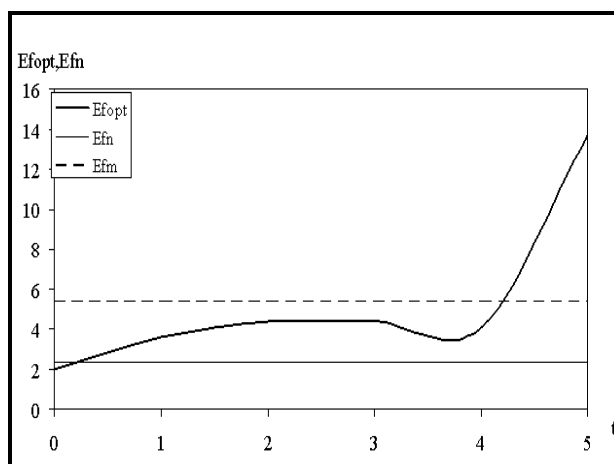


Рис.2.5. Поведение эффекта финансового рычага с учетом погашения кредиторской задолженности

Величины эффекта финансового рычага с учетом погашения кредиторской задолженности ( $E_{f,opt}$ ) и без этого учета ( $E_{f,n} = 2.33$ ) приведены на рис.2.5. Штриховой линией показано среднее значение эффекта финансового рычага с учетом погашения кредиторской задолженности  $E_{f,m} = 5.34$ .

Из представленных результатов следует, что учет погашения задолженности приводит к существенному увеличению эффекта финансового рычага.

### 2.3. Политика долгосрочного кредитования предприятия на основе модели экономической системы с запаздывающими параметрами

Процесс вложения финансовых средств в производство характеризуется наличием инвестиционных лагов. Инвестиционный лаг - период от начала проектирования производственных объектов до ввода их в действие на полную мощность. Рассмотрим некоторую динамическую экономическую систему, развивающуюся во времени. Экономическая система SE характеризуется некоторыми свойствами, которым сопоставляются переменные  $V = [v_i], i = \overline{1, n}$ . Эти свойства определены на некотором параметрическом множестве, в качестве которого выступает время  $t$ . Следовательно, поведение экономи-



ческой системы зависит от времени  $SE(\mathbf{V}(t))$ . Некоторые свойства системы влияют на ее поведение с временной задержкой. Причинами задержки отдачи при вложении финансовых средств в производственных системах являются необходимость проведения проектных работ, строительных работ на первых этапах жизненного цикла товара. Также требуется время на приобретение оборудования, обучение и повышение квалификации рабочего персонала. Обозначим временную задержку  $\tau_{ij}, i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}$  и рассматриваемая система будет иметь поведение, зависящее не только от  $t$ , но и от  $\tau_{ij}$ , т.е.  $SE = SE(\mathbf{v}_i(t - \tau_{ij})), i = \overline{1, n}; j = \overline{1, k}$ .

Если производственно-экономическая система описывается дифференциальными уравнениями, то в этом случае имеем уравнения с отклоняющимся аргументом, например

$$\frac{dx}{dt} = f(t, x(t), x(t - \tau_1), x(t - \tau_2), \dots, x(t - \tau_k)).$$

Для построения математической модели экономической системы широко применяется теория производственных функций [4]. Применение производственной функции позволяет связать между собой основные переменные системы: объем выпускаемой продукции, объемы производственных фондов, численность занятых работников. Кроме того, производственная функция позволяет строить модели, охватывающие процессы расширения и улучшения производства при наличии инвестиций. Широкое распространение получили производственные функции вида  $Y = F(K, L)$ , где  $Y$  – объем выпущенной продукции;  $K$  – объем основного капитала;  $L$  – трудовые затраты. Двухфакторная зависимость вида

$$Y = AK^\alpha L^\beta, \tag{2.14}$$

где  $\alpha \in (0, 1); \beta \in (0, 1); \alpha + \beta = 1$ , носит название функции Кобба-Дугласа.

Для удобства обычно переходят к удельным переменным:

$y = \frac{Y}{L}$  – средняя производительность труда (отношение стоимости произведенного продукта к стоимости затраченного труда);

$k = \frac{K}{L}$  – фондовооруженность труда (объем основных фондов, приходящихся на одного работника);

$z = \frac{Y}{K}$  – средняя фондоотдача.

В случае функции Кобба-Дугласа показатели степени  $\alpha, \beta$  являются коэффициентами эластичности. Коэффициент эластичности по фондам  $\alpha = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y}$  и коэффициент эластичности по труду  $\beta = \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L}{Y}$ . В удельных переменных производственная функция (2.14) принимает вид

$$y = F\left(\frac{K}{L}, 1\right) = f(k) \text{ и } \alpha = k \frac{df}{dk}, \beta = 1 - k \frac{df}{f}.$$

Применение производственных функций позволяет наглядно учесть научно-технический прогресс. Под научно-техническим прогрессом обычно понимается возрастание объема выпущенной продукции во времени. Научно-технический прогресс, учитываемый производственной функцией, бывает двух типов. Экзогенный прогресс – технологические усовершенствования учитываются как внешние по отношению к модели изменения. При эндогенном научно-техническом прогрессе рассматривается влияние средств, выделенных на улучшение производства, на рост объема производства. Производственные функции для экзогенного научно-технического прогресса могут иметь вид

$$Y = A(t)F(K, L);$$

$$Y = F(A(t)K, L);$$

$$Y = F(K, A(t)L).$$

В случае зависимости  $Y(t) = A(t)F(K, L)$  научно-технический прогресс является нейтральным по Хиксу [4]. Множитель  $A(t)$  понимается как показатель технического уровня производства и называется мультипликатором прогресса. В экзогенной модели увеличение  $A(t)$  не связано с переменными рассматриваемой производственной системы. В эндогенной модели мультипликатор прогресса определяется количеством финансовых вложений  $Q$  в улучшение производства, т.е.  $A = A(Q)$ .

Так же, как производственные функции, удовлетворяющие неоклассическим условиям:

$$\frac{df}{dk} > 0;$$

$$\frac{d^2f}{dk^2} < 0;$$

$$f(0) = 0;$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} f(k) = \infty;$$

$$\lim_{k \rightarrow 0} \frac{df}{dk} = \infty;$$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{df}{dk} = 0,$$

функция мультипликатора прогресса должна удовлетворять подобным условиям

$$\frac{dA(Q)}{dQ} > 0;$$

$$\frac{d^2A(Q)}{dQ^2} < 0;$$

$$A(0) = 1;$$

$$\lim_{Q \rightarrow \infty} A(Q) = \infty;$$

$$\lim_{Q \rightarrow 0} \frac{dA}{dQ} = \infty;$$

$$\lim_{Q \rightarrow \infty} \frac{dA}{dQ} = 0. \tag{2.15}$$

Будем рассматривать агрегированную модель производственно-технической системы. Под объемом выпускаемой продукции понимается полный объем производимых предприятием товаров и услуг. Численный состав занятых работников считается постоянным. Произведен-

ная товарная продукция направляется на расширение производства, на улучшение производства (на эндогенный прогресс) и на потребление. Принимаем, что норма потребления является фиксированной величиной и составляет заданную долю  $s$  от произведенной продукции. Учитывается износ производственных фондов с коэффициентом амортизации  $\mu$ . Доля средств, после отчислений на потребление,  $(1-s)Y$  делится на две части:

часть  $(1-s)Yu$  направляется на увеличение основных фондов (расширение производства), коэффициент  $u$  аналогичен норме накопления;

другая часть  $(1-s)Y(1-u)$  направляется на научно-технический прогресс (улучшение производства).

В отличие от модели, рассмотренной в работе [4], будем полагать, что существуют инвестиционные лаги как для расширения производства ( $\tau_k$ ), так и для улучшения и совершенствования технологического процесса ( $\tau_q$ ).

С учетом сделанных предположений математическая модель развития производственной системы примет вид:

$$\frac{dk}{dt} = (1-s)uy(t-\tau_k) - \mu k; \tag{2.16}$$

$$\frac{dq}{dt} = (1-s)(1-u)y(t); \tag{2.17}$$

$$y = A(q)k^\alpha, \tag{2.18}$$

где

$$q = \frac{Q}{L}.$$

Функция мультипликатора прогресса в (2.18) взята в виде

$$A(q) = 1 + a(q(t-\tau_q))^\gamma, \tag{2.19}$$

удовлетворяющем условиям (2.15).

Начальное состояние системы:

(2.20)

$$\begin{aligned} k(0) &= k_0; \\ q(0) &= q_0. \end{aligned} \tag{2.20}$$

Коэффициенты  $a, \gamma, \alpha$  и  $\tau_k, \tau_q$  считаются известными. Норма накопления  $u(t)$  является функцией, зависящей от времени.

Систему обыкновенных дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом (2.16), (2.17) с начальными условиями (2.20) можно решить численным методом при заданной функции  $u(t)$  на отрезке времени  $t \in [0, T]$ . Более содержательной задачей является нахождение управляющей функции  $u(t)$ , обеспечивающей экстремум какого-либо показателя (критерия) производственно-экономической системы.

Рассмотрим задачу достижения максимального объема производственных фондов за фиксированное время  $T$ , т.е.

$$k(T) \rightarrow \max. \tag{2.21}$$

Задача максимизации функционала (2.21) при уравнениях состояния (2.16, 2.17) является задачей оптимального управления (задача Майера). Так как уравнения состояния - система дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом, то аналитическое ее

решение с применением принципа максимума Понтрягина является затруднительным. Так же, как в работе [67] применим численный метод решения, основанный на редукации задачи оптимального управления к задаче нелинейной оптимизации.

Реализация вычислительной схемы требует конечноразностной аппроксимации задачи (2.16), (2.17). На отрезке  $[0, T]$  вводится разностная сетка

$$t_i = i \cdot \Delta t, \Delta t = \frac{T}{N}, i = \overline{0, N} \text{ и управляющая функция } u(t) \text{ заменяется кусочно-постоянными управлениями } u_i = u(t_i)$$

Дифференциальные уравнения (2.16, 2.17) заменяются дискретным аналогом с использованием простейшей разностной схемы Эйлера

$$k_{i+1} = k_i + \Delta t [(1-s)u_i y(t_i - \tau_k) - \mu k_i];$$

$$q_{i+1} = q_i + \Delta t [(1-s)(1-u_i)y(t_i)];$$

$$i = \overline{0, N};$$

$$k_0 = k(0);$$

$$q_0 = q(0). \tag{2.22}$$

Задача редуцируется к задаче нелинейного программирования [67]

$$k(T) = k_N(u_1, \dots, u_N) \rightarrow \max, \tag{2.23}$$

при ограничениях на управляющие параметры  $u_i \in [0, 1], i = \overline{0, N}$ .

Дискретное оптимальное управление  $u_i$  находится как решение задачи (2.22, 2.23).

Для численного решения применим простейший градиентный метод

$$u_i(p+1) = u_i(p) + \eta \frac{\partial k_N(p)}{\partial u_i}; i = \overline{1, N}; p = \overline{0, 1, \dots},$$

где

$p$  – номер итерации;

$\eta = 0.01 - 0.5$  – итерационный параметр.

В соответствии с рекомендациями работы [150] вычисление компонент вектора градиента  $\frac{\partial k_N(p)}{\partial u_i}; i = \overline{1, N}$  целевой функции проводится по конечно-разностной формуле.

На рис.2.6 приведен пример численного решения задачи оптимального управления при следующих значениях коэффициентов:

$$a = 2; \gamma = 0.5; s = 0.5; \mu = 0.1; \alpha = 0.25; k_0 = 1;$$

$$q_0 = 0; \tau_k = 0.15; \tau_q = 0.1 T = 1.$$

Оптимальное управление заключается в том, что до момента времени  $t = 0.2$  все средства направляются на подготовку к улучшению производства. После достижения уровня вложений в улучшение производства  $q = 0.14$  все средства направляются на расширение производства. Управляющая функция – норма накопления изменяется по закону:

$$u(t) = \begin{cases} 0, & t < 0.2 \\ 1, & t > 0.26 \end{cases}$$

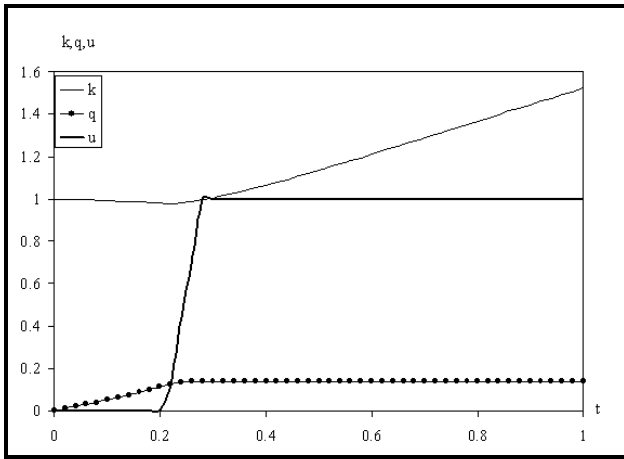


Рис.2.6. Оптимальное управление системой с запаздыванием

Величина производственных фондов снижается из-за амортизации до значения 0.98, а затем монотонно растет до  $k(T) = 1.52$ .

Для случая  $\tau_k = 0, \tau_q = 0$ , т.е. без запаздывания действия инвестиций результаты расчетов приведены на рис.2.7. В этом случае эффективность финансовых вложений выше, конечное значение производственных фондов получилось выше и  $k(T) = 1.63$ .

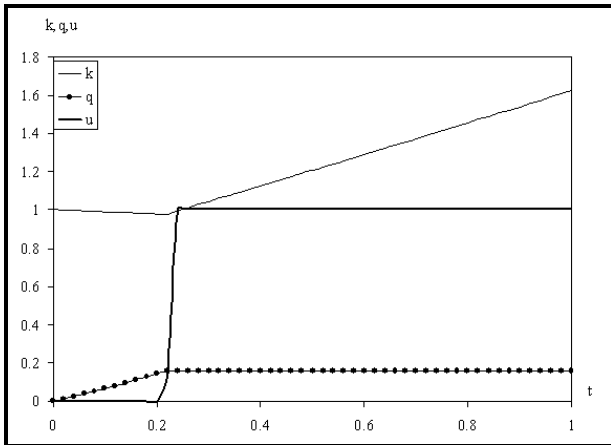


Рис.2.7. Оптимальное управление системой без запаздывания

На основе математической модели (2.16-2.21) можно решать задачу идентификации с нахождением неизвестных параметров системы  $u(t), \alpha, a, s$  для производственного объекта с известной зависимостью  $k_r(t)$  и заданными  $\tau_k, \tau_q$ . В этом случае формулируется следующая задача оптимального управления:

найти минимум функционала

$$\int_0^T [k(t, u(t), s, a, \alpha) - k_r(t)]^2 dt \rightarrow \min \quad (2.24)$$

при наличии уравнений (2.16, 2.17), описывающих процесс.

Задача (2.24) решается аналогично первой задаче.

Задано изменение объема производственных фондов во времени в виде  $k_r(t) = 1 + (k_T - 1) \left(\frac{t}{T}\right)^2$ . Значения

инвестиционных лагов  $\tau_k = 0, \tau_q = 0.1$ . Рассчитанная зависимость  $k(t)$  с высокой точностью совпадает с заданной  $k_r(t)$  (рис.2.8). Значения  $u(t)$  изменяются от 0.4 до 0.58. Значения найденных коэффициентов:  $a = 2.2; s = 0.14; \alpha = 0.59$ . Эти значения параметров полностью идентифицируют рассматриваемую систему.

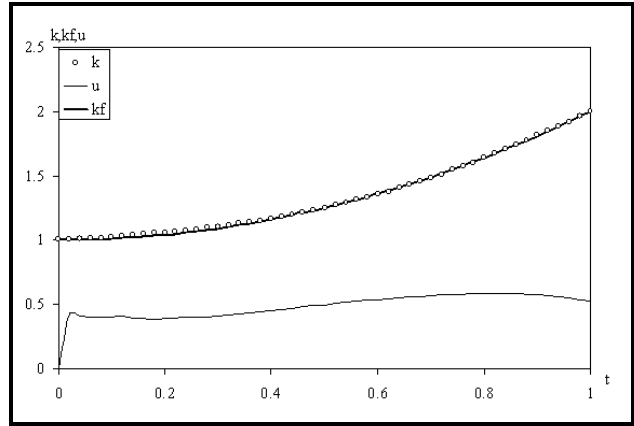


Рис.2.8. Идентификация параметров системы,  $u(t)$

Более простой задачей является нахождение параметров системы  $a, s, \alpha$  при заданном значении  $u$ . Результаты расчетов показаны на рис.2.9. Видно, что тремя постоянными параметрами труднее обеспечить совпадение кривых  $k(t)$  и  $k_r(t)$ . При этом получились следующие значения коэффициентов  $a = 2.22; s = 0.33; \alpha = 0.78$ .

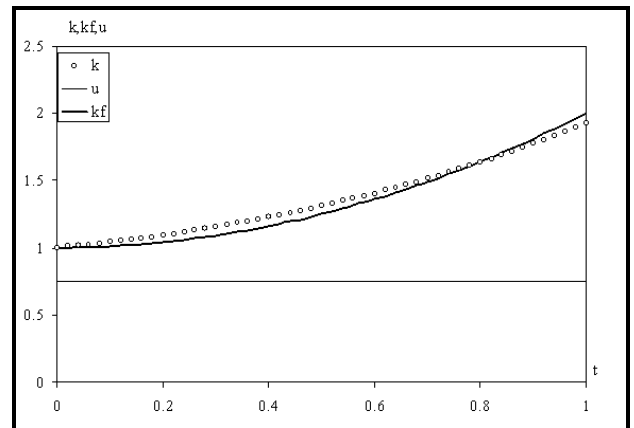


Рис.2.9. Идентификация параметров системы,  $u = 0.75$

Изложенный подход к моделированию производственно-экономических систем можно использовать при оценке инвестиционных проектов. Зная изменение основных показателей предприятия можно построить адекватную математическую модель. Расчеты по этой модели позволяют сделать оценку эффективности вложений в расширение и улучшение производства. Кроме того, имея построенную модель можно оценить компетентность менеджмента предприятия путем сравнения оптимального управления распределением средств  $u(t)$  с имеющимся и дать рекомендации по улучшению управления.

**ВЫВОДЫ**

1. Анализ известных моделей оценки эффективности финансового рычага показал, что необходим учет динамики погашения кредиторской задолженности.
2. Учет динамики погашения задолженности приводит к увеличению эффекта финансового рычага в 2.3 раза.
3. Построенная модель развития предприятия при направлении инвестиций на расширение и улучшение производства позволяет проводить оценку эффективности долгосрочных кредитов.
4. Учет эффекта инвестиционного лага при долгосрочном кредитовании снижает уровень развития основных средств примерно на 7%.

**3. ОПТИМИЗАЦИЯ ДВИЖЕНИЯ  
ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ НА  
ПРЕДПРИЯТИИ**

**3.1. Влияние движения оборотных  
активов на эффективность работы  
предприятия**

Каждое предприятие, согласно бухгалтерской отчетности, имеет два вида активов: внеоборотные и оборотные [63]. От величины и динамики оборотных активов в существенной степени зависит финансовое состояние предприятия. В оборотных активах большую долю занимают производственные запасы. Будем рассматривать запасы в виде сырья, материалов и других аналогичных ценностей (код строки 211, Приложение 1). Состояние запасов оценивается при анализе плана материально-технического обеспечения. Информация о движении материалов на предприятии содержится в документах бухгалтерского учета о поступлении, расходе и остатках материальных ценностей. Сведения о поступлении материальных ценностей (наименование, сортность, количество, цена, поставщик) содержатся в приходном ордере (типовая межотраслевая форма № М-4). Фактическое состояние материалов отражается в приемочном акте (типовая межотраслевая форма № М-7). Сведения о нахождении материальных ценностей на складе и о его движении помещаются в карточке по учету материалов (типовая межотраслевая форма № М-17). Затраты на производство отражаются в форме №5-з.

При движении материальных запасов важным является соблюдение ритмичности поставок. Будем использовать понятия ритмичности работы предприятия и ритмичности обеспечения производства материальными ресурсами. Под ритмичностью работы понимается равномерный выпуск и отгрузка продукции в соответствии с графиком в объеме и ассортименте, предусмотренных планом [14,15]. Аналогично определяется ритмичность обеспечения производства материальными ресурсами. Количественным показателем ритмичности является коэффициент ритмичности, определяемый суммированием фактических поставок за отчетные периоды.

Введем обозначения:

$V_k, k = \overline{1, n}$  – объем плановых поставок в  $k$  – м периоде;

$d_k$  – фактический объем поставок в  $k$  – м периоде.

Коэффициент ритмичности  $K_p$  определяется формулой

$$K_p = \frac{\sum_{k=1}^n \tilde{d}_k}{\sum_{k=1}^n V_k}, \tag{3.1}$$

где

$$\tilde{d}_k = \begin{cases} d_k & | d_k \leq V_k \\ V_k & | d_k > V_k \end{cases}, \text{ величина поставок, не превышающая плановое задание.}$$

Чем коэффициент ритмичности  $K_p$  меньше, тем хуже организована система поставок и тем хуже ритмичность. Приближение коэффициента ритмичности к единице ( $K_p \rightarrow 1$ ) свидетельствует о четкой работе системы материально-технического снабжения. Ритмичность работы предприятия сильно зависит от ритмичности обеспечения производства материальными ресурсами, так как не поставка в срок материалов, сырья, комплектующих приводит к невыполнению производственного задания. Другим показателем неритмичности является разброс значений фактических поставок от среднего планового показателя или коэффициент вариации

$$K_v = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n \left( d_k - \frac{\sum_{j=1}^n V_j}{n} \right)^2}{n}}}{\frac{\sum_{j=1}^n V_j}{n}}.$$

Чем меньше коэффициент  $K_v$ , тем ритмичнее организованы поставки.

Оптимальное управление движения производственными запасами играет определяющую роль в эффективности организации производства. Нехватка материальных запасов приводит к уменьшению выпуска продукции и к потере прибыли. При неритмичной работе возникают потери при оплате простоев. Для компенсации выпуска продукции возникают дополнительные затраты на оплату сверхурочного труда. Неритмичная работа, как правило, приводит к потере качества товарной продукции. С другой стороны, избыток складских запасов означает лишние затраты на хранение материальных ценностей. Кроме того, лишние запасы снижают показатели ликвидности оборотных активов. При длительном хранении возможно ухудшение качества складированных материалов, что снижает качество выпускаемой продукции и прибыль. Дополнительными факторами, затрудняющими управление запасами и организацию производства, являются внешние воздействия. К ним могут относиться изменения в стоимости энергетических и других ресурсов, резкие колебания курса валют и ценных бумаг, политические изменения в стране и мире, стихийные бедствия и т.д. При неблагоприятном воздействии внешних факторов возможно сужение рынка сбыта и уменьшение требуемых поставок сырья и материалов. Возможно и благоприятное воздействие этих факторов на объем выпускаемой продукции. Следовательно, имеется неопределенность в величине требуемых объемов поставок  $V_k, k = \overline{1, n}$  в планируемые периоды.

**3.2. Модели управления производственными запасами**

Важность проблемы оптимального управления запасами привела к построению ряда математических моделей, различной степени сложности и к разработке методов решения оптимизационных задач. Известно, что широко распространенный в теории оптимального управления метод динамического программирования, сформировался в работах Р.Беллмана при решении динамических задач управления запасами [31].

Рассмотрим несколько известных моделей управления запасами [70], начиная с простейших для одного планового периода.

**Модель А**

Моделируется система поставок однородных материалов с заданными значениями спроса и поставок. В течение периода времени  $\tau$  заданы постоянные интенсивности спроса  $v$  и поставок  $\chi$ . Цикл операций за рассматриваемый период времени  $\tau$  следующий. В течение промежутка времени  $[0, \tau_1]$  осуществляются опережающие поставки и запас материала  $y$  на складе растет в соответствии с уравнением  $y(t) = (v - \chi)t$  до предельно допустимой величины  $Y$ . За время  $[\tau_1, \tau_2]$  весь запас исчерпывается и начинает возникать дефицит материала в промежутке времени  $[\tau_2, \tau_3]$ . После времени  $\tau_3$  поставки возобновляются до исчезновения дефицита. Этим завершается рассматриваемый период времени  $\tau$ . В течение отрезка времени  $[0, \tau_2]$  за хранение запаса на складе в количестве  $y(t)$  система поставок несет издержки в количестве  $s_\tau$  за хранение единицы материала. Таким образом, функция, описывающая изменение запаса на всем рассматриваемом промежутке  $\tau$ , имеет вид

$$y(t) = \begin{cases} (v - \chi)t & | t \in [0, \tau_1]; \\ Y - \chi(t - \tau_1) & | t \in [\tau_1, \tau_2]; \\ -Y + (v - \chi)(t - \tau_2) & | t \in [\tau_2, \tau]. \end{cases} \quad (3.2)$$

При наличии дефицита материала ( $y(t) < 0$ ) к системе поставок предъявляется штраф  $p$  за единицу неполученного материала.

Суммарная функция затрат за период времени  $\tau$ , содержит затраты на хранение и затраты на уплату штрафа:

$$F_\tau = s \int_0^{\tau_2} y(t) dt - p \int_{\tau_2}^{\tau} y(t) dt + g, \quad (3.3)$$

где

$g$  – расходы, связанные с заказом поставляемой партии материала.

С учетом выражения для функции  $y(t)$  (3.2) функция затрат (3.3) примет вид

$$F_\tau = \frac{svY^2}{2\chi(v - \chi)} + \left[ \frac{\chi}{v}(v - \chi)\tau - Y \right]^2 \frac{pv}{2\chi(v - \chi)} + g.$$

В качестве целевой функции берутся затраты в единицу времени, т.е.

$$\frac{F_\tau}{\tau} = \bar{F}(Y, \tau) \rightarrow \min. \quad (3.4)$$

Минимальные издержки в системе поставок обеспечиваются оптимальными значениями величины предельного запаса  $Y_0$  и продолжительности цикла  $\tau_0$ . Оптимальное решение задачи (3.4) находится из решения системы алгебраических уравнений

$$\frac{\partial \bar{F}(Y, \tau)}{\partial Y} = 0; \\ \frac{\partial \bar{F}(Y, \tau)}{\partial \tau} = 0$$

и

$$Y_0 = \sqrt{\frac{2\chi g \left(1 - \frac{\chi}{v}\right)}{s \left(1 + \frac{s}{p}\right)}}; \quad (3.5) \\ \tau_0 = \sqrt{\frac{2g \left(1 + \frac{s}{p}\right)}{\chi s \left(1 - \frac{\chi}{v}\right)}}. \quad (3.6)$$

Минимальные затраты в единицу времени равны:

$$\bar{F}_0 = \sqrt{\frac{2s\chi g \left(1 - \frac{\chi}{v}\right)}{\left(1 + \frac{s}{p}\right)}}.$$

Модель экономически обоснованного заказа **EQQ** [144] следует из формул (3.5), (3.6) в предположении, что дефицит материала полностью исключается ( $p \rightarrow \infty$ ) и поставки осуществляются мгновенно

( $v \rightarrow \infty$ ):  $EQQ = Y_0 = \sqrt{\frac{2\chi g}{s}}$  – оптимальный средний размер партии поставки (формула Уилсона) [166].

**Модель В**

Это модель системы поставок при вероятностном спросе и мгновенных поставках при однократном принятии решения о величине поставок [70]. К началу одного цикла имеется запас материалов в размере  $z$ . За время цикла  $\tau$  возникает случайная величина спроса  $V$  с функцией плотности распределения  $\phi(V)$ . Величина поставки равна  $x$  и после поставки величина запаса  $y \geq z$ . Расходы на пополнение запасов равны  $c(y - z)$ . За хранение невостребованного материала, образовавшегося к концу цикла, система материально-технического снабжения будет иметь дополнительные издержки  $s(y - V)$ . Невыполнение требуемого объема поставок приводит к штрафным издержкам в размере  $p(V - y)$ . Так как спрос на материал является случайной величиной, то случайными будут и издержки системы снабжения. Математическое ожидание суммарных затрат записывается в виде

$$F_\tau(y, z) = s \int_0^y (y - V)\phi(V)dV - p \int_y^\infty (V - y)\phi(V)dV + c(y - z) \rightarrow \min.$$

Оптимальное значение величины  $y$  определяется

$$\text{из условия } \left( \frac{\partial F_\tau}{\partial y} = 0 \right) \text{ или} \\ (s\phi(y) - p(1 - \Phi(y)) + c = 0), \quad (3.7)$$

где

$$\left( \left( \Phi(y) = \int_0^y \varphi(\xi) d\xi \right) \right) - \text{функция распределения вероятности спроса.}$$

Из (3.7) получается:

$$\Phi(y) = \frac{p-c}{p+s}.$$

Если спрос распределен по показательному закону с

$$\Phi(y) = 1 - \exp\left(-\frac{y}{\chi\tau}\right), \text{ то оптимальное значение запаса:}$$

$$y_0 = \chi\tau \ln\left(\frac{p+s}{s+c}\right).$$

Если принять, что величина спроса может принимать равновероятные значения на отрезке между минимальным значением  $V_{min}$  и максимальным  $V_{max}$ , то

$$\Phi(y) = \frac{y - V_{min}}{V_{max} - V_{min}}.$$

В этом случае оптимальная величина запаса имеет вид

$$y = V_{min} + \frac{p-c}{p+s}(V_{max} - V_{min}).$$

**Модель С**

Рассматривается динамическая модель системы снабжения, функционирующая конечное число плановых периодов времени [70]. В каждом  $k$  – м периоде задана величина спроса  $V_k, k = \overline{1, n}$ . Необходимо определить в каждом периоде величины поставок  $X_k, k = \overline{1, n}$ , образующих запасы, обеспечивающие минимальные расходы по материально-техническому снабжению суммарные за все рассматриваемые периоды времени. Расходы в каждом периоде складываются из расходов на выполнение заказа  $c_k(X_k, y_k), k = \overline{1, n}$  и затрат на хранение лишнего запаса  $s_k(X_k + y_k - V_k), k = \overline{1, n}$ . Здесь через  $y_k$  обозначены остатки запаса от предыдущего ( $k - 1$ ) периода, так что

$$y_{k+1} = y_k + X_k - V_k, k = \overline{1, n}. \tag{3.8}$$

Целевая функция суммарных затрат должна быть минимальной

$$F_n = \sum_{k=1}^n [c_k(y_k, X_k) + s_k(X_k + y_k - V_k)] \rightarrow \min. \tag{3.9}$$

Задача (3.8), (3.9) решается методом динамического программирования [73,31]. В основе метода лежит использование принципа оптимальности Беллмана [31], с помощью которого строятся рекуррентные соотношения для функций состояния. На основе принципа оптимальности последовательно минимизируются издержки за  $1, 2, \dots, n$  периодов. Для этого строится функция, определяющая состояние системы в  $k$  -м в зависимости от имеющегося запаса  $x$  на начало ( $k + 1$ ) периода:

$$f_k(x) = \min_{x_j} \sum_{j=1}^k [c_j(X_j, y_j) + s_j(X_j + y_j - V_j)] = \min_{x_j} \sum_{j=1}^k \psi_j(X_j, y_j)$$

при условии (3.8)

$$y_k + X_k - V_k = x.$$

Рекуррентное соотношение, вытекающее из условия, что на каждом шаге применяется оптимальная стратегия управления запасами, имеет вид

$$f_k(x) = \min_{x_k} [\psi_k(X_k, x + V_k - X_k) + f_{k-1}(x - X_k + V_k)], k = \overline{1, n}. \tag{3.10}$$

При  $k = 1$ ;  $f_1(x) = \min_{x_1} \psi_1(X_1, y_1)$  при условии  $y_1 + X_1 - V_1 = x$ . Далее по рекуррентным формулам (3.10), от  $k = 2$  до  $k = n$ , вычисляется последовательность функций  $f_k(x)$  и условно оптимальные значения  $\tilde{X}_k$ . Затем в обратном порядке от  $k = n, \dots, 1$  находят оптимальные значения  $X_k, k = \overline{1, n}$  и соответствующие  $y_k$ .

**3.3. Управление производственными запасами в переходных условиях развития экономики**

**Модель D**

Рассмотренные модели А, В, С относились к системе материального снабжения, как к автономной системе. Построим модель управления производственными запасами товаропроизводящего предприятия, ориентированную на современные условия производства. При определении себестоимости товарной продукции в текущем периоде в стоимость изделий закладывается рыночная цена сырья, материалов и других ресурсов, используемых при производстве. Приобретенные в предыдущих временных периодах материальные ценности имеют меньшую стоимость, зафиксированную в документах бухгалтерской отчетности. Разница в текущих и предшествующих ценах на материалы образует прибыль, получаемую при реализации продукции. В условиях быстрого роста индекса цен становится возможным извлекать эту прибыль с помощью соответствующего управления движением запасов. Эта составляющая эффективности работы системы материально-технического снабжения не учитывалась в рассмотренных моделях типа А, В, С.

Стремление увеличить запасы более дешевого материала, с тем чтобы в последствии реализовать его по более высокой цене конкурирует с необходимостью затрат на его хранение. Затраты на хранение запасов учитываются так же, как в ранее рассмотренных моделях. Другая статья затрат, связанная с хранением материальных ценностей, заключается в возможности изменения производственных свойств материалов. Другими словами, длительное хранение материалов приводит к его порче и к возможным хищениям. Эта составляющая показателя эффективности системы снабжения также не учитывалась в моделях типа А, В, С.

Следует отметить, что в затраты, связанные с хранением материальных ценностей, может входить налог на имущество. Такой налог на запасы на региональном уровне действовал в России до 1 января 2004 года. Эту составляющую затрат также удобнее вынести в отдельную статью, так как данный налог начисляется на первоначальную стоимость хранящихся материалов.

Таким образом, критерий эффективности системы материально-технического снабжения предприятия состоит из следующих слагаемых:

- затраты, связанные с хранением материалов (стоимость обслуживания собственных складов либо арендная плата за предоставляемые места на складах);
- издержки предприятия, вызванные порчей материала (списание части материалов, пришедших в негодность, ухудшение качества основной продукции из-за использования просроченного сырья и т.д.);
- плата за имеющиеся на предприятии запасы в виде налога на имущество;
- издержки предприятия, связанные с несвоевременной поставкой материалов при недостаточных запасах (снижение объема производства в текущем периоде, снижение ритмичности производства, снижение качества товарной продукции);
- дополнительная прибыль, получаемая предприятием при выпуске и реализации продукции, изготовленной из старых материалов с низкими ценами.

Факторами, ограничивающими управление движением материальных запасов, могут быть:

- вместимость складских помещений;
- ограниченность размера партии материалов, поступающих на предприятие в каком-либо временном периоде;
- случайный характер изменения объемов производства и условий поставок в некотором диапазоне.

Составим математическую модель, учитывающую данные стороны функционирования системы материально-технического снабжения предприятия.

Система функционирует в течение  $k = \overline{1, n}$  плановых временных периодов.

Введем обозначения:

$V_k, k = \overline{1, n}$  – планируемая потребность в материалах в  $k$  – м периоде;

$D_k, k = \overline{1, n}$  – фактическое предоставление материалов для производства в  $k$  – м временном периоде;

$y_k, k = \overline{1, n}$  – материальные запасы (остатки на окончании  $k$  – го временного периода;

$x_k, k = \overline{1, n}$  – объем поставок материалов на предприятие в  $k$  – м периоде;

$s_k, k = \overline{1, n}$  – удельная плата за хранение материалов;

$C_k, k = \overline{1, n}$  – цена материала, приобретенного в  $k$  – м временном периоде;

$\pi_k, k = \overline{1, n}$  – коэффициент, учитывающий снижение производственной полезности материала при хранении в течение одного временного периода;

$p_k, k = \overline{1, n}$  – удельные затраты, связанные с невыполнением потребности в материалах в  $k$  – м временном периоде;

$H_p, H_m$  – ставки налогов на прибыль и имущество.

Количество материалов, предоставляемое для производства в  $k$  – м периоде, складывается из материалов, поставленных в предшествующие периоды времени.

Пусть  $d_{jk}, k = \overline{1, n}; j = \overline{0, k}$  – количество материалов, предоставляемое для производства в  $k$  – м периоде, из партии материалов, поставленных в  $j$  – х временных периодах (включая начальный запас ( $j = 0$ ) и поставки в текущем периоде ( $j = k$ )).

Величины  $x_k, k = \overline{1, n}$  и  $d_{jk}, k = \overline{1, n}; j = \overline{0, k}$  являются управляющими переменными системы материального снабжения, описывающими движение производственных запасов. Во-первых, в конкретном временном периоде требуется определить объем поставки  $x_k$ . Во-вторых, эту поставку нужно распределить по последующим периодам с максимальной пользой.

Количество материалов  $D_k$ , предоставляемое для производства в  $k$  – м периоде, определяется из составляющих частей  $d_{jk}$  следующим образом

$$D_k = \sum_{j=0}^k d_{jk}, \quad k = \overline{1, n}. \quad (3.11)$$

Суммарный остаток всех материалов  $y_k$  (запас в  $k$  – м периоде) определяется как разность между суммарными поставками, осуществленными к  $k$  – му периоду включительно, и суммарным количеством материалов, предоставляемым для производства также до  $k$  – го периода включительно, т.е.

$$y_k = \sum_{j=0}^k x_j - \sum_{l=1}^k D_l \quad \text{или} \quad y_k = \sum_{j=0}^k x_j - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l d_{jl}, \quad k = \overline{1, n}. \quad (3.12)$$

Величина остатка определяет затраты на хранение материала в  $k$  – м периоде

$$s_k \left( \sum_{j=0}^k x_j - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l d_{jl} \right), \quad k = \overline{1, n}. \quad (3.13)$$

Материал, поступивший на предприятие в  $j$  – м периоде, предназначенный к реализации в  $k$  – м периоде, к моменту времени  $k$  будет иметь возраст  $(k - j)$  периодов. Доля затрат из-за пришедшего в негодность материала определяется следующим выражением

$$\pi_k \left( \sum_{j=0}^k [x_j (k - j)] - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l [d_{jl} (k - j)] \right), \quad k = \overline{1, n}. \quad (3.14)$$

При наличии налога на имущество, включенного в оборотные активы, плата за запасы примет вид:

$$H_m \left( \sum_{j=0}^k x_j C_j - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l d_{jl} C_j \right), \quad k = \overline{1, n}.$$

Представим цену материала, приобретенного в  $j$  – м временном периоде, в виде функции

$$C_j = C_0 (1 + \delta_c)^j, \quad j = \overline{0, n}, \quad (3.15)$$

где

$\delta_c$  – прогнозируемый средний темп инфляции;

$C_0$  – цена материала, приобретенного в начальном периоде.

С учетом (15) плата за запасы в  $k$  – м периоде находится по формуле

$$H_m C_0 \left( \sum_{j=0}^k [x_j (1 + \delta_c)^j] - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l [d_{jl} (1 + \delta_c)^j] \right), \quad k = \overline{1, n} \quad (3.16)$$

Недостаточное количество запасов приводит к невыполнению планируемых поставок. В результате, предприятие понесет дополнительные издержки, пропорциональные дефициту материала с коэффициентом

$p_k$ . Эти затраты в периоде с номером  $k$  определяются по формуле

$$p_k \left( V_k - \sum_{j=0}^k d_{jk} \right) \quad (3.17)$$

Следующая составляющая критерия эффективности системы снабжения связана с разницей в ценах покупаемого и реализованного материала. Материалы, приобретенные в периоде  $j$  имеют цену  $C_j$ . Учетная стоимость материалов, приобретенных в  $j$  – м периоде ( $j = \overline{0, k}$ ) и реализованных в  $k$  – м, равна

$$\sum_{j=0}^k d_{jk} C_j. \quad (3.18)$$

В стоимость произведенной в  $k$  – м периоде закладывается текущая рыночная цена  $C_k$  и стоимость использованных при производстве материалов станет равной

$$C_k \sum_{j=0}^k d_{jk}. \quad (3.19)$$

Разность между ценами, определяемыми по формулам (3.19) и (3.18) дает предприятию прибыль. После уплаты налога, величина прибыли, полученная в  $k$  – м периоде, рассчитывается с использованием формулы (3.15) по следующему выражению

$$C_0(1 - H_p) \sum_{j=0}^k d_{jk} \left[ (1 + \delta_c)^k - (1 + \delta_c)^j \right], k = \overline{1, n} \quad (3.20)$$

Таким образом, критерий эффективности системы материально-технического снабжения состоит из частей, определяемых по формулам (3.13), (3.14), (3.16), (3.17), (3.20):

$$f_k^1 = s_k \left( \sum_{j=0}^k x_j - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l d_{jl} \right), k = \overline{1, n} - \text{расходы на хранение;}$$

$f_k^2 = \pi_k \left( \sum_{j=0}^k [x_j (k - j)] - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l [d_{jl} (k - j)] \right), k = \overline{1, n}$  – издержки, связанные с порчей хранимого материала;

$$f_k^3 = H_m C_0 \left( \sum_{j=0}^k [x_j (1 + \delta_c)^j] - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l [d_{jl} (1 + \delta_c)^j] \right),$$

$k = \overline{1, n}$  – плата за запасы;

$$f_k^4 = p_k \left( V_k - \sum_{j=0}^k d_{jk} \right) - \text{издержки, вызванные нехваткой материалов при производстве;}$$

$f_k^5 = -C_0(1 - H_p) \sum_{j=0}^k d_{jk} \left[ (1 + \delta_c)^k - (1 + \delta_c)^j \right], k = \overline{1, n}$  – величина прибыли с обратным знаком, получаемая на ценовой разности материалов.

Полный показатель эффективности системы материально-технического снабжения  $F_{MTC}$  получается суммированием составляющих функций  $f_k^i, i = \overline{1, 5}; k = \overline{1, n}$  по всем временным периодам. Оптимальное управление движением материальных запасов должно обеспечивать минимум данному критерию эффективности

$$F_{MTC} = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^5 f_k^i \rightarrow \min. \quad (3.21)$$

При получении поставки  $x_j, j = \overline{0, n}$  принимается решение о том, какие части этой поставки  $d_{jl}, j = \overline{0, n}; l = \overline{j, n}$  направляются в производство в последующие периоды времени. Следовательно, между

$x_j, j = \overline{0, n}$  и  $d_{jl}, j = \overline{0, n}; l = \overline{j, n}$  должно выполняться отношение

$$x_j - \sum_{l=j}^n d_{jl} \geq 0, j = \overline{0, n}. \quad (3.22)$$

Отношение (3.22) означает, что часть материала может быть израсходовано в производстве, а часть остаться в виде запаса.

Обеспечение потребности производства необходимыми материалами является желательным, но не всегда выполнимым. Поэтому между планируемой потребностью в материалах в  $k$  – м периоде  $V_k, k = \overline{1, n}$  и фактическим предоставлением материалов для производства  $D_k, k = \overline{1, n}$  также существует отношение вида

$$D_k \leq V_k, k = \overline{1, n}. \quad (3.23)$$

С учетом (3.11) перепишем отношение (3.23)

$$\sum_{j=0}^k d_{jk} \leq V_k, k = \overline{1, n}. \quad (3.24)$$

При образовании запасов необходимо учитывать, что емкость складов может быть ограничена величиной  $Y_k; k = \overline{1, n}$ . Поэтому на величину запасов, образовавшихся к периоду  $k$  (3.12), накладывается ограничение сверху:

$$\sum_{j=0}^k x_j - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l d_{jl} \leq Y_k, k = \overline{1, n}. \quad (3.25)$$

При организации управления производством может быть принято решение о наличии страховочного запаса  $Y_k^{min}, k = \overline{1, n}$  и величина запасов будет ограничена снизу:

$$\sum_{j=0}^k x_j - \sum_{l=1}^k \sum_{j=0}^l d_{jl} \geq Y_k^{min}, k = \overline{1, n}. \quad (3.26)$$

Объемы поставок в каждом периоде могут быть лимитированы возможностями поставщиков, транспортными проблемами, финансовыми ограничениями. Поэтому на величины поставок накладываются дополнительные ограничения вида

$$x_k \leq X_k^p, k = \overline{1, n}. \quad (3.27)$$

Планирование управлением запасами на  $n$  периодов начинается при некотором имеющемся запасе  $X_0$ . Для удобства организации вычислений можно ввести дополнительную переменную  $x_0$  и включить ее в число неизвестных  $x_j, j = \overline{0, n}$ , добавив ограничение

$$x_0 = X_0. \quad (3.28)$$

На все переменные ( $x_j, j = \overline{0, n}$ ) ( $d_{jk}, j = \overline{0, n}; k = \overline{1, n}$ ) накладываются естественные условия неотрицательности

$$x_j \geq 0, j = \overline{0, n}; \quad (3.29)$$

$$d_{jk} \geq 0, j = \overline{0, n}; k = \overline{1, n}.$$

Сформулированная задача имеет линейную целевую функцию



$$\begin{aligned}
 F_{MTC} = & \sum_{k=1}^n s_k \left( \sum_{j=0}^k x_j - \sum_{j=0}^k d_{jk} \right) + \\
 & + \sum_{k=1}^n \pi_k \left( \sum_{j=0}^k [x_j (k-j)] - \sum_{j=0}^k [d_{jk} (k-j)] \right) + \\
 & + H_m C_0 \sum_{k=1}^n \left( \sum_{j=0}^k [x_j (1+\delta_c)^j] - \sum_{j=0}^k [d_{jk} (1+\delta_c)^j] \right) + \\
 & + \sum_{k=1}^n p_k \left( V_k - \sum_{j=0}^k d_{jk} \right) + C_0 (1-H_p) * \\
 & * \sum_{k=1}^n \sum_{j=0}^k d_{jk} \left[ (1+\delta_c)^j - (1+\delta_c)^k \right] \rightarrow \min. \quad (3.30)
 \end{aligned}$$

и линейные ограничения (3.22), (3.24) – (3.29). Следовательно, имеется задача линейного программирования с  $2n + \frac{(n+1)n}{2} + 1$  переменными и  $3n + 1$  ограничениями.

Сформулированная модель легко обобщается на случай ассортимента материалов. Ассортимент материалов определяется вектором  $x_k = [x_{kq}]$ ,  $q = \overline{1, N_q}$ , где  $N_q$  – количество видов материалов в ассортименте. Математическая модель оптимизации запасов материалов в ассортименте принимает вид.

Целевая функция:

$$\begin{aligned}
 F_{MTC} = & \sum_{q=1}^{N_q} \left\{ \sum_{k=1}^n s_{kq} \left( \sum_{j=0}^k x_{jq} - \sum_{j=0}^k d_{jkq} \right) + \right. \\
 & + \sum_{k=1}^n \pi_{kq} \left( \sum_{j=0}^k [x_{jq} (k-j)] - \sum_{j=0}^k [d_{jkq} (k-j)] \right) + \\
 & + H_m C_{0q} \sum_{k=1}^n \left( \sum_{j=0}^k [x_{jq} (1+\delta_{cq})^j] - \sum_{j=0}^k [d_{jkq} (1+\delta_{cq})^j] \right) + \\
 & + \sum_{k=1}^n p_{kq} \left( V_{kq} - \sum_{j=0}^k d_{jkq} \right) + C_{0q} (1-H_p) * \\
 & * \left. \sum_{k=1}^n \sum_{j=0}^k d_{jkq} \left[ (1+\delta_{cq})^j - (1+\delta_{cq})^k \right] \right\} \rightarrow \min. \quad (3.31)
 \end{aligned}$$

Ограничения:

$$x_{jq} - \sum_{i=j}^n d_{jiq} \geq 0, \quad j = \overline{0, n}; q = \overline{1, N_q}; \quad (3.32)$$

$$\sum_{j=0}^k d_{jkq} \leq V_{kq}, \quad k = \overline{1, n}; q = \overline{1, N_q}; \quad (3.33)$$

$$\sum_{j=0}^k x_{jq} - \sum_{j=0}^k d_{jkq} \leq Y_{kq}, \quad k = \overline{1, n}; q = \overline{1, N_q}; \quad (3.34)$$

$$\sum_{j=0}^k x_{jq} - \sum_{j=0}^k d_{jkq} \geq Y_{kq}^{min}, \quad k = \overline{1, n}; q = \overline{1, N_q}; \quad (3.35)$$

$$x_{kq} \leq X_{kq}^p, \quad k = \overline{1, n}; q = \overline{1, N_q}; \quad (3.36)$$

$$x_{0q} = X_{0q}, \quad q = \overline{1, N_q}. \quad (3.37)$$

К этим ограничениям добавятся ограничения на общую емкость складов

$$\sum_{q=1}^{N_q} \left( \sum_{j=0}^k x_{jq} - \sum_{j=0}^k d_{jkq} \right) \leq Y_k; \quad k = \overline{1, n} \quad (3.38)$$

и на общую возможность поставок

$$\sum_{q=1}^{N_q} x_{kq} \leq X_k^p, \quad k = \overline{1, n}; \quad (3.39)$$

$$\begin{aligned}
 x_{jq} & \geq 0, \quad j = \overline{0, n}; q = \overline{1, N_q}; \\
 d_{jkq} & \geq 0, \quad j = \overline{0, n}; k = \overline{1, n}; q = \overline{1, N_q}. \quad (3.40)
 \end{aligned}$$

Задача (3.31) – (3.40) также является задачей линейного программирования с  $\left[ 2n + \frac{(n+1)n}{2} + 1 \right] N_q$  переменными и  $3N_q (n+1)$  ограничениями.

Следующий шаг в обобщении модели снабжения можно сделать для задачи многономенклатурного производства с ассортиментом материалов.

### 3.4. Моделирование движения запасов в производственной системе

Математическая модель (3.30), (3.22), (3.24)-(3.29), оптимизирующая деятельность системы материально-технического снабжения предприятия, представляет собой задачу линейного программирования и может быть решена симплекс-методом. Рассмотрим влияние параметров системы на ее поведение. Примем в качестве базовых следующие значения характеристик системы:

прогнозируемый средний темп инфляции  $\delta_c = 0.1$ ;

цена материала, приобретенного в начальном периоде  $C_0 = 1$ ;

коэффициент, учитывающий снижение производственной полезности материала при хранении в течение одного временного периода  $\pi_k = 0.1, k = \overline{1, n}$ ;

ставка налога на прибыль  $H_p = 0.25$ ;

ставка налога на имущество  $H_m = 0.02$ ;

удельная плата за хранение материалов  $s_k = 0.1, k = \overline{1, n}$ ;

удельные затраты, связанные с невыполнением потребности в материалах в  $k$  – м временном периоде  $p_k = 10, k = \overline{1, n}$ ;

величина страховочного запаса  $Y_k^{min} = 0, k = \overline{1, n}$ ;

ограничение на величину поставок  $X_k^p = 15, k = \overline{1, n}$ ;

величина имеющегося запаса  $X_0 = 20$ ;

количество рассматриваемых во времени  $t$  периодов  $n = 12$ .

Планируемая потребность в материалах в  $k$  – м периоде ( $V_k, k = \overline{1, n}$ ) приведена на рис. 3.1.

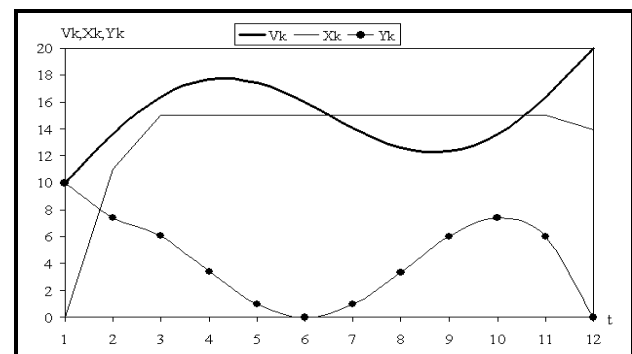


Рис. 3.1. Изменение поставок и запасов при  $\delta_c = 0.1$ ;  $C_0 = 1$ ;  $H_p = 0.25$ ;  $H_m = 0.02$ ;  $X_0 = 20$ ;  $\pi_k = 0.1$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $p_k = 10$ ;  $Y_k^{min} = 0$ ;  $X_k^p = 15$

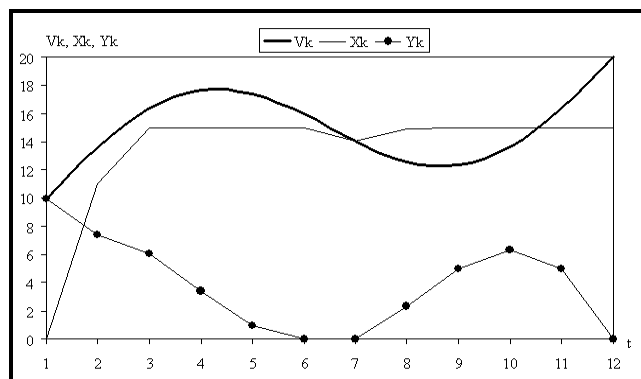
Выходными (рассчитываемыми) переменными системы являются:

материальные запасы (остатки на окончание  $k$  – го временного периода)  $y_k(t), k = \overline{1, n}$ ;

объемы поставок материалов на предприятие в  $k$  – м периоде  $x_k(t), k = \overline{1, n}$ .

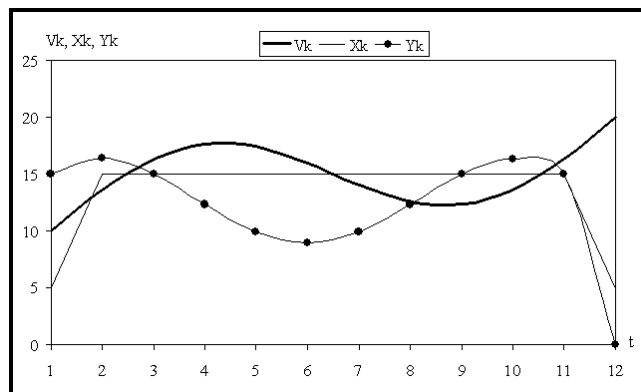
Немонотонная зависимость планируемых поставок связана с сезонностью спроса на продукцию. Как видно из рис. 3.1, величина поставок выходит на значение, определяемое верхней границей  $X_k^p = 15$ . Первоначальный запас постепенно расходуется и в середине рассматриваемого временного интервала запасов нет. Затем величина запасов увеличивается, а к концу рассматриваемого временного интервала вновь уменьшается до нуля. Суммарная величина затрат, характеризующая деятельность системы материально-технического снабжения  $F_{MTC} = 15.9$ .

При увеличении налога на имущество до  $H_M = 0.05$  текущая величина запасов уменьшается (рис. 3.2). Суммарные затраты при этом существенно возрастают до  $F_{MTC} = 43$ .

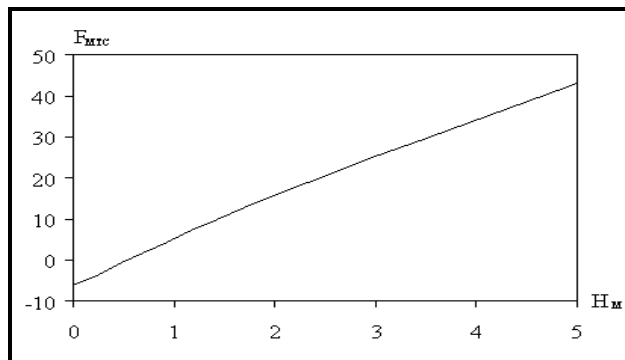


**Рис. 3.2.** Изменение поставок и запасов при  $\delta_c = 0.1$ ;  $C_0 = 1$ ;  $H_p = 0.25$ ;  $H_M = 0.05$ ;  $X_0 = 20$ ;  $\pi_k = 0.1$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $p_k = 10$ ;  $Y_k^{min} = 0$ ;  $X_k^p = 15$

Отмена налога на имущество (рис. 3.3) приводит к росту текущих запасов, а величина затрат становится отрицательной  $F_{MTC} = -6.1$ .

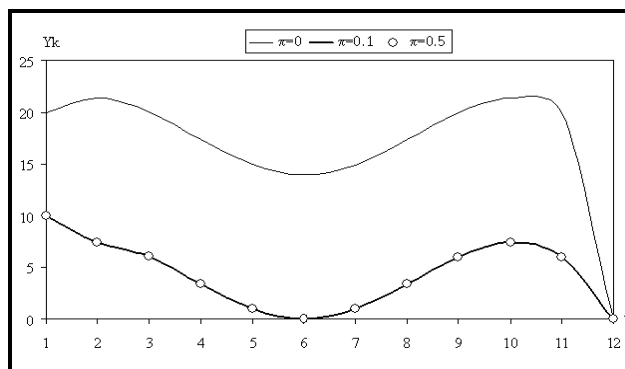


**Рис. 3.3.** Изменение поставок и запасов при  $\delta_c = 0.1$ ;  $C_0 = 1$ ;  $H_p = 0.25$ ;  $H_M = 0$ ;  $X_0 = 20$ ;  $\pi_k = 0.1$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $p_k = 10$ ;  $Y_k^{min} = 0$ ;  $X_k^p = 15$



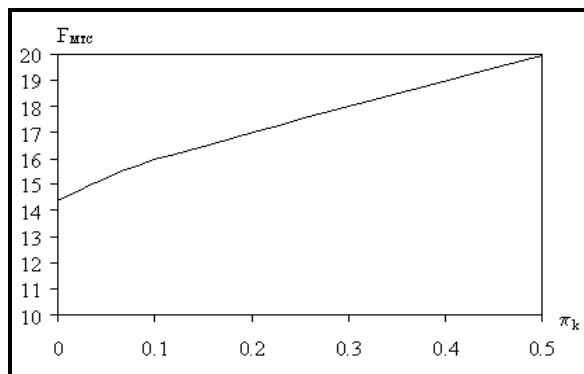
**Рис. 3.4.** Зависимость затрат от налога

Рост величины налогов на имущество приводит к росту суммарных производственных затрат. Проведенные расчеты свидетельствуют о положительном эффекте отмены налога на имущество на производственную деятельность предприятий.

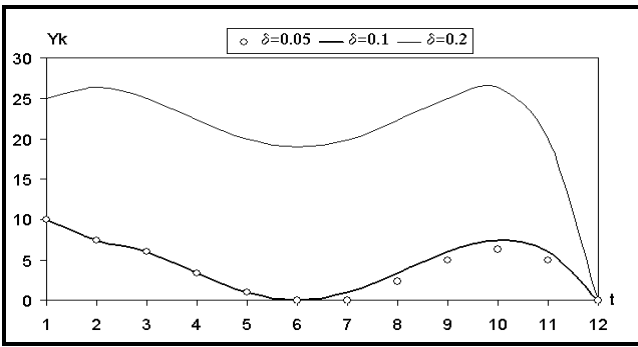


**Рис. 3.5.** Поведение величины запасов в зависимости от коэффициента  $\pi_k$  при  $\delta_c = 0.1$ ;  $C_0 = 1$ ;  $H_p = 0.25$ ;  $H_M = 0.02$ ;  $X_0 = 20$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $p_k = 10$ ;  $Y_k^{min} = 0$ ;  $X_k^p = 15$

Влияние коэффициента  $\pi_k$ , учитывающего снижение производственной полезности материала при его хранении, на текущие запасы показано на рис. 3.5. Нулевое значение  $\pi_k$  позволяет держать большие запасы материалов. После  $\pi_k \geq 0.1$  изменение запасов не зависит от величины коэффициента  $\pi_k$  и далее функция суммарных затрат возрастает практически линейно (рис. 3.6)

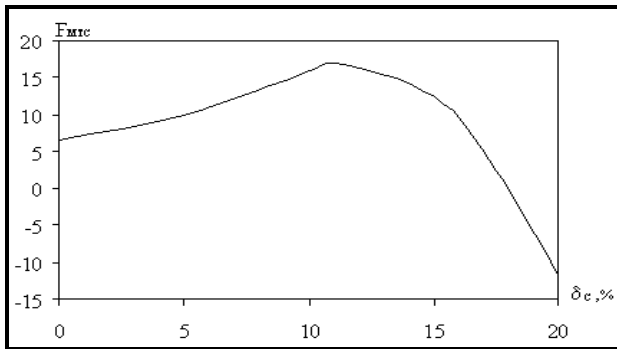


**Рис. 3.6.** Зависимость затрат от коэффициента  $\pi_k$ , учитывающего снижение производственной полезности материала при хранении



**Рис. 3.7.** Поведение величины запасов в зависимости от коэффициента  $\delta_c$  при  $\pi_k = 0.1$ ;  $C_0 = 1$ ;  $H_p = 0.25$ ;  $H_M = 0.02$ ;  $X_0 = 20$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $p_k = 10$ ;  $Y_k^{min} = 0$ ;  $X_k^p = 15$

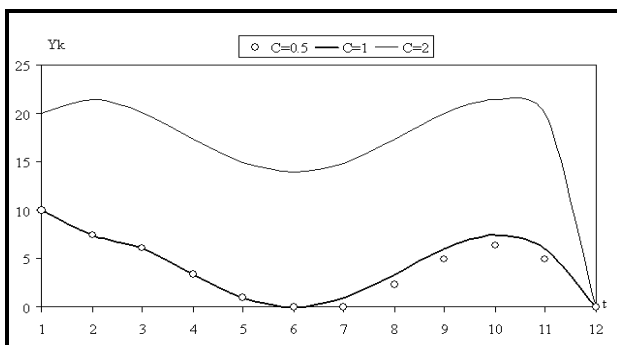
Рассмотрим эффект дополнительной прибыли, получаемой предприятием при выпуске и реализации продукции, изготовленной из старых материалов с низкими ценами при различных значениях среднего темпа инфляции  $\delta_c$  (рис. 3.7). При высокой инфляции становится выгодным хранение больших запасов.



**Рис. 3.8.** Зависимость затрат от коэффициента инфляции

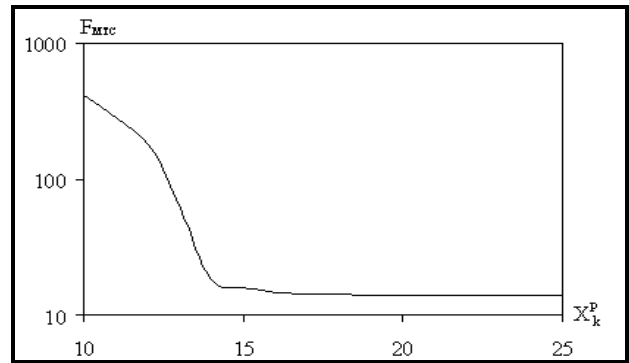
Суммарные затраты, как следует из рис.3.8, начинают снижаться при темпе инфляции более 11%. Следовательно, при высоких темпах инфляции становится выгодным получать дополнительную прибыль из разности стоимостей материалов.

Поведение запасов при различных значениях начальной стоимости материалов показано на рис. 3.9.



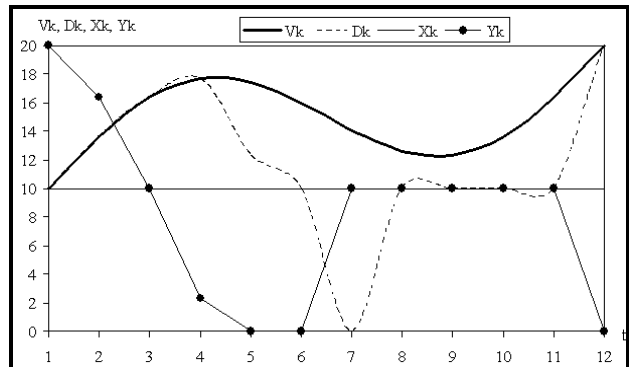
**Рис. 3.9.** Поведение величины запасов в зависимости от начальной цены материала при  $\delta_c = 0.1$ ;  $\pi_k = 0.1$ ;  $H_p = 0.25$ ;  $H_M = 0.02$ ;  $X_0 = 20$ ;  $s_k = 0.1$ ;  $p_k = 10$ ;  $Y_k^{min} = 0$ ;  $X_k^p = 15$

Ограничение на размер поставляемой партии материала приводит к существенному росту затрат (рис. 3.10). При  $X_k^p = 10$  величина затрат  $F_{MTC} = 415$ .

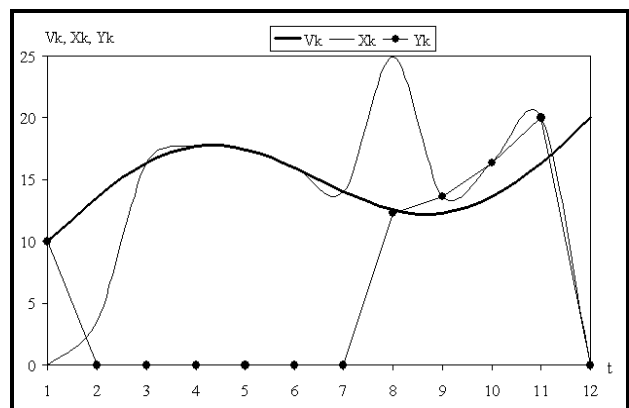


**Рис. 3.10.** Зависимость затрат от величины ограничения на поставки материала

Причина таких больших затрат становится понятной из рис. 3.11, где показаны: планируемая потребность в материалах  $V_k$ , фактическое предоставление материалов для производства  $D_k$ , материальные запасы  $Y_k$ , объем поставок материалов на предприятие  $X_k$ . Ограничение  $x_k \leq X_k^p$  приводит к  $X_k^p = 10$ , фактическое предоставление материалов меньше планируемых и штрафные санкции за невыполнение поставок приводят к росту производственных затрат.



**Рис. 3.11.** Изменение поставок и запасов во времени  $X_k^p = 10$



**Рис. 3.12.** Изменение поставок и запасов во времени  $X_k^p = 25$

Ограничение  $x_k \leq X_k^p$  перестает быть строгим после  $X_k^p > 20$ . Как следует из рис. 3.12, предельное значение  $x_k = 25$  достигается только на одном временном отрезке и фактическое предоставление материалов совпадает с планируемым. Величина затрат после  $X_k^p > 20$  устанавливается на уровне  $F_{MTC} = 13.9$  (рис. 3.10).

### 3.5. Оптимизация управления запасами в условиях неопределенности действия внешних факторов

#### Модель E

Математическая модель (3.30), (3.22), (3.24) - (3.29) является полностью детерминированной. В действительности, некоторые параметры системы материально-технического снабжения могут быть случайными. В этом случае рассматриваемая модель (3.22), (3.24) - (3.30) становится задачей стохастического программирования. Одним из способов решения стохастических задач является метод статистических испытаний.

Представим задачу (3.22), (3.24) - (3.30) в виде математической модели

$$Z = \Psi(W, U), \tag{3.41}$$

где

$Z$  – выходной вектор, компонентами которого являются величины  $x_k, k = \overline{1, n}$  и  $d_{jk}, k = \overline{1, n}; j = \overline{0, k}$  (управляющие переменные системы материального снабжения, описывающие движение производственных запасов);

$W$  – вектор параметров, значения которых определены однозначно;

$U$  – вектор параметров, значения которых определены случайным образом.

Рассмотрим случай, когда случайными являются значения  $V_k, k = \overline{1, n}$  – планируемое предоставление материалов. Эти величины могут быть случайными в связи с изменением рыночной конъюнктуры и спроса. Также случайными могут быть значения  $X_k^p, k = \overline{1, n}$ , ограничивающие размер поставляемых партий материала. В принципе, в качестве случайных можно взять любые другие параметры  $\delta_c, H_p, H_m, \pi_k, s_k, p_k$ . При некоторой случайной реализации вектора  $U$  при заданных значениях вектора  $W$  математическая модель (3.41) выдает некоторую случайную реализацию вектора  $Z$ . На основе математической модели (3.41) можно провести серию численных экспериментов с варьированием вектора  $U$ , как показано в разделе 1.4.

Примем, что планируемое предоставление материалов изменяется по закону:

$$\tilde{V}_k = V_k + V_L + \eta_k (V_U - V_L), k = \overline{1, n},$$

где

$\eta_k \in (0, 1)$  – случайная величина, распределенная по равномерному закону;

$V_L, V_U$  – величины, определяющие диапазон изменения случайной составляющей.

Ограничения на размер партии поставляемого материала также имеют равномерное распределение:

$$\tilde{X}_k^p = X_L^p + \zeta_k (X_U^p - X_L^p), k = \overline{1, n},$$

где

$\zeta_k \in (0, 1)$  – случайная величина, распределенная по равномерному закону;

$X_L^p, X_U^p$  – величины, определяющие диапазон изменения случайной составляющей ограничений.

Случайные реализации планируемого предоставления материалов показаны на рис. 3.13 (тонкие линии). Жирной линией изображена усредненная зависимость  $V_k(t)$ .

Соответствующие случайным значениям вектора  $U$  реализации поставок материалов  $x_k$  приведены на рис. 3.14. Здесь также жирной линией показана усредненная по 2000 реализаций зависимость величины поставок от времени.

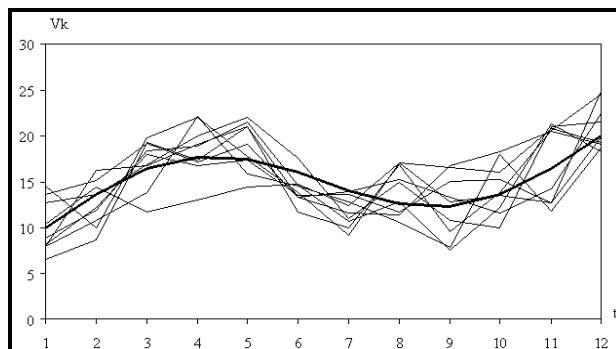


Рис. 3.13. Изменение случайных реализаций планируемого предоставления материалов во времени

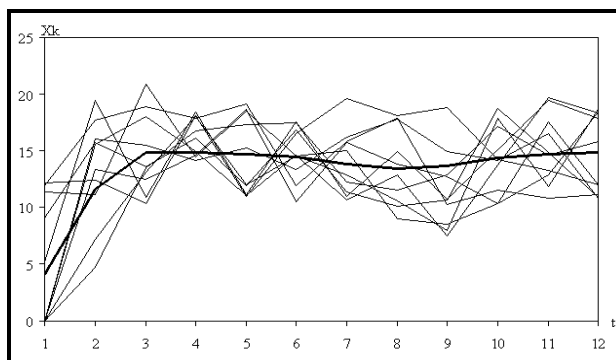


Рис. 3.14. Реализации поставок материалов во времени

При использовании метода статистических испытаний необходимо определить объем выборки, т.е. количество реализаций, обеспечивающее статистическую предствительность результатов. На рис. 3.15 показано изменение во времени осредненных по количеству реализаций величин поставок, определенных по формуле:

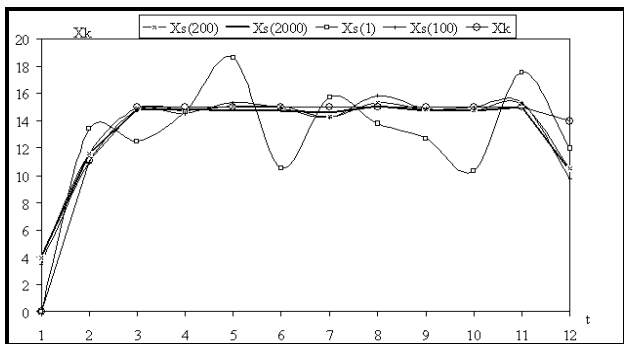
$$Xs(N)_k = \frac{N-1}{N} Xs(N-1)_k + \frac{\tilde{X}_k}{N},$$

где

$\tilde{X}_k$  – полученная на реализации  $N$  величина поставок для интервала  $k = \overline{1, n}$ .

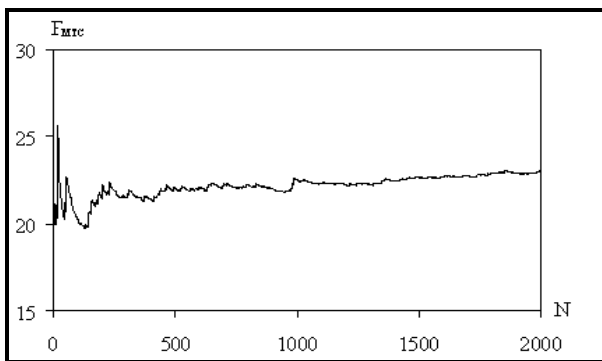
Из рис. 3.15 следует, что отклонения величин поставок с возрастанием количества реализаций уменьша-

ются и зависимость поставок от времени стремится к зависимости  $x_k$ , полученной для детерминированного процесса, как на рис. 3.1.



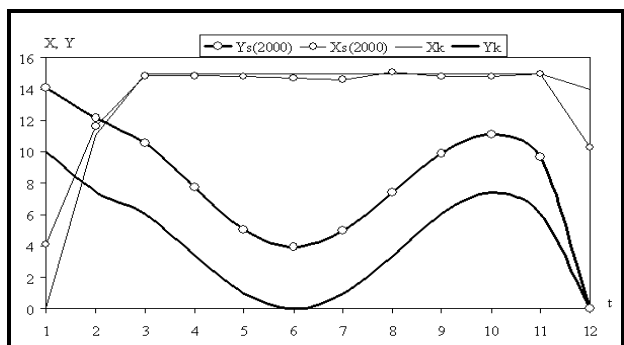
**Рис. 3.15.** Изменение средних по реализациям поставок при  $\delta_c=0.1$ ;  $C_0=1$ ;  $H_p=0.25$ ;  $H_M=0.02$ ;  $X_0=20$ ;  $\pi_k=0.1$ ;  $s_k=0.1$ ;  $p_k=10$ ;  $Y_k^{min}=0$ ;  $X_k^p=15$

Поведение среднего по реализациям значения целевой функции  $F_{MTC}$  показано на рис. 3.16.



**Рис. 3.16.** Установление среднего значения целевой функции от количества реализаций

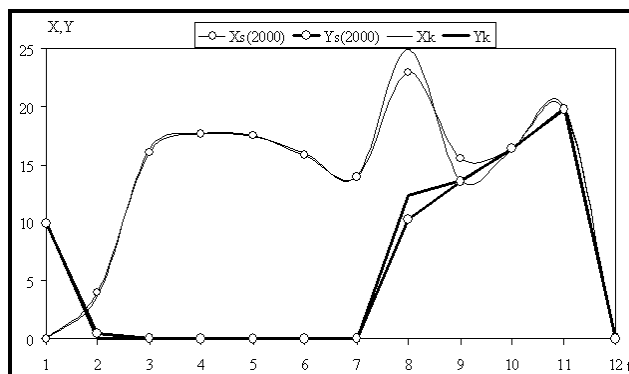
Из результатов расчетов, представленных на рис.16, видно, что колебания целевой функции сглаживаются за 2000 реализаций и  $F_{MTC} \rightarrow 23.0$ . Это значение отличается от детерминированного значения  $F_{MTC} = 15.9$ . Это отличие объясняется результатами расчетов, приведенными на рис. 3.17. Здесь показано сравнение величин поставок и запасов, полученных по детерминированной и стохастической моделям.



**Рис. 3.17.** Изменение поставок и запасов при  $\delta_c=0.1$ ;  $C_0=1$ ;  $H_p=0.25$ ;  $H_M=0.02$ ;  $X_0=20$ ;  $\pi_k=0.1$ ;  $s_k=0.1$ ;  $p_k=10$ ;  $Y_k^{min}=0$ ;  $X_k^p=15$ .

Хотя осредненные и детерминированные величины поставок отличаются незначительно, величины запасов для случая стохастической модели существенно выше. Большие значения запасов приводят к дополнительным затратам на хранение. Такая ситуация возникает при наличии достаточно жестких ограничений на размер поставляемой партии материала  $X_k^p = 15$ . Для того, чтобы обезопасить систему материально-технического снабжения от невыполнения плана по материалам и создаются излишние запасы.

При увеличении верхней границы на размер партии материала до значения  $X_k^p = 25$  излишние запасы становятся ненужными. Это следует из рис. 3.18, где показано, что результаты, полученные по детерминированной и стохастической моделям практически совпадают. Значения целевой функции равны 13.9 и 14.0 для детерминированной и стохастической модели, соответственно.



**Рис. 3.18.** Изменение поставок и запасов при  $\delta_c=0.1$ ;  $C_0=1$ ;  $H_p=0.25$ ;  $H_M=0.02$ ;  $X_0=20$ ;  $\pi_k=0.1$ ;  $s_k=0.1$ ;  $p_k=10$ ;  $Y_k^{min}=0$ ;  $X_k^p=25$

Из полученных результатов расчетов, можно сделать заключение о том, что стохастическую модель системы материально-технического снабжения необходимо применять при наличии жестких ограничений на размер поставляемой партии материалов. В этом случае модель обеспечивает необходимое для бесперебойной работы предприятия количество запасов материалов.

### ВЫВОДЫ

1. Анализ известных моделей управления запасами показал их отношение к системе материального снабжения, как к автономной системе, что не удовлетворяет существующие особенности работы предприятий в переходный период.
2. Уточненная модель управления запасами позволяет извлекать прибыль, основанную на разнице в текущих и предшествующих ценах на материалы в условиях быстрого роста индекса цен.
3. Результаты расчетов показывают, что величина данной прибыли при оптимальном управлении запасами покрывает издержки предприятия по хранению.
4. Суммарные затраты начинают снижаться при темпе инфляции более 11%, а при 17% – темпе эффект становится положительным при оптимизации управления производственными запасами.
5. При наличии жестких ограничений на размер поставляемой партии материалов необходимо применять стохастическую модель системы материально-технического снабжения. В этом случае модель оптимального управления обеспечивает

необходимое для бесперебойной работы предприятия количество запасов материалов.

#### 4. УПРАВЛЕНИЕ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ ПРОЕКТАМИ С ВЕНЧУРНЫМ ФИНАНСИРОВАНИЕМ

##### 4.1. Схема венчурного финансирования инвестиционных проектов

Для реализации инвестиционного проекта необходимо определить с источником и типом финансирования [57]. Венчурное финансирование инвестиционных проектов имеет свои отличительные особенности. Сам термин «венчурное» происходит от английского слова «venture» - рискованное предприятие и говорит о наличии риска при осуществлении инвестиционного проекта. Наличие риска не является признаком венчурного инвестирования, так как та или иная степень риска присуща большинству инвестиционных проектов. К характерным особенностям венчурного финансирования, выделяющим его из общего класса проектного финансирования, относятся следующие [43]:

1. Финансовые средства, направляемые на формирование или расширение уставного капитала, идут на оплату проектных капитальных затрат с самого начала инвестиционного проекта. За счет этих средств финансируются самые ранние и, следовательно, самые рискованные стадии инвестиционного проекта.
2. Инвестор, предоставляющий свои финансовые, а иногда и материальные средства, с самого начала предполагает последующую продажу своей доли в предприятии в тот момент, когда он сочтет это необходимым по своим экономическим соображениям.
3. Инновационные проекты, способные привлечь внимание венчурного инвестора, связаны с передовыми технологиями и новейшими достижениями научно-технического прогресса. Это может быть производство новых видов товаров и услуг, обеспеченных платежеспособным спросом. Типичным является освоение новых технологических процессов, обеспечивающих либо существенное повышение качества производимой продукции без значительного возрастания производственных издержек, либо снижение себестоимости продукции при сохранении его качества при наличии развивающегося спроса на эту продукцию.
4. Для продвижения инвестиционного проекта с венчурным финансированием учреждается новая компания.

Для организации венчурного инвестирования применяются две схемы: «классическая» и «альтернативная» [43]. «Классическая» схема венчурного инвестирования предполагает наличие развитого фондового рынка. Для реализации инвестиционного проекта прежде всего учреждается новая компания по типу закрытого акционерного общества. Венчурный инвестор может выступать соучредителем этой компании на самом первом этапе организации и внести свою долю в уставной капитал. Таким образом, он является владельцем части акций вновь организованного предприятия (рис.4.1). Возможно привлечение инвестора после создания компании. В этом случае для него выпускаются дополнительные акции. При любом варианте венчурный инвестор является собственником части новой компании.

С тем, чтобы обеспечить себе свободу действий для максимального извлечения выгоды из проекта, венчурный инвестор сразу выкупает существенную часть организованного предприятия. Это позволяет ему контролировать управление предприятием, направлять инвести-

руемые средства на развитие проекта и строить процесс увеличения стоимости компании к нужному для себя моменту дивестирования (вывода) средств.

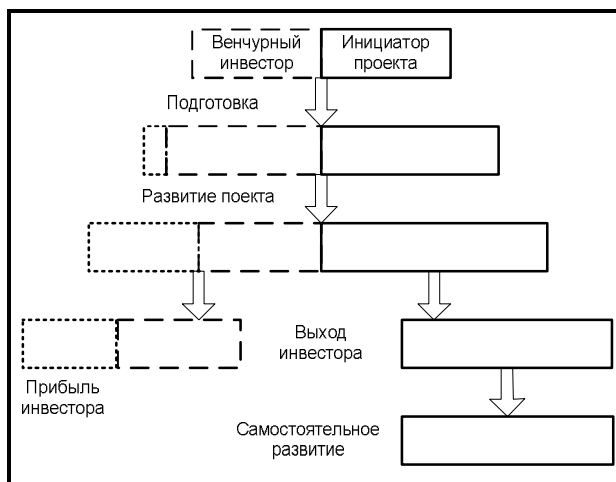


Рис. 4.1. Схема венчурного финансирования

Как инициатор инвестиционного проекта (учредитель), так и венчурный инвестор (соучредитель) заинтересованы в быстром росте стоимости созданной компании. Так как венчурные инвестиционные проекты направлены на освоение новой продукции, использование передовых технологий, то стоимость бизнеса начинает возрастать при выходе первых партий продукции на рынок (рис. 4.1). При этом принципиально важно привлечь внимание участников фондового рынка к успехам данного предприятия. С учетом прогноза перспективы развития инвестиционного проекта, акции компании, размещенные на фондовом рынке, могут существенно вырасти в цене [38,55]. Если цели венчурного инвестора по достижению желаемой прибыли от данного проекта оправдываются, то на том этапе он может продать свою долю в предприятии и прекратить свое участие в проекте (рис. 4.1).

«Альтернативная» схема венчурного инвестирования отличается от «классической» способом выхода инвестора из предприятия и не требует наличия фондового рынка и размещения на нем акций компании. По этой схеме к этапу выхода создается дочерняя компания, куда передается функциональная часть имущественного комплекса, позволяющая самостоятельно осуществлять производственную деятельность [43]. После некоторого времени работы дочерней компании ее имущественный комплекс продается и на полученные средства выкупается соответствующая доля у венчурного инвестора. Дочерняя фирма после этого ликвидируется.

Условия венчурного финансирования инвестиций в настоящее время являются подходящими для Российской Федерации. Растущая платежеспособность населения открывает возможность продажи высокотехнологичной продукции при явной нехватке собственных конкурентоспособных товаров. Освоение сопоставимых по качеству с импортными, но более дешевых из-за низкой стоимости рабочей силы товаров, может служить основой для многих инвестиционных проектов. Схема венчурного финансирования с выходом инвестора из предприятия в сравнительно короткие сроки также является привлекательной для некоторых

инвесторов, которых смущает долгосрочная неопределенность развития политики и экономики в России.

#### 4.2. Формализованная модель развития венчурного инвестиционного проекта

Как уже отмечалось, венчурный инвестиционный проект предполагает начало нового производства. Уставной капитал новой компании составляют собственные средства инициатора проекта и привлеченные средства венчурного инвестора. Для дальнейшего развития проекта возможно привлечение заемного капитала в виде кредитов.

Обозначим:

$Z_p^0$  – собственные средства инициатора проекта на начальном этапе;

$Z_v^0$  – средства венчурного инвестора, привлекаемые в проект;

$Z_N^0$  – собственные средства, создаваемого под проект предприятия, определяемые как:

$$Z_N^0 = Z_p^0 + Z_v^0.$$

Собственные средства  $Z_N^0$  направляются на капитальные вложения и организацию инвестиционного проекта.

На освоение нового технологического процесса до выпуска первых образцов продукции требуется некоторое время  $\tau_{TP}$ . В этот период времени уже могут понадобиться дополнительные средства на подготовку производства, которые формируются из взятых на некоторый срок кредитов с процентной ставкой  $\Delta_c$ .

Обозначим:

$C(t, T_i)$  – величина кредита, взятого в момент времени  $t$  на срок  $T_i$ .

Так же, как в разделе (2.3) рассматриваем агрегированную модель производственно-технической системы, соответствующую вновь образованной компании. В объем выпускаемой продукции  $Y$  входит полное количество производимых предприятием товаров и услуг. Численный состав занятых работников считается постоянным. Как во всякой развивающейся экономической системе, часть произведенной товарной продукции направляется на расширение производства и на потребление [66]. Так как спецификой венчурного инвестиционного проекта является освоение новых видов продукции и передовых технологий, то, очевидно, что часть вырученных средств должна направляться на улучшение производства или на эндогенный научно-технический прогресс. Для упрощения модели сделаем допущение о том, что норма потребления является фиксированной величиной и составляет заданную долю  $s$  от произведенной продукции. Это допущение не является принципиальным в модели венчурного инвестирования, так как здесь основным критерием является достижение инвестором максимальной выгоды. В общем случае учитывается износ производственных фондов с коэффициентом амортизации  $\mu$ .

Развитие инвестиционного проекта основывается на теории производственных функций [4]. Аналогично рассмотренной в разделе (2.3) модели, будем применять производственную функцию вида  $Y = F(K, L)$ ,

где  $Y$  – объем выпущенной продукции;  $K$  – объем основного капитала;  $L$  – трудовые затраты. Для функции Кобба-Дугласа

$$Y = A(Q)K^\alpha L^\beta,$$

где

$\alpha \in (0, 1)$ ;  $\beta \in (0, 1)$ ;  $\alpha + \beta = 1$ ;  $A(Q)$  – мультипликатор научно-технического прогресса определяется количеством финансовых вложений  $Q$  в улучшение производства.

Будем считать, что плата за кредит разбита на равные доли на весь срок выдачи значения

$$\Delta C(t_j, T_j) = C(t_j, T_j) \frac{(1 + \Delta_c)^{T_j} \Delta_c}{(1 + \Delta_c)^{T_j} - 1},$$

где

$t_j$  – время получения кредита на срок  $T_j$ .

Суммарные выплаты по кредитным обязательствам к моменту времени  $t$  составят

$$B(t) = \sum_{t_j=1}^t \Delta C(t_j, T_j),$$

при условии, что

$$\Delta C(t_j, T_j) = \begin{cases} C(t_j, T_j) \frac{(1 + \Delta_c)^{T_j} \Delta_c}{(1 + \Delta_c)^{T_j} - 1} & | t \in [t_j, t_j + T_j] \\ 0 & | t \notin [t_j, t_j + T_j] \end{cases}.$$

Особенность венчурного инвестиционного проекта состоит в том, что на этапе развития не ставится задача достижения максимального потребления. Венчурный инвестор, обладающий решающим влиянием в управлении компаний, заинтересован в быстрейшем развитии производства. Поэтому все привлекаемые средства направляются в первую очередь на капитальные вложения и на улучшение технологического процесса. Потребление до тех пор, пока не начинается реализация товарной продукции, составляет фиксированную величину и обеспечивается взятыми кредитами. После начала реализации произведенной продукции норма потребления составляет заданную величину  $s$ .

Временную задержку освоения капитальных вложений обозначим  $\tau_k$ . Будем также считать, что существует инвестиционный лаг как для расширения производства, так и для улучшения и совершенствования технологического процесса ( $\tau_q$ ).

Перейдем к удельным переменным, отнесем объем выпущенной продукции  $Y$  и объем основного капитала  $K$  к трудовым затратам:

$y = \frac{Y}{L}$  – средняя производительность труда (отношение стоимости произведенного продукта к стоимости затраченного труда);

$k = \frac{K}{L}$  – фондовооруженность труда (объем основных фондов, приходящихся на одного работника);

$q = \frac{Q}{L}$  – научно-техническая обеспеченность труда (объем финансовых вложений в улучшение производства, приходящийся на одного работника).

Начальное состояние инвестиционного проекта определяется величиной собственных средств  $Z_N^0$ . Эта ве-

личина направляется непосредственно на капитальные вложения  $k(0) = k_0$  и на освоение технологического нового процесса  $q(0) = q_0$  следующим образом:

$$k_0 = \frac{Z_{IV}^0}{L} u_0;$$

$$q_0 = \frac{Z_{IV}^0}{L} (1 - u_0).$$

В течение времени  $t \in (0, \tau_{TP}]$  выпуска продукции нет и  $y(t) = 0$ . Привлекаемые в это время средства за счет кредитов  $C(t, T_i)$  направляются на потребление (заработную плату)  $Z$ , а также на капитальное строительство

$$\delta k(t + \tau_K) = \frac{C(t, T_i) - Z}{L} u(t)$$

и на научно-техническое совершенствование технологического процесса

$$\delta q(t + \tau_q) = \frac{C(t, T_i) - Z}{L} (1 - u(t)),$$

где

функция  $u(t)$  соответствует норме накопления.

После времени  $t \geq \tau_{TP}$  начинается выпуск товарной продукции. Доля средств, полученных при реализации выпущенной продукции после отчислений на потребление,  $(1 - s)Y$  делится на три части:

часть  $(1 - s)Yu$  направляется на увеличение основных фондов (расширение производства);

вторая часть  $(1 - s)Yd$  идет на выплату дивидендов;

оставшаяся часть  $(1 - s)Y(1 - u - d)$  направляется на научно-технический прогресс (улучшение производства).

Таким образом, математическая модель развития инвестиционного проекта примет вид:

$t = 0 :$

$$k(0) = \frac{Z_{IV}^0}{L} u_0; \tag{4.1}$$

$$q(0) = \frac{Z_{IV}^0}{L} (1 - u_0).$$

$t \in (0, \tau_{TP}) :$

$$\frac{dk}{dt} = \frac{C(t - \tau_K, T_{t - \tau_K}) - Z}{L} u(t - \tau_K) - \mu k - B(t); \tag{4.2}$$

$$\frac{dq}{dt} = (1 - u(t)) \frac{C(t, T_i) - Z}{L};$$

$t \geq \tau_{TP} :$

$$\begin{aligned} \frac{dk}{dt} &= (1 - s)y(t - \tau_K)(u(t - \tau_K) - d(t)) + \\ &+ \frac{C(t - \tau_K, T_{t - \tau_K})}{L} u(t - \tau_K) - \mu k - B(t); \end{aligned} \tag{4.3}$$

$$\frac{dq}{dt} = (1 - s)(1 - u(t))y + (1 - u(t)) \frac{C(t, T_i)}{L};$$

$$y = A(q)k^\alpha.$$

Функция мультипликатора прогресса учитывает временную задержку освоения вкладываемых в науку средств [133]:

$$A(q) = 1 + a(q(t - \tau_q))^\gamma; \tag{4.4}$$

Коэффициенты  $a, \gamma, \alpha$  и  $\tau_K, \tau_q, \tau_{TP}$  считаются известными. Норма накопления  $u(t)$  является функцией, зависящей от времени.

Для венчурного инвестора основной интерес представляет рыночная цена созданного предприятия, которую можно сопоставить с рыночной ценой акций. Будем рассматривать обыкновенные акции, выпущенные при учреждении новой фирмы под реализацию инвестиционного проекта. Как известно, обыкновенные акции имеют несколько стоимостей [43]. Номинал акции или ее лицевая стоимость не имеют значения при анализе рыночной стоимости предприятия. Более показательной является балансовая стоимость акции, рассчитываемая как отношение собственного капитала  $K$  на общее количество выпущенных акций  $N_A$ :

$$P_B = \frac{K + Q}{N_A}.$$

Начальная балансовая стоимость акций при венчурном финансировании:

$$P_B^0 = \frac{Z_{IV}^0}{N_A}.$$

Основной интерес на фондовом рынке представляет рыночная цена или курс акций (цена свободной продажи на рынке) [43]. Венчурного инвестора, как и любого другого инвестора, интересует именно эта характеристика. Рыночная цена акции определяется величиной капитализированных дивидендов, получаемых при направлении нераспределенной прибыли на развитие производства, величиной дивидендов, выплачиваемых акционерам из прибыли, а также характером спроса на акции. При росте рыночной цены акции имеется разность между ценами в конце и в начале рассматриваемого периода.

Для оценки акции примем, что ее рыночная стоимость складывается из балансовой цены, цены выпускаемой продукции и, возможно полученных дивидендов, в течении некоторого периода времени  $\tau_d$ :

$$P_A = w_1 \frac{P_B(\tau_d)}{(1+r)^{\tau_d}} + w_2 Y + w_3 \sum_{j=1}^{\tau_d} \frac{D_j}{(1+r)^j}, \tag{4.5}$$

где

$D_j$  – дивиденды, полученные в  $j$  – м временном периоде;

$r$  – норма прибыли на акцию.

Величина дивидендов определяется по формуле:

$$D_j = D(\xi_j) (1 - s)Y(t_j)d(t_j).$$

На рыночную стоимость акций венчурного инвестиционного проекта может оказать существенное влияние фактор динамичности развиваемого предприятия. При высокой положительной динамике роста выпуска и продаж новой продукции, а также при росте дивидендов, может возникнуть дополнительный спрос на акции данного предприятия в надежде получить в будущем значительную прибыль. Поэтому формулу (4.5) перепишем в виде:



$$P_A(t) = w_1 \frac{P_B(\tau_d)}{(1+r)^{\tau_d}} + w_2 Y + w_3 \sum_{j=1}^{\tau_d} \frac{D_j}{(1+r)^j} + w_4 \frac{dD}{dt}, \quad (4.6)$$

где

$w_i, i = \overline{1, 4}$  – весовые коэффициенты.

Задачей венчурного инвестора является построение такого управления проектом, при котором рыночная цена акций предприятия должна быть максимально высокой.

При этом можно рассматривать две формулировки задачи:

1. Получение заданной величины прибыли от продажи своей части акций за минимально возможное время.
2. Получение максимальной прибыли при выходе из инвестиционного проекта в фиксированный момент времени.

Управление инвестиционным проектом заключается в распределении средств на развитие проекта и на продвижение акций на фондовый рынок. В соответствии с полученной моделью развития инвестиционного проекта это соответствует определению величин норм накопления  $u_0, u(t), d(t)$ , а также размеров необходимых кредитов  $C(t, T)$ .

Сдерживающим фактором будут действия инициатора проекта, который заинтересован в развитии предприятия на более длительный период. Он должен обеспечивать соответствующий уровень заработной платы, заботиться о расширении рынка сбыта продукции в более отдаленном времени, следить за кредиторской задолженностью. Тем не менее, конечные цели венчурного инвестора и инициатора проекта не являются антагонистическими и достигаются при движении в одном направлении.

Математическая модель развития венчурного инвестиционного проекта, описываемая системой уравнений (4.1) – (4.6), является основой для решения задачи оптимального управления новой компанией, созданной под данный проект. Критерии эффективности следуют из ранее сформулированных целей: А – получение максимальной прибыли проекта в фиксированный момент времени; В – получение заданной величины прибыли за минимально возможное время.

Первая цель А дает критерий:

$$P_A(\tau_d) \rightarrow \max. \quad (4.7)$$

Вторая цель В соответствует критерию

$$P_A(\tau_v) = P_A^v, \tau_v \rightarrow \min. \quad (4.8)$$

Уравнения (4.1) - (4.7) описывают задачу оптимального управления на фиксированном временном интервале. Задача (4.1) - (4.6), (4.8) – задача на быстродействие.

### 4.3. Идентификация производственной функции товара - производящего предприятия

Для применения изложенной методики расчета рассмотрено предприятие – ОАО «Ижевский радиозавод», занимающееся выпуском радиотехнических приборов. Имеется разработанный бизнес-план на выпуск изделия контрольно-измерительной техники, имеющего технические и качественные показатели европейского уровня при более низкой себестоимости. Для освоения выпуска новой продукции рассмотрена воз-

можность привлечения венчурного инвестора, обеспечивающего до 50% начальных вложений в проект. Высокая доля участия инвестора в проекте предполагает большую его самостоятельность и влияние в управлении вновь образованной структуры для обеспечения инвестиционного проекта.

Для оценки чистой приведенной стоимости проекта по предлагаемой методике дополнительно проводится оценка возможной прибыли венчурного инвестора, получаемая за счет оптимального управления инвестиционным проектом.

Производственные возможности проекта оцениваются из опыта выпуска продукции на рассматриваемом предприятии. В табл.1 Приложения 2 под величиной  $k$  понимается стоимость основных фондов, занятых при производстве данной продукции с добавлением затрат на потребление и на уплату всех сопутствующих налогов. Величина  $q$  соответствует затратам, связанным с повышением уровня технологического процесса. Сюда отнесены издержки на обновление оборудования, дополнительное обучение персонала, приобретение программного обеспечения, улучшение условий труда. Величина  $y$  равна стоимости выпущенной продукции. Все величины выражены в условных денежных единицах, приходящихся на одного работника, занятого в производстве и обслуживании.

На основе данных табл.1 Приложения 2 необходимо получить параметры производственной функции, характеризующей рассматриваемый производственный процесс  $y = y(k, q)$ . Построение производственной функции вида

$$y = S(1 + aq^\alpha)k^\alpha \quad (4.9)$$

заключается в выборе значений  $S, a, \alpha, \gamma$ , обеспечивающих аппроксимацию данных табл.1 с минимальной среднеквадратической погрешностью.

На рис. 4.2 отображено изменение фактических значений характеристики  $k$ . Данные имеют выраженную колебательную составляющую, связанную с сезонностью производства и продаж.

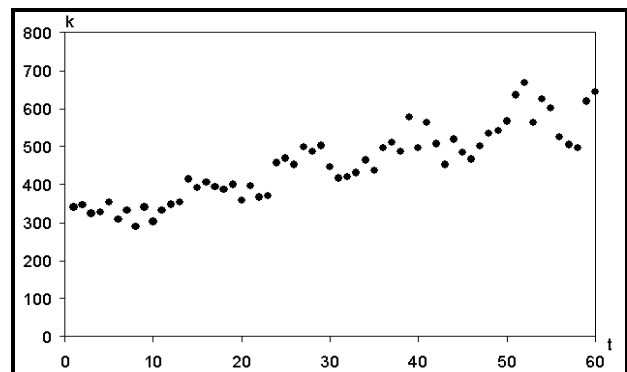


Рис. 4.2. Изменение стоимости основных фондов и дополнительных затрат

Затраты на совершенствование технологического процесса, как следует из рис. 4.3, находятся примерно на одинаковом уровне  $q \approx 50$ . Поэтому производственная функция находится в виде

$$y = S(1 + a(q/\bar{q})^\alpha)k^\alpha. \quad (4.10)$$

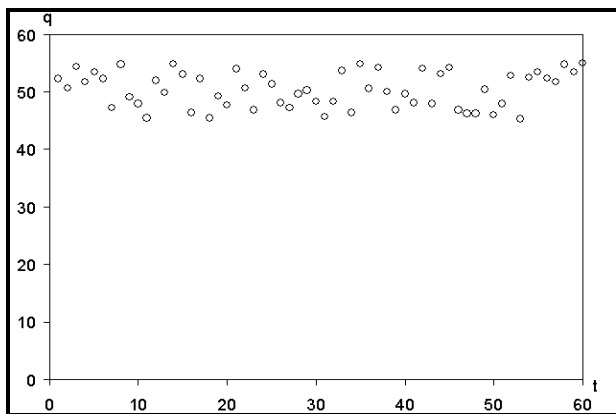


Рис. 4.3. Фактические затраты на совершенствование технологического процесса

Нахождение коэффициентов  $S, a, \alpha, \gamma$  осуществим методом наименьших квадратов из условия минимальной суммы квадратов отклонений фактических значений  $y_j$  от расчетных, полученных по формуле (4.10):

$$\sum_{j=1}^M \left[ y_j - S \left( 1 + a \left( \frac{q_j}{q} \right)^\gamma \right) k_j^\alpha \right]^2 \rightarrow \min, \quad (4.11)$$

$M = 60$  – количество точек.

Нахождение коэффициентов  $S, a, \alpha, \gamma$  сводится к задаче безусловной минимизации функции (4.11). Покажем, как эту задачу можно легко решить, используя средства "Excel". Определяются ячейки с варьируемыми переменными  $S, a, \alpha, \gamma$  (табл. 2, Приложение 2).

В столбцах A, B, C содержатся данные таблицы 1. В столбец D вводится формула (4.10), в которой переменные  $S, a, \alpha, \gamma$  связаны с соответствующими ячейками F1, G1, H1, I1. В столбец E вводится квадрат разности

$$\left[ y_j - S \left( 1 + a \left( \frac{q_j}{q} \right)^\gamma \right) k_j^\alpha \right]^2,$$

a в ячейку E61 – целевая функция (4.11).

Затем в меню в разделе «Сервис» выбирается пункт «Поиск решения», устанавливаются номера ячеек целевой функции и изменяемых переменных и проводится расчет. Получены значения коэффициентов

$$S = 0.93; a = 3.14; \gamma = 0.38; \alpha = 0.33.$$

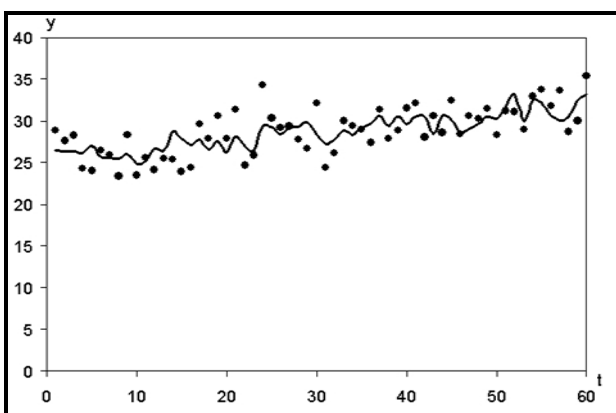


Рис. 4.4. Фактические и аппроксимированные значения объемов выпускаемой продукции

На рис. 4.4 точками нанесены фактические значения  $y_j$ , сплошными линиями значения

$$y = 0.93 \left( 1 + 3.14 \left( \frac{q}{50} \right)^{0.38} \right) k^{0.33}.$$

С учетом полученных результатов по виду производственной функции, исходные данные, соответствующие дальнейшим расчетам, представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

ИСХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

№	Название параметра	Значение
1	Доля собственных средств инициатора проекта на начальном этапе	0.5
2	Доля средств венчурного инвестора, привлекаемые в проект	0.5
3	Продолжительность периода подготовки производства	2
4	Инвестиционный лаг для расширения производства	2
5	Инвестиционный лаг для улучшения и совершенствования технологического процесса	1
6	Процентная ставка по кредитам	4
7	Коэффициент амортизации основных фондов	0.05
7	$\alpha$	0.33
8	$a$	3.14
9	$\gamma$	0.38

4.4. Оптимизация управления инвестиционным проектом для получения максимальной прибыли за заданное время

Модель А

Проведем численное моделирование оптимального поведения венчурного инвестора, стремящегося получить максимальную прибыль в течение заданного интервала времени  $\tau_d$ .

Первоначальная доля венчурного инвестора в созданном предприятии:

$$\eta_v = \frac{Z_v^0}{Z_{lp}^0 + Z_v^0}.$$

Будем считать, что эта доля остается неизменной за весь рассматриваемый период времени. Тогда показатель чистой приведенной стоимости инвестиционного проекта венчурного инвестора будет равен [43]:

$$NPV_v = \eta_v \left[ \frac{P_A(\tau_d)}{(1 + \Delta_c)^{\tau_d}} + \sum_{t=\tau_{pp}}^{\tau_d} \frac{D(t)}{(1 + \Delta_c)^t} \right] - Z_v^0. \quad (4.9)$$

Задача оптимального управления (4.1) – (4.7) решается численно по схеме, изложенной в разделе (2.3).

На рис. 4.5 приведены полученные численно значения основных характеристик инвестиционного проекта, изменяющиеся с течением времени при оптимальном управлении:

- $k$  – фондовооруженность труда;
- $y$  – отношение стоимости произведенного продукта к стоимости затраченного труда;
- $q$  – научно-техническая обеспеченность труда.

Значения фондовооруженности отнесены к его начальному значению. Все остальные переменные также в этом случае являются относительными. Единицей времени является квартал. Поэтому процентная ставка по кредитам из табл.2 соответствует 16% годовых.

В этом варианте величина средств, направляемых на оплату труда, равна  $Z = 0.2$ .

Как следует из рис. 4.5, уровень собственных средств наиболее интенсивно снижается в период подготовки производства  $t \leq \tau_{TP}$ . После начала выпуска продукции темп снижения замедляется. Затем начинают выделяться средства на совершенствование технологического процесса и начинается рост капитальных вложений и средств, участвующих в процессе производства.

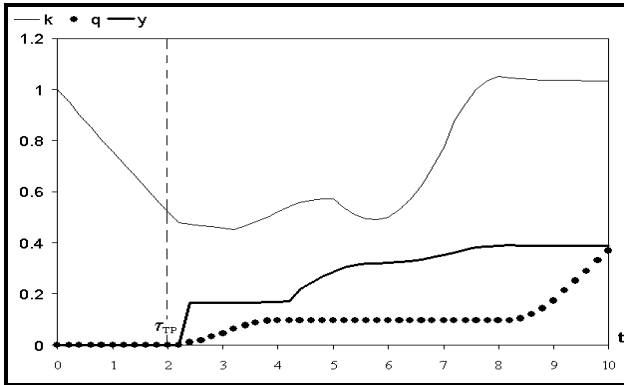


Рис. 4.5. Оптимальное развитие основных характеристик инвестиционного проекта

Осуществляемое оптимальное управление представлено на рис. 4.6. Вначале, норма накопления равна 1, затем она начинает снижаться в пользу отчисления средств на научно-техническое развитие. После времени начала выпуска продукции  $t > \tau_{TP}$  происходит выплата дивидендов. Хотя финансовое состояние созданного под инвестиционный проект предприятия не является вполне устойчивым, факт выплаты дивидендов предназначен для привлечения потенциальных покупателей и убеждения их в перспективности данного инвестиционного проекта. Снижение нормы потребления в период времени  $2 < t < 4$  приводит к снижению роста величины  $k$  на отрезке  $4 < t < 6$ , так как существует временная задержка или инвестиционный лаг. Затем начинается интенсивное развитие предприятия. Растет выпуск продукции, происходит увеличение средств, направляемых на научно-техническое совершенствование производственного процесса. Происходит выплата дивидендов по акциям. Интенсивное развитие продолжается до момента выхода венчурного инвестора из проекта  $\tau_d = 8$ .

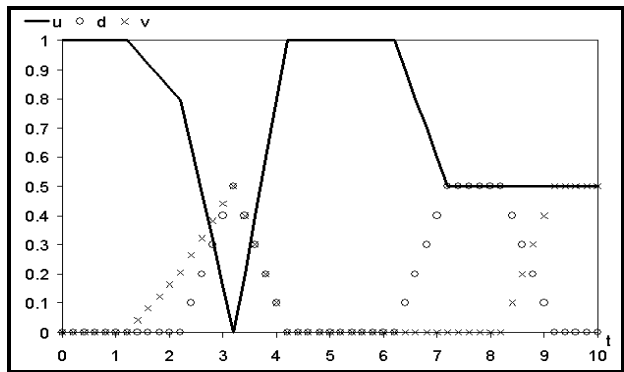


Рис. 4.6. Управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта

Периоду интенсивного развития проекта предшествовало заимствование кредитов, как это показано на рис. 4.7.

Результаты расчетов предполагаемой стоимости инвестиционного проекта приведены на рис. 4.8. Первоначальная стоимость бизнеса в первые моменты времени  $t \leq \tau_{TP}$  снижается. Цена акций определяется балансовой или книжной стоимостью. После времени начала выпуска продукции  $t > \tau_{TP}$  происходит скачкообразное возрастание стоимости бизнеса. Это связано как с выходом на рынок новой продукции, так и с первой выплатой дивидендов по акциям. Затем наблюдается период относительно спокойного увеличения стоимости предприятия. Перед временем  $\tau_d$  выхода венчурного инвестора из проекта, благодаря его управленческой политике, (рис. 4.6) снова происходит резкое возрастание цены акций венчурного инвестиционного проекта. Тем самым венчурный инвестор добился своей цели получения максимальной прибыли. В соответствии с формулой (4.6) норма полученной прибыли для него составила примерно 60% годовых.

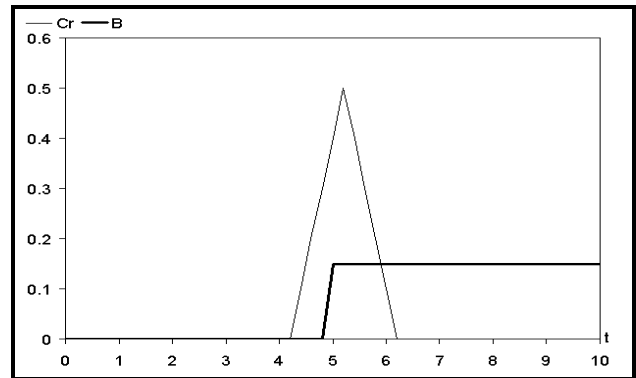


Рис. 4.7. Распределение кредитов и выплат во времени

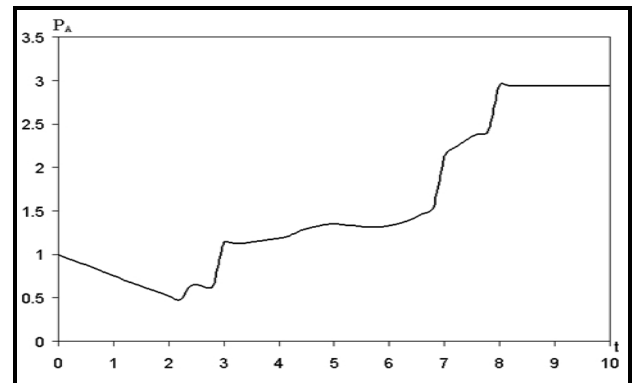


Рис. 4.8. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени

Инициаторы проекта, создавшие новое предприятие, также оказались в выигрыше.

1. на момент разделения предприятия создана материально-техническая база для выпуска новой продукции.
2. налажен устойчивый выпуск пользующейся спросом продукции.
3. произошло существенное увеличение вложения средств в научно-техническое обеспечение производства, что позволяет ему быть конкурентоспособным.
4. величина приведенной стоимости инвестиционного проекта для инициатора также является положительной.

Поэтому имеются все основания утверждать, что данный инвестиционный проект является обоудовыгодным и перспективным для реализации. В дальнейшем, при смене управленческой политики в связи с уходом венчурного инвестора из проекта цели развития проекта могут измениться.

Количественные данные, полученные на основе решения задачи оптимального управления соответствуют качественному описанию венчурного инвестиционного проекта в работе [43], что подтверждает верность сделанных при формализации предположений.

#### 4.5. Результаты параметрического исследования развития инвестиционных венчурных проектов

На основе решения задачи оптимального управления проведем численный эксперимент по влиянию параметров экономической системы на поведение ее характеристик.

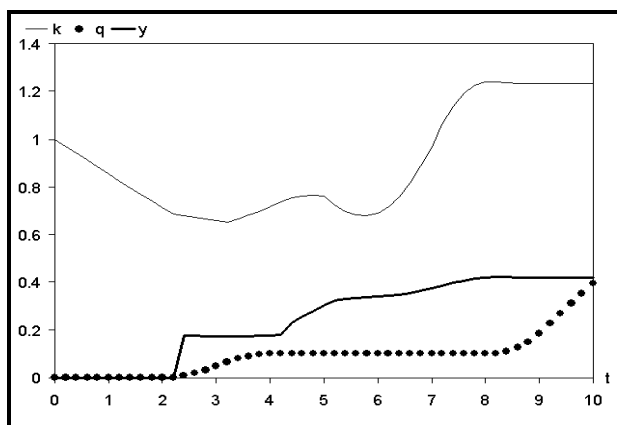


Рис. 4.9. Оптимальное развитие основных характеристик инвестиционного проекта

Уменьшим в два раза величину средств, направляемых на выплату заработной платы  $Z = 0.1$ . Сравнение рис. 4.6 и рис. 4.9 показывает, что динамика процесса не изменилась. Увеличился лишь уровень величины капитальных вложений

Динамика развития стоимости инвестиционного проекта при уменьшенной заработной плате также не изменилась. Ее величина выросла до значения  $P_A = 3.2$  (рис. 4.10) по сравнению с величиной  $P_A = 2.9$  при  $Z = 0.2$  (рис. 4.8).

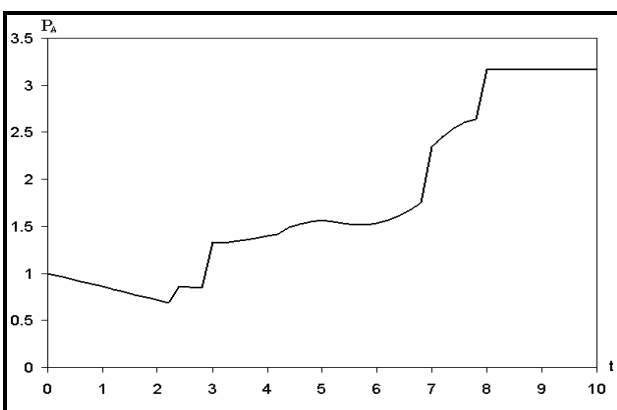


Рис. 4.10. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени при оптимальном управлении

Управленческая политика, как следует из рис. 4.6, 4.7 и рис. 4.11 также не изменилась при уменьшении уровня заработной платы.

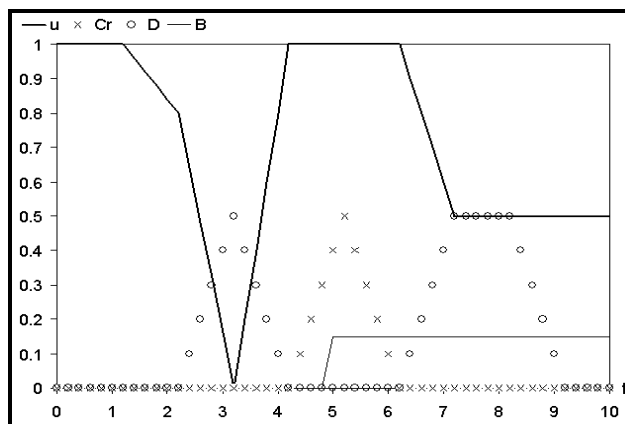


Рис. 4.11. Управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта

В принципе, в критерий качества управления можно ввести фактор заработной платы и учесть его в расчетах. Но на данном этапе исследований этот учет не проводится.

Более важными параметрами являются сроки освоения капитальных вложений и средств, выделяемых на научно-техническое совершенствование технологического процесса, т.е. размер инвестиционных лагов  $\tau_k, \tau_q$ . Примем, что сроки освоения капитальных вложений уменьшились вдвое, т.е.  $\tau_k = 1$ , отдача от совершенствования технологического процесса происходит сразу при вложении соответствующих средств ( $\tau_q = 0$ ).

Уменьшение сроков освоения капитальных и научно-технических вложений существенно улучшает динамику развития инвестиционного проекта и количественные показатели (рис. 4.12). Величина капитальных вложений увеличилась в 2 раза, выпуск продукции вырос в 3 раза, в 2.5 раза увеличилось вложение в научно-технический прогресс.

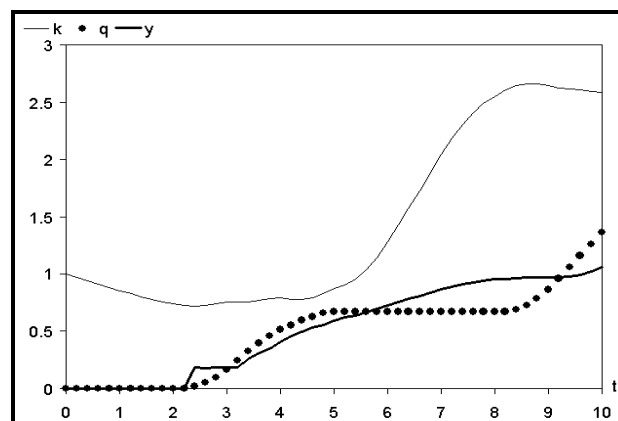


Рис. 4.12. Оптимальное развитие основных характеристик инвестиционного проекта ( $\tau_k = 1, \tau_q = 0$ )

Изменилось управление нормой производственного накопления (рис. 4.13). С первого этапа реализации венчурного инвестиционного проекта увеличилась доля

средств, направляемая на научно-техническое развитие. Дивиденды не выплачиваются до тех пор, пока материально-техническая база не увеличится вдвое по сравнению с исходным капиталом. Так как производство стало более эффективным, то возросла и эффективность привлекаемых кредитов. Их величина существенно увеличилась, но кредиторская задолженность при этом начинает снижаться с течением времени.

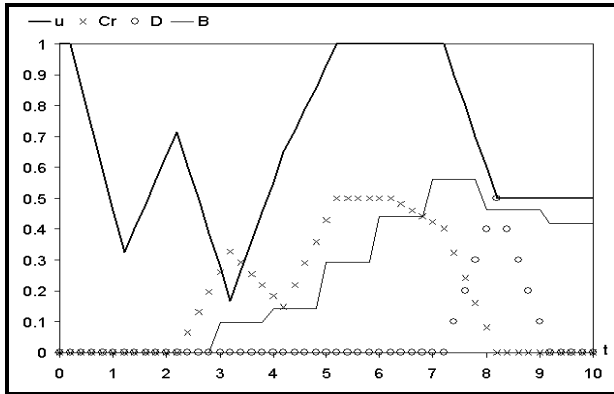


Рис. 4.13. Управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта ( $\tau_k = 1, \tau_q = 0$ )

Оптимальное управление инвестиционным проектом при благоприятных сроках освоения вкладываемых средств приводит к четырехкратному увеличению рыночной стоимости предприятия (рис. 4.14). Норма прибыли венчурного инвестора составляет при этом 68% годовых.

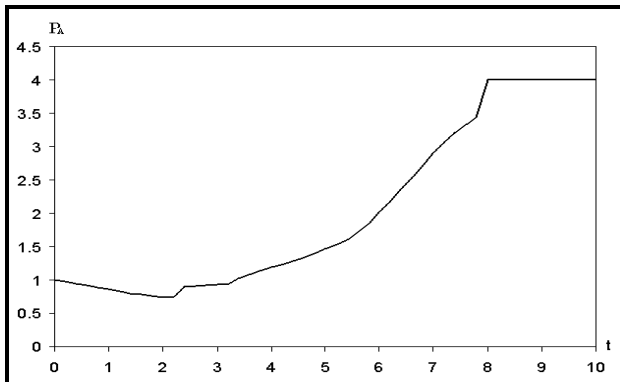


Рис. 4.14. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени при оптимальном управлении ( $\tau_k = 1, \tau_q = 0$ )

Следующим влияющим параметром является время выхода венчурного инвестора из проекта  $\tau_d$ . Уменьшим его значение до  $\tau_d = 6$  и проследим влияние сокращения срока участия венчурного инвестора в проекте на характер развития инвестиционного процесса.

Как следует из рис. 4.15 и рис. 4.16 произошло снижение уровня капитальных вложений из-за перераспределения средств. Доля средств, обеспечивающая будущее интенсивное развитие производства вследствие научно-технических разработок увеличилась, хотя к моменту выхода венчурного инвестора из проекта количественные показатели проекта по объему основных фондов и выпускаемой продукции являются низкими.

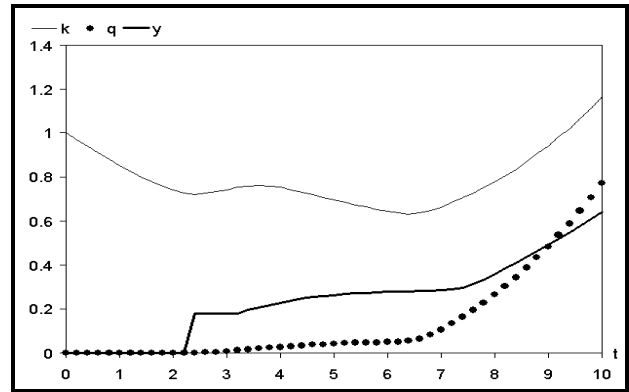


Рис. 4.15. Оптимальное развитие основных характеристик инвестиционного проекта ( $\tau_d = 6$ )

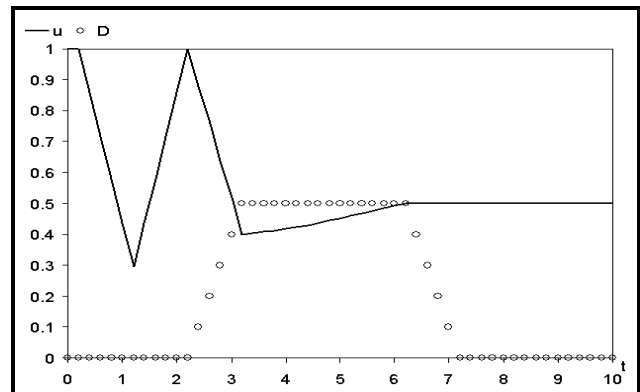


Рис. 4.16. Управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта ( $\tau_d = 6$ )

Для поддержания имиджа инвестиционного проекта все время, начиная от времени начала выпуска продукции  $\tau_{тр}$  до выхода венчурного инвестора из предприятия, происходит непрерывная выплата дивидендов по акциям (рис. 4.16).

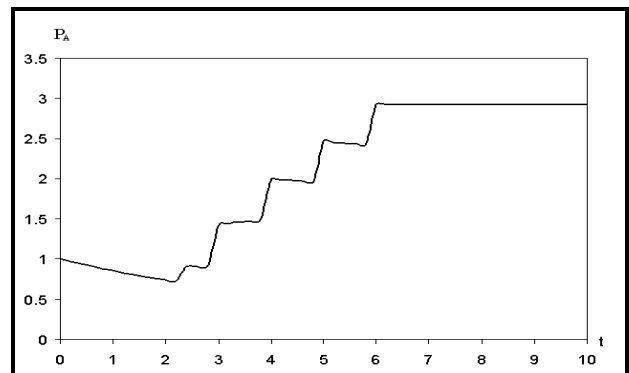


Рис. 4.17. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени при оптимальном управлении ( $\tau_d = 6$ )

Благодаря этому имиджу рыночная стоимость предприятия ступенчато возрастает до значительной величины  $P_A \approx 3$  (рис. 4.17). В результате, венчурному инвестору снова удастся за счет оптимального управления предприятием выжать из проекта максимальную норму прибыли до 75%.

### 4.6. Организация управления венчурным проектом для получения прибыли в кратчайшие сроки

Модель В. Задача оптимального управления (4.1) – (4.6) с критерием эффективности (4.8) является задачей на быстрое действие. Как следует из рассмотренных результатов, сроки выхода венчурного инвестора из проекта существенно влияют на управленческую политику. Поэтому модель В также должна быть содержательной задачей. Представление результатов в модели В такое же, что и в рассмотренной модели А. Разница заключается в том, что задается уровень желаемой прибыли  $P_A^V$  и отыскивается оптимальное управление, обеспечивающее этот уровень за кратчайшее время  $\tau_v$ .

Исходные данные также соответствуют таблице 4.1, полученной на основе обработки данных из табл.1 Приложения 2.

В расчет заложены самые неблагоприятные данные:  $Z = 0.2$ ,  $\tau_k = 2$ ,  $\tau_q = 1$ . Требуемая величина стоимости предприятия  $P_A^V = 1.5$ .

Как видим из рис. 4.18, 4.19, 4.20, поведение переменных данной модели при заложенных исходных данных похоже на рассмотренный предыдущий вариант с временем  $\tau_d = 6$ . Заданная величина стоимости предприятия  $P_A^V = 1.5$  достигается за минимально возможное время  $\tau_v = 3.98$ .

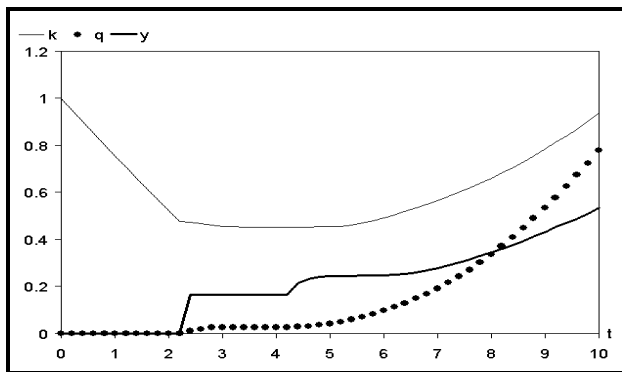


Рис. 4.18. Оптимальное развитие основных характеристик инвестиционного проекта (модель В)

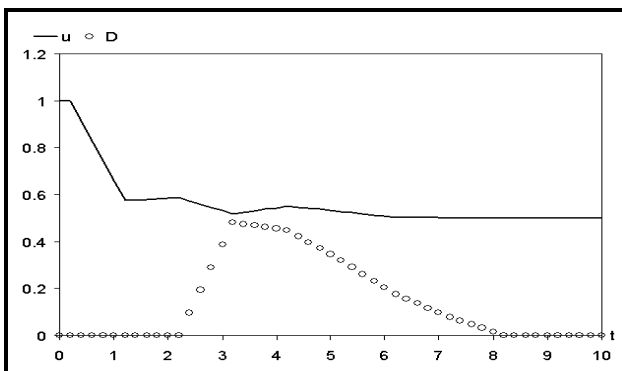


Рис. 4.19. Управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта (модель В)

Норма производственного накопления устанавливается на уровне  $u \approx 0.5$ . Остальная часть средств идет на вы-

плату дивидендов и научно-техническое развитие. Вследствие поддержки научно-технического прогресса после ухода венчурного инвестора устанавливается хорошая динамика развития с увеличивающимися темпами роста.

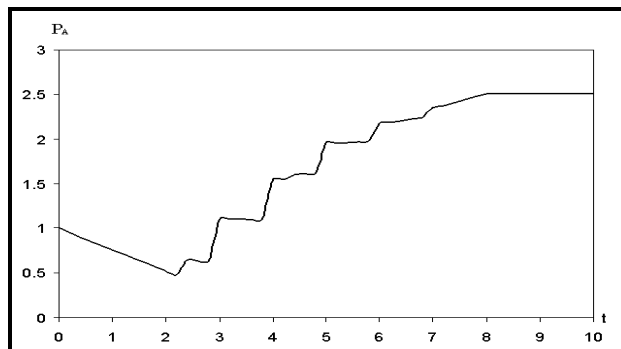


Рис. 4.20. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени при оптимальном управлении по модели В

Стоимость предприятия наиболее интенсивно растет при участии в управлении венчурного инвестора. После его ухода темпы роста стоимости начинают снижаться.

Увеличение требуемой стоимости предприятия до  $P_A^V = 2$  существенно не изменяет динамику и количественные показатели инвестиционного проекта. Время достижения величины  $P_A^V = 2$  становится равным  $\tau_v = 4.94$ . Если сравнивать данную управленческую политику с управлением по модели А с длинным сроком участия венчурного инвестора  $\tau_d = 8$ , то можно отметить, что минимальное время выхода существенно сократилось за счет обеспечения высоких темпов роста рыночной стоимости предприятия (примерно с  $\tau_v \approx 7$  до  $\tau_v \approx 5$ ).

Теперь рассмотрим более благоприятные сроки освоения капиталовложений:  $\tau_k = 1$ ,  $\tau_q = 0$  при  $P_A^V = 2$ . Несмотря на то, что время достижения стоимости предприятия  $P_A^V = 2$  увеличилось до  $\tau_v = 5.55$ , общее состояние экономической системы является гораздо лучшим, чем в предыдущем варианте. Все количественные показатели по фондовооруженности, по выпуску продукции, по научно-техническому развитию выше в два раза (рис. 4.21). Темпы роста являются высокими и для последующего развития.

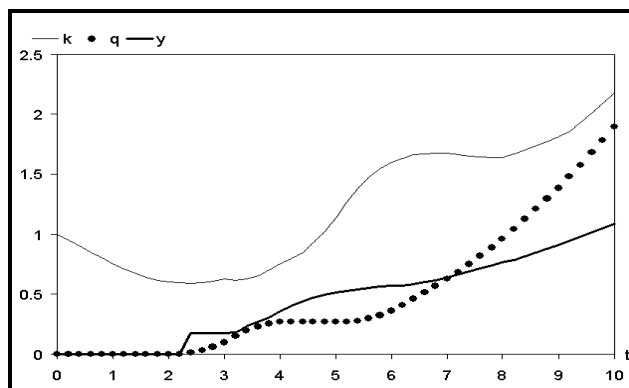


Рис. 4.21. Поведение основных характеристик инвестиционного проекта при минимизации времени выхода

Для расширения и развития производства активно используются внешние заимствования (рис. 4.22).

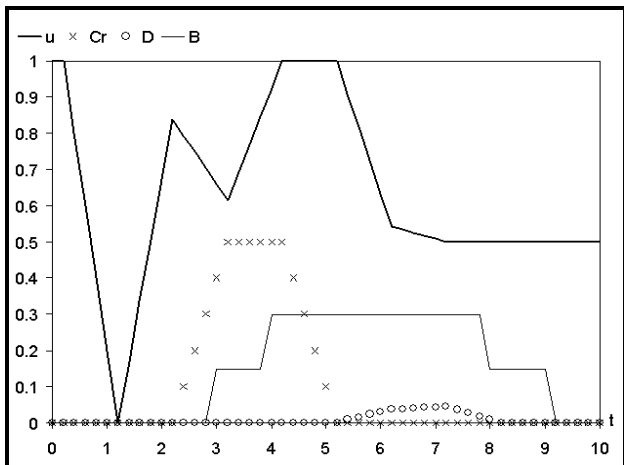


Рис. 4.22. Оптимальное управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта по модели В

Стоимость предприятия (рис. 4.23) по своей структуре имеет реальную цену, обусловленную высокими производственными показателями, а не ажиотажным спросом на доходные акции. При такой организации управления цели венчурного инвестора и инициатора проекта полностью согласуются между собой. Норма годовой прибыли для венчурного инвестора составляет 56%

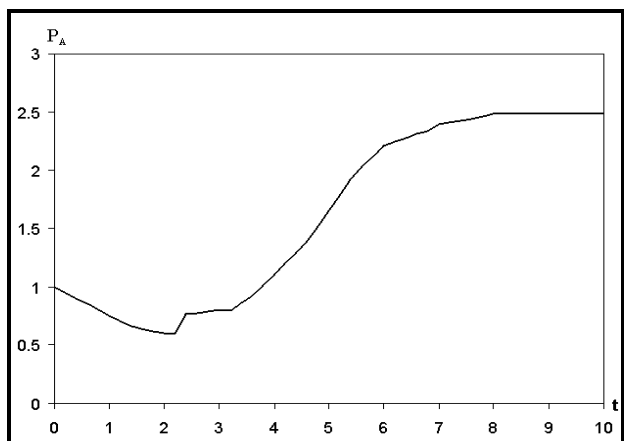


Рис. 4.23. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени при оптимальном управлении по модели В ( $\tau_k = 1, \tau_q = 0$ )

Сократим время освоения производства с  $\tau_{TP} = 2$  до  $\tau_{TP} = 1$ . Остальные параметры остаются на прежнем уровне:  $\tau_k = 1, \tau_q = 0, P_A^v = 2$ .

Так как время начала выпуска продукции уменьшилось, то у венчурного инвестора появился шанс извлечь запланированную прибыль за очень короткие сроки. Действительно, время достижения значения стоимости предприятия  $P_A^v = 2$  составило  $\tau_v = 2.87$  при оптимальном управлении. К этому моменту времени создана положительная динамика увеличения капитальных вложений и выпуска продукции, как это видно на рис. 4.24.

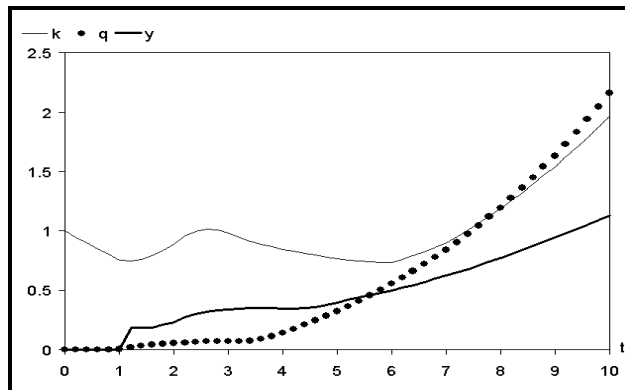


Рис. 4.24. Поведение основных характеристик инвестиционного проекта при минимизации времени выхода ( $\tau_{TP} = 1$ )

Это в значительной степени определяется взятыми в этот период времени кредитами (рис. 4.25). Благодаря увеличению капиталовложений в производство, а также начавшимися выплатами дивидендов, рыночная цена предприятия резко возрастает, как показано на рис. 4.26. Норма прибыли венчурного инвестора является очень высокой и превышает 100%.

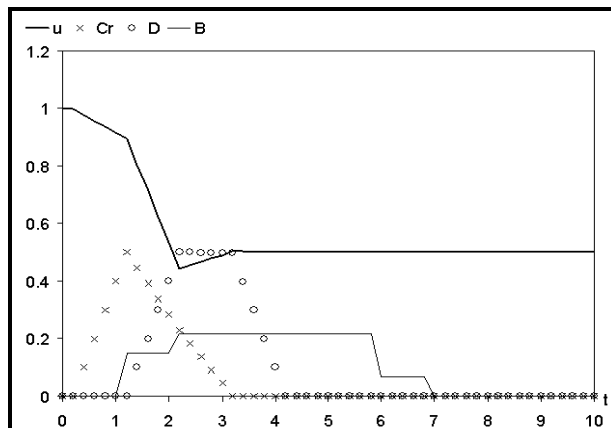


Рис. 4.25. Оптимальное управление распределением средств инвестиционного венчурного проекта по модели В ( $\tau_{TP} = 1$ )

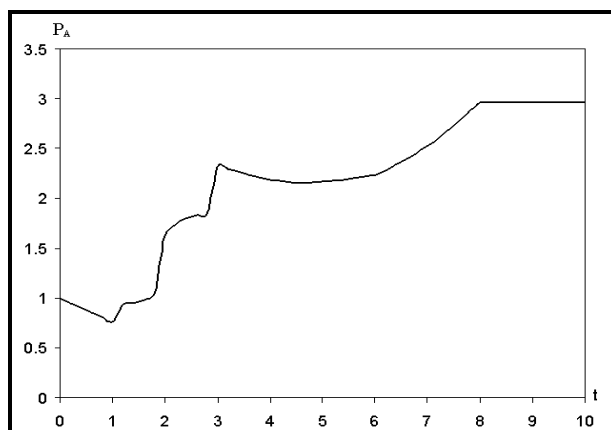


Рис. 4.26. Изменение стоимости венчурного инвестиционного проекта во времени при оптимальном управлении по модели В ( $\tau_{TP} = 1$ )

Такие ранние сроки выхода венчурного инвестора из проекта не прошли бесследно для общего развития проекта в последующие периоды времени. Объем капиталовложений начал снижаться и только благодаря интенсивному вкладыванию средств в научно-техническое совершенствование технологического процесса динамика роста становится положительной. Стоимость предприятия снова приближается к его балансовой цене.

Увеличение требуемой стоимости до  $P_A^y = 3$  растянуло весь переходный процесс во времени. Также выплачиваются кредиты и выплачиваются дивиденды. Время достижения  $P_A^y = 3$  при этом составило  $\tau_v = 5.86$ . Состояние предприятия после ухода венчурного инвестора остается хуже, чем в предыдущем варианте.

#### 4.7. Оценки риска венчурного инвестирования

Величину инвестиционного риска можно определить как разницу между ожидаемым значением прибыли и ее фактическим значением. Венчурные инвестиционные проекты относятся к рисковому типу. Как было показано в предыдущих параграфах, целесообразное управление инвестиционным проектом может принести венчурному инвестору значительные прибыли за достаточно короткий срок. Но возможность больших прибылей связана с большими рисками. Как уже отмечалось, кардинальным средством снижения риска в экономических проектах является уменьшение неопределенности с оценкой будущего состояния рассматриваемой системы [65]. На данном этапе исследований не будем рассматривать непосредственное влияние внешних условий, определяющих страновой риск, валютный риск, процентный риск, инфляционный риск. Проведем оценку производственного риска осуществления венчурного инвестиционного проекта.

При реализации инвестиционного проекта, связанного с подготовкой производства для выпуска новой продукции, могут возникнуть непредвиденные трудности на микроэкономическом уровне. Могут быть сорваны сроки строительства и реконструкции производственных помещений. Возможно изменение сроков поставок нового оборудования и его монтажа. Могут произойти какие-либо события, увеличивающие срок освоения нового технологического процесса и сдвигающие время начала выпуска новой продукции  $\tau_{TP}$ . Этот временной параметр является определяющим при реализации венчурного инвестиционного проекта.

Фактором, снижающим инвестиционный риск является целенаправленное управление, реагирующее на возникшие неблагоприятные условия [56,145]. Рассмотрим это на примере с исходными данными:  $Z = 0.2$ ,  $\tau_k = 2$ ,  $\tau_q = 1$ ,  $\tau_{TP} = 1$ . Результаты расчетов при постоянном управлении:  $u = 0.5, d = 0.25$  приведены на рис. 4.27. Даже при малом времени подготовки  $\tau_{TP} = 1$  темпы развития предприятия являются невысокими. Стоимость предприятия растет, в основном, за счет заинтересованности потенциальных покупателей акций в регулярной выплате дивидендов. Балансовая цена изменяется незначительно за весь рассматриваемый период времени.

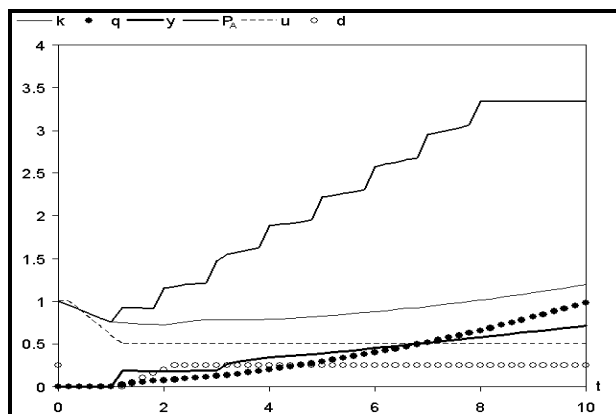


Рис. 4.27. Поведение основных характеристик инвестиционного проекта при неоптимальном управлении

С увеличением времени начала выпуска продукции ситуация еще более усугубляется. На рис. 4.28 показана зависимость балансовая стоимость от времени подготовки производства, рассчитанная при постоянном управлении  $u = 0.5, d = 0.25$ . Изменение рыночной цены предприятия приведено на рис. 4.29. На этих же рисунках показаны аналогичные зависимости (жирная линия) при оптимальном управлении в условиях изменения сроков подготовки производства. Если рыночные стоимости отличаются не столь значительно, то в балансовых ценах разность является более заметной.

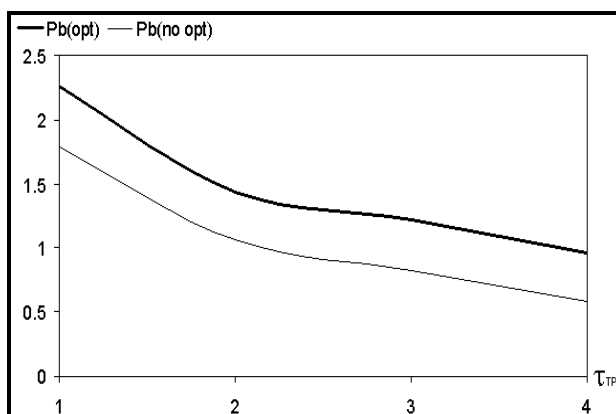


Рис. 4.28. Зависимость балансовой стоимости предприятия от времени подготовки производства

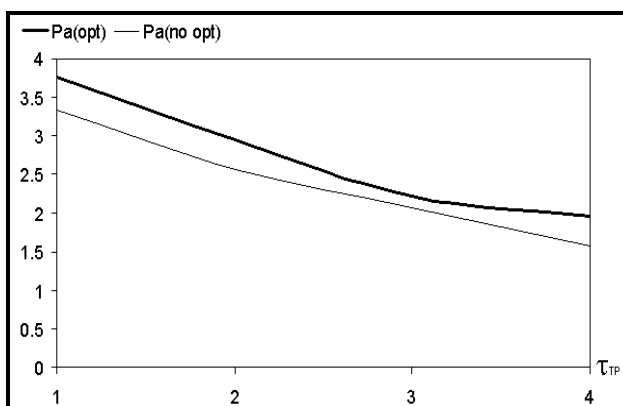
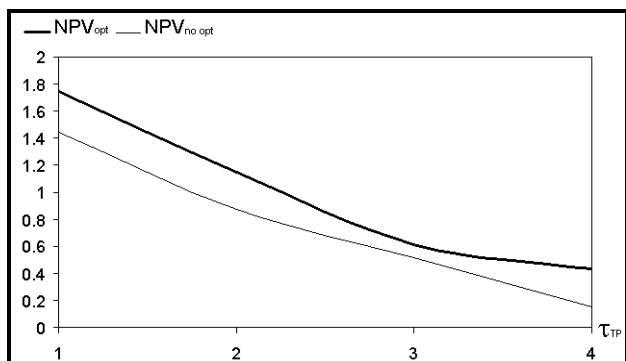


Рис. 4.29. Зависимость рыночной стоимости предприятия от времени подготовки производства

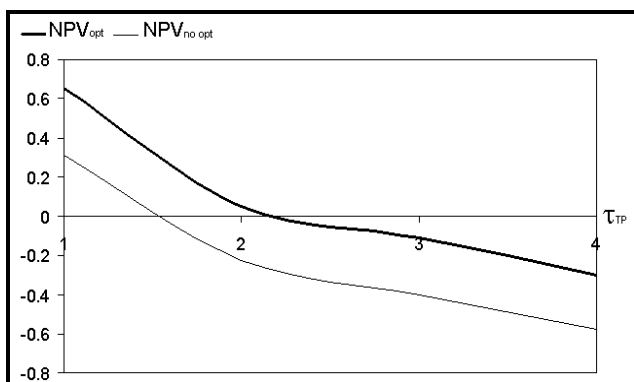


Показатели чистой приведенной стоимости для инвестиционного проекта представлены на рис. 4.30 и 4.31, соответственно, на основе рыночной и балансовой стоимостей.



**Рис. 4.30. Влияние времени подготовки производства на чистую приведенную стоимость проекта, определенную по предполагаемой рыночной оценке**

Как можно заметить, оптимальное управление проектом обеспечивает положительную величину **NPV** даже в условиях, когда рыночная цена акций совпадет с балансовой ценой при  $\tau_{Тр} > 2$ . Инвестиционный риск снижается в случае оптимального управления примерно на 30%, что является достаточно значимой величиной.



**Рис. 4.31. Влияние времени подготовки производства на чистую приведенную стоимость проекта на основе балансовой цены**

Если считать величину времени подготовки производства  $\tau_{Тр} = 2$  базовой при оценке эффективности венчурного инвестиционного проекта, то максимальный риск, связанный с изменением сроков начала выпуска продукции, можно определить по разности чистой приведенной стоимости для некоторого значения  $\tau_{Тр} > 2$  и  $\tau_{Тр} = 2$ . Так, для рассмотренных условий для  $\tau_{Тр} = 3$  величина риска составляет 15% для оптимального управления и 45% для неоптимального. Для времени  $\tau_{Тр} = 4$  она составляет 34% и 63%, соответственно.

**ВЫВОДЫ**

1. Анализ описанной в экономической литературе схемы венчурного инвестирования показал, что основные элементы процесса выполнения инвестиционного проекта могут быть формализованы. Это позволило разработать математическую модель реализации венчурного инвестиционного проекта.

2. Математическая модель венчурного инвестиционного проекта представляет собой задачу оптимального управления, для решения которой необходимо применять численный метод.
3. В зависимости от целей венчурного инвестора (достижение максимальной прибыли за фиксированной промежуток времени или получение фиксированной прибыли за кратчайшее время) разработаны два критерия эффективности, позволившие построить две модели.
4. В качестве объекта исследования рассмотрен предполагаемый инвестиционный проект, связанный с выпуском новой техники. Проведена идентификация параметров модели на основе имеющихся данных, позволившая проводить численные оценки основных характеристик инвестиционного проекта.
5. Основу рационального управления венчурным инвестиционным проектом составляет направление средств на развитие и совершенствование производственного процесса с переменной нормой накопления. Норма накопления должна быть снижена на 50% после времени начала выпуска новой продукции для выплаты дивидендов и выделения дополнительных средств на научно-техническое совершенствование технологического процесса. Дивиденды также необходимо начинать выплачивать в период, предшествующий времени выхода венчурного инвестора из проекта.
6. При оптимальном управлении предприятием стратегические цели венчурного инвестора и инициатора проекта совпадают.
7. Оценка риска венчурного инвестирования предлагается проводить по влиянию задержки времени начала выпуска новой продукции на показатель чистой приведенной стоимости.
8. Рациональное управление венчурным инвестиционным проектом позволяет снизить величину инвестиционного риска на 30% для рассмотренных условий производства.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате проведенного в работе исследования решены следующие задачи: изучены особенности инвестиционных процессов в российской экономике; выявлены основные факторы, определяющие развитие инвестиционного проекта на товаропроизводящем предприятии; разработана методика оптимизации использования кредитов в хозяйственной деятельности предприятия; уточнена модель движения оборотных активов на предприятии, обеспечивающая минимальные издержки; разработана модель оптимального управления венчурным инвестиционным проектом.

В ходе решения поставленных задач: уточнена методика оценки эффективности финансового рычага с учетом динамики кредиторской задолженности; получены результаты численного моделирования оптимального управления долгосрочным кредитованием; получены результаты моделирования оптимального движения запасов на предприятии в условиях неопределенности и инфляции; разработана модель венчурного инвестиционного моделирования; получены результаты исследования оптимального поведения венчурного инвестора.

Из результатов проведенных исследований следуют выводы:

1. На всех этапах инвестиционного проекта для повышения эффективности его реализации целесообразно применять комбинацию из методов прямого математического моделирования и интеллектуальных методов извлечения знаний из данных, дающую дополнительную информацию о закономерностях развития инвестиционных проектов и снижающую инвестиционный риск.
2. Анализ известных моделей оценки эффективности финансового рычага показал, что необходим учет динамики погашения кредиторской задолженности. Учет динамики погашения задолженности приводит к увеличению эффекта финансового рычага в 2.3 раза.
3. Построенная модель развития предприятия с инвестиционными лагами при направлении инвестиций на расширение и улучшение производства позволяет проводить оценку эффективности долгосрочных кредитов, уточняя уровень развития основных средств примерно на 7%.
4. Уточненная модель управления запасами позволяет извлекать прибыль, основанную на разнице в текущих и предшествующих ценах на материалы в условиях быстрого роста индекса цен и неопределенности внешних факторов. Суммарные затраты начинают снижаться при темпе инфляции более 11%, а при 17% – м темпе эффект становится положительным при оптимальном управлении производственными запасами.
5. При наличии жестких ограничений на размер поставляемой партии материалов необходимо применять стохастическую модель системы материально-технического снабжения. В этом случае модель оптимального управления обеспечивает необходимое для бесперебойной работы предприятия количество запасов материалов.
6. Анализ описанной в экономической литературе схемы венчурного инвестирования показал, что основные элементы процесса выполнения инвестиционного проекта могут быть формализованы, что позволило разработать математическую модель реализации венчурного инвестиционного проекта.
7. В зависимости от целей венчурного инвестора (достижение максимальной прибыли за фиксированной промежуток времени или получение фиксированной прибыли за кратчайшее время) разработаны два критерия эффективности, позволившие построить две модели управления инвестиционными проектами.
8. Проведенная идентификация параметров модели на основе имеющихся данных по инвестиционному проекту, связанному с выпуском новой техники, позволила получить количественные оценки основных характеристик модели.
9. Основу рационального управления венчурным инвестиционным проектом составляет направление средств на развитие и совершенствование производственного процесса с переменной нормой накопления. Норма накопления должна быть снижена на 50% после времени начала выпуска новой продукции для выплаты дивидендов и выделения дополнительных средств на научно-техническое совершенствование технологического процесса. Дивиденды также необходимо начинать выплачивать в период, предшествующий времени выхода венчурного инвестора из проекта.
10. При оптимальном управлении предприятием стратегические цели венчурного инвестора и инициатора проекта совпадают.
11. Рациональное управление венчурным инвестиционным проектом позволяет снизить величину инвестиционного риска на 30% для рассмотренных условий производства.

## Литература

1. Антонов Н.Г., Пессель М.А. Денежное обращение, кредит и банки. М., АО Финстатинформ, 1995.
2. Анфилатов В.С., Емельянов А.А., Кукушкин А.А. Системный анализ в управлении. М.: Финансы и статистика, 2002.-368 с.
3. Алексеева М.М. Планирование деятельности фирмы. М.: Финансы и статистика. 1999 – 248 с.
4. Ашманов С.А. Введение в математическую экономику. М., Наука, 1984 г.
5. Айвазян С.А., Бежаева Э.И., Староверов О.В. Классификация многомерных наблюдений. М., Статистика, 1974.
6. Айвазян С.А., Мхитарян В.С. Прикладная статистика и основы эконометрики. М., ЮНИТИ, 1998.
7. Андрейчиков А.В., Андрейчикова О.Н. Анализ, синтез, планирование решений в экономике. М.: ФиС, 2000
8. Абрамов С.И. Инвестирование. – М.: Центр экономики и маркетинга, 2000.
9. Абросимов Н. Механизмы привлечения инвестиций в условиях России. - М., 1998.
10. Александров А. Предприятия с иностранными инвестициями. - М., 1997.
11. Алавердов А.Р. Управление финансами предприятий. М.: МЭСИ 1998.-40 с.
12. Автухович Э.В., Гуриев С.М., Оленев Н.Н., Петров А.А., Поспелов И.Г., Шананин А.А., Чуканов С.В. Математическая модель экономики переходного периода. М.: ВЦ РАН. 1999 г.
13. Альбрехт Э.Г. Методика построения и идентификации моделей макроэкономических процессов // Электронный журнал «Исследовано в России», 2002.
14. Апчерч А. Управленческий учет: принципы и практика. М.: Финансы и статистика, 2002.
15. Афонцев С., Капелюшников Р. Структурные характеристики предприятий и их налоговое поведение // Вопросы экономики. -2001. -№9. -с. 82-100.
16. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. М. Статистика, 1974 г.
17. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория анализа хозяйственной деятельности. М.: Финансы и статистика, 2000.
18. Банковское дело / Под ред. О.И. Лаврушина - М.: 1998.
19. Банки и банковские операции /Под ред. Е.Ф. Жукова. - М.: 1997.
20. Бабич А.М., Павлова Л.Н. Государственные и муниципальные финансы. ЮНИТИ, М., 1999 г.
21. Блех Ю., Гетце У. Инвестиционные расчеты./ Пер. с нем./ Под ред. А.М. Чуйкина, Л.А. Галютина, Калининград, 1997.
22. Балабанов И.Т. Финансовый менеджмент. -М.: Финансы и статистика, 1994.
23. Буренин А.М. Рынок ценных бумаг и производные финансовые инструменты. М.: 1-я Федеративная книготорговая компания, 1998
24. Багриновский К.А., Матюшок В.М. Экономико-математические методы и модели, М.: РУДН, 1999.
25. Бэстэнс Э Ван ден Берг., В.-М., Вуд Д. Нейронные сети и финансовые рынки. Принятие решений в торговых операциях. Научное издательство «ТВП», Москва, 1997.
26. Бочаров В.В. Инвестиционный менеджмент. – СПб.: Питер, 2000.
27. Бромвич М. Анализ экономической эффективности капиталовложений. - М., 1996.
28. Бурков В.Н., Ириков В.А. Методы управления организационными системами. – М.: Наука, 1994.

29. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей. Рига: Зинатне, 1990.
30. Бандурин А.В., Орехов С.А. Менеджмент финансово-промышленных групп. - М.: МЭСИ. 1999. - 130 с.
31. Беллман Р., Калаба Р. Динамическое программирование и современная теория управления. М.: Наука, 1969.-458 с.
32. Басалай С.И. Механизмы управления финансовыми ресурсами корпорации - М.: «ТДДС Столица-8» 2001 г. - 166 с.
33. Бриггем Юджин. Ганенки Луис. Финансовый менеджмент. Т. 1,2. Изд-во «Экономическая школа» С-Петербург. 1997.
34. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. - М.: Финансы и статистика, 1996. - 192 с.
35. Бессонов В.А. Об измерении динамики российского промышленного производства переходного периода // Экономический журнал ВШЭ. -2001. - Т. 5. - №4. -с. 564-588.
36. Биван А.А., Эстрин С., Шаффер Е.С. Факторы реструктуризации предприятий в переходных экономиках // Экономический журнал ВШЭ. - 2002.Т. 6, №1. - с. 3-27.
37. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов./Пер. с англ./Под ред.Белых Л.П. М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.
38. Бланк И.А. Инвестиционный менеджмент. Учебный курс. Киев, 2001.
39. Борисов А.Н., Алексеев А.В., Меркурьева Г.В., и др. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений. - М.: Радио и связь, 1989. - 304с.
40. Бузько И.В. Методология анализа и оценки экономического риска в инновационных процессах: Автореф.... докт.эконом.наук. - Донецк, 1996. - 54с.
41. Валдайцев С.В. Управление инновационным бизнесом. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
42. Валдайцев С.В. Оценка бизнеса и управление стоимостью предприятия. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
43. Валдайцев С.В., Воробьев П.В., Иванов В.В. и др. Инвестиции. Учебник /Под ред. В.В.Ковалева, В.В.Иванова, В.А.Лялина. М.: ТК Велби, изд-во Проспект, 2003.-440с.
44. Волков С.И., Романов А.Н., Григоренко Г.П. Построение и функционирование сложных экономических систем. - М.: Финансы и статистика, 1982.
45. Владимиров В. А., Воробьев Ю. Л., Малинецкий Г. Г. и др. Управление риском. М.: Наука. 2000.
46. Воловник А.Д. Оптимизация кредитной политики предприятия // Матер. XXXI межд. конф. «Информационные технологии в науке, социологии и бизнесе IT+SE», Гурзуф, 22-29 сентября 2004. с. 123-124.
47. Воловник А.Д. Оптимальное управление производством при наличии инвестиционных лагов // Матер. XXXI межд. конф. «Информационные технологии в науке, социологии и бизнесе» IT+SE, Гурзуф, 22-29 сентября 2004. с. 125-126.
48. Воловник А.Д. Управление производственными запасами предприятия в условиях инфляции //Матер. XXXI межд. конф. «Информационные технологии в науке, социологии и бизнесе» IT+SE, Гурзуф, 22-29 сентября 2004. с. 123-124.
49. Воловник А.Д. Информационно-аналитическое сопровождение инвестиционных проектов //Математические модели и информационные технологии в экономике: Тематический сб.научн.тр.Екатеринбург-Ижевск: Изд-во Института Экономики УрО РАН, 2004. с. 54-57.
50. Воловник А.Д. Управление производственно-экономической системой с запаздывающими параметрами // Математические модели и информационные технологии в экономике: Тематический сб.научн.тр.Екатеринбург-Ижевск: Изд-во Института Экономики УрО РАН, 2004. с. 49-53.
51. Воловник А.Д. Оптимальная стратегия использования заемных средств на предприятии // Математические модели и информационные технологии в экономике: Тематический сб.научн.тр.Екатеринбург-Ижевск: Изд-во Института Экономики УрО РАН, 2004. с. 45-48.
52. Воловник А.Д., Тенев В.А. Оптимальное управление движением оборотных активов на предприятии// Интеллектуальные системы в производстве, №2, 2004. с. 98-110.
53. Вознесенская Н.Н. Иностранные инвестиции: Россия и мировой опыт (сравнительно-правовой комментарий). М.: ИНФРА-М, 2001.
54. Воронцовский А.В. Инвестиции и финансирование. СПб.: Изд-во СПбУ, 1998.
55. Горохов М.Ю., Малев В.В. Бизнес-планирование и инвестиционный анализ. М.: Филинь. 1998 - 208 с.
56. Грабовый П.Г., Петрова С.Н. и др. Риски в современном бизнесе. М.: «Аланс», 1994.
57. Гитман Л., Джонк М. Основы инвестирования./Пер. с англ. М.: Дело, 1997.
58. Глухов В.В., Медников М.Д., Коробко С.Б. Экономико-математические методы и модели в менеджменте. СПб., СПбГТУ, 2000.
59. Гейл Д. Теория экономических моделей. М., ИЛ, 1963 г.
60. Гранатуров В.М. Экономический риск: сущность, методы измерения, пути снижения: Учебное пособие. - М.: Издательство «Дело и Сервис», 2002. - 160 с.
61. Дегтярев Ю.И. Системный анализ и исследование операций. М.: Высш.шк., 1996.-335 с.
62. Демичев С.Г., Воловник А.Д. Математическая модель жизненного цикла товара // Тр.3-й межд. НТК «Инф. технологии в инновац. проектах», г.Ижевск 23-24 мая 2001.с. 70-74.
63. Донцова Л.Ф., Никифорова Н.А., Анализ бухгалтерской отчетности.-М.: ИКЦ «ДИС», 1998.
64. Дубров А.М., Мхитарян В.С., Трошин Л.И. Многомерный статистический анализ в экономических исследованиях. М., МЭСИ, 1988.
65. Дубров А.М., Лагоша Б.А., Хрусталеv Е.Ю., Барановская Т.П. Моделирование рискованных ситуаций в экономике и бизнесе. Издание второе, переработанное и дополненное. - М. Финансы и статистика, 2001.
66. Долгий Ю.Ф., Близорук М.Г. Динамические системы в экономике с дискретным временем // Экономика и математические методы. - 2002. - т. 38. - №3. - с. 94-106,
67. Евтушенко Ю.Г. Методы решения экстремальных задач и их применение в системах оптимизации. М.: Наука, 1982.-432 с.
68. Емельянов А.А. Структурный анализ и динамические имитационные модели в экономике. - М.: Финансы и статистика, 1998.
69. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию решений. М.: МИР, 1976.-166 с.
70. Зайченко Ю.П. Исследование операций. -Киев: Выща школа, 1988.-550 с.
71. Занг В.Б. Синергетическая экономика. Время и переменны в нелинейной экономической теории. М.: Мир 1999.
72. Замков О.О., Толстопятенко А.В., Черемных Ю.Н. Математические методы в экономике. М.: АО «ДИС», 1997.
73. Ивченко Б.П., Мартыщенко Л.А., Табухов М.Е. Управление в экономических и социальных системах. СПб.: Нордмед-Издат, 2001.-248с.
74. Иностранные инвестиции в России /Под ред. Фаминского И.П. М.: Международные отношения, 1995.
75. Искусственный интеллект. Книга 1. Системы общения и экспертные системы./ Под ред. проф. Э.В. Попова. - М.: Радио и связь, 1990. - 461 с.
76. Искусственный интеллект. Книга 2. Модели и методы / Под ред. проф. Д.А. Поспелова. - М.: Радио и связь, 1990. - 304 с.
77. Искусственный интеллект. Книга 3. Программные и аппаратные средства. / Под ред. В.Н. Захарова, В.Ф. Хорошевского. - М.: Радио и связь, 1990. - 2320 с.
78. Иванилов Ю.П., Лотов А.В. Математические модели в экономике. М., Наука, 1979 г.
79. Ириков В.А. Технологии стратегического планирования и формирования финансово-экономической политики фирмы. Учебное пособие/ МФТИ, М., 1997.
80. Исследование операций в экономике. /Под ред. Кремера Н.Ш. М., ЮНИТИ, 1997.
81. Ковелл Джозеф А., Хетзелгрн Бриан Дж. Бизнес-план: Полное справочное руководство /Пер. с англ. - М.:БИИОМ, 1997.
82. Курицкий Б.Я. Поиск оптимальных решений средствами Excel 7.0. СПб, BHV, 1997.

83. Колемаев В.А. Математическая экономика. М. ЮНИТИ, 1998.
84. Колемаев В.А. Математические модели макроэкономики. М. ГАУ им. С. Орджоникидзе, 1996 г.
85. Кротов В.Ф., Лагоша Б.А. и др. Основы теории оптимального управления. /Под ред. В.Ф.Кротова. -М.: Высшая школа, 1990.
86. Кожин В.Я. Бухгалтерский учет. Прогнозирование финансового результата. М.: Экзамен, 1999. – 320 с.
87. Кныш М.И., Перекатов Б.А., Тютиков Ю.П. Стратегическое планирование инвестиционной деятельности. СПб: Изд. дом «Бизнес-Пресса», 1998.
88. Ковалев В.В. Финансовый анализ. - М.: Финансы и статистика, 1995.
89. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. - М.: Финансы и статистика, 1998.
90. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент. М.: Финансы и статистика, 1999.
91. Ковалев В.В., Ковалев Вит.В. Финансы предприятий. М.: Проспект, 2002.
92. Ковалев В.В., Уланов В.А. Курс финансовых вычислений. Изд. 2-е, перераб. М.: Финансы и статистика, 2002.
93. Ковалев В.В.. Финансовый анализ: методы и процедуры. - М. «Финансы и статистика», 200 г.
94. Ковалев В.В.. Финансовый анализ. Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. Издание второе - М. «Финансы и статистика» 1991 г. – 511 с.
95. Капица С. П., Курдюмов С. П., Малинецкий Г. Г. Синергетика и прогнозы будущего. М.: Наука 1997.
96. Кожин С.В. Критерии управления инвестиционным процессом на промышленном предприятии// Эл.журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ», 2001.
97. Кислицына Ю.Ю. Модельный подход к управлению капиталом предприятия// Эл.журнал «ИССЛЕДОВАНО В РОССИИ», 2002
98. Камалян А.К. Принятие управленческих решений в условиях риска и неопределенности. Автореф.... докт.эконом.наук. - Воронеж, - 2000.
99. 102. Клейнер Г.Б. Механизмы принятия стратегических решений и стратегическое планирование на предприятиях //Вопросы экономики. №9, 1998. - с.46-65.
- 100.Клейнер Г.Б. Управление корпоративными предприятиями в переходной экономике // Вопросы экономики. - 1999. - №8. - с. 64-79.
- 101.Крушвиц Л. Финансирование и инвестиции. Неоклассические основы финансов./Пер. с нем./Под ред. Ковалева В.В. СПб.: «Питер», 2000.
- 102.Крушвиц Л. Инвестиционные расчеты. /Пер. с нем./Под ред. Ковалева В.В. СПб.: «Питер», 2000.
- 103.Ланкастер К. Математическая экономика. М., Советское радио, 1972 г.
- 104.Лагоша Б.А., Емельянов А.А. Введение в системный анализ. – М: Изд-во МЭСИ, 1998.
- 105.Лагоша Б.А., Дегтярева Т.Д. Методы и задачи теории оптимального управления. Учебное пособие. - М.: 1995.
- 106.Лимитовский М. Основы оценки инвестиционных и финансовых решений. - М., 1998.
- 107.Липсиц И.В., Коссов В.В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа. - М.: Бек, 1996.
- 108.Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов по их обороту для финансирования. Официальное издание. М.»Экономика» 2000 г.
- 109.Моляков Д.С., Шохин Е.И. Теория финансов предприятий. М., Финансы и статистика, 2000 г.
- 110.Мхитарян В.С., Дубров А.М., Трошин Л.И. Многомерные статистические методы в экономике. М., МЭСИ, 1995.
- 111.Мартынов А.С. Россия: стратегия инвестирования в кризисный период. - М.: ПАИМС, 1996.
- 112.Мелкумов Я.С. Организация и финансирование инвестиций: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2000.
- 113.Месарович М., Такахара Я. Общая теория систем. – М.: Мир, 1978.
- 114.Неймарк Ю.И., Коган Н.Я., Савельев В.П. Динамические модели теории управления — М.: Наука, 1985. — 400с.
- 115.Овсийчук М.Ф., Сидельникова Л.Б. Финансовый менеджмент. Методы инвестирования капитала. - М.: Букавица,1996.
- 116.Орлова И.В. Экономико-математические методы и модели. Выполнение расчетов в среде EXCEL. М.: ЗАО «Финстатинформ», 2000.
- 117.План финансового оздоровления (бизнес-план). Типовая форма. Приложение к Распоряжению ФУДН от 05.12.1994 No 98-р.
- 118.Первозванский А.А., Первозванская Т.Н. Финансовый рынок. Расчет и риск. М.: Инфра-М. 1994.
- 119.Павлова Л.Н. Финансовый менеджмент. Управление денежным оборотом.- М.: Финансы и статистика, 1993.
- 120.Павлова Л.Н. Финансы предприятий. М., ЮНИТИ, 1998 г.
- 121.Плотников А.М. Управление инвестиционной деятельностью. - М.: 1997.
- 122.Потемин В.К. Инвестиционная политика: теория, анализ и проблемы управления. - М., 1997.
- 123.Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ: Учебное пособие. - М.: Высшая школа, 1989.
- 124.Петров А. А., Поспелов И. Г., Шананин А. А. Опыт математического моделирования экономики. М. Энергоиздат.: 1996.
- 125.Пресняков В.Ф. Модель поведения предприятия—М.: Наука, 1991. — 192 с.
- 126.Пу Т. Нелинейная экономическая динамика.- Ижевск: Изд.дом «Удм. Университет», 2000.-200 с.
- 127.Родионова В.М. Федотова М.А. Финансовая устойчивость в условиях инфляции. - М.: Перспектива, 1995.
- 128.Райская П., Сергиенко Я., Френкель А. Исследование инфляционных процессов в условиях переходной экономики //Вопросы экономики.-1997.-№10.- с. 41-51.
- 129.Розин Б.Б., Ягольницер М.А. Конструирование экономико-статистических моделей с заданными свойствами. — Новосибирск: Наука, 1981. — 175 с.
- 130.Романов А.Н., Одинцов Б.Е. Советующие информационные системы в экономике. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000.-487с.
- 131.Российский статистический ежегодник.2001. Стат.сб./ Госкомстат России.М.,2002.
- 132.Рэдхед К., Хьюс С. Управление финансовыми рисками./Пер. с англ.М.: ИНФРА-М, 1996.
- 133.Рюмин В.П., Как рассчитать цену на научно-техническую продукцию. - М.: Финансы и статистика, 1993. -78 с.
- 134.Сергеев А.П. Экономические основы бизнес-планирования. М.: Юнити. 1999.
- 135.Смирнов С.А. Стратегическое планирование. М.: МЭСИ, 1999.
- 136.Сухова Л.Ф., Чернова Н.А. Практикум по разработке бизнес-плана и финансового анализа предприятия. М.: Финансы и статистика. 1999. – 160 с.
- 137.Стоянова Е.С. Финансовый менеджмент в условиях инфляции. -М.: Перспектива, 1994
- 138.Стаханов А.Ю. Бухгалтерский баланс. Международные и российские стандарты. М.: «Бизнес-информ», 1999. – 160 с.
- 139.Сарваров Н.З. Иностранные инвестиции в России. - М., 1996.
- 140.Сергеев И.В., Веретенникова И.И. Организация и финансирование инвестиций. - М.: Финансы и статистика, 2000.
- 141.Серов В.М. Инвестиционный менеджмент: Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2000.
- 142.Соколов Н.А. Учет факторов неопределенности в моделировании экономических процессов. – М.: МЭСИ, 1998.
- 143.Соловьев С. А. Математическое моделирование динамики инвестиций вдали от насыщения рынка. Препринт ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, № 21, 2001.
- 144.Савицкая Г.В. Методика комплексного анализа хозяйственной деятельности: Краткий курс. 2-е изд., испр. М.:ИНФРА-М, 2003.-303 с.
- 145.Самуэльсон П., Нордхаус В. Экономика: Пер. с англ. - М.: Бином, 1997. – 800 с.
- 146.Спиридонов В.А. Мировая экономика: Учебное пособие.- М.: Инфра-М., - 1999г. -256 с.
- 147.Табурчак П.П., Викулenco А.Е., Овчинникова Л.А. и др. Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия. Ростов н/Д.:Феникс, 2002.-352 с.

148. Тельнов Ю.Ф. Интеллектуальные информационные системы в экономике М.: МЭСИ, 1998.- 187 с.
149. Темник Д.В. Иностранные инвестиции и инвестиционный климат в России. // Деньги и кредит. №11, 2001.
150. Тененев В.А. Моделирование рационального поведения товаропроизводителей // Интеллектуальные системы в производстве, №1, 2004.
151. Трошин А.Н. Введение в экономику инвестиций. М.: Изд-во МАИ, 1995.
152. Теория переходной экономики. Т.1,2. Учебное пособие / Под ред. Красниковой Е.В. -М.: Теис, 1998.-546 с.
153. Управление инвестициями: В 2-х т./В.В. Шеремет, В.М. Павлюченко, В.Д. Шапиро и др. – М.: Высшая школа, 1998.
154. Управление и корпоративный контроль в акционерном обществе: Прак. пособие / Под ред. Е.П. Губина - М. Юрист 1999 – 248 с.
155. Управление рисками (рискология). /Буянов В.П., Кирсанов К.А., Михайлов Л.А. М.: Экзамен, 2002. – 384 с.
156. Финансы предприятий. Под ред. Колчиной Н.В. М., ЮНИТИ, 1998 г.
157. Финансы. Денежное обращение. Кредит. Под ред. Дробозиной Л.А. ЮНИТИ, 1997 г.
158. Финансы. Деньги. Кредит. Под ред. Соколовой О.В. М., Юрист, 2000 г.
159. Финансы. /Под ред. Ковалева В.В. М.: Проспект, 2001 г.
160. Фишер П. Прямые иностранные инвестиции для России: стратегия возрождения промышленности. М.: Финансы и статистика, 1999.
161. Финансовая экономика фирмы: Учебное пособие под ред. Ильенковой С.Д. - М.: Компания Спутник+, 2000. – 100 с.
162. Финансовый бизнес - план. Учебное пособие под ред. В.М. Попова - М. «Финансы и статистика» 2000 – 480 с.
163. Фионов А., Люшина Е. Нечеткая логика в анализе корпоративных клиентов. // Банковские технологии. - 2003. - №5. - с. 23-31.
164. Холт Р.Н. Основы финансового менеджмента. -М.: Дело, 1993.
165. Хазанова Л.Э. Математическое моделирование в экономике. М.: Бек, 1998.
166. Хедли Дж. Нелинейное и динамическое программирование. – М.: Мир, 1967. – 506 с.
167. Ван Хорн Дж. К. Основы управления финансами - М. «Финансы и статистика» 1996г. – 789 с.
168. Хелферт Э. Техника финансового анализа /Пер. с англ. Под ред. Л.П. Белых - М.: Аудит. Юнити. 1996 г.
169. Хикс Дж, Р. Аллен. Пересмотр теории ценности //Теория потребительского поведения и спроса. (Серия «Вехи экономической мысли». Вып.1.)Под ред. В.М. Гальперина.- СпБ.:Эк.школа, 1993.- с. 117-141.
170. Ходсон Дж. Социально-экономические последствия прогресса знаний // Вопросы экономики. -2001. -№8. -с. 32-46.
171. Цисарь И.Ф., Чистов В.П., Лукьянов А.И. Оптимизация финансовых портфелей банков, страховых компаний, пенсионных фондов. М.: Дело. 1998.
172. Ченг Ф. Ли, Джозеф И. Финнерти. Финансы корпораций: теория, методы и практика. - М., «ИНФРА-М» 2000г. – 685 с.
173. Шарп У., Александер Г.Д., Бэйли Д.В. Инвестиции. М.: Инфра-М. 1997.
174. Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Финансы предприятий. М.:Инфра-М, 1999 г.
175. Шеремет. А.Д., Сайфулин Р.С. Методика финансового анализа предприятия - М. Инфра-М, 1995 – 75 с.
176. Шелобаев С.И. Математические методы и модели в экономике, финансах, бизнесе. М.: ЮНИТИ, 2000.
177. Шмален Г. Основы и проблемы экономики предприятия: Пер. с нем./Под ред проф. Поршнева А.Г. -М.: Финансы и статистика, - 1996. — 240 с.
178. Эдвин Дж. Долан и др. Деньги, банковское дело и денежно-кредитная политика/ Пер. с англ. Под общ. ред. В. Лукашевича, М. Ярцева. - Спб.: 1994.
179. Эддоус М., Стэнсфилд Р. Методы принятия решений. М.: Юнити, 1997.
180. Экономико-математические методы и прикладные модели. /Под ред. Федосеева В.В. М., ЮНИТИ, 2000.
181. Aharoni Y. The Foreign Investment Decision Process. Boston, 1966.
182. Brigham E.F. Fundamentals of Financial Management: Sixth Edition. NY: Dryden Press, 1992.
183. Copeland T.E., Weston J.F. Financial Theory and Corporate Policy. 3-rd ed. Addison-Wesley, 1988.
184. Dedov L.A., Shibaev I.V., Volovnik A.D. On One Problem of Economics. // Book of Abstracts, VI International Congress on Mathematical Modeling, University of Nizhny Novgorod, 2004. p.401.
185. Silkin A.Y., Lyalin V.E., Volovnik A.D. The Specified Model of Automatic Fuzzy Clusterization of Contractors. // Book of Abstracts, VI International Congress on Mathematical Modeling, University of Nizhny Novgorod, 2004. p.435.
186. Edward Yordon. Modern Structured Analysis. Prentice-Hall, 1989.
187. Elton E.J. Gruber M.J. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. 4-th ed. Jhon Wiley & Sons, Inc., 1991.
188. Haugen R.A. Modern Investment Theory. 4-th ed. Prentice Hall, 1997.
189. Higgins R.C. Analysis for Financial Management. 2-nd ed. Richard D. Irwin, Inc., 1989.
190. Hirt G.A., Block S.B. Fundamentals of Investment Management and Strategy. Richard D. Irwin, Inc., 1983.
191. Koyack L.M. Distributed Lags and Investment Analysis. Amsterdam, 1954.
192. Levy H., Sarnat M. Capital Investment and Financial Decisions. 3-rd ed. Prentice Hall, 1986.
193. Wolk H., Francis J., Tearney M. Accounting Theory: A Conceptual and Institutional Approach. 3-rd ed. South-Western Publishing Co., Cincinnati, Ohio, 1992.

ПРИЛОЖЕНИЯ Приложение 2

Таблица 1

Приложение 1

ПРИКАЗ Госкомстата РФ N 475, Минфина РФ N 102н от 14.11.2003 «О КОДАХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОДОВОЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ».

**КОДЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГОДОВОЙ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ ОРГАНИЗАЦИЙ, ДАННЫЕ ПО КОТОРЫМ ПОДЛЕЖАТ ОБРАБОТКЕ В ОРГАНАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ**

Наименование показателей	Код показателя
<b>БУХГАЛТЕРСКИЙ БАЛАНС (Форма N 1)</b>	
<b>I. ВНЕОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ</b>	
Нематериальные активы	110
Основные средства	120
Незавершенное строительство	130
Доходные вложения в материальные ценности	135
Долгосрочные финансовые вложения	140
Отложенные налоговые активы	145
Прочие внеоборотные активы	150
<b>ИТОГО по разделу I</b>	<b>190</b>
<b>II. ОБОРОТНЫЕ АКТИВЫ</b>	
Запасы	210
В том числе:	
Сырье, материалы и другие аналогичные ценности	211
Животные на выращивании и откорме	212
Затраты в незавершенном производстве	213
Готовая продукция и товары для перепродажи	214
Товары отгруженные	215
Расходы будущих периодов	216
Прочие запасы и затраты	217
Налог на добавленную стоимость по приобретенным ценностям	220
Дебиторская задолженность (платежи по которой ожидаются более чем через 12 месяцев после отчетной даты)	230
В том числе покупатели и заказчики	231
Дебиторская задолженность (платежи по которой ожидаются в течение 12 месяцев после отчетной даты)	240
В том числе покупатели и заказчики	241
Краткосрочные финансовые вложения	250
Денежные средства	260
Прочие оборотные активы	270
<b>ИТОГО по разделу II</b>	<b>290</b>
<b>БАЛАНС</b>	<b>300</b>
<b>III. КАПИТАЛ И РЕЗЕРВЫ</b>	
Уставный капитал	410
Собственные акции, выкупленные у акционеров	411
Добавочный капитал	420
Резервный капитал	430
В том числе:	
Резервы, образованные в соответствии с законодательством	431
Резервы, образованные в соответствии с учредительными документами	432
Нераспределенная прибыль (непокрытый убыток)	470
<b>ИТОГО по разделу III</b>	<b>490</b>
<b>IV. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА</b>	
Займы и кредиты	510
Отложенные налоговые обязательства	515
Прочие долгосрочные обязательства	520
<b>ИТОГО по разделу IV</b>	<b>590</b>
<b>V. КРАТКОСРОЧНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА</b>	
Займы и кредиты	610
Кредиторская задолженность	620
В том числе:	
Поставщики и подрядчики	621
Задолженность перед персоналом организации	622
Задолженность перед государственными внебюджетными фондами	623
Задолженность по налогам и сборам	624
Прочие кредиторы	625
Задолженность перед участниками (учредителями) по выплате доходов	630
Доходы будущих периодов	640
Резервы предстоящих расходов	650
Прочие краткосрочные обязательства	660
<b>ИТОГО по разделу V</b>	<b>690</b>
<b>БАЛАНС</b>	<b>700</b>

**ДАННЫЕ О ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ**

№	k	q	y
1	339.3	52.27	28.88
2	345.45	50.74	27.62
3	322.88	54.4	28.23
4	328.61	51.72	24.31
5	354.45	53.37	24.02
6	308.51	52.21	26.44
7	331.79	47.27	25.94
8	290.23	54.8	23.38
9	340.2	49.07	28.31
10	302.39	47.92	23.46
11	330.99	45.45	25.6
12	347.32	52.04	24.07
13	353.99	49.9	25.44
14	415.01	54.92	25.37
15	391.91	53.02	23.9
16	405.54	46.35	24.34
17	393.83	52.2	29.64
18	386.59	45.39	27.83
19	399.46	49.23	30.63
20	357.34	47.6	27.88
21	396.59	53.93	31.37
22	366.1	50.63	24.65
23	369.11	46.83	25.87
24	456.94	53.06	34.34
25	468.16	51.34	30.39
26	452.62	48.08	29.11
27	497.98	47.33	29.32
28	486.55	49.58	27.73
29	503.47	50.28	26.65
30	445.62	48.27	32.09
31	416.57	45.73	24.37
32	420.16	48.36	26.1
33	429.81	53.73	29.94
34	463.47	46.33	29.43
35	436.01	54.83	28.94
36	496.6	50.58	27.38
37	510.49	54.28	31.32
38	487.41	50.06	27.83
39	576.35	46.93	28.86
40	496.83	49.59	31.52
41	563.69	48.1	32.08
42	505.85	54.03	28.07
43	452.04	47.86	30.58
44	518.72	53.16	28.63
45	485.37	54.18	32.49
46	467.12	46.82	28.37
47	499.85	46.26	30.62
48	533.77	46.21	30.24
49	540.2	50.43	31.43
50	567.53	45.98	28.34
51	635.47	47.97	31.21
52	667.85	52.75	31.1
53	562.03	45.33	28.99
54	624.63	52.53	32.89
55	600.84	53.5	33.73
56	524.72	52.39	31.8
57	504.85	51.7	33.7
58	496.19	54.78	28.67
59	618.12	53.42	29.95
60	642.76	54.96	35.44

Таблица 2.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ СРЕДСТВАМИ "EXCEL"

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	$k_j$	$q_j$	$y_j$	$y$	$(y - y_j)^2$	S	a	$\gamma$	$\alpha$
1	339.3	52.27	28.88	26.48205	5.750179	0.930162	3.135087	0.381826	0.328902
2	345.45	50.74	27.62	26.41024	1.463527				
3	322.88	54.4	28.23	26.3583	3.503278				
4	328.61	51.72	24.31	26.12427	3.291564				
5	354.45	53.37	24.02	27.02855	9.051357				
6	308.51	52.21	26.44	25.65772	0.611958				
7	331.79	47.27	25.94	25.53409	0.164764				
8	290.23	54.8	23.38	25.50457	4.513796				
9	340.2	49.07	28.31	26.02424	5.224696				
10	302.39	47.92	23.46	24.86429	1.972039				
11	330.99	45.45	25.6	25.22749	0.138762				
12	347.32	52.04	24.07	26.65213	6.667417				
13	353.99	49.9	25.44	26.4948	1.112594				
14	415.01	54.92	25.37	28.70643	11.13177				
15	391.91	53.02	23.9	27.88311	15.86519				
16	405.54	46.35	24.34	27.12283	7.744155				
17	393.83	52.2	29.64	27.80165	3.379531				
18	386.59	45.39	27.83	26.53929	1.665939				
19	399.46	49.23	30.63	27.46148	10.03949				
20	357.34	47.6	27.88	26.21727	2.76468				
21	396.59	53.93	31.37	28.13129	10.48927				
22	366.1	50.63	24.65	26.90247	5.073638				
23	369.11	46.83	25.87	26.37406	0.254076				
24	456.94	53.06	34.34	29.3336	25.064				
25	468.16	51.34	30.39	29.28675	1.217167				
26	452.62	48.08	29.11	28.41883	0.477715				
27	497.98	47.33	29.32	29.19312	0.016099				
28	486.55	49.58	27.73	29.36199	2.663401				
29	503.47	50.28	26.65	29.81473	10.0155				
30	445.62	48.27	32.09	28.30571	14.32088				
31	416.57	45.73	24.37	27.25763	8.338406				
32	420.16	48.36	26.1	27.77819	2.816332				
33	429.81	53.73	29.94	28.85423	1.178906				
34	463.47	46.33	29.43	28.33698	1.194699				
35	436.01	54.83	28.94	29.16233	0.049431				
36	496.6	50.58	27.38	29.7315	5.529551				
37	510.49	54.28	31.32	30.62467	0.483486				
38	487.41	50.06	27.83	29.46108	2.660428				
39	576.35	46.93	28.86	30.55598	2.876339				
40	496.83	49.59	31.52	29.56633	3.816829				
41	563.69	48.1	32.08	30.54955	2.342268				
42	505.85	54.03	28.07	30.49176	5.864926				
43	452.04	47.86	30.58	28.3693	4.887178				
44	518.72	53.16	28.63	30.59971	3.879772				
45	485.37	54.18	32.49	30.10441	5.691023				
46	467.12	46.82	28.37	28.49627	0.015944				
47	499.85	46.26	30.62	29.03747	2.504412				
48	533.77	46.21	30.24	29.66212	0.333942				
49	540.2	50.43	31.43	30.53963	0.792762				
50	567.53	45.98	28.34	30.22316	3.546287				
51	635.47	47.97	31.21	31.75315	0.29501				
52	667.85	52.75	31.1	33.1768	4.313105				
53	562.03	45.33	28.99	30.00364	1.027475				
54	624.63	52.53	32.89	32.4153	0.225345				
55	600.84	53.5	33.73	32.17482	2.418589				
56	524.72	52.39	31.8	30.58558	1.474828				
57	504.85	51.7	33.7	30.08358	13.07848				
58	496.19	54.78	28.67	30.4211	3.066357				
59	618.12	53.42	29.95	32.46212	6.310756				
60	642.76	54.96	35.44	33.15582	5.21748				
				$\sum =$	261.8788				

Лялин Вадим Евгеньевич