

---

Николай Евгеньевич  
**Терентьев**

МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ  
РАЗВИТИЯ КОМПАНИЙ  
С УЧЕТОМ РИСКОВ

Многотрендовый анализ и моделирование  
денежных потоков

Москва  
Институт экономики  
2009

ISBN 978-5-9940-0189-9

**Терентьев Н.Е.** Модели прогнозирования развития компаний с учетом рисков. — М: Институт экономики РАН, 2009. — 50 с.

Научный доклад посвящен методическим аспектам прогнозирования развития компаний с учетом рисков. Проанализированы некоторые актуальные методологические проблемы прогнозирования развития компаний. Показана роль моделей прогнозирования в повышении адаптивности управления компанией. Обосновано применение имитационного моделирования денежных потоков в качестве основного метода анализа вероятностных экономических процессов. Проанализированы проблемы, возникающие в процессе статистического анализа исходных данных. Предложен методический подход по использованию эмпирических (нетиповых) распределений при моделировании. Рассмотрены особенности количественной оценки рисков развития на трех уровнях: отдельного инновационного проекта, портфеля проектов и компании в целом. На расчетном примере проиллюстрировано применение модели прогнозирования для вероятностного анализа перспектив развития компании и оценки риска наступления неплатежеспособности. Показана возможность применения предложенного подхода к построению моделей прогнозирования как руководством компаний, так и внешними структурами, в том числе вышестоящими организациями, банками и инвестиционными компаниями.

©  
Терентьев Н.Е.,  
2009

©  
Институт экономики РАН,  
2009



## Оглавление

Введение .....	4
<b>Раздел I</b>	
Тенденции прогнозирования развития компаний с учетом рисков .....	7
<b>Раздел II</b>	
Проблемы подготовки исходных данных для модели прогнозирования .....	15
<b>Раздел III</b>	
Особенности оценки рисков развития на трех уровнях управления в компании .....	29
<b>Раздел IV</b>	
Некоторые другие области применения модели прогнозирования с учетом рисков .....	46



## ВВЕДЕНИЕ

Стоящие перед российской экономикой задачи долгосрочного развития требуют радикального повышения эффективности управления на различных уровнях. В полной мере эта задача стоит перед отечественными компаниями. Необходимость ее решения актуализирует разработку инструментария для прогнозирования перспектив развития и оценки влияния разрабатываемых стратегий на устойчивость финансового положения компаний.

В докладе обоснована необходимость перехода от чисто аналитических способов описания компании к вероятностному описанию посредством имитационного моделирования денежных потоков. Это обеспечивает реализацию системного подхода к финансовому прогнозированию и оценке рисков развития компании, что делает его в настоящее время приоритетным подходом к построению финансовых моделей в ведущих зарубежных компаниях.

Применение вероятностных моделей для прогнозирования развития компании с учетом рисков, как показал опыт автора, сопряжено с постановкой целого ряда сложных проблем как общетеоретического, так и методического характера, которые практически не освещены в отечественной и зарубежной специальной литературе. Без их решения невозможно широкое внедрение в российских компаниях современных методов финансового стратегического управления. К числу таких проблем, например, относится проблема формирования в модели всего пространства вариантов без

необходимости их полного перебора, что без ущерба для точности прогнозирования на основе анализа сходимости позволяет сократить количество анализируемых комбинаций параметров модели на несколько порядков.

В докладе предложены методические рекомендации и типовые средства по финансовому моделированию развития компании, а именно:

- разработана типовая многотрендовая финансовая модель, позволяющая прогнозировать динамику денежных потоков и оценивать их колебания, в том числе вероятности их отклонений от минимально допустимых значений. Приведен пример расчета, иллюстрирующий предложенный механизм оценки рисков наступления неплатежеспособности компании;

- предложены алгоритмы обработки исходных временных рядов, обеспечивающие использование наряду с типовыми эмпирическими распределениями вероятностей без необходимости их аналитического описания, что существенно упрощает внедрение имитационного метода моделирования в компаниях;

- предложен подход к структуризации финансовой модели, основанный на ее последовательной детализации «сверху вниз», при этом возможна различная степень детализации в зависимости от целей анализа и наличия исходной информации;

- разработаны типовые средства автоматизации анализа бухгалтерских данных (получаемых из системы 1С); статистического анализа временных рядов; построения графиков и гистограмм, в том числе для интервалов различной длины (неделя, месяц, квартал). В совокупности это позволяет сделать доступной для менеджеров компаний подготовку исходных данных для модели прогнозирования;

- проанализированы особенности оценки рисков и предложены инструменты по управлению развитием компании на трех уровнях (инвестиционного проекта, портфеля проектов, компании в целом) с учетом непрерывности сбора, обработки и анализа данных, поступающих как извне, так и формируемых внутри компании;

- рассмотрен механизм анализа чувствительности с учетом нелинейности; а также подход к оценке суммарного риска портфеля проектов, основанный, в частности, на результатах имитационного моделирования отдельных инвестиционных проектов;



## Введение

В докладе показана возможность применения предложенного подхода к построению моделей прогнозирования для оценки перспектив развития и риска наступления неплатежеспособности не только руководством компании, но и внешними структурами, в том числе вышестоящими организациями (например, в рамках холдингов, госкорпораций), банками, инвестиционными и страховыми компаниями.



## ТЕНДЕНЦИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ КОМПАНИЙ С УЧЕТОМ РИСКОВ

В современных условиях для успеха в конкурентной борьбе компании должны постоянно и непрерывно развиваться. Это требует не только регулярного обновления продукции, совершенствования технологических и бизнес-процессов, но и разработки специального инструментария финансового прогнозирования последствий предпринимаемых действий для развития компании, долгосрочного изменения ее стоимости. В качестве современного инструментария выступают финансовые модели прогнозирования, в основе которых лежат модели *денежных потоков*.

Вместе с тем на практике перед компаниями возникает ряд существенных проблем, затрудняющих осуществление прогнозирования на регулярной основе. Они обусловлены как недостаточной разработанностью целостной методологии финансового прогнозирования с учетом рисков, отвечающей потребностям современного бизнеса, так и отсутствием организационных механизмов и программных средств накопления и анализа управленческой информации при принятии стратегических финансовых решений.

Значительное влияние на процессы прогнозирования в компаниях оказывают наблюдаемые в последние десятилетия тенденции экономического развития и произошедшая информационная революция. Эти тенденции изменили условия, в которых функционируют компании, и трансформировали требования к проектированию моделей прогнозирования развития бизнеса.

## 1.1. Общеэкономические тенденции

Важной особенностью текущего этапа экономического развития является усложнение внешней среды и ускорение рыночных изменений, а также усиление влияния мировых экономических процессов<sup>1</sup>. В результате сегодня компании сталкиваются со значительно большим количеством рыночных возможностей и угроз. Соответственно, произошло *увеличение числа факторов*, способных оказать значимое влияние на доходность и финансовую устойчивость развития компаний, что требует учета данных факторов в моделях прогнозирования. В этих условиях способность предоставлять на выходе вероятностные прогнозы и оценки рисков становится не просто дополнительной характеристикой модели прогнозирования, но ее неотъемлемой и обязательной составляющей.

Как указывает Р. Штулз (R. Stulz), перед компаниями сегодня возникает задача учета даже тех угроз, вероятность которых оценивается как незначительная<sup>2</sup>. К числу особого, но все более значимого типа таких угроз можно отнести экономические последствия для компаний *глобальных стратегических рисков*, связанных с истощением природных ресурсов, климатическими изменениями, возникновением техногенных катастроф, а также социально-политическими факторами. Несмотря на объективную сложность оценки данных рисков, в связи с возрастающим масштабом ущербов от них увеличивается и потребность компаний в разработке механизмов моделирования рисков как атрибута моделей прогнозирования.

Наконец, усиление нестабильности рыночных условий делает необходимым повышение гибкости и адаптивности моделей прогнозирования. Технология построения моделей прогнозирования должна предусматривать возможность оперативного включения в модель новых параметров (направлений деятельности, отдельных статей доходов и расходов и т. п.). Это требует одновременного совершенствования процедур построения моделей и управленческих ме-

- 
1. К программе социально-экономического развития России 2008–2016. Научный доклад, М: ИЭ РАН, 2008, с. 10–11.
  2. Stulz R. Risk Management Failures: What Are They and When Do They Happen? // Working paper // SSRN, 2008. October.



ханизмов их использования в компаниях, перехода к **непрерывности** анализа происходящих изменений и во внешней, и во внутренней среде компании.

## 1.2. Тенденции развития информационных технологий

Принципиальной особенностью современного этапа технологического развития является *постоянно возрастающий объем поступающей в компанию информации*.

Компьютеризация обеспечила быстрый доступ к огромным объемам информации, что было немыслимо, когда эти данные хранились на бумажных носителях, и вызвала всплеск все более активного использования баз данных различного назначения для экономического описания хозяйственной деятельности.

Данные изменения потребовали адаптации методов и процессов построения моделей прогнозирования и анализа рисков развития компаний.

Одним из направлений такой адаптации стало существенное усложнение аналитических моделей, стимулировавшее стремительную математизацию экономической науки, рассматриваемую многими учеными в качестве негативного фактора ее развития<sup>3</sup>. Становление данного направления было вполне естественным и логичным, поскольку еще до середины прошлого века, по сути, единственным способом расчета основных экономических показателей и описания связей между ними в моделях прогнозирования было использование аналитических зависимостей. Модель, не дававшая явных аналитических формул, рассматривалась как бесполезная<sup>4</sup>. Характерной особенностью таких моделей была их упрощенность, проявляющаяся, в частности, в гипотезе о полноте информации, детерминированности экономических условий как одного из базовых допущений неоклассического направления экономической теории.

- 
3. Худокормов А.Г. Основные тенденции в новейшей экономической теории Запада (научный доклад). М.: ИЭ РАН, 2008. С. 68–69.
  4. Шоломицкий А.Г. Теория риска. Выбор при неопределенности и моделирование риска. М.: ГУ-ВШЭ, 2005. С. 317.

Ограничения аналитического описания экономических процессов проявляются главным образом в невозможности задания с помощью лишь математических средств реально наблюдаемых экономических зависимостей, *подавляющее большинство которых носит в экономике вероятностный и нелинейный характер*.

Увеличение мощностей компьютеров позволило снизить потребность в применении исключительно аналитических средств оценки выгоды управленческих решений. Как отмечает Д. Коландер, если раньше компании рассматривались как относительно простые системы, описание которых могло быть сведено к системе уравнений, имеющих аналитические решения, то современной тенденцией является рассмотрение компаний в качестве сложных систем, что делает невозможным их полноценное аналитическое описание. Соответственно, *основным методом описания таких систем в настоящее время становится имитационное моделирование*<sup>5</sup>. Возможность построения в среде электронных таблиц обеспечивает высокую универсальность и гибкость задания экономических зависимостей, что открывает перед компаниями значительные возможности по финансовому проектированию и моделированию экономических процессов.

Рассмотренные тенденции во многом обусловили развитие системного подхода в менеджменте, предполагающего, в частности, постоянное накопление и обработку информации с последующей ее трансформацией в организационную базу знаний<sup>6</sup>.

Фундаментальное значение, которое приобретает информация в цепочке создания стоимости в современных компаниях<sup>7</sup>, в полной мере проявляется и при построении финансовых моделей прогнозирования. К числу обязательной информации, требуемой для построения точных прогнозов, относятся статистические характеристики основных экономических параметров компании (объема

- 
5. Colander D. The Complexity Revolution and the Future of Economics // Middlebury College Working Paper Series 0319 / Middlebury College, Department of Economics. 2003. P. 4.
  6. Клейнер Г.Б. Стратегия предприятия. М.: Издательство «Дело» АНХ, 2008. С. 174–175.
  7. Стюарт Т.А. Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций // М.: Поколение, 2007. С. 93.

продаж, ключевых статей расходов и пр.) Поэтому органичным элементом создания модели прогнозирования является проведение статистического анализа.

Таким образом, в финансовой модели прогнозирования аккумулируется вся доступная к формализации в виде денежных потоков информация, необходимая для принятия стратегических решений. То есть применение модели прогнозирования обеспечивает повышение системности управления компанией. А сами эти модели можно закономерно рассматривать в качестве элемента структурного капитала — подсистемы интеллектуального капитала компании<sup>8</sup>.

Применение имитационного моделирования позволяет обеспечить реализацию другого базового принципа системного подхода — *рассмотрения всего пространства возможных, по мнению экспертов, вариантов*, что открывает путь для вероятностного описания результирующих денежных потоков модели.

Вместе с тем подчеркнем, что термин «полное пространство вариантов» следует понимать в статистическом смысле. Речь не идет о механическом переборе всех теоретически возможных комбинаций значений исследуемых параметров модели, что в большинстве случаев невозможно технически. В процессе моделирования следует учитывать лишь статистически значимые варианты (имеющие вероятность возникновения больше, например, 0,01%), определяя их оптимальное число на основе алгоритмов анализа сходимости.

Построение полного пространства вариантов при моделировании рисков позволяет для каждого шага расчета модели (например квартала) определять вероятностные характеристики денежных потоков компании: математическое ожидание денежного потока, его минимальные и максимальные значения (рис. 1.1).

Такой анализ дает возможность выявлять периоды, в которых результирующий денежный поток компании является стабильным, а также периоды его падения и подъема. Кроме того,

---

8. В соответствии с классификацией интеллектуального капитала, предложенной Х. Сент-Онжом и Л. Эдвиссоном, к структурному капиталу относятся базы данных, компьютерные сети, программы поддержки принятия решений и другие компоненты, обеспечивающие кодирование знаний для их использования в дальнейшем сотрудниками компании, а также своевременный доступ к этим знаниям. Подробнее см. *Стюарт Т.А. Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций* // М.: Поколение, 2007. С. 93.

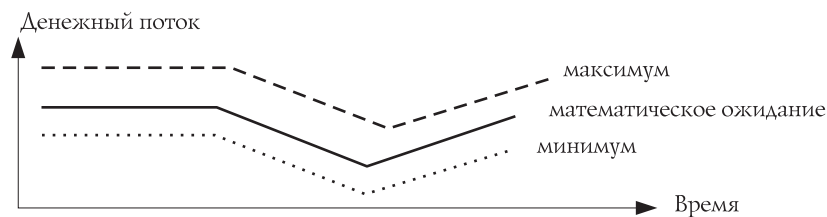


Рис. 1.1. Моделирование рисков позволяет представить денежный поток компании в виде коридора его возможного изменения

у компании появляется реальный шанс рассчитать величину риска, которая в данном случае определяется как интегральная вероятность того, что значение результирующего денежного потока выйдет из области допустимых значений (например, станет отрицательным).

Поддержание денежного потока компании в допустимых пределах способствует росту ее финансовой устойчивости. Кроме того, моделирование рисков позволяет анализировать и выбирать наиболее эффективные стратегии развития, усиливая гибкость управления и повышая общую конкурентоспособность компании.

Таким образом, *проведение вероятностного анализа денежных потоков компании существенно расширяет объем информации*, который может быть учтен в процессе принятия стратегических решений. Полученные *количественные оценки риска, на наш взгляд, следует рассматривать как фундаментальную характеристику развития компании* и один из важнейших показателей, подлежащих учету при принятии решений на различных уровнях управления.

Сложность экономических систем диктует необходимость при построении моделей их прогнозирования принимать во внимание такое свойство, как многоуровневость систем. Применительно к задаче построения моделей развития компаний можно выделить три уровня: отдельного инвестиционного проекта, портфеля проектов и компании в целом. Хотя проблемы и методы финансового моделирования на каждом из этих уровней нашли широкое отражение в научной литературе, следует признать недостаточную теоретическую разработанность этого вопроса. Особенности оценки рисков развития на трех указанных уровнях проанализированы в третьем разделе доклада.

Анализ рассмотренных проблем показывает, что задача разработки модели прогнозирования развития не должна сводиться лишь к конструированию финансовых моделей и их количественному, в том числе вероятностному анализу. Представляется принципиально центральной роль модели прогнозирования в системе стратегического управления компанией, в которой она выступает не просто как формальный финансовый план, но как основной инструмент оценки выгодности разрабатываемых стратегий развития, а также как результат накопления и обработки огромных массивов информации, хранящейся в компании.

Поэтому можно утверждать, что для эффективного применения модели прогнозирования необходима *трансформация системы управления* компанией с тем, чтобы она позволяла накапливать информацию, требуемую для разработки прогнозов и оценки рисков. Представляется, что способность на основе доступной статистической и экспертной информации оценивать риски принимаемых решений может рассматриваться как одна из ключевых компетенций менеджмента любой современной компании.

Это делает необходимой разработку управленческой технологии прогнозирования развития компании, являющейся подсистемой управления ее стратегическим развитием. Важным элементом такой технологии должно быть построение системы подготовки персонала, хотя и требующей весомых инвестиций в повышение его квалификации, но во многом определяющий инновационный потенциал компании, а значит, и ее конкурентоспособность<sup>9</sup>.

### **1.3. Общая технология построения модели прогнозирования развития компании с учетом рисков**

Ключевая роль, которую играет качество исходных данных для точности будущих прогнозов развития компании, диктует общую логику построения внутренней модели прогнозирования

---

9. Скотт М. Факторы стоимости. Руководство для менеджеров по выявлению рычагов создания стоимости. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. С. 243.

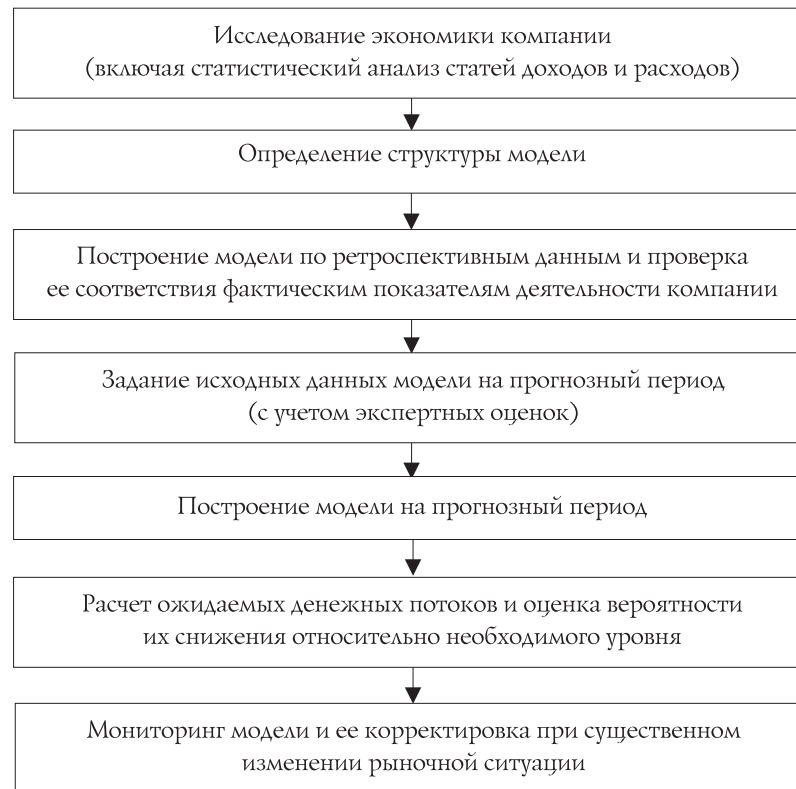


Рис. 1.2. Общая схема процесса построения модели прогнозирования развития компании с учетом рисков

(рис. 1.2). Опираясь на всестороннее исследование бизнес-процессов и статистический анализ основных статей доходов и расходов компании, менеджеры определяют структуру модели, задают исходные данные и зависимости между основными факторами. Затем по ретроспективным данным строится предварительная модель с целью проверки соответствия полученного с ее помощью прогноза фактическим денежным потокам компании. После отладки модели ее корректируют с учетом экспертных оценок и используют для построения прогноза на определенное число периодов в пределах горизонта планирования. В дальнейшем осуществляется периодический мониторинг развития компании с целью учета изменения внешней и внутренней среды компании.



## ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Как известно, определяющую роль в точности прогнозов, получаемых с помощью любой модели, играет качество используемой в ней информации. Поэтому подготовка исходных данных для модели представляет собой важнейшую задачу, предусматривающую наличие в компании как специального аналитического инструментария, так и управленческих процедур.

Подготовка исходных данных для модели невозможна без активного применения статистического анализа, призванного выявить закономерности и тенденции изменения основных статей доходов и расходов компании.

В процессе проведения статистического анализа возникает ряд сложных проблем, таких как работа с нетиповыми распределениями вероятностей, выявление трендов, обеспечение однородности данных и других, которые недостаточно либо вообще не рассматриваются в специальной литературе.

Отметим также, что статистический анализ не следует рассматривать лишь как набор формализованных процедур по обработке рядов данных. Как подчеркивает Э. Ф. Сигел, «статистика – это искусство и наука сбора и анализа данных. Статистические методы следует рассматривать как важную часть процесса принятия решений, позволяющую вырабатывать обоснованные стратегические решения, сочетающие интуицию специалиста с тщательным анализом имеющейся информации. Использование статистики становится

все более значимым преимуществом в конкуренции»<sup>10</sup>. Таким образом, статистический анализ данных является средством более глубокого понимания экономики компании — обязательного условия построения точной модели ее прогнозирования.

## 2.1. Типы исходных данных

В процессе анализа исходных данных необходимо учитывать их различия по степени неопределенности и характеру изменений по периодам. Исходя из этого можно выделить три типа параметров:

1. Параметры, значения которых являются константами во всех периодах в течение горизонта планирования (например ставки налогов, арендуемая площадь);
2. Параметры, значения которых остаются постоянными в рамках каждого отдельного периода (шага расчета), но могут меняться от периода к периоду (например цены на электроэнергию);
3. Параметры, значения которых в рамках отдельного периода меняются случайным образом (например объем продаж). При этом их математические ожидания по периодам могут оставаться постоянными или меняться в соответствии с определенным трендом.

Из приведенной классификации ясно, что наиболее трудными для анализа и прогнозирования являются параметры третьего типа, меняющиеся случайным образом. Для их корректного моделирования в ходе анализа исходных данных следует определить не только ожидаемые значения и тренды, но диапазоны изменения их значений, а также закон распределения вероятности. Поэтому далее основное внимание будет уделено именно параметрам третьего типа.

Как видно из таблицы 2.1, основным источником исходной информации для статистического анализа параметров третьего типа выступают данные бухгалтерского и управленческого учета. Получение этих данных обычно не вызывает принципиальных сложностей,

---

10. Сигел Э.Ф. Практическая бизнес-статистика. М.: Издательский дом «Вильямс», 2008. С. 37.



Таблица 2.1. Примеры часто встречающихся параметров исходных данных, обычно носящих случайный характер

Параметр	Предполагаемая сложность получения данных	Возможность автоматизации обработки значений программными средствами
Объем продаж компании в целом и по продуктам	доступны	возможна, требует наличия специальной программы
Дебиторская задолженность компании в целом и по продуктам	доступны	возможна, требует наличия специальной программы
Материалы компании в целом и по продуктам	легко доступны	возможна, требует наличия специальной программы
Кредиторская задолженность компании в целом и по продуктам	доступны	возможна, требует наличия специальной программы

поскольку их сбор и хранение в компаниях являются обязательными, учитывая важность указанных параметров.

## 2.2. Проблемы обеспечения релевантности и однородности исходных данных

Статистический анализ исходного ряда каждого анализируемого параметра призван выявить наиболее значимые его характеристики, используемые затем при моделировании прогнозных значений.

При этом для обеспечения в модели прогнозирования учета всей доступной информации представляется обоснованным использовать в статистическом анализе каждого исследуемого параметра модели весь доступный временной ряд этого параметра в наиболее детализированном виде (например ежедневные значения объема продаж  $i$ -го продукта за три года).

Поскольку денежные потоки по различным статьям доходов и расходов возникают с разной периодичностью (ежедневно, еженедельно, ежемесячно и т.д.), встает задача агрегирования значений всех исследуемых параметров по интервалам с целью их соответствия выбранному в модели шагу расчета.

Для этого исходный ряд делится на интервалы, соответствующие требуемому шагу расчета. Например, при агрегировании по кварталам притоков денежных средств на расчетный счет компании

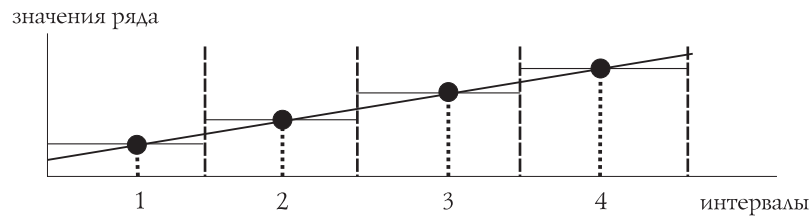


Рис. 2.1. Графическое представление аппроксимации значений ряда их математическими ожиданиями по интервалам

ко второму кварталу будут отнесены все притоки, поступившие за период с 01.04 по 30.06 текущего года. Затем все значения исследуемого параметра внутри каждого интервала заменяются (аппроксимируются) математическими ожиданиями (рис. 2.1).

Интересной закономерностью, выявленной автором в ходе моделирования, является то, что при различной величине интервалов тренды изменения параметров остаются практически неизменными (рис. 2.2).

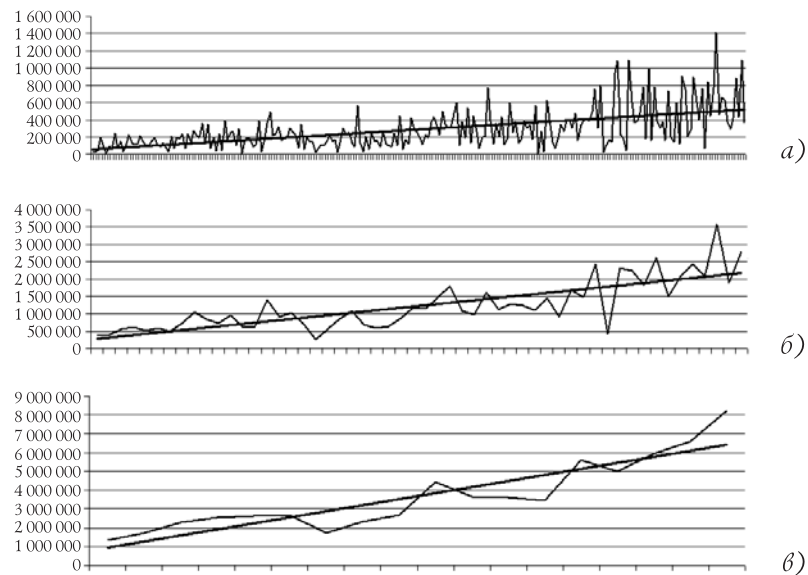


Рис. 2.2. Пример графиков прихода денежных средств на расчетный счет компании, агрегированного по интервалам (а — по неделям; б — по месяцам; в — по кварталам). Источник: расчеты автора

Как видно из приведенных графиков, при увеличении размера интервала происходит сглаживание колебаний, облегчающее последующее моделирование исследуемого параметра.

Поквартальный график также наиболее точно показывает наличие *сезонной составляющей*, которая должна учитываться при моделировании трендов.

Кроме того, сопоставление этих графиков демонстрирует ценность анализа максимально детализированной информации. На рис. 2.2а и 2.2б обращает на себя внимание увеличение волатильности параметра, которое незаметно на графике квартальных значений (рис. 2.2в). Причиной такого увеличения стало повышение доли крупных заказов в структуре продаж компании, усилившее неравномерность притоков денежных средств.

Еще более заметно увеличение волатильности на графике дебиторской задолженности компании (рис. 2.3).

Таким образом, рассмотренный пример свидетельствует о ценности анализа рядов на каждом из уровней агрегирования данных, что предоставляет дополнительную значимую информацию об исследуемом параметре модели.

Рис. 2.2а и 2.2б иллюстрируют еще одну принципиальную проблему, возникающую в процессе статистического анализа исходных данных — *проблему их неоднородности*. Появление дополнительных факторов, влияющих на исследуемый параметр, либо изменение соотношения между факторами часто приводят к изменению вероятностных характеристик ряда (в данном случае — увеличению дисперсии).

Конечной целью подготовки исходных данных является *использование в модели максимального объема информации, наиболее релевантной на момент принятия решений*. Существенные изменения технологий, рыночной ситуации либо законодательной

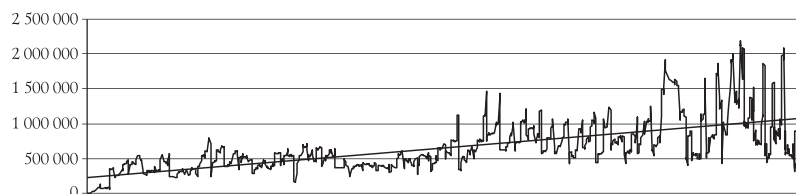


Рис. 2.3. График дебиторской задолженности (по дням)

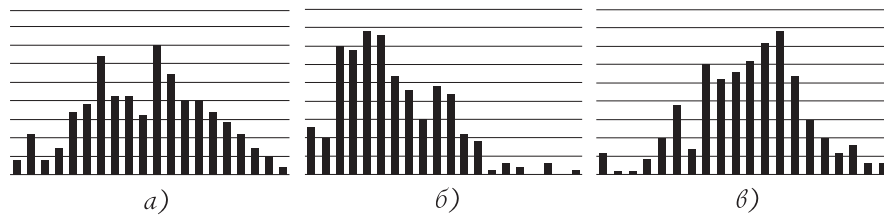


Рис. 2.4. Гистограмма плотностей вероятностей объема продаж (*a* – общий, *б* – продукта 1, *в* – продукта 2)

базы могут привести к тому, что часть имеющихся данных за предыдущие периоды перестают быть релевантными, и их учет при построении модели способен снизить точность прогноза.

Обеспечение однородности становится одним из ключевых критериев и при декомпозиции исследуемых параметров, определении оптимальной степени детализации модели. В качестве примера рассмотрим гистограмму объема продаж компании (рис. 2.4*а*).

Ярко выраженная бимодальность общего распределения, вызванная наличием двух доминирующих факторов, в значительной мере устраняется при разделении на два продукта (рис. 2.4*б*, 2.4*в*). Это говорит о необходимости детализации продаж компании по продуктам для получения более точных распределений.

### 2.3. Проблема идентификации законов распределения вероятностей

Одной из наиболее сложных проблем имитационного моделирования является *идентификация типа распределения* вероятностей случайных величин. Недостаточное внимание, уделяемое данной проблеме в специальной литературе, по-видимому, может быть объяснено распространенным заблуждением, что распределения экономических показателей соответствуют либо могут быть сведены к типовым законам распределения (особенно к нормальному закону). Это допущение позволяет применять для анализа данных хорошо разработанный математический инструментарий.

Однако работа лишь с типовыми распределениями во многих случаях приводит к игнорированию отклонений формы

реально наблюдаемых распределений, проявляющихся, в частности, в асимметрии и выбросах. Более того, как показали результаты проведенного автором анализа, распределения большинства финансовых показателей, отражающих экономику компании реального сектора, значительно отличаются от типовых.

Изученные в ходе данного научного исследования распределения можно условно разделить на четыре группы.

**Первая группа.** Распределения, похожие на экспоненциальное:

- стоимость одного заказа;
- стоимость материалов (по дням);
- приток и отток денежных средств по расчетному счету (по дням);
- оборот денежных средств на расчетном счете (по дням).

**Вторая группа.** Распределения, похожие на распределение Пуассона:

- стоимость заключенных заказов (понедельно);
- сальдо расчетного счета (по дням).

**Третья группа.** Распределения, приближенные к симметричному (в том числе нормальному):

- изменение денежных средств (с учетом резервов компании (по дням);
- кредиторская задолженность (по дням);
- разности общей кредиторской и дебиторской задолженности.

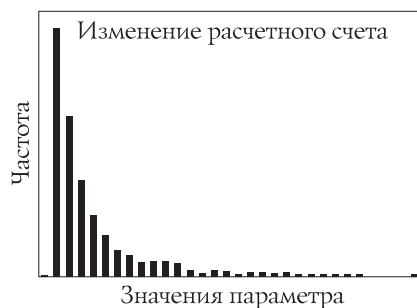


Рис. 2.5. Пример распределения первой группы

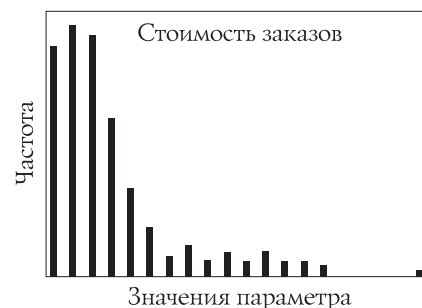


Рис. 2.6. Пример распределения второй группы

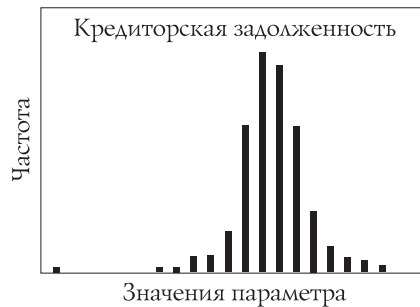


Рис. 2.7. Пример распределения третьей группы

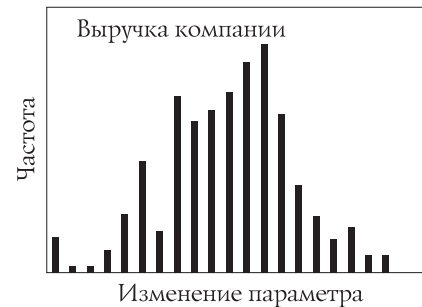


Рис. 2.8. Пример распределения четвертой группы

**Четвертая группа.** Бимодальные и прочие явно нестандартные распределения.

- суммарная выручка (по дням);
- остаток денежных средств (с учетом резервов компании (по дням);
- дебиторская задолженность (по дням).

Ряд авторов отмечает несоответствие распределений многих экономических величин нормальному закону. Как указывает, например, А.И. Орлов, «в эконометрике распределение результатов экономических и технико-экономических наблюдений практически всегда отличается от нормального»<sup>11</sup>.

Попытки игнорировать выявляемые в ходе анализа отклонения могут обернуться искажением оценок ожидаемой изменчивости параметров модели прогнозирования. В результате происходит потеря значимой информации о распределении вероятностей и, в конечном счете, снижение точности прогнозов.

Весьма распространенным методом преобразования нестандартных распределений в типовые является логарифмирование исходного ряда значений, обычно устраняющее серьезную асимметрию распределения. Однако, как показал опыт моделирования, логарифмирование имеет серьезные ограничения. Они обусловлены тем, что при обратном преобразовании математического ожидания и среднего квадратического отклонения (из логарифмических

11. Орлов А.И. Эконометрика / Учебник. М: Экзамен, 2002. [http://www.aup.ru/books/m153/4\\_4.htm](http://www.aup.ru/books/m153/4_4.htm)

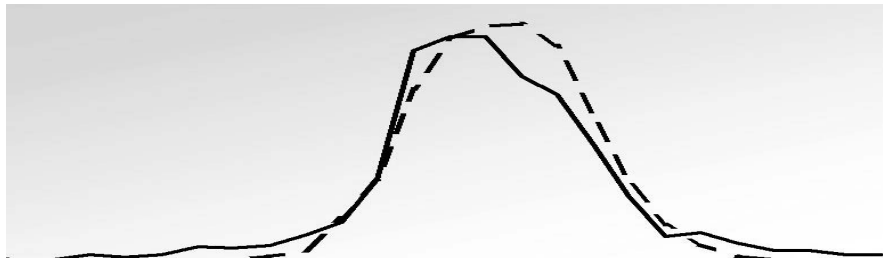


Рис. 2.9. Сравнение эмпирического и нормального распределения кредиторской задолженности компании (— — эмпирическое распределение; - - - - - — нормальное распределение).

в исходные) полученные расчетным путем параметры ряда отличаются от их фактических значений. Это существенно затрудняет применение данного метода на практике.

По нашему мнению, более универсальным решением данной методической проблемы является использование так называемого *эмпирического распределения*, получаемого непосредственно на основе анализа ряда данных без его аналитического описания (при условии его устойчивости).

Для иллюстрации возможных искажений распределения параметра при его искусственном сведении к стандартному на рис. 2.9 приведено сравнение реального эмпирического распределения кредиторской задолженности компании (сплошная линия) и сгенерированного нормального распределения (пунктирная линия), имеющих одни и те же значения математического ожидания и среднего квадратического отклонения (вычисленные в ходе анализа исходного ряда). Несовпадение графиков свидетельствует о некорректности использования нормального распределения вместо фактически наблюдаемого<sup>12</sup>.

Для преодоления трудностей, возникающих при работе с эмпирическими распределениями по сравнению с типовыми, необходимо наличие соответствующего инструментария для генерации случайных чисел, преобразования этих распределений с учетом

12. Как показал расчет критериев согласия Пирсона и Колмогорова, вероятность того, что несоответствие данного эмпирического распределения нормальному объясняется случайными факторами, меньше 0,001.

трендов математических ожиданий и средних квадратических отклонений, детального статистического анализа исходных значений временных рядов.

## 2.4. Генерация эмпирических распределений

Наиболее универсальным методом генерации эмпирического распределения справедливо считается метод линейной аппроксимации. По этому методу генерация случайных чисел производится в несколько этапов:

1. Исходный ряд разбивается на  $h$  интервалов (карманов) переменной либо постоянной длины. При использовании интерва-

Таблица 2.2. Пример таблицы частот эмпирического распределения для интервалов постоянной длины

Нижняя граница интервала	Частота попадания в интервал	Накопленная сумма частот	Интегральная вероятность, %
1	2	3	4
850	33	33	2,87%
110 122	5	38	3,31%
219 395	79	117	10,18%
328 667	199	316	27,50%
437 939	185	501	43,60%
547 212	187	688	59,88%
656 484	111	799	69,54%
765 756	94	893	77,72%
875 029	63	956	83,20%
984 301	70	1026	89,30%
1 093 573	32	1058	92,08%
1 202 846	15	1073	93,39%
1 312 118	12	1085	94,43%
1 421 390	12	1097	95,47%
1 530 663	24	1121	97,56%
1 639 935	4	1125	97,91%
1 749 207	5	1130	98,35%
1 858 479	8	1138	99,04%
1 967 752	5	1143	99,48%
2 077 024	6	1149	100,00%



лов переменной длины получают «длинные» интервалы на участках распределения с небольшим количеством значений и «короткие» интервалы на участках с большим числом значений. Это позволяет более правильно учитывать сложную форму распределений, тем самым повышая точность генерации.

2. Для каждого интервала рассчитываются частоты попаданий значений исходного ряда и соответствующая интегральная вероятность (см. табл. 2.3).

3. Выполняется генерация необходимого количества случайных чисел с использованием стандартного генератора равномерного распределения.

4. Каждое из чисел, сгенерированных по равномерному закону, преобразуется с использованием данных, аналогичных приведенным в таблице 2.2, для получения случайных величин, имеющих искомое эмпирическое распределение.

## 2.5. Способы задания трендов для эмпирического распределения

Предлагаемый подход к моделированию трендов эмпирических распределений отличается от механизма задания трендов для типовых распределений.

Напомним, что для типовых распределений вначале осуществляется задание тренда для параметров распределения, таких как математическое ожидание, среднее квадратическое отклонение и другие. На основе вычисленных для каждого периода значений параметров распределения проводится генерация случайных чисел с использованием аналитических формул соответствующего распределения. При этом автоматически обеспечивается тренд для всех точек типового распределения по периодам.

Поскольку для эмпирических распределений аналитическое описание отсутствует, задание тренда должно осуществляться сразу для всех точек распределения. Как будет показано ниже, при этом обеспечивается требуемый тренд математического ожидания и дисперсии (среднего квадратического отклонения).

В соответствии с методом линейной аппроксимации при моделировании достаточно работать не с отдельными значениями, а с

границами интервалов (аналогично приведенным в столбце 1 табл. 2.2) и частотами попадания значений в сформированные карманы.

В предлагаемом подходе предусмотрено два способа задания тренда для произвольного распределения.

### 1. От периода к периоду меняется только математическое ожидание ряда

Преобразование исходного ряда с учетом тренда проводится путем *прибавления* к каждому значению этого ряда одного и того же числа  $A$ . Тогда математическое ожидание периода  $t+1$  рассчитывается следующим образом:

$$\begin{aligned} M(X)_{t+1} &= (S(x_{i_t} + A))/n = (S(x_{i_t}))/n + A * (n/n) = \\ &= M(X)_t + A \end{aligned} \quad (1),$$

где  $M(X)_t, M(X)_{t+1}$  – математические ожидания исследуемого параметра в периодах  $t$  и  $t+1$ ;  $x_{i_t}$  –  $i$ -е значение параметра в периоде  $t$ ;  $n$  – общее количество сгенерированных случайных значений (одинаково для всех периодов).

Нетрудно установить, что, с учетом (1), для данного случая дисперсия параметра  $t+1$  останется неизменной:

$$\begin{aligned} D_{t+1} &= (S(M(X)_{t+1} - x_{i_{t+1}})^2)/n = \\ &= (S(M(X)_t + A - x_{i_t} - A)^2)/n = D_t \end{aligned} \quad (2),$$

где  $D_t, D_{t+1}$  – дисперсии исследуемого параметра в периодах  $t$  и  $t+1$ ;

Графически при наличии положительного тренда гистограмма значений параметра для периода  $t+1$  сдвигается по оси  $X$  вправо на величину  $A$ .

### 2. От периода к периоду меняются как математическое ожидание, так и среднее квадратическое отклонение

В этом случае преобразование исходного ряда с учетом положительного тренда проводится путем *умножения* каждого значения этого ряда на одно и то же число  $k$ . Тогда математическое ожидание периода  $t+1$  рассчитывается по формуле:

$$M(X)_{t+1} = (S(x_{i_t} * k))/n = M(X)_t * k \quad (3).$$

Дисперсия параметра  $t+1$  вычисляется по формуле:

$$\begin{aligned}
 D_{t+1} &= (S(M(X)_{t+1} - x_{i,t+1})^2)/n \\
 &= (S(M(X)_t * k - x_{i,t} * k)^2)/n = k^2 * D_t
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Соответственно, среднее квадратическое отклонение  $\sigma$  с учетом тренда в периоде  $t+1$  вычисляется путем умножения его величины в периоде  $t$  на  $k$ .

$$\sigma_{t+1} = k * \sigma_t \tag{5}$$

Коэффициент вариации при этом способе остается неизменным.

## 2.6. Средства автоматизации сбора и статистического анализа исходных данных

В силу трудоемкости процедур обработки исходных временных рядов, на практике они должны осуществляться автоматизированно, с использованием типовых программных средств.

Так, для расчета математических ожиданий, средних квадратических отклонений, медиан и других параметров, а также для построения графиков и гистограмм (примеры которых приведены в данном разделе) автором была использована специальная компьютерная программа, разработанная в среде Excel, вкуче со стандартными компонентами пакета электронных таблиц. Это обеспечивает возможность ее применения в качестве типового средства статистического анализа исходных данных в компаниях.

Таблица 2.3. Пример таблицы счета в 1С

Дата	Счет	С кредита счетов	В дебет счетов
02.09.09	Нач. сальдо	128 921,57	
	50	30 000,00	
	62	27 000,00	
	68		6 044,00
	69		23 576,94
	70		41 139,00
	Обороты	57 000,00	70 759,94

Таблица 2.4. Вид преобразованной таблицы для обработки средствами Excel

Дата	День нед.	Обороты	Приток	Отток	Кон. сальдо
02.09.09	Ср.	127760	57000	70760	115162
04.09.09	Пт.	5400	5400	0	120562
09.09.09	Ср.	42400	42400	0	162962

При получении исходных рядов из различных компьютерных баз данных возникает проблема унификации формы предоставления информации для ее последующего анализа. Например, для обработки данных по счетам, получаемых из широко распространенной бухгалтерской системы 1С (табл. 2.3), они преобразуются в таблицу вида табл. 2.4, которая служит основой для формирования исходного временного ряда.

Отметим также, что сохраняемые средствами 1С файлы не могут обрабатываться Excel стандартным образом в силу того, что данные вставляются по технологии ActiveX. Поэтому для работы с ними в электронных таблицах требуется их программная обработка с использованием объекта Window.



## ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ РИСКОВ РАЗВИТИЯ НА ТРЕХ УРОВНЯХ УПРАВЛЕНИЯ В КОМПАНИИ

Как отмечалось выше, прогнозирование развития компании с учетом рисков должно осуществляться на трех уровнях: уровне отдельного инвестиционного проекта, портфеля проектов и компании в целом. Это обусловлено различием задач на каждом из уровней (табл. 3.1), определяющих особенности разрабатываемых моделей и алгоритмов анализа.

Таблица 3.1. Различие решаемых задач на трех уровнях управления инвестиционной деятельностью в компании

Уровень	Основные задачи
– отдельный инвестиционный проект	всестороннее исследование ожидаемых выгод, затрат и рисков проекта
– портфель инвестиционных проектов	ранжирование проектов по степени их приоритетности для последующего отбора и распределения капитала между проектами
– компания в целом	оценка величины и устойчивости денежных потоков текущего бизнеса компании; оценка влияния новых проектов и стратегий на финансовое положение компании

### 3.1. Уровень отдельного инвестиционного проекта

Значительная наукоемкость, временная протяженность преобразования вкладываемых ресурсов в прирост стоимости компании, а также высокая неопределенность потенциальных результатов

обозначают основную форму реализации инвестиций в компании — форму инвестиционного проекта. Инвестиционные проекты выступают как источники формирования будущих конкурентных преимуществ. Поэтому в процессе разработки каждого инвестиционного проекта крайне важно вовремя получить максимально полную информацию о перспективах проекта не только с точки зрения величины чистого денежного потока, который способен генерировать данный проект, но и с позиции определения диапазона возможных колебаний денежного потока. Методы количественного анализа рисков проекта играют ключевую роль в обеспечении руководства компании этой информацией.

Базой для количественной оценки рисков инвестиционного проекта выступает модель его денежных потоков. Первым этапом ее разработки является определение структуры доходов и расходов проекта, прогноз их значений с учетом динамики изменений в течение горизонта планирования.

Модель денежных потоков инвестиционного проекта служит основой для расчета показателей его эффективности: чистой приведенной стоимости (NPV), дисконтированного периода окупаемости (DPP), индекса прибыльности (PI) и других. Получаемые величины данных показателей отражают прогнозируемую выгодность проекта для компании в условиях, когда все параметры принимают свои наиболее вероятные (базовые) значения.

На следующем этапе — при проведении анализа чувствительности проекта — определяются параметры модели, оказывающие наиболее сильное влияние на экономическую эффективность инвестиционного проекта. В своем классическом виде анализ чувствительности сводится к расчету безразмерных коэффициентов чувствительности, отражающих эластичность показателей эффективности проекта.

Однако на практике при проведении анализа чувствительности необходимо помнить о том, что в основе традиционного подхода лежит допущение о линейности функций чувствительности. В действительности функции чувствительности для многих параметров модели денежных потоков проекта являются нелинейными. Например, как показали результаты проведенного автором анализа функций чувствительности инвестиционного проекта (табл. 3.2), из

Таблица 3.2. Пример анализа функций чувствительности параметров инвестиционного проекта на нелинейность

Название параметра	Вид функции чувствительности результирующего показателя		
	чистой приведенной стоимости (NPV)	дисконтированного периода окупаемости (DPP)	индекса прибыльности (PI)
Объем продаж, шт.	нелинейная	нелинейная	нелинейная
Темп изменения объема продаж	нелинейная	нелинейная	нелинейная
Средняя цена единицы продукции, руб.	линейная	нелинейная	нелинейная
Цена аренды 1 м <sup>2</sup> , \$	линейная	нелинейная	линейная
Цена 1 л бензина, руб.	линейная	нелинейная	линейная
Курс доллара, руб.	линейная	нелинейная	нелинейная
Темп инфляции, %	нелинейная	нелинейная	нелинейная
Номинальная ставка дисконтирования, %	нелинейная	нелинейная	нелинейная

пятнадцати параметров модели функция чувствительности NPV оказалась нелинейной для четырех параметров, PI – для восьми, а DPP – для всех пятнадцати<sup>13</sup>. Общеизвестным примером нелинейной функции чувствительности, широко рассмотренным в литературе, является функция изменения NPV проекта при изменении его ставки дисконтирования<sup>14</sup>. Более того, как отмечает А.А. Кугаенко, при моделировании экономических систем «линейные взаимозависимости практически отсутствуют»<sup>15</sup>.

Проведение анализа чувствительности играет важную роль в повышении системности обоснования инвестиционного проекта. Его результаты позволяют определить, какие параметры модели требуют обязательного учета изменчивости их значений.

Включение в модель денежных потоков всех возможных вариантов значений этих параметров, осуществляемое с помощью имитационного моделирования, превращает ее из базовой в вероятностную. Имитационное моделирование инвестиционного проекта

13. Терентьев Н. Анализ чувствительности инвестиционного проекта в условиях нелинейности и многофакторности // Инвестиции в России. 2007. № 4. С. 37.

14. См., напр., Ван Хорн Дж. К., Вахович Дж. М. (мл.). Основы финансового менеджмента. 11-е изд. М.: ИД Вильямс, 2004. С. 454–455.

15. Кугаенко А.А. Основы теории и практики динамического моделирования социально-экономических объектов и прогнозирования их развития. Монография. 2-е изд. М.: Вузовская книга, 2005. С. 21.

проводится в несколько этапов с использованием электронных таблиц MS Excel:

1. Выбираются исходные параметры модели денежных потоков, для которых будет осуществляться имитационное моделирование. Для каждого из них определяется закон распределения (равномерный, нормальный, Пуассона и др.) и параметры распределения.

2. Для каждого параметра осуществляется генерация  $m$  случайных чисел с использованием стандартных функций Excel. Количество генерируемых чисел одинаково для всех параметров и обычно лежит в пределах от 1000 до 50000.

3. На основе результатов генерации формируется  $m$  комбинаций случайных чисел для выбранных параметров. Одной комбинации соответствует одна строка таблицы Excel.

4. Для каждой комбинации значений параметров проводится расчет показателей эффективности проекта. Для этого с помощью компьютерной программы, написанной в Visual Basic for Applications, все комбинации значений исходных параметров последовательно подставляются в модель денежных потоков. Получаемые значения показателей эффективности для каждой комбинации помещаются в соответствующую строку таблицы Excel.

5. В Excel производится сортировка строк таблицы случайных значений исходных данных расчета по возрастанию показателя эффективности (например NPV).

6. Каждой строке таблицы присваивается определенная интегральная вероятность. Так, если в массиве 1000 строк, то строкам  $i$  и  $i+1$  будут соответствовать интегральные вероятности, отличающиеся на величину 0,1%.

7. Вычисляется интегральная вероятность отрицательного NPV проекта. Для этого количество строк, NPV в которых отрицательна, делится на общее количество строк в таблице.

Рассмотренный подход к проведению имитационного моделирования позволяет не только рассчитать ожидаемые значения показателей эффективности инвестиционного проекта, но и получить дополнительный критерий, отражающий риск проекта: интегральную вероятность того, что величина показателя эффективности окажется в области недопустимых значений.



Таким образом, основная задача финансового моделирования и количественной оценки рисков на уровне отдельного инвестиционного проекта состоит в максимально детальном исследовании потенциала создания проектом рыночной стоимости для компании и величины возможных отклонений его денежных потоков. Однако для обеспечения соответствия разрабатываемых инвестиционных проектов стратегическим целям компании необходимо их рассмотрение на уровне портфеля.

### 3.2. Уровень портфеля инвестиционных проектов

Начиная с 1970-х годов, когда была предложена матрица Boston Consulting Group, портфельный подход получил распространение как инструмент планирования конкурентных стратегий и распределения капитала между продуктами (либо отдельными направлениями бизнеса) компаний<sup>16</sup>. Не менее важно рассмотрение в качестве портфеля совокупности разрабатываемых инвестиционных проектов, многие из которых, как отмечалось выше, являются основой будущих продуктов компании, формирующих ее денежный поток.

С точки зрения управления конкурентоспособностью компании портфель инвестиционных проектов можно рассматривать как портфель ее будущих конкурентных преимуществ. Поэтому решения, принимаемые на уровне портфеля, наиболее важными из которых являются отбор инвестиционных проектов и распределение капитала между ними на основе многокритериального подхода<sup>17</sup>, во многом определяют те направления роста конкурентоспособности, которые избирает для себя компания при разработке стратегии развития.

---

16. Подробнее см., например: Коллис Дж., Монтомери С.А. Корпоративная стратегия. Ресурсный подход. М: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2007. С. 25–28.

17. Предложенная автором методика отбора инвестиционных проектов изложена в статье: Терентьев Н.Е. Отбор инвестиционных проектов на основе многокритериального подхода // Интеграл. 2007. № 1. С. 44–45.

Поскольку проекты обладают разной степенью рискованности, необходим контроль общего уровня риска проекта, чтобы не превысить его максимально допустимое для компании значение.

По нашему мнению, наиболее универсальным подходом к оценке суммарного риска портфеля проектов является использование результатов имитационного моделирования, осуществленного для каждого из проектов, входящих в портфель.

Исходными данными для расчета являются вероятностные распределения NPV каждого из  $n$  проектов. Процедура расчета состоит из следующих этапов:

1. Формируется  $N$  комбинаций NPV. Для этого таблица случайных значений каждого проекта сортируется по возрастанию NPV, после чего столбец значений NPV переносится в таблицу, общий вид которой представлен в табл. 3.3.

2. Вычисляется суммарная  $PV_{\text{ост портфеля}}^{18}$  для каждой комбинации.

3. Таблица 3.3 сортируется по возрастанию  $PV_{\text{ост портфеля}}$ .

4. Каждой комбинации присваивается интегральная вероятность, определяемая путем деления номера строки таблицы, в которой находится данная комбинация, на общее количество комбинаций  $N$ .

5. Определяется интегральная вероятность отрицательного  $PV_{\text{ост портфеля}}$ .

Отметим, что данный метод предполагает, что количество случайных значений NPV всех проектов одинаково.

В том случае, если для оценки рисков некоторых проектов компании не использовалось имитационное моделирование и их вероятностные характеристики ( $M(X)$  и  $\sigma$ ) были получены каким-либо другим методом, эти проекты также могут быть включены в расчет. Для этого проводится генерация значений NPV на основе указанных вероятностных характеристик и закона распределения NPV проекта.

---

18. Под остаточной приведенной стоимостью портфеля понимается оставшаяся сумма ожидаемых чистых денежных потоков от проектов, входящих в портфель. Подробнее об остаточной приведенной стоимости проекта см. *Валдайцев С.В. Оценка бизнеса: учеб. пособие. 2-е изд. М.: ТК Велби, Изд-во Проспект, 2004. С. 34.*

Таблица 3.3. **Общий вид таблицы оценки риска портфеля на основании результатов имитационного моделирования проектов, входящих в портфель**

Номер строки	Инвестиционные проекты				$PV_{\text{ост. портфеля}}$	Интегральная вероятность
	NPV проекта 1	NPV проекта 2	...	NPV проекта r		
1					$PV_{\text{ост. портфеля}} < 0$	$P(PV_{\text{ост. портфеля}} < 0) = h/N$
2						
...						
<b>H</b>						
...					...	...
N/2					$M(PV_{\text{ост. портфеля}})$	0,5
...					...	...
N					$PV_{\text{ост. портфеля max}}$	1

Таким образом, управление портфелем инвестиционных проектов с учетом рисков повышает сбалансированность портфеля и гибкость принятия стратегических решений, что обеспечивает существенный потенциал роста конкурентоспособности компании. Однако при разработке стратегии развития крайне важно иметь возможность оценить ее влияние на финансовое положение и риск компании в целом.

### 3.3. Уровень компании в целом

В настоящее время задача разработки технологии количественной оценки рисков инвестиционного развития выходит за рамки инвестиционного анализа как отдельных проектов, так и портфеля. В условиях современной динамично меняющейся внешней среды возникает необходимость применения системного подхода к анализу рисков и финансовому проектированию стратегического развития компании в целом. Это предполагает разработку финансовой модели компании, что дает возможность спрогнозировать динамику ее денежных потоков с учетом выбранной стратегии развития, вероятность и размер возможного ущерба в случае неблагоприятных изменений рыночной среды, а также разработать меры по минимизации этого ущерба.

Базой для количественной оценки рисков на этом уровне служит модель прогнозирования развития компании с учетом рисков. Она позволяет рассчитать суммарные денежные потоки компании и провести их вероятностный анализ, оценить влияние разрабатываемых стратегий развития и ожидаемых изменений конкурентных позиций компании. Модель должна обладать гибкостью, постоянно развиваться и совершенствоваться менеджерами компании с учетом происходящих изменений. Таким образом, адаптивность модели прогнозирования является одним из ключевых условий, дающих возможность ее эффективного применения для количественной оценки рисков на уровне компании.

Для реализации указанных свойств модель прогнозирования при внедрении в компании должна быть реализована в виде программного комплекса, автоматизирующего процедуры построения многопериодной модели денежных потоков, проведения генерации случайных чисел, имитационного моделирования и статистического анализа результатов прогнозирования. Это позволяет обеспечить оперативность получения результатов при моделировании различных вариантов и стратегий развития.

Важнейшим элементом исходных данных в модели прогнозирования является описание трендов изменяемых параметров<sup>19</sup>.

Наиболее универсальным и гибким методом задания изменений параметров является прямой ввод их значений по периодам. Это, в частности, дает возможность использования в модели временных зависимостей (например планируемых объемов продаж, изменений цены продукции и пр.), полученных в результате маркетинговых исследований. Такой способ задания также необходим для параметров, которые изменяются нерегулярно (например стоимость аренды помещений, обычно остающаяся неизменной в течение года). Во многих случаях для описания изменения параметров, значения которых меняются в каждом периоде, гораздо удобнее задавать тренды в виде ряда значений, представляющего собой арифметическую или геометрическую прогрессию.

---

19. Подробнее см. Терентьев Н.Е. Многотрендовая модель прогнозирования развития компании с учетом рисков // Финансы и бизнес. 2008. №3. С. 78–92.

Для параметров, значения которых изменяются случайным образом, необходимо иметь возможность задавать изменения значения среднего квадратического отклонения. Можно выделить несколько различных способов его изменения:

а) среднее квадратическое отклонение остается постоянным для всех периодов, независимо от изменения математического ожидания;

б) среднее квадратическое отклонение меняется линейно;

в) среднее квадратическое отклонение меняется таким образом, что коэффициент вариации, равный отношению среднего квадратического отклонения к математическому ожиданию, остается постоянным.

Как показал опыт моделирования, учет изменений среднего квадратического отклонения оказывает существенное влияние на результаты оценки риска наступления неплатежеспособности компании, поэтому наличие различных способов задания среднего квадратического отклонения имеет важное значение для повышения точности прогнозирования.

Еще одним существенным фактором, который следует учитывать при задании исходных данных, является необходимость указания предельных значений параметров, которые обусловлены их экономической природой. Например, объем продаж не может быть как отрицательным, так и превышать величину максимального объема рынка. Аналогично, затраты, представляющие собой денежные оттоки, при их уменьшении по модулю не могут стать положительными. По этой причине распределения вероятностей параметров приобретают усеченный характер.

В процессе имитационного моделирования программа выявляет случайные значения, выходящие за границы предельных, и корректирует их путем замены на предельные значения. Автоматизация данной процедуры позволяет не только повысить точность результатов моделирования, но и проводить контроль качества задания исходных данных с помощью специальных счетчиков количества измененных значений для каждого параметра. Если количество измененных значений достаточно велико, например, больше 10% от всех значений, это свидетельствует о необходимости изменения среднего квадратического отклонения либо корректировки тренда значений данного параметра.

На практике при построении моделей денежных потоков часто приходится учитывать взаимосвязи между параметрами модели в виде корреляционных зависимостей. Поэтому возможность задания корреляции является обязательным элементом при разработке модели. В описываемой модели предусматривается возможность задания корреляции в два этапа. На первом этапе в аналитическом или табличном виде определяется зависимость между параметрами, имеющими корреляцию. На втором этапе для задания отклонений производится умножение анализируемой зависимости на случайную величину, характеристики которой указываются в исходных данных в соответствии с алгоритмом, описанным выше для параметров третьего типа.

### **3.4. Разработка модели денежных потоков компании**

Важнейшими характеристиками модели денежных потоков являются продолжительность горизонта планирования, длина шага расчета, а также момент приведения денежных потоков.

Выбор горизонта планирования и длины шага расчета определяется в первую очередь возможностью получения качественных прогнозов основных статей доходов и расходов компании. Представляется, что в российских условиях горизонт планирования для большинства компаний не превышает четырех лет. В этом случае в качестве длины шага расчета можно рекомендовать квартал. Тогда количество периодов в модели денежных потоков не будет превышать семнадцати с учетом нулевого периода, к которому обычно приводятся денежные потоки. При этом делается допущение, что все потоки возникают в конце периода.

Разработка модели денежных потоков — творческий процесс, требующий учета особенностей конкретной компании. Вместе с тем целесообразно придерживаться типовой структуры модели, в соответствии с которой денежные потоки разделяются на три группы: операционные (потоки от текущей деятельности), инвестиционные (связанные с вложениями в основные средства и оборотный капитал), а также финансовые (связанные с обслуживанием взятых

компанией займов). В качестве итогового показателя в рассматриваемой модели используется дисконтированный денежный поток для собственников. Пример структуры модели денежных потоков представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Пример структуры модели денежных потоков компании

№	Операционные денежные потоки	Формула расчета*
1	ПРОДУКТ 1	
2	Выручка от реализации 1	+
3	Прямые переменные расходы 1	-
4	Прямые постоянные расходы 1 (включая амортизацию)*	-
5	Валовая прибыль продукта 1	2 + 3 + 4
6	ПРОДУКТ 2	
7	Выручка от реализации 2	+
8	Прямые переменные расходы 2	-
9	Прямые постоянные расходы 2 (включая амортизацию)*	-
10	Валовая прибыль продукта 2	= 7 + 8 + 9
11	<b>Совокупная валовая прибыль</b>	= 5 + 10
12	ОБЩЕОРГАНИЗАЦ., КОММЕРЧ. И УПРАВЛЕНЧ. РАСХОДЫ	
13	Общеорганизационные расходы	
14	Амортизация общая**	-
15	Аренда	-
16	Затраты на электроэнергию офиса	-
17	Итого общехозяйственные расходы	=14 + 15 + 16
18	Коммерческие и управленческие расходы	
19	Расходы на рекламу	-
20	ФОТ управленческого персонала	-
21	ЕСН управленческого персонала	-
22	Итого управленческие и коммерческие расходы	=19 + 20 + 21
23	Прибыль от реализации (продаж)	=11 - 17 - 22
24	Сальдо операционных доходов/расходов	+/-
25	Сальдо внеоперационных доходов и расходов	+/-
26	Прибыль до налогообложения	=23 + 24 + 25
27	Налог на прибыль	-
28	Чистая прибыль	=26 - 27
29	Амортизация (прямая + общая)**	+
30	<b>Итого операционный денежный поток</b>	=28 + 29
31	ИНВЕСТИЦИОННЫЕ ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ	
32	Инвестиции в основные средства и нематериальные активы	-

Продолжение таблицы 3.4.

33	Изменение оборотного капитала по продукту 1	+/-
34	Изменение оборотного капитала по продукту 2	+/-
35	<b>Итого инвестиционный денежный поток</b>	=32 + 33 + 34
36	<b>Итого свободный денежный поток</b>	=30 + 35
<b>ФИНАНСОВЫЕ ДЕНЕЖНЫЕ ПОТОКИ</b>		
38	Полученные займы	+
39	Возврат основной суммы займов, сделанных ранее	-
40	Выплата процентов по займам	-
41	<b>Итого финансовый денежный поток</b>	=38 + 39 + 40
42	<b>Итого денежный поток для собственников</b>	=36 + 41
43	<b>Дисконтированный денежный поток для собственников</b>	=42 * 1/(1 + r) <sup>t</sup>

\* «+» – приток денежных средств;

«-» – отток денежных средств;

«=» – формула расчета, где числа в формуле означают номера строк таблицы.

\*\* не является денежным потоком, но используется для расчета налога на прибыль.

Приведенная в таблице 3.4 структура показывает общую логику построения модели денежных потоков в соответствии с финансовой теорией. Однако конкретный набор статей доходов и расходов индивидуален для каждой компании и зависит от профиля ее деятельности и особенностей бизнес-процессов, выявляемых в ходе статистического анализа исходных данных.

По нашему мнению, зависимость структуры модели от исходных данных носит принципиальный характер, поскольку, как и прочие этапы технологии построения модели прогнозирования, этап разработки модели денежных потоков должен обеспечивать максимально полный учет собранной информации. Этого можно достичь путем применения принципа «сверху вниз». В соответствии с ним вначале строится наиболее обобщенная модель (на основе бухгалтерского баланса и отчета о прибылях и убытках), которая затем детализируется для учета всех значимых факторов, в том числе задания разнонаправленных трендов. При анализе статей расходов компании в качестве критерия детализации целесообразно использовать долю каждой статьи в общем объеме расходов данной группы. Например, при формировании общеорганизационных расходов отдельными строками выделяются только статьи, составляющие не менее 5% от общеорганизационных расходов, а все остальные расходы суммируются в одной строке.



При анализе доходов компании (особенно при наличии в ее ассортименте десятков продуктов) часто возникает проблема группировки продуктов по сегментам. Здесь, помимо принципа «сверху вниз», также необходимо учитывать, что формируемые сегменты должны сохранять свою однородность (подробнее см. п. 2.2).

Реализация принципа «сверху вниз» повышает универсальность технологии построения модели, поскольку позволяет применять инструментарий имитационного моделирования к моделям различной степени детализации в зависимости от объема имеющейся информации. Эта особенность предлагаемого методического подхода открывает возможности для активного применения моделей прогнозирования и при внешнем анализе, в том числе вышестоящими компаниями, а также банками и другими финансовыми институтами (подробнее см. раздел 4).

### **3.5. Пример использования модели прогнозирования развития компании**

Проиллюстрируем применение рассматриваемой модели на примере компании, производящей два вида продукции. Горизонт планирования составляет два года; в качестве шага расчета используется квартал.

Как видно из исходных данных (табл. 3.5), объем продаж первого продукта возрастает, в то время как продажи второго имеют тенденцию к снижению. Кроме того, ожидается повышение ряда статей расходов. В итоге общий тренд изменения математических ожиданий результирующего денежного потока компании по периодам является отрицательным. Однако разнонаправленность трендов и различие дисперсий ключевых параметров модели не позволяют без специального инструментария оценить изменчивость денежных потоков.

Как показывают результаты моделирования (табл. 3.6, рис. 3.1), хотя результирующий денежный поток к концу первого года сокращается менее чем в два раза, вероятность того, что в четвертом периоде он окажется отрицательным, существенно возрастает (до 4%).

Таблица 3.5. Пример задания исходных данных для модели прогнозирования развития компании

Изменяемые параметры модели	Исходные данные для первого периода				Тренд математического ожидания (М.О.)		Тип функции изменения $\sigma^*$	Пределные значения	
	Математическое ожидание	мини-мум	макси-мум	Закон распределения*	Тип тренда	Значение, %		мини-мум	макси-мум
<b>Продукт 1</b>									
Объем продаж, шт.	610 000	310 000	910 000	э	арифм.	2	0	1 700 000	
Цена, руб.	160	100	220	н	арифм.	1	0	450,00	
Норма затрат на сырье, руб. на руб. выручки	0,23	0,18	0,28	н	арифм.	5	0,14	0,50	
Норма затрат на ФОТ, руб. на руб. выручки	0,22				арифм.	5	0		
Норма затрат на электроэнергию, руб. на руб. выручки	0,11				геометр.	102	0		
<b>Продукт 2</b>									
Объем продаж, шт.	180 000	60 000	300 000	э	арифм.	-3,5	0	1 800 000	
Цена, руб.	280	200	360	н	арифм.	-1,5	0	550,00	
Норма затрат на сырье (руб.) на руб. выручки	0,26				арифм.	4			
Норма затрат на ФОТ, руб. на руб. выручки	0,22				арифм.	3			
Норма затрат на электроэнергию, руб. на руб. выручки	0,09				геометр.	104			
<b>Общеопр. ком. и управл. расходы</b>									
ФОТ управленческого персонала, руб.**	-5 894 710				арифм.	2			
Курс доллара, руб.	31,00				арифм.	-2			

\* н – нормальное распределение; э – эмпирическое распределение к – постоянное среднее квадратическое отклонение; в – постоянный коэффициент вариации.

\*\* «-» — отток денежных средств

Таблица 3.6. Результаты анализа перспектив развития компании

№ периода	Матем. ожидание $EqCF_t$	Вероятность $EqCF_t < 0$	Минимум $(M(EqCF_t) - 2 * \text{левое } \sigma)$	Максимум $(M(EqCF_t) + 2 * \text{правое } \sigma)$
1	17 030 231	0,00	4 509 843	28 290 184
2	15 737 499	0,01	5 157 642	26 215 761
3	11 782 972	0,01	2 406 689	21 409 063
4	9 445 567	0,04	-528 851	17 487 518
5	7 125 255	0,05	-1 818 956	14 373 367
6	4 833 182	0,13	-3 905 310	12 792 706
7	1 851 151	0,29	-5 324 425	8 945 525
8	-776 178	0,60	-7 837 768	5 449 536

Последующее ускорение снижения результирующего денежного потока компании приводит к крайне быстрому, лавинообразному нарастанию вероятности его отрицательного значения до 50% и более. Данная особенность свидетельствует о том, что компания способна потерять финансовую устойчивость в течение достаточно короткого периода времени (в рассматриваемом примере — за три квартала).

Возможность оценки динамики денежного потока и риска наступления неплатежеспособности представляется крайне важной, поскольку показывает, какой временной промежуток имеется

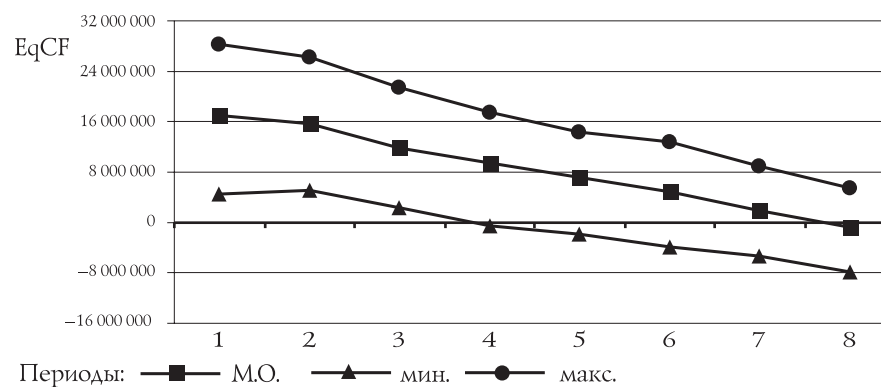


Рис. 3.1. Динамика изменения математического ожидания, минимума и максимума  $EqCF$  при анализе перспектив развития компании.

Таблица 3.7. Результаты влияния стратегии на перспективы развития компании

№ периода	Матем. ожидание $EqCF_t$	Вероятность $EqCF_t < 0$	Минимум $(M(EqCF_t) - 2 * \text{левое } \sigma)$	Максимум $(M(EqCF_t) + 2 * \text{правое } \sigma)$
1	17 636 919	0,00	3 870 205	28 977 974
2	14 955 573	0,00	2 149 330	25 272 966
3	12 428 914	0,01	781 015	23 875 624
4	9 812 858	0,02	-1 169 935	19 195 801
5	7 966 814	0,05	-402 483	16 481 966
6	5 079 698	0,12	-4 184 545	12 319 318
7	8 546 494	0,02	-1 802 959	16 784 596
8	10 081 179	0,01	801 931	18 328 882

у менеджеров компании для разработки мер по изменению выявленных негативных тенденций. В данном примере такой период составляет пять кварталов.

Адаптивность модели, позволяющая видоизменять структуру денежных потоков, дает возможность оценить выгодность различных стратегий развития, их влияние на изменение риска наступления неплатежеспособности компании. Это может достигаться путем включения в модель развития компании денежных потоков от новых инвестиционных проектов и учета финансовых последствий прочих управленческих решений (например изменения ценовой стратегии).

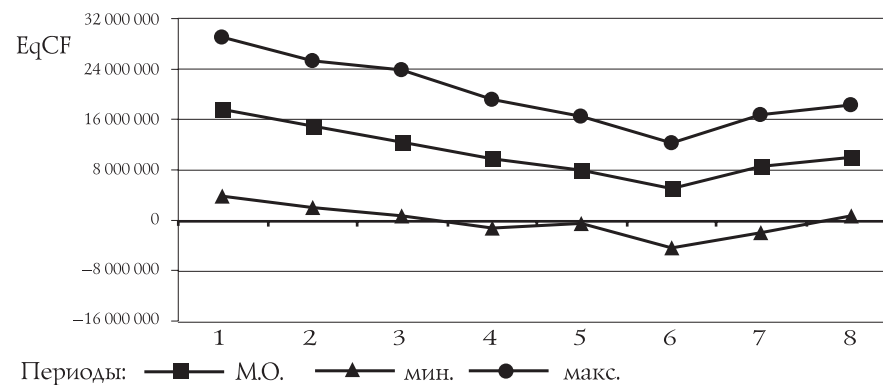


Рис. 3.2. Динамика изменения EqCF компании с учетом выпуска нового продукта.

В качестве примера рассмотрим результаты проведенной автором оценки разрабатываемой в компании инвестиционной стратегии, предполагающей выпуск нового высокодоходного продукта. Как видно из таблицы 3.7 и рисунка 3.2, в течение первых шести периодов в компании прогнозировалось постоянное падение денежного потока для собственников (EqCF). При этом вероятность отрицательного денежного потока увеличилась до 12%, что соответствует критическому уровню риска по классификации, используемой в компании. Как показали результаты моделирования, выпуск нового вида продукции увеличит денежный поток за два периода с 5 до 10 млн руб., снизит риск отрицательного денежного потока с 12 до 1% и тем самым позволит нормализовать финансовое положение компании.

Таким образом, применение модели прогнозирования открывает перед компаниями широкие возможности по прогнозированию динамики денежных потоков и их изменчивости, что позволяет повысить финансовую устойчивость компании. Реализация модели прогнозирования в виде программного комплекса на базе MS Excel делает ее применение доступным большинству компаний в качестве эффективного инструмента информационной поддержки процесса стратегического управления на этапах анализа положения компании, сравнительной оценки разрабатываемых стратегий развития, принятия инвестиционных и финансовых решений.

## IV

### НЕКОТОРЫЕ ДРУГИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Несмотря на то, что основными задачами модели прогнозирования являются оценки перспектив развития компании, выгоды разрабатываемых стратегий развития и риска наступления неплатежеспособности (рассмотренные подробнее в предыдущем разделе), существует ряд других актуальных задач, при решении которых применение модели прогнозирования может повысить эффективность стратегического финансового менеджмента.

#### **Применение моделей прогнозирования для внутреннего анализа**

Как показали последствия мирового экономического кризиса, крайне актуальной задачей для российских компаний является **оценка эффективности различных схем кредитования**. Модель прогнозирования дает возможность оценить максимальную долговую нагрузку компании, при которой риск наступления ее неплатежеспособности не выйдет за пределы приемлемых для собственников компании значений.

Модель прогнозирования позволяет оценивать эффективность **системы управления рисками** в компании. С ее помощью может осуществляться оценка различных условий страхования ключевых рисков компании. Для этого используются данные о частоте наступления каждого риска и вероятностном распределении связанного с ним ущерба. В процессе моделирования при возникно-

вении ситуации риска ущерб отражается в виде дополнительного денежного оттока. На следующем этапе в модель включаются денежные потоки, связанные со страховыми выплатами и платежами в случае реализации рисков. Модель может использоваться для расчета совокупного ущерба от системы рисков и давать прогноз их совместного влияния на изменение риска наступления неплатежеспособности компании.

При финансовом моделировании рассмотренных задач менеджеры компании обладают всей полнотой внутренней информации, поэтому разрабатываемые модели денежных потоков могут быть достаточно детальными, учитывать сложные взаимосвязи между параметрами.

#### **Применение моделей прогнозирования в рамках внешнего стратегического анализа**

Вместе с тем модель прогнозирования может использоваться и для внешнего стратегического анализа перспектив и рисков развития компании.

Это является особенно актуальным при осуществлении **стратегического контроля дочерних компаний**, входящих в структуру холдингов, финансово-промышленных групп, госкорпораций и прочих организационных объединений. Для указанных целей могут использоваться более агрегированные модели, отражающие лишь самые значимые факторы развития дочерних компаний.

Кроме того, модель позволяет учитывать перспективы развития ключевых **контрагентов** (например ключевых поставщиков и заказчиков) компании. Такая возможность является фактором повышения устойчивости компании, особенно при заключении долгосрочных контрактов, поскольку банкротство кого-либо из контрагентов в ряде случаев несет в себе риск перерывов в производственном процессе и может обернуться возникновением существенных финансовых трудностей.

Применение моделей прогнозирования может также повысить эффективность **принятия решений о слияниях и поглощениях**, так как позволяет количественно оценить возникающие синергетические эффекты и изменение совокупного риска компаний-участников подобных сделок.

### Применение моделей прогнозирования в банках и других финансовых организациях

Анализ денежных потоков приобретает все большее значение при оценке **банками** риска наступления неплатежеспособности потенциальных корпоративных заемщиков<sup>20</sup>, особенно учитывая преимущества данного метода по сравнению с методами оценки кредитоспособности, основанных на данных бухгалтерской отчетности (таких как, например, критерий Альтмана). Прогнозирование денежных потоков при формировании сбалансированного по доходности и риску портфеля ссуд позволяет оценивать размер непредвиденных потерь по нему (которые, в отличие от ожидаемых потерь, финансируются за счет собственного капитала банка). Необходимость вероятностного анализа потерь по портфелю ссуд делает весьма актуальным использование для этой цели имитационного моделирования, что придает модели прогнозирования развития компании с учетом рисков статус полезного дополнительного инструмента кредитного анализа<sup>21</sup>.

Использование моделей прогнозирования может оказаться полезным и в инвестиционных компаниях, так как указанные модели дают возможность более полного учета имеющейся информации и, следовательно, более точной оценки перспектив развития компаний-эмитентов по сравнению с применением, например, мультипликатора Р/Е. Реализация предложенного автором подхода в среде электронных таблиц значительно повышает скорость принятия решений и адаптивность моделей благодаря легкости их корректировки при появлении новых факторов, влияющих на доходность и риски инвестиционного портфеля.

Отметим, что модели прогнозирования для целей кредитного и фундаментального инвестиционного анализа имеют существенные особенности, связанные с ограниченностью исходной информации, выбором горизонта планирования, порядком расчета результирующего денежного потока с позиции банков и инвестиционных компаний. Для повышения точности прогнозирования в таких моделях могут активно использоваться отраслевые прогнозы.

---

20. Синки Дж. Финансовый менеджмент в коммерческом банке и в индустрии финансовых услуг / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. С. 477.

21. Подробнее см. Терентьев Н.Е. Эффективность управления кредитными рисками как основа долгосрочной конкурентоспособности коммерческого банка // Современная конкуренция. 2008. № 6. С. 81–91.



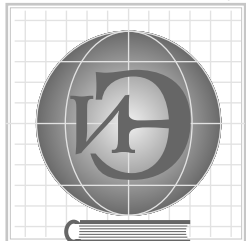


Николай Евгеньевич  
**ТЕРЕНТЬЕВ**

—

Терентьев Н.Е. 1981 г. р., в 2004 г. с отличием окончил экономический факультет ИМПЭ им. А.С. Грибоедова по специальности «Менеджмент». В 2007 г. там же защитил кандидатскую диссертацию по проблемам финансового управления инвестиционными проектами. С сентября 2007 г. — старший научный сотрудник Центра институтов взаимодействия государства и экономики Института экономики РАН. Область научных интересов — финансовое моделирование и анализ рисков развития компаний, оценка эффективности и отбор инвестиционных проектов, имитационное моделирование, анализ глобальных рисков экономического развития.

Российская академия наук



Институт экономики

Редакционно-издательский отдел:

Тел.: +7 (499) 129 0472

e-mail: [print@inecon.ru](mailto:print@inecon.ru)

Сайт: [www.inecon.ru](http://www.inecon.ru)

*Научный доклад*

**Н.Е. Терентьев**

Модели прогнозирования развития компаний с учетом рисков  
*Многотрендовый анализ и моделирование денежных потоков*

Оригинал-макет — Валериус В. Е.

Редактор — Сергиенко Т.Е.

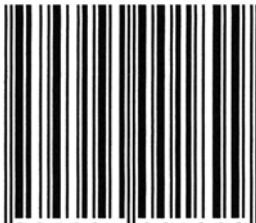
Компьютерная верстка — Гришина М.Ф.

Подписано в печать 09.11.2009 г.

Заказ № 100. Тираж 300. Объем 2,1 уч. изд. л.

Отпечатано в ИЭ РАН

ISBN 978-5-9940-0189-9



9 785994 001899