

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ЭКОНОМИКИ И ФИНАНСОВ**

На правах рукописи

Недосекин Алексей Олегович

**МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ФИНАНСОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
НЕЧЕТКО-МНОЖЕСТВЕННЫХ ОПИСАНИЙ**

08.00.13 – «Математические и инструментальные методы экономики»

**Диссертация на соискание ученой степени
доктора экономических наук**

Научный консультант:
доктор экономических наук
профессор Д.В.Соколов

Санкт-Петербург
2003

Содержание

<u>Введение</u>	6
<u>1. Основы моделирования финансовой деятельности</u>	17
<u>1.1. Финансы хозяйствующего субъекта как кибернетическая система</u>	17
<u>1.2. Обзор существующих моделей и методов финансового менеджмента</u>	23
<u>1.2.1. Модели и методы прогнозирования финансового состояния</u> <u>хозяйствующих субъектов и организованных рынков</u>	23
<u>1.2.2. Модели и методы финансового планирования</u>	25
<u>1.2.3. Модели и методы финансового анализа</u>	29
<u>1.2.4. Модели и методы управления финансами</u>	39
<u>1.2.5. Модели и методы фондового менеджмента</u>	42
<u>1.3. Обоснование применимости теории нечетких множеств при моделировании</u> <u>финансовой деятельности</u>	44
<u>1.3.1. Информационная неопределенность как фактор риска при принятии</u> <u>финансовых решений. Квазистатистика</u>	44
<u>1.3.2. Соотношение вероятностных, экспертных и нечетко-множественных</u> <u>подходов к моделированию финансовых систем</u>	47
<u>1.3.3. Использование нечетких множеств при оценке риска принятия</u> <u>финансовых решений</u>	50
<u>1.3.4. Роль предпочтений и ожиданий финансового менеджера, инвестора,</u> <u>эксперта в процессе принятия финансовых решений</u>	51
<u>1.3.5. Разновидности нечетких описаний при моделировании финансовой</u> <u>деятельности</u>	54
<u>1.4. Выводы по главе 1</u>	55
<u>2. Применение нечетких множеств в управлении</u> <u>корпоративными финансами</u>	58
<u>2.1. Комплексный финансовый анализ корпорации на основе нечетких</u> <u>представлений</u>	58
<u>2.1.1. Проблемы анализа риска банкротства корпорации</u>	58
<u>2.1.2. Синтез количественных оценок и качественных признаков в оценке</u> <u>финансового состояния корпорации</u>	60
<u>2.1.3. Нечетко-множественная модель финансового состояния корпорации</u>	61
<u>2.1.4. Метод комплексной оценки финансового состояния корпорации</u>	66
<u>2.1.5. Пример оценки риска банкротства предприятия</u>	67
<u>2.2. Оценка риска инвестиционного проекта</u>	69
<u>2.2.1. Ограниченность существующих подходов к оценке эффективности и</u> <u>риска инвестиционного проекта</u>	69
<u>2.2.2. Нечетко-множественная модель инвестиционного проекта</u>	71
<u>2.2.3. Метод оценки риска неэффективности проекта</u>	75
<u>2.2.4. Пример оценки риска инвестиций</u>	79
<u>2.2.5. Простейший способ оценки риска инвестиций</u>	81
<u>2.2.6. Оценка риска проекта по NPV произвольно-нечеткой формы</u>	84

2.2.7. Риск-функция инвестиционного проекта	88
2.3. Нечетко-множественные модельные описания в стратегическом планировании корпораций	93
2.3.1. Макроэкономический блок. PETS-анализ	94
2.3.2. Маркетинговый блок. Анализ сильных и слабых сторон бизнеса	95
2.3.3. Маркетинговый блок. Двумерный анализ «конкурентоспособность – перспективность»	97
2.3.4. Финансовый блок. Бизнес-план	103
2.4. Выводы по главе 2	104
3. Оценка эффективности и риска фондовых инвестиций..	108
3.1. Недостаточность традиционных подходов к оценке инвестиционной привлекательности фондовых активов	108
3.2. Рейтинг долговых обязательств субъектов РФ на основе нечетких моделей	111
3.2.1. Критерии, определяющие финансовое состояние региона	113
3.2.2. Критерии, определяющие уровень экономического развития региона	114
3.2.3. Результаты рейтинга по АК&М	115
3.2.4. Метод рейтинга обязательств субъектов РФ с использованием нечетких описаний	117
3.3. Скоринг российских акций на основе нечетких моделей	122
3.3.1. Качественное описание рынка акций	123
3.3.2. Фундаментальный подход к оценке рынка акций	124
3.3.3. Модельные предпосылки для построения метода скоринга	124
3.3.4. Исходные данные для скоринга	126
3.3.5. Методика скоринга	126
3.3.6. Оценка полученных результатов	130
3.4. Рейтинг российских корпоративных облигаций на основе нечетких моделей ..	132
3.4.1. Фундаментальный подход к оценке рейтинга облигаций	133
3.4.2. Источник данных для анализа	134
3.4.3. Предпосылки для построения метода рейтинга	134
3.4.4. Исходные данные для рейтинга	136
3.4.5. Метод рейтинга облигаций	136
3.5. Выводы по главе 3	139
4. Оптимизация фондового портфеля и прогнозирование фондовых индексов в нечеткой постановке задачи	141
4.1. Нечетко-множественный подход к построению эффективных фондовых портфелей	141
4.1.1. Выбор модельных классов и их индексирование	142
4.1.2. Нечетко-множественная модель фондовых индексов	147
4.1.3. Метод нечетко-множественной оптимизации модельного портфеля	150
4.1.4. Наполнение модельного портфеля реальными активами	154
4.1.5. Стратегии хеджирования модельного фондового портфеля	155
4.2. Прогнозирование фондовых индексов	159

4.2.1. Теоретические предпосылки для рационального инвестиционного выбора	161
4.2.2. Принцип инвестиционного равновесия	168
4.2.3. Модель рациональной динамики фондовых инвестиций	174
4.2.4. Фазы прогнозирования	177
4.2.5. Модели и методы для прогнозирования фондовых индексов	178
4.2.6. Пример прогноза (USA)	178
4.3. Актуарные расчеты на основе нечеткой модели	181
4.3.1. Актуарная модель накопительной пенсионной системы	182
4.3.2. Пример актуарного расчета	185
4.4. Выводы по главе 4	188
5. Программные решения и продукты, использующие результаты диссертационной работы	190
5.1. Программные модели для корпоративного финансового менеджмента	190
5.1.1. Мастер ФИНАНСОВ: Анализ и планирование	190
5.1.2. МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка	192
5.1.3. Калькулятор для оценки риска прямых инвестиций	193
5.2. Программные модели для фондового менеджмента	194
5.2.1. Система оптимизации фондового портфеля	194
5.2.2. Система скоринга акций	201
5.2.3. Модель прогнозирования фондовых индексов на платформе AnyLogic	202
Заключение	204
Перечень цитируемых источников	211
Приложения	226
Приложение 1. Основы теории нечетких множеств	226
П1.1. Носитель	226
П1.2. Нечеткое множество	226
П1.3. Функция принадлежности	226
П1.4. Лингвистическая переменная	227
П1.5. Операции над нечеткими подмножествами	227
П1.6. Нечеткие числа и операции над ними	228
П1.7. Нечеткие последовательности, нечеткие прямоугольные матрицы, нечеткие функции и операции над ними	232
П1.8. Вероятностное распределение с нечеткими параметрами	233
П1.9. Нечеткие знания	236
П1.10. Нечеткие классификаторы и матричные схемы агрегирования данных	238
Приложение 2. Справочные материалы для оценки рейтинга долговых обязательств субъектов РФ	243
Приложение 3. Справочные материалы для оценки скоринга акций российских эмитентов	250
Приложение 4. Справочные материалы для оценки рейтинга корпоративных обязательств российских эмитентов	263

<u>Приложение 5. Подробное изложение метода прогнозирования фондовых индексов на основе нечеткой модели</u>	266
<u>П5.1. Классификация экономических регионов и индексов. Обозначения</u>	266
.....	266
<u>П5.2. Модель и методика для фазы 1 (старт)</u>	268
<u>П5.3. Модель и методика для фазы 2</u>	268
<u>П5.4. Модель и методика для фазы 3</u>	269
<u>П5.5. Модель и методика оценки расчетного коридора доходности по индексу облигаций (фаза 4)</u>	270
<u>П5.6. Модель и методика оценки расчетного коридора доходности по индексу акций первого эшелона (фаза 4)</u>	270
<u>П5.7. Модель и методика оценки расчетного коридора доходности по индексу акций второго эшелона (фаза 4)</u>	272
<u>П5.8. Модели и методики для фазы 5</u>	273
<u>П5.9. Модели и методики для фазы 6</u>	275
<u>П5.10. Модель и методика для фазы 7</u>	278
<u>П5.11. Модель и методика для фазы 8</u>	279
<u>П5.12. Модель и методика для фазы 9</u>	279
<u>П5.13. Модель и методика для фазы 10</u>	279
<u>П5.14. Модель и методика для фазы 11</u>	280

Введение

Российские финансовые корпоративные и фондовые системы – это слабоизученный объект экономического исследования. Главная причина неизученности этих систем в том, что еще 15-20 лет назад в России и СССР не существовало рыночных отношений, а всех хозяйствующих субъектов действовали в пределах плановой административно-командной системы; то есть, не существовало самого объекта исследования. Возникновение рыночных отношений предопределило становление российских финансовых систем как открытых, динамично развивающихся субъектов рынка, подверженных в то же время системным кризисам, в том числе мирового масштаба. Так, российская экономика пережила кризисы 1991 и 1998 годов, по итогам которых объем промышленного производства в России сократился вдвое по сравнению с доперестроечным уровнем.

В то же самое время перед российской экономикой открылись и открываются принципиально новые возможности для развития, связанные прежде всего с интеграцией в мировую систему хозяйства, возможность наращивать свою капитализацию за счет привлечения прямых и фондовых инвестиций. При этом важнейшей научной и народнохозяйственной задачей является вывод российских предприятий на современный уровень корпоративной культуры, в том числе финансового менеджмента корпораций и институциональных инвесторов фондового рынка. Только сейчас на российском рынке труда начинают появляться специалисты, прошедшие качественное обучение основам финансового менеджмента в западных университетах, получившие дипломы MBA (Master Business Administration), обладающие некоторым опытом работы на российском финансовом рынке. Но удельный вес таких специалистов в общей массе финансовых менеджеров корпораций пока незначителен.

Еще не получила достаточного развития та мысль, что финансовые системы должны сделаться объектом пристального научного исследования и специального экономико-математического моделирования. Зачастую финансовые менеджеры предприятий практически не используют в своей работе компьютерные финансовые модели, ограничиваясь простейшим учетом финансовых потоков в приспособленных таблицах Excel (да и сами таблицы эти употребляются в российской практике не более 5-7 лет). В то же время для исследования финансовых систем недостаточно простейших моделей бухгалтерского учета, потому что систему образуют не только денежные потоки, но и лица, этими потоками управляющие. На систему оказывает влияние внешняя рыночная среда, со своими конъюнктурными возмущениями. Действие внешней среды, ограниченная способность финансового менеджера распознавать текущие состояния финансовой системы и прогнозировать будущие денежные потоки порождает фактор неустранимой неопределенности. При этом рыночная неопределенность не обладает классически понимаемой статистической природой. Соответственно, встает под сомнение применимость к анализу финансовых систем классических вероятностей и вероятностных случайных процессов.

Если, к примеру, взять хорошо известный метод Альтмана для оценки риска банкротства корпорации, то окажется, что коэффициенты в формуле Альтмана меняются от года к году и от страны к стране, т.е. метод Альтмана не обладает устойчивостью к колебаниям исходных данных. Порок метода состоит в том, что в нем делаются выводы относительно одной частной корпорации на основе комплекса данных о множестве корпораций, понимаемого как статистика. Таким образом, индивидуальные отличия предприятия в ходе анализа по методу Альтмана не берутся в расчет, нивелируются, при этом выводы о вероятности банкротства предприятия делаются на весьма ненадежной основе.

В итоге, исследователь финансовых систем, отказываясь от классического вероятностного подхода, вынужден использовать в анализе экспертные, минимаксные и другие детерминистские подходы, которые не в состоянии учитывать неопределенность поведения финансовых систем надлежащим образом. Иногда в ходе моделирования финансовые аналитики используют субъективные вероятности, однако обоснованность введения точечных вероятностных оценок и субъективных вероятностных распределений в большинстве используемых моделей может быть оспорена.

Аналогичные проблемы возникают и перед исследователями фондового рынка, где неопределенность носит генетический характер. Прокатившиеся по всему миру рыночные кризисы 1997 – 1998 и 2000 – 2001 года, принесшие только американским инвесторам убытки в 10 триллионов долларов, показали, что существующие теории оптимизации фондовых портфелей и прогнозирования фондовых индексов себя исчерпали, и необходима существенная ревизия методов фондового менеджмента.

Таким образом, в свете явной недостаточности имеющихся научных методов для управления финансовыми активами, исследователи настроены на разработку принципиально новой теории управления финансовыми системами, функционирующими в условиях существенной неопределенности. Большое содействие этой теории может оказать теория нечетких множеств, заложенная около полувека назад в фундаментальных работах Лотфи Заде [57].

Первоначальным замыслом теории нечетких множеств было построить функциональное соответствие между нечеткими лингвистическими описаниями (типа "высокий", "теплый" и т.д.) и специальными функциями, выражающими степень принадлежности значений измеряемых параметров (длины, температуры, веса и т.д.) упомянутым нечетким описаниям. Там же были введены так называемые лингвистические вероятности - вероятности, заданные не количественно, а при помощи нечетко-смысловой оценки.

Впоследствии диапазон применимости теории нечетких множеств существенно расширился. Сам Заде определил нечеткие множества как инструмент построения теории возможностей [318, 319]. С тех пор научные категории случайности и возможности, вероятности и ожидаемости получают теоретическое разграничение.

Следующим достижением теории нечетких множеств является введение в обиход так называемых нечетких чисел как нечетких подмножеств специализированного вида, соответствующих высказываниям типа "значение переменной примерно равно a ". С их введением оказалось возможным прогнозировать будущие значения параметров, которые ожидаемо меняются в установленном расчетном диапазоне. Вводится набор операций над нечеткими числами, которые сводятся к алгебраическим операциям с обычными числами при задании определенного интервала достоверности (уровня принадлежности). Фундаментальные исследования в этой области предприняты Дюбуа и Прадом [234, 235].

Прикладные результаты теории нечетких множеств не заставили себя ждать. Для примера: сегодня зарубежный рынок так называемых нечетких контроллеров (разновидность которых установлена даже в стиральных машинах широко рекламируемой марки LG) обладает емкостью в миллиарды долларов. Нечеткая логика, как модель человеческих мыслительных процессов, встроена в системы искусственного интеллекта и в автоматизированные средства поддержки принятия решений (в частности, в системы управления технологическими процессами).

Начиная с конца 70-х годов, методы теории нечетких множеств начинают применяться в экономике. Следует здесь упомянуть персоналии Бакли [218-221], Бояджиева [214, 215], Дымовой [230, 231], Запоунидиса [228, 229, 240, 241, 321, 322], Коффмана [80, 261], Севастьянова [230, 231], Словински [228, 240, 241], Флое [227], Хил Алухи [80], Хил Лафуэнте [188], Циммермана [320]. Эти ученые одновременно разрабатывали новые формализмы теории нечетких множеств (хотя формальный аппарат теории нечетких множеств был к началу 80-х годов уже довольно прилично развит) и одновременно строили математические модели для решения реальных финансовых задач. Например, Бакли рассмотрел систему дифференциальных уравнений с нечеткими параметрами [218] и в этой же работе обосновал матрицу «затраты-выпуск» Леонтьева, элементы которой являются треугольными нечеткими числами. Отметим здесь же монографию [80], в которой представлен широкий спектр возможных применений теории нечетких множеств - от оценки эффективности инвестиций до кадровых решений и замен оборудования, приводятся соответствующие математические модели.

Начали постепенно появляться программные решения и информационные технологии, решающие экономические задачи с применением нечетко-множественных и родственных им описаний. Так, под руководством Запоунидиса в Техническом университете на острове Крит была разработана экспертная система FINEVA для детального финансового анализа корпораций, содержащая в своем составе описания так называемых «грубых множеств» (rough sets) и базы знаний на этой основе [280]. Чуть раньше в Германии, в конце 80-х годов, группой Циммермана была разработана система стратегического планирования ESP [320], в которой реализуется позиционирование бизнеса корпорации на основе нечетких описаний конкурентноспособности и привлекательности бизнеса.

Некоторое количество работ посвящено макроэкономическому анализу фондового рынка на основе нечетких представлений [233, 282, 283, 306]. Также нечеткие представления лежат в основе нейронных сетей для прогнозирования фондовых индексов

[45]. Однако адекватность этих решений может быть оспорена, если доказывається обесценивание ретроспективных данных для прогноза в силу качественного перелома рыночных тенденций (так называемого парадигмального эпистемологического разрыва, что мы и наблюдаем в 2000 – 2002 г.г.).

Магистральное направление применений теории нечетких множеств в экономике и финансах – это обоснование форм функций принадлежности соответствующих нечетких чисел и классификаторов, используемых в модели. Если все исходные данные модели, имеющие нечеткий вид, обоснованы, то получить результирующие показатели на основе соответствующих методов уже не составляет труда: методы, записанные в детерминированной постановке задачи, преобразуются к нечеткому виду, «фузифицируются», а классические вычисления заменяются «мягкими» (основы нечеткой арифметики изложены в [7, 234, 235, 261, 320]). Проблема возникает тогда, когда результирующий показатель, полученный в нечетком виде, требует количественной и качественной интерпретации. Например, в результате оценки бизнес-плана имеем показатель NPV в треугольной нечеткой форме, как это сделано впервые в [219]. Что из этого следует с точки зрения риска инвестиций? Настоящая диссертационная работа дает ответ на этот вопрос и восполняет пробел в соответствующих исследованиях [80, 219, 223, 226, 230, 231, 260, 264, 269] (см. раздел 2.2 настоящей диссертационной работы).

Довольно быстро экономические приложения теории нечетких множеств образовали самостоятельное научное направление. Была создана международная ассоциация SIGEF (International Association for Fuzzy Set Management & Economy) [301] со штаб квартирой в Барселоне, которая регулярно апробирует новые результаты в области нечетко-множественных экономических исследований, проводя ежегодные конференции и публикуя журнал Fuzzy Economic Review.

На постсоветском пространстве существует весьма развитая научная школа общей теории нечетких множеств (отметим работы Аверкина [7], Алексеева [10], Алехиной [11], Борисова [88], Батыршина [7, 24, 209], Орлова [150], Орловского [151], Подиновского [156], Поспелова [157, 158], Рыжова [166], Язенина [172] и других). Однако практически никто из упомянутых авторов не занимался применением теории нечетких множеств в экономике и финансах (до 2000 года в отечественной науке не существовало подобных публикаций). Это можно объяснить тем, что научная школа по нечетким множествам создалась еще во времена СССР, а в перестроечный период практически все исследования по направлению нечетких множеств были свернуты из-за недостатка средств.

И только сейчас исследования возобновляются и, более того, приобретают отчетливую рыночную направленность. Формируется новая международная научная школа на бывшем постсоветском пространстве, куда входят исследователи из Белоруссии, Украины, Москвы, Санкт-Петербурга, других городов России. В октябре 2002 г. состоялась международная конференция NITE-2002 в г. Минске [78], где целая секция была посвящена нечетко-множественным исследованиям в экономике. На своем персональном сайте в сети Интернет [145] диссертант публикует работы по направлению «Нечеткие множества в экономике и финансах», а также основные научные новости по

направлению. Особые надежды мы возлагаем на планируемую в Санкт-Петербурге международную научно-практическую конференцию «Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах», где диссертант выполняет почетную миссию председателя организационного комитета (материалы конференции сосредоточены на сайте [145]).

Можно ожидать, что в связи с возрождением российской науки поток отечественных работ по применению нечетких множеств в экономике и финансах будет расти лавинообразно. Одновременно с этим и в России появляются программные средства, реализующие нечеткие подходы к финансовому менеджменту (подробнее об этом см. главу 5 настоящей диссертационной работы). Так что, на сегодняшний день, отставание российской экономической науки от мировой науки по направлению нечетких моделей составляет не более 10 лет, и это отставание в ближайшие годы может быть преодолено.

Пятилетний опыт диссертанта по моделированию финансовых систем с использованием нечетко-множественных описаний позволил выделить ряд преимуществ от применения этих формализмов в задачах финансового менеджмента, а именно:

- нечеткие множества идеально описывают субъектную активность лиц, принимающих решения (ЛПР). Неуверенность эксперта в оценке может моделироваться функцией принадлежности, носителем которой выступает допустимое множество значений анализируемого фактора. Помимо этого, ЛПР получает возможность количественной интерпретации признаков, первоначально сформулированных качественно, в терминах естественного языка;
- нечеткие числа (разновидность нечетких множеств) идеально подходят для планирования факторов во времени, когда их будущая оценка затруднена (размыта, не имеет достаточных вероятностных оснований). Таки образом, все сценарии по тем или иным отдельным факторам могут быть сведены в один сводный сценарий в форме треугольного числа, где выделяются три точки: минимально возможное, наиболее ожидаемое и максимально возможное значения фактора. При этом веса отдельных сценариев в структуре сводного сценария формализуются как треугольная функция принадлежности уровня фактора нечеткому множеству «примерного равенства среднему»;
- исследователь финансовой системы может в пределах одной модели формализовывать как особенности экономического объекта, так и познавательные особенности связанных с этим объектом субъектов менеджера и аналитика, порождая экспертную модель в структуре обобщенной финансовой модели. Таким образом возникает платформа для интеграции принципиально разнородных знаний в рамках одной количественной финансовой модели;
- мы можем вернуть вероятностные описания в свой научный обиход, как вероятностные распределения с нечеткими параметрами (этот путь синтеза вероятностных и нечетко-множественных описаний впервые предложен в работах [279, 286]). Нечеткость параметров распределения обусловлена тем, что классически понимаемой статистической выборки наблюдений нет, и для анализа мы пользуемся научной категорией квазистатистики. При таком подходе треугольные параметры распределения устанавливаются на основе процедуры

установления степени правдоподобия. Таким образом, наметился путь для синтеза вероятностных и нечетко-множественных описаний. Без вероятностных распределений не обойтись там, где речь идет о моделировании случайных процессов (например, в фондовом менеджменте);

- оказывается возможным получить принципиально новый класс методов комплексного финансового анализа, основанных на увязывании ряда отдельных финансовых показателей в единый комплексный показатель финансового состояния хозяйствующего субъекта. При этом целесообразно отказаться от идеи Альтмана для оценки риска банкротства (как от специфически-частного метода, который не в состоянии учитывать всю необходимую специфику финансового состояния каждого отдельного хозяйствующего субъекта), равно как и от ряда аналогичных методов (Тоффлера-Тисшоу, Лиса, Чессера, Давыдовой-Беликова и других), при этом формируя перечень участвующих в оценке отдельных финансовых факторов и их весов самостоятельно, с учетом фактической специфики анализируемого хозяйствующего субъекта;
- нечеткие множества позволяют отказаться и от сценарного моделирования при инвестиционном проектировании. Предполагается, что все возможные сценарии развития событий, отражающиеся во входных параметрах финансовой модели (уровень затрат, выручки, фактора дисконтирования и т.д.) учтены в соответствующих треугольно-нечетких оценках, а веса вхождения соответствующего сценария в полную группу характеризуются функцией принадлежности соответствующего треугольного числа;
- мы можем воспользоваться матричной схемой для оценки комплексного финансового состояния хозяйствующего субъекта для построения методов оценки качественного уровня ценных бумаг – рейтинга облигаций и скоринга акций;
- оказывается возможным и продуктивным вернуться к классической идее Г. Марковица для оптимизации фондового портфеля по схеме MVA (mean-variance analysis), записав задачу портфельной оптимизации в нечеткой постановке. Результатом решения этой задачи является эффективная граница портфельного множества в форме криволинейной полосы и оптимальный портфель с нечеткими границами, построенный для предельно допустимого уровня риска портфеля;
- можно отказаться от применения методов ARCH/GARCH для среднесрочного и долгосрочного прогнозирования фондовых индексов (в связи с тем, что при смене макроэкономической парадигмы эти методы перестают быть адекватными), предложив взамен этого метод прогнозирования фондовых индексов на основе количественного анализа рациональных инвестиционных тенденций. Тогда прогнозы по индексам будут иметь вид треугольных нечетких последовательностей.

Таким образом, целью данной диссертационной работы является разработка экономико-математических моделей и методов исследования финансовых систем с применением результатов теории нечетких множеств. Поэтому в качестве объекта исследования выступают финансовые системы корпораций и фондового рынка, безотносительной страновой специфики этих систем.

Предметом диссертационного исследования избраны методологические, теоретические, методические и практические проблемы математического моделирования финансовых систем, функционирующих в условиях существенной информационной неопределенности.

При достижении цели исследования была поставлена и решена следующая совокупность научно-экономических задач, образующих научную новизну:

- разработка модели комплексного финансового анализа корпорации и матричного метода оценки риска банкротства корпорации;
- разработка модели инвестиционного процесса и группы методов оценки риска инвестиционного проекта, в зависимости от способа задания критерия эффективности инвестиционного проекта;
- создание нечетко-множественных методов для оценки сильных и слабых сторон бизнеса корпорации и для двумерной оценки бизнеса в координатах «конкурентоспособность – перспективность» в ходе стратегического планирования корпорации;
- разработка группы методов для оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг вида долговых обязательств субъектов Российской Федерации, акций и корпоративных облигаций;
- создание нечетко-множественной модели фондового портфеля и метода нечетко-множественной оптимизации фондового портфеля на основе классического метода оптимизации по Марковицу;
- разработка модели рациональной динамики фондовых инвестиций и метода прогнозирования фондовых индексов;
- разработка актуарной модели накопительной пенсионной системы и метода оптимизации потоков накопительной пенсионной системы по критерию минимума риска срыва плановых заданий по формированию пенсионных резервов.

Методы исследования финансовых систем, функционирующих в условиях существенной неопределенности, базируются на аппарате теории нечетких множеств. В ходе моделирования используются следующие формализмы: квазистатистика, гистограммы, функции принадлежности, нечеткие числа (трапециевидное и треугольное), нечеткие последовательности и функции, вероятностные распределения с нечеткими параметрами, нечеткие знания и классификаторы.

Практическое значение научных результатов диссертационной работы состоит в том, что на их основе возможно создание принципиально новых программных решений для финансового менеджмента, а также разработка научно-методических обоснований для принятия финансовых решений. Так, результаты диссертационной работы были внедрены в ряде компьютерных программ (описание которых приведено в главе 5 настоящей диссертационной работы), а также использовались в методиках и программе, внедренных в Управлении актуарных расчетов Пенсионного фонда Российской Федерации. Возможно применение результатов работы для управления накопительной составляющей трудовых пенсий на фондовом рынке РФ, для оптимизации деятельности негосударственных пенсионных фондов и инвестиционных компаний. Разработанные методы корпоративного финансового менеджмента могут быть внедрены в процессы инвестиционного и

финансового планирования корпораций. Методы оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг могут быть интегрированы в структуру финансовых интернет-порталов.

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, перечня цитируемых источников и пяти приложений.

В первой главе завершается начатый во введении анализ состояния вопроса и постановка задач диссертационного исследования. Рассматривается вопрос представления финансовой системы как кибернетической системы, функционирующей в условиях принятия финансовых решений (внутренние воздействия на систему) и внешних рыночных сигналов. Устанавливается, что в большинстве случаев финансовые результаты и наблюдаемые внешние рыночные сигналы не являются процессами, обладающих статистической природой в классическом понимании термина «статистика».

Обзор существующих моделей и методов финансового менеджмента показывает, что в большинстве случаев эти модели неадекватно описывают наличный уровень информационной неопределенности, а методы, использующие необоснованные формализмы, приводят к ошибочным или неверифицируемым оценкам. Так, классический метод Альтмана анализа риска банкротства корпораций не обладает устойчивостью к колебаниям исходных данных, и оценки Альтмана, полученные в один исторический период времени на выборке одной страны, непригодны для другой страны в то же самое или иное историческое время. Минимаксные классический и модифицированный методы Гурвица для оценки эффективности инвестиционного проекта не охватывают полного спектра возможных сценариев инвестиционного процесса, а вероятностные оценки в структуре метода не имеют обоснования для их получения. Классические методы анализа фондового рынка Марковица и Шарпа-Линтнера базируются на допущении стационарности ценовых случайных процессов, что противоречит результатам анализа рыночных данных, особенно за последние 10-15 лет. Некорректные результаты получаются в ходе использования методов прогнозирования типа ARCH/GARCH, что обусловлено необоснованным учетом ретроспективных данных для прогнозирования будущих состояний финансового рынка. Констатируется, что нынешний затяжной кризис мировой экономики сопровождается кризисом научных представлений о фондовом рынке, которые претерпели парадигмальный разрыв на рубеже XX – XXI веков.

В то же время применение результатов теории нечетких множеств к анализу финансовых систем позволяет получить принципиально новые модели и методы анализа этих систем. При этом оказывается возможным осуществить обоснованный переход от классических вероятностных моделей и экспертных оценок к нечетко-множественным описаниям. Так, классическое вероятностное распределение в модели может быть замещено вероятностным распределением с нечеткими параметрами, а совокупность экспертных оценок может быть интерпретирована набором функций принадлежности, образующим нечеткий классификатор.

Исследование состояния теории нечетких множеств применительно к экономике и финансам показывает, что уже созданы все необходимые формализмы для моделирования

финансовых систем, однако нынешний уровень модельных представлений отстает от запросов практики финансового менеджмента. Нечеткие множества практически не применялись до настоящего времени для финансового анализа и планирования корпораций, оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг, для оптимизации фондового портфеля и прогнозирования фондовых индексов. В то же время для такого применения созрели все необходимые предпосылки, в том числе и идеологические, связанные со сменой научной парадигмы в экономических исследованиях.

Отдельно рассматривается вопрос о моделировании активности лиц, принимающих решения в финансовой системе. Показано, что в подавляющем большинстве случаев финансовые решения основаны не на вербализованной интуиции эксперта, которая должна выступать в качестве объекта научного исследования и получить формализованное описание в качественных и количественных терминах. При этом эвристический характер используемых приемов моделирования экспертной активности не свидетельствует против этих приемов, но устанавливает границу научного исследования, которая может отодвигаться по мере получения новой рыночной информации, а сама модель – уточняться.

В главе 2 рассматриваются модели и методы корпоративного финансового менеджмента на основе нечетко-множественных описаний. Разработанный матричный метод агрегирования данных на основе нечеткого классификатора позволяет переходить от количественных и качественных значений отдельных финансовых показателей деятельности корпорации к комплексному финансовому показателю и соответствующей степени риска банкротства. Метод может быть настроен на любые особенности корпорации, в том числе на учет значимости тех или иных отдельных факторов в комплексной оценке.

Рассматривается модель инвестиционного проекта и метод оценки риска инвестиций. При этом все параметры проекта представлены в виде треугольных нечетких чисел и их последовательностей. Показано, что возможна двусторонняя оценка степени риска проекта на основе простейшей формулы, без применения наукоемких вычислительных алгоритмов. При этом задача оценки риска инвестиционного проекта разрешена для произвольно-нечеткого вида критериального показателя инвестиционного проекта. Введен формализм риск-функции инвестиционного проекта; на основе лингвистического анализа этой функции можно установить ряд пороговых уровней нормирующего фактора, по которым отслеживать чувствительность риска проекта к колебаниям значения норматива (например, предельно низкого уровня NPV).

На примере анализа сильных и слабых сторон бизнеса корпорации и конкурентоспособности бизнеса демонстрируется возможность использования нечетко-множественных описаний при позиционировании бизнеса в ходе стратегического планирования.

В главе 3 работы рассматриваются методы оценки инвестиционной привлекательности российских ценных бумаг различных типов. При этом в основе методов оценки лежит матричный подход, изложенный в главе 2 работы. Исследован

обширный контент рыночных исходных данных, построены и проанализированы гистограммы различных факторов оценки. Обширный табличный материал с исходными данными и результатами расчетов перенесен в приложения 2 – 4 к настоящей работе.

Адекватность разработанных методов оценки подтверждается, с одной стороны, их согласованностью с экспертным методом оценки долговых обязательств субъектов РФ, разработанным в агентстве АК&М, а, с другой стороны, результатами торгов российскими ценными бумагами в 2002 году (все акции, получившие положительную торговую рекомендацию в феврале 2002 года, в последующие несколько месяцев существенно выросли в цене).

В главе 4 рассматриваются модели фондового рынка и методы управления фондовым портфелем на основе нечетко-множественных описаний предложена модель фондового индекса как последовательности случайных чисел, обладающих однотипным вероятностным распределением с нечеткими параметрами (модель адекватна, если утверждается квазистационарность случайного процесса). На базе построенного нечетко-вероятностного описания индекса разработан метод оптимизации фондового портфеля, по результатам которого в координатах «риск – доходность» строится эффективная граница портфельного множества в форме криволинейной полосы.

Установление связи между макроэкономическими параметрами региона и рациональными интервалами значений фондовых индексов, произведенное в рамках модели рациональной динамики фондовых инвестиций, позволило разработать оригинальный метод прогнозирования фондовых индексов. Адекватность полученного метода была подтверждена диссертантом в ходе высказывания им ряда рыночных прогнозов, которые в последующем подтвердились (прогноз NASDAQ = 1600..1700 в апреле 2001 года, прогноз S&P500 = 800..900 в августе 2002 года). Эти прогнозы были опубликованы в периодической научной печати за полгода-год до наступления соответствующих рыночных событий. Подробно метод прогнозирования фондовых индексов с использованием нечетких описаний рассмотрен в приложении 5 к настоящей диссертационной работе.

Разработанная диссертантом новая теория фондовой оптимизации и прогнозирования фондовых индексов может найти свое применение в практике актуарного моделирования пенсионных систем. Соответствующая актуарная модель накопительной пенсионной системы, излагаемая в главе 4 работы, базируется на нечетких описаниях, и на ее основе возможна оптимизация финансовых потоков при достижении минимума риска срыва плановых заданий по формированию пенсионных резервов. Разработанная диссертантом актуарная модель внедрена в процесс формирования стратегических прогнозов актуарных поступлений и платежей в Пенсионном фонде РФ (в составе программного решения «Система оптимизации фондового портфеля»).

Глава 5 содержит краткое описание программных решений, в которых используются научные результаты диссертационной работы. На момент написания работы таких решений шесть, в том числе «Система оптимизации фондового портфеля», внедренная в Пенсионном фонде РФ.

Приложения к работе содержат:

- краткое изложение основ теории нечетких множеств;
- справочные материалы для оценки инвестиционной привлекательности российских ценных бумаг;
- подробное изложение метода прогнозирования фондовых индексов.

На защиту выносятся следующие основные научные положения, основанные на нечетко-множественных описаниях:

1. Теоретическое обоснование применимости нечетко-множественных описаний к моделированию финансовой деятельности.
2. Модель комплексного финансового состояния корпорации и метод оценки риска банкротства корпорации.
3. Группа методов оценки степени риска инвестиций (в зависимости от вида критериального фактора) на основе нечетко-множественной модели инвестиционного проекта.
4. Методы позиционирования бизнеса корпорации в ходе стратегического планирования.
5. Метод рейтинга долговых обязательств субъектов РФ.
6. Метод скоринга акций российских компаний.
7. Метод рейтинга российских корпоративных обязательств.
8. Модель фондового индекса и метод оптимизации фондового портфеля.
9. Актуарная модель накопительной пенсионной системы и метод оптимизации финансовых потоков пенсионной системы, основанный на минимизации риска срыва планов по формированию пенсионных резервов.

1. Основы моделирования финансовой деятельности

1.1. Финансы хозяйствующего субъекта как кибернетическая система

Финансы – это совокупность всех денежных ресурсов, находящихся в распоряжении государства и хозяйствующих субъектов, а также система их формирования, распределения и использования [170]. Если посмотреть на финансы с общесистемных позиций, рассматривая хозяйствующий субъект как кибернетическую систему [193], то и финансы этого хозяйствующего субъекта являются кибернетической системой, как подсистема более сложной системы. Раскроем этот тезис.

Хозяйствующий субъект представляет собой систему, к которой применимы все принципы системного подхода и производные от них принципы оптимального функционирования: сложность, стохастическая природа, иерархичность построения, целенаправленность функционирования, выделение общего и локальных критериев оптимальности, ограниченность ресурсов, экономический выбор и многовариантность развития. Это позволяет применить в научном исследовании хозяйствующего субъекта и финансовой системы общие закономерности целенаправленных систем.

Кибернетика дает возможность описать поведение хозяйствующего субъекта в терминах самоприспосабливающейся машины с мощным усилителем умственных способностей, предназначенного для практического использования в экономике. Этот усилитель строится по типу гомеостата, приспособленного для адаптации некоторой системы к условиям окружающей среды. Основное отличие такой машины сводится к тому, что она учитывает не единственное оптимальное состояние в каждой подсистеме, а множество взаимозависимых состояний [198].

Главная свехзадача любого хозяйствующего субъекта – это выживание в рыночной среде, что предполагает успешность хозяйствования во времени. Задача выживания проецируется на финансовую систему как задача экономической эффективности (немедленной – как получение прибыли на текущем временном интервале финансовой деятельности, или отложенной – как получение будущей прибыли в покрытие инвестиционных и операционных затрат в ходе проектной деятельности). На системном уровне эта свехзадача формируется как системная цель.

Широкое использование системного подхода в управлении хозяйствующим субъектом требует четкости в представлении системы. Однако до настоящего времени не сложилось однозначного определения понятия «система», что объясняется сложностью и многоплановостью содержания данной характеристики. Большинство авторов сходится на том, что система – это множество взаимодействующих элементов, находящихся в отношениях и связях друг другом и составляющих целостное образование. Никакая система не может существовать изолированно без потоков обмена с более общей системой, которая по отношению к данной системе называется «внешней средой». Это означает, что не может быть полного и непротиворечивого описания поведения системы,

так как ее состояние всегда зависит от состояния другой системы, включающей ее как составную часть. Не просто поведение системы является динамичным, а динамичность – имманентное состояние системы, делающее системы динамическими. Таким образом, рассматривая любую систему, следует иметь в виду, что границы ее условны, как условна и ее автономия.

Академик Н.Петраков считает, что, с учетом взаимосвязи системы с внешней средой, создание теории управления экономической системой предполагает:

1) уяснение (познание) объективных закономерностей взаимодействия экономической системы с общественной и биологической средой и внутренней организации самой системы;

2) формулировку этих закономерных взаимосвязей в категориях целенаправленного поведения [155].

Категория «управление» теснейшим образом связана с понятием целенаправленного поведения. Управление всегда начинается с цели. Сознательное поведение есть поведение целенаправленное. Всякое разумное действие предполагает формулировку цели как представления об определенном конечном состоянии, которое должно явиться результатом этого действия. В то же время направленность сознательного поведения не означает свободы от объективных закономерностей функционирования внешней среды и самого управляемого объекта, не означает произвольности в выборе цели. Кроме того, принцип устойчивости системы достигается, если обеспечивается оптимальность связи системы с внешней средой. Целеполагание как совершенствование элементов системы и ее самой имеет смысл при сохранении устойчивости, которая обеспечивает сохранение системы.

И.С. Моросанов полагает, что способность системы претерпевать изменения, сохраняя самое себя – закон функциональной эволюции или закон целостности систем – является первым законом теории систем.

Основное содержание закона состоит в следующем. В условиях существенных вариаций потоков потребления в системе, вплоть до изменения числа потребителей в процессе функциональной эволюции, управление потоком данного ресурса обеспечено так, что система сохраняет свою целостность, оставаясь тождественной самой себе. Ключевым понятием здесь служит понятие целостности системы. Целостность- это внутреннее единство, внутренняя обусловленность, характеризующая качественную определенность системы. Выступая условием существования системы, условие целостности выражает требования сохранения управляемого потока ресурсов (его неразрывности) как источника жизнеобеспечения данной общности [89].

Поскольку само определение системы тесно связано с проблемой управления, т.е. с организацией движения потоков ресурсов для жизнеобеспечения элементов, составляющих систему «хозяйствующий субъект», то решение задач управления определяется наличием некоторого множества возможностей - разнообразием, свободой выбора, альтернативностью целей.

Самосохранение – наивысшая цель в любой наиболее сложной иерархии подцелей, которые может иметь организм, поскольку все подцели направлены на выживание. Множество возможных будущих исходов образуется как комбинация результатов некоторого набора возможных событий. Наилучшим считается то будущее состояние, которое обеспечивает в рамках имеющейся модели наибольшие гарантии для самосохранения. Обеспечить это можно только при сопоставлении системы с внешней средой. Так, целью функционирования предприятия как системы является максимизация прибыли. Из производственного процесса корпорации не вытекает никакой прибыли. Прибыль появляется из взаимодействия корпорации с внешней средой, из разницы, которую согласен заплатить потенциальный потребитель, и затратами на ресурсы, которые надо приобрести вне системы «хозяйствующий субъект» для организации производства материальных благ.

Закрытость системы условна. Любая система открыта к внешней среде (надсистеме), без которой мотивы своего поведения, свою целеустремленность система объяснить самой себе не может. Первоначально (во времена социалистического хозяйствования в СССР) в рамках системного подхода хозяйствующий субъект рассматривался как закрытая система, в которой совершенствование осуществляется в рамках целей, лежащих внутри корпорации: повышение производительности, снижение издержек и т.п. Такой подход был целесообразен, потому что внешняя среда (ненасыщенный товарный рынок) вбирала в себя большее количество более дешевого любого товара. Система «предприятие» при этом становилась более устойчивой. Переход к рассмотрению предприятия как открытой системы (рыночная парадигма) потребовал постановки иных целей, обеспечивающих успех предприятию только при соответствии внутренних составляющих системы «хозяйствующий субъект» постоянно изменяющимся факторам внешней среды. Категория прибыли надсистемна по отношению к качеству продукции, но подсистемна по отношению к таким, например, понятиям, как экономическая и экологическая безопасность, уровень жизни населения, стратегические интересы социума и т.д.

Свойства целенаправленности привносятся в систему извне, со стороны внешней среды, хотя ставят и решают, как правило, ее внутри системы. В централизованной экономике предприятие считалось экономически обособленной системой, хотя отнюдь не функционировало автономно. Поэтому цели устанавливались преимущественно в рамках «большой системы». Рыночная экономика характеризуется автономностью функционирования хозяйствующих субъектов. Поэтому цели устанавливают сами хозяйствующие субъекты (корпорации) – «малые системы».

Интересна позиция специалиста по управленческому консультированию, признанного основоположником современного этапа развития менеджмента, П. Друкера. Он считает, что ни результаты, ни ресурсы не существуют внутри бизнеса. И те и другие существуют вне его. Внутри бизнеса нет центров прибыли, есть только центры расходов. Единственное, что можно сказать с уверенностью о любой деловой активности (будь это конструирование, сбыт, производство и т.д.), это то, что она требует усилий и, таким образом, вызывает необходимость затрат. А вот будут ли результаты благодаря этой деятельности – на это остается только надеяться. Результаты не зависят от кого-либо

внутри бизнеса или от кого-либо в сфере влияния бизнеса. Они зависят от кого-то, находящегося вне бизнеса – от покупателя при рыночной экономике, от властей при экономике контролируемой. Всегда находится кто-либо вовне, кто определяет, приведут ли усилия данного бизнеса к экономическим результатам или они будут просто напрасно затрачены [51].

Данное положение указывает на роль внешней среды, на ее индикативную значимость, на то, что прибыль появляется из взаимодействия с внешней средой. В качестве цели здесь значит не предполагаемый результат, а направленность затрачиваемых усилий. П. Друкер подчеркивает тем самым наличие внешних импульсов, заставляющих прилагать усилия, ставить цели.

Внешняя среда, как известно, характеризуется высокой степенью динамичности. Поэтому в иерархии целей сам «общественный критерий», находящийся в надсистеме «хозяйствующий субъект», в суперсистеме претерпевает значительные изменения. Эта специфика экономики была отмечена Н. Винером, который писал, что «экономическая игра – это такая игра, правила которой должны периодически подвергаться существенному пересмотру, скажем, каждые десять лет» [37].

Помимо высокой степени изменчивости внешняя среда непредсказуема. Кроме того, предприятие внутри себя содержит надсистемы по отношению к составляющим элементам. Поэтому малые экономические системы – предприятия в рамках тенденции на устойчивость вырабатывают внутренние импульсы развития. По мнению Н.Я. Петракова, неправильно автоматически выводить эволюцию кибернетических систем из внешнего импульса, из надсистемы. Способность к саморазвитию систем, имеющих гомеостатическую природу функционирования, заложена в структуре этих систем, в относительном характере подчиненности целей отдельных подсистем, что приводит к известной «конкурентоспособности» при взаимодействии подсистем друг с другом и, как следствие этого, к изменениям точки компромисса на переговорном множестве. Такого рода внутренняя энергия является источником эволюционных процессов в системах [155]. И.С. Моросанов связывает внутреннюю импульсацию системы со вторым законом теории систем – законом функциональной иерархии систем. Вторым законом раскрывает, как должно быть организовано управление, чтобы реализовать функциональное назначение системы в зависимости от свойств данного образования и среды его функционирования.

Второй закон теории систем утверждает, что для каждого структурного элемента механизм отражения реального мира обязательно содержит два уровня реакции: образ поведения и акт поведения. При этом образ, план поведения каждой подсистемы является итогом акта поведения ближайшего верхнего уровня и т.д. Система, по мнению И.С. Моросанова, начинается там, где целостное образование осуществляет свою жизнедеятельность не только по программе (образ поведения), а и с учетом реакции на текущее, заранее не известное случайное изменение окружающей среды (акт поведения). Этот важнейший результат эволюционного развития обращает к простой, но емкой формуле: функция порождает систему, структура интерпретирует цель [89].

Весьма важным для управления корпорацией и ее финансовой системой является понимание того факта, что в устойчивом состоянии могут находиться лишь жестко детерминированные системы, к каким корпорация как экономическая система не относится. Управлять системой (корпорацией), поставить цель и определить средства ее достижения – означает смоделировать объект в рамках имеющейся информации и поставленных ограничений. В таком случае система начинает рассматриваться как закрытая и соответственно не может быть полностью определена или, другими словами, окончательно описана на адекватном языке из-за имеющей место неопределенности.

Наличие осознанной целенаправленной деятельности по управлению корпорацией не эквивалентно предопределенности всех процессов, происходящих внутри этой системы. Всегда имеет место неопределенность. Кибернетики вводят этот момент в описание систем с помощью понятия «черный ящик». К сожалению слишком много процессов происходит в «черном ящике», что затрудняет необходимый для корпорации поиск оптимальных расходов для достижения результатов. Большинство экономических моделей строго детерминированы. Поэтому они не имеют полного описания объекта и затрудняют управление экономической системой. Детерминированное развитие по жесткому критерию не позволяет получать новую информацию о степени соответствия представлений управляющей подсистемы о функционировании и совершенствовании функционирования предприятия реальным закономерностям этого развития.

Н.Я.Петраков считает, что при определении аксиоматики функционирования сложных социально-экономических систем постулат о наличии критерия оптимальности системы (целеполагание) должен быть дополнен постулатом о конечной неопределенности этого критерия и объективной необходимости существования механизма формирования, уточнения и корректировки критерия в процессе функционирования системы. Введение в число аксиом функционирования сложных систем принципа неопределенности позволяет реально представить систему как саморазвивающуюся и самосовершенствующуюся. Процесс развития при таком подходе выглядит не только как процесс нахождения кратчайшего пути к четко очерченной цели, но и как одновременный поиск и корректировка целей развития [155].

Диапазон степени сложности системы «корпорация» варьируется в зависимости от ее масштаба. Кроме того, она имеет явно выраженную уровневую структуру, при которой более высокий уровень интегрирует по определенным правилам (алгоритмам) информационные сигналы нижестоящего уровня и оперирует агрегатами. Можно также отметить, что уровневость также зависит от масштаба корпорации. Однако, такая зависимость не является линейной, как и зависимость между сложностью и уровневостью системы.

С точки зрения системы финансов хозяйствующего субъекта, вся финансовая деятельность – это генерация финансовых результатов как откликов на суперпозицию управленческих решений лиц, эти решения принимающих (ЛПР), и внешних рыночных сигналов, обладающих индетерминированной (стохастической природой), см. рис. 1.1 (на рис. 1.1 толстыми стрелками с тенью отмечены процессы управления финансами со стороны ЛПР и внешней рыночной среды, а тонкими стрелками отмечены

информационные потоки, концентрирующиеся на ЛПР и служащие основой для принятия финансовых решений.). Так, например, неоптимальное решение финансового менеджера о сокращении инвестиций в запасы готовой продукции на складе, в суперпозиции с резко возросшим спросом на товары данного вида, вызывает дефицит и соответствующую упущенную выгоду, что может обернуться убытками отчетного периода.

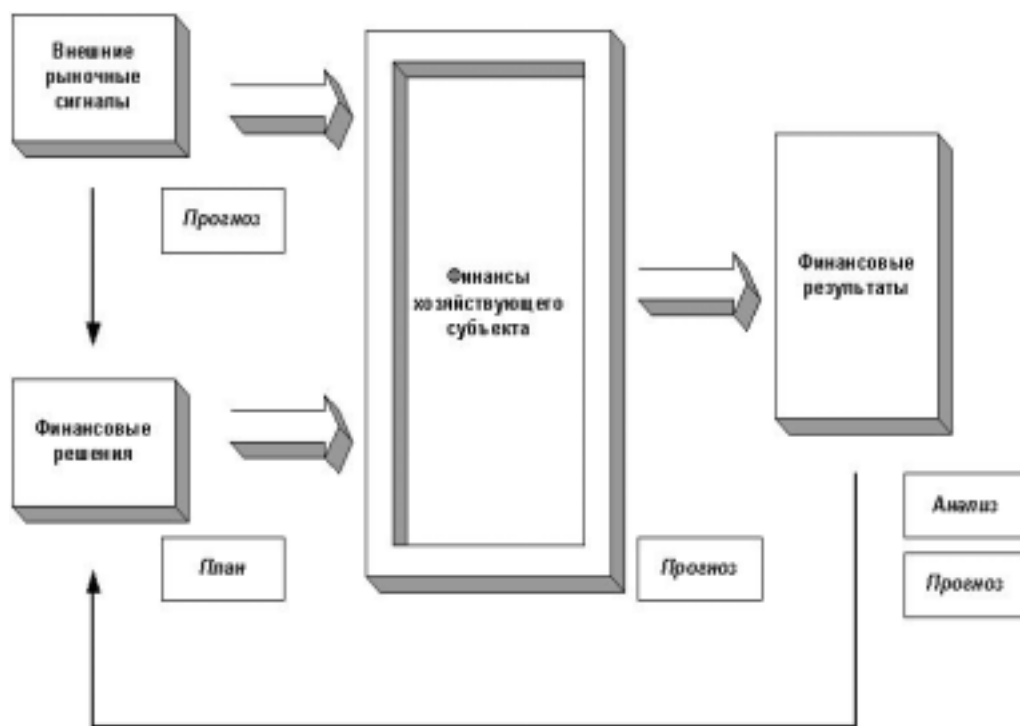


Рис. 1.1. Финансы как кибернетическая система

Поэтому грамотный финансовый менеджмент корпорации – это управление финансами в целях достижения планируемых финансовых результатов с учетом существенной неопределенности относительно будущих параметров рыночного окружения хозяйствующего субъекта. Здесь в качестве цели финансовой системы выступают планируемые финансовые результаты корпорации, и предполагается, что существуют: а) прогнозы динамики внешних по отношению к системе рыночных факторов; б) прогнозы финансовых результатов хозяйствующего субъекта на основе комплексной прогнозной модели и сформированные на основе этих прогнозов финансовые планы; б) процедуры оценки (распознавания) уровня достигнутых финансовых результатов (процедуры финансового анализа). Рассмотрим все вышеперечисленные аспекты по порядку.

1.2. Обзор существующих моделей и методов финансового менеджмента

1.2.1. Модели и методы прогнозирования финансового состояния хозяйствующих субъектов и организованных рынков

Традиционные подходы к прогнозированию, нашедшие применение в экономической практике, можно подразделить на три основные группы [73]. Это методы экспертных оценок, методы обработки пространственно-временных совокупностей и ситуационные методы. Рассмотрим по порядку.

Методы экспертных оценок являются, пожалуй, самыми популярными, и имеют древнюю историю. В частности, так называемый дельфийский метод [292] (названный так в честь древнегреческого города Дельфы, известного своими оракулами), базируется на многоступенчатом экспертном опросе (методом «мозгового штурма») с проследующей обработкой данных методами экономической статистики. Хорошо также известна практика обработки экспертных оценок на базе теории нечетких множеств [88].

Ограниченность методов экспертных оценок в том, что в них присутствует субъективный элемент и возможность ошибочного суждения. Часто бывает, что эксперт формирует свое мнение на основе неосознанных субъективных предпочтений, внутренней картины мира, сложившейся в течение всей жизни эксперта. Эксперт, бывает, склонен даже игнорировать новые факты и гипотезы, которые противоречат сложившемуся у эксперта взгляду на вещи и не вписываются в его научное мировоззрение. Чем консервативнее эксперт (это часто коррелируется с его возрастом), тем менее он склонен непрерывно учиться. Также случается, что эксперт излишне подвержен коллективному мнению, расхожим, популярным теориям (например, если концепции, исповедуемые научной школой, к которой принадлежит эксперт, подвергаются обоснованной критике, то смене взглядов эксперта может помешать не только его косность, но и «корпоративная солидарность»).

В финансовом менеджменте нет и не может быть ничего застывшего, окончательного. Даже результаты, получившие в свое время нобелевскую премию в области экономики, попадают под удар сокрушительной критики. Так было, например, с портфельной теорией Марковица [273 - 275], с теорией линии рынка капитала Шарпа-Литнера [194, 296 - 298], с теорией справедливой оценки стоимости европейского опциона Блэка-Шоулза-Мертон [213]. Оказывалось, что предпосылки, положенные в основу этих теорий (нормальность законов распределения доходности активов, монотонность инвестиционных предпочтений, винеровский случайный процесс ценовых колебаний) существенно расходятся с реальностью фондового рынка [238, 239, 243, 313]. Инвесторы, следовавшие «классическим» теориям фондового менеджмента, потерпели колоссальные убытки в 2001 – 2002 годах (только в США за эти годы инвесторы потеряли 10 трлн.

долларов), когда изменившаяся картина рынка вступила в противоречие с научной его картиной, бытовавшей по сию пору. Основополагающее значение перечисленных «нобелевских» теорий для финансового менеджмента никем не оспаривается. Однако из этого не следует, что невозможно развитие и появление новых теорий финансового менеджмента, оппонирующих уже существующим теориям. Такая ломка научных стереотипов, кризис экономической парадигмы, о которой писал Кун в [83], воспринимается сложившимися экспертами весьма болезненно, потому что вынуждает их обновлять свое научное мировоззрение, доучиваться. Новые теории обесценивают роль предшествующих теорий в научном процессе, равно как и вклад в науку целых поколений ученых, работавших в русле, очерченном их предшественниками. Все это рождает латентный протест, который может в конечном счете выразиться в ошибочном экспертном заключении.

Методы обработки пространственно-временных совокупностей существенно варьируют по сложности используемых алгоритмов. Простейший вариант прогноза – это предположение регрессии прогнозируемого параметра по фактору времени:

$$Y(t) = a + b \times t + \varepsilon(t), \quad (1.1)$$

где a, b – параметры регрессии (определяемые обычно по методу наименьших квадратов), $\varepsilon(t)$ – случайная величина с нулевым математическим ожиданием и фиксированными прочими параметрами вероятностного распределения.

Предположение о линейности регрессии прямо вытекает из допущения, что прогнозируемый случайный процесс является стационарным, т.е. в каждом временном сечении этого процесса лежит случайная величина, вероятностное распределение которой содержит постоянные, неизменные во времени параметры.

Из этого же допущения о стационарности случайного процесса исходят все методы авторегрессии, когда прогнозируемое значение параметра линейным образом зависит от некоторой совокупности предыдущих значений параметров:

$$Y(t) = A_0 + A_1 Y(t-1) + A_2 Y(t-2) + \dots + \varepsilon(t). \quad (1.2)$$

Авторегрессия свидетельствует об инерционности и стационарности прогнозируемого процесса, о сохранении на всем интервале прогнозирования исторически сложившейся экономической парадигмы. Однако это допущение является слишком сильным и малореалистичным. Чтобы смягчить эту предпосылку о стационарности, зарубежные исследователи Энгл и Боллерслев разработали семейство методов ARCH и GARCH соответственно ([216, 237]), допуская, что прогнозируемый процесс перестает быть стационарным, но будущее значение волатильности этого процесса может быть предсказано по ряду предыдущих значений волатильности процесса (условно-непостоянная волатильность). Т.е. в алгоритме прогнозируется не только искомый параметр, но и параметры распределения ошибки прогноза.

Развитием методов ARCH и GARCH является технология так называемых нейронных сетей [45], когда система прогнозирования в автоматическом режиме осуществляет оценивание параметров регрессии, минимизируя функцию ошибки. Любопытно, что иногда для обучения финансовых нейронных сетей используются даже астрологические прогнозы [176] (в мире существует ряд финансовых программ на астрологическом базисе, и мы здесь обходим стороной вопрос о том, является ли астрология наукой или нет).

Методы ARCH и GARCH (равно как и построенные на их основе нейронные сети) перестают работать, когда исследуемая экономическая система терпит так называемый эпистемологический, парадигмальный разрыв [83], т.е., с резким изменением экономических тенденций вся накопленная история оказывается неподходящей для прогноза. Характерный пример – перелом тенденции фондового рынка США в 2001 году. И в этом случае для прогнозирования тенденций подсистемы необходимо пользоваться данными надсистемы, не претерпевшей парадигмального разрыва. Так, для прогнозирования американских фондовых индексов сегодня можно воспользоваться данными макроэкономических индексов и обновленными предположениями о рациональных инвестиционных тенденциях, используя идеологию треугольных нечетких функций [94].

Методы ситуационного анализа предполагают генерацию экономических сценариев и детерминированное факторное моделирование реакции системы на сгенерированный сценарий, измеряемое по финансовым результатам системы. Всем сценариям в генеральной их совокупности присваиваются вероятностные веса. Таким образом, итоговый ожидаемый финансовый результат интерпретируется как матожидание случайной величины показателя, распределенной в соответствии с исходным весовым распределением входных сценариев.

Если сценарии воздействия на финансовую систему являются многоступенчатыми, процессными, то в ходе исследования финансовых результатов строится дерево решений [34, 161]. Построение дерева решений влечет «ращепление» исходных вероятностей возникновения сценариев на вероятности подсценариев, вложенных в базовый. Тогда результирующее вероятностное распределение финансовых результатов восстанавливается по известным формулам Байеса для полной вероятности.

В финансовом менеджменте особенно широко деревья решений используются при макроэкономическом моделировании [266] и для оценки стоимости опционов [255].

1.2.2. Модели и методы финансового планирования

В экономической литературе, особенно англоязычной, проводится достаточно четкое различие между понятиями «план» и «бюджет». Так, Коласс [74] выделяет три вида планирования: а) стратегическое; б) среднесрочное, или оперативное; в) краткосрочное, или бюджетное. В.В.Ковалев [73], разграничивая понятие плана и бюджета, приводит следующую таблицу ключевых различий этих понятий:

Таблица 1.1. Ключевые различия понятий «план» и «бюджет»

Признак	План	Бюджет
Показатели и ориентиры	Любые, в том числе и неколичественные	В основном стоимостные
Горизонт планирования	В зависимости от предназначения плана	В основном до года
Предназначение	Формулирование целей, которые нужно достигнуть, и способов достижения	а) детализация способов ресурсного обеспечения выбранного варианта достижения целей; б) средство текущего контроля исполнения плана

С позиции количественных оценок планирование текущей деятельности заключается в построении генерального бюджета, представляющего собой систему систему взаимосвязанных операционных и финансовых бюджетов (рис 1.2. [73]).

- рыночные (какой сегмент рынка товаров и услуг планируется охватить, каковы приоритеты в основной производственно-коммерческой деятельности компании);
- производственные (какие структура производства и технология обеспечат выпуск продукции необходимого объема и качества);
- финансово-экономические (каковы основные источники финансирования и прогнозируемые финансовые результаты выбираемой стратегии);
- социальные (в какой мере деятельность компании обеспечит удовлетворение определенных социальных потребностей общества в целом или отдельных его слоев).

Стратегический план может иметь следующую структуру:

- Содержание и целевые установки деятельности фирмы (предназначение и стратегическая цель деятельности фирмы, масштабы и сфера деятельности, тактические цели и задачи).
- Прогнозы и ориентиры (прогноз экономической ситуации на рынках капиталов, продукции и труда, намеченные перспективные ориентиры по основным показателям).
- Специализированные планы и прогнозы (производство, маркетинг, финансы, кадры, инновационная политика, новая продукция и рынки сбыта).
- Интегральная оценка эффективности и рисков стратегического плана (соотношение инвестиций, ожидаемых прибылей и рисков).

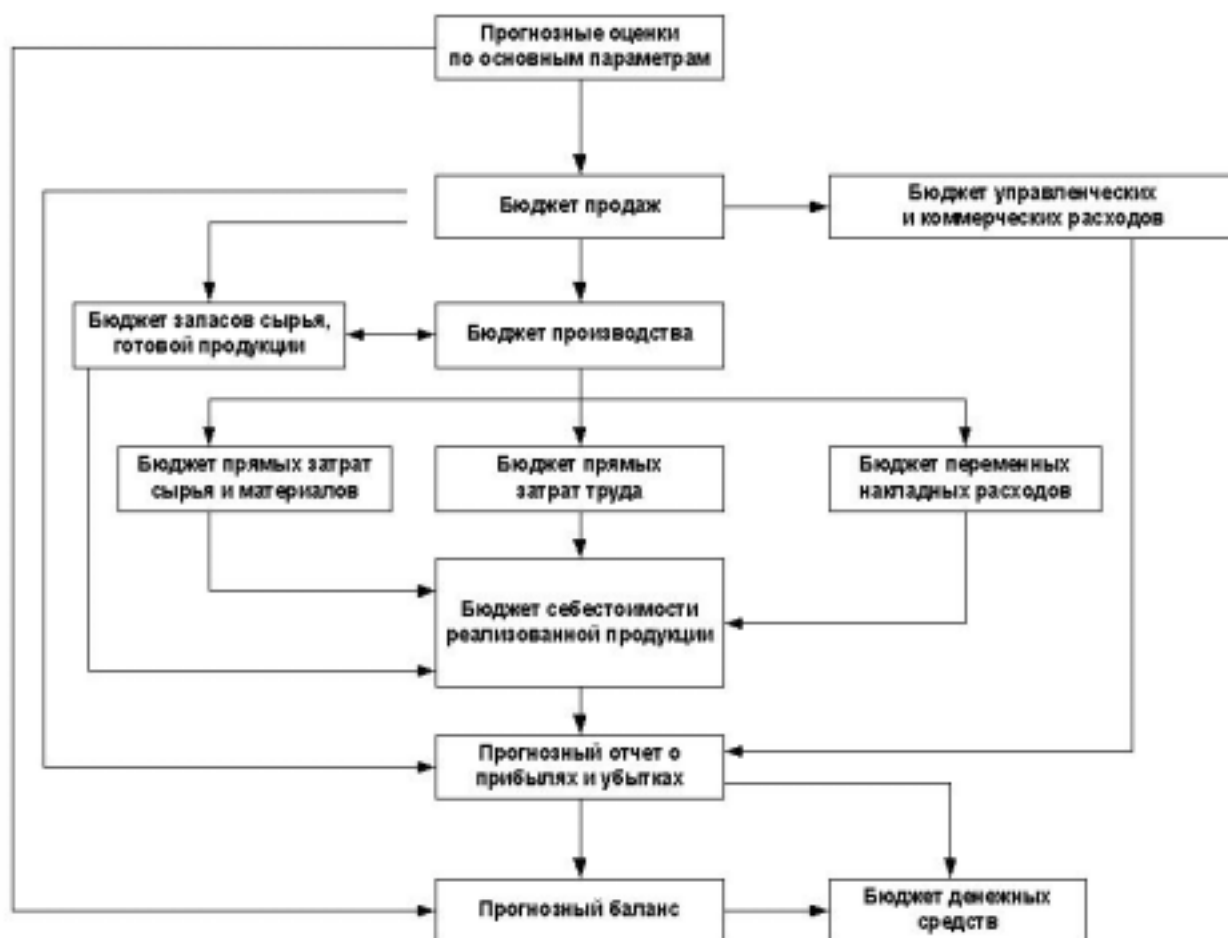


Рис. 1.2. Генеральный бюджет хозяйствующего субъекта

Интересен опыт стратегического планирования компании Siemens Business Services [300]. Компания, имея представительства в 45 странах мира, планирует свою деятельность матричным способом, выделяя направления оказываемых работ и услуг и на пересечении страны и бизнеса формируя соответствующие бизнес-подразделения, которые имеют двойное подчинение: менеджменту страны и менеджменту бизнес-направления. Соответственно, исходный стратегический план компании разверстывается по двум направлениям: на региональные стратегические планы и на стратегические бизнес-планы по направлениям бизнеса. Таким образом, каждое бизнес-подразделение планирует свою деятельность на пересечении регионального старатегического плана и плана по направлению бизнеса. Такой подход дает руководству SBS возможность тотального контроля за деятельностью региональных подразделений, с одной стороны, и за развертыванием отдельных бизнес-активностей – с другой стороны.

Стратегическое планирование в компании SBS Россия проводится на основе специализированного программного решения, использующего формализмы теории нечетких множеств при позиционировании отдельных бизнесов в бизнес-портфеле компании. Подробно этот вопрос рассматривается в разделе 2.3 настоящей диссертационной работы.

Уровень неопределенности исходных данных, сопровождающий стратегический план, очень высок. Он имеет макроэкономическую природу и связан с неточностью определения рыночных сегментов и параметров динамики развития этих сегментов. Неопределенность в части рыночных сегментов преобразуется в неопределенность проектной выручки, а та, в свою очередь – в неопределенность интегральных показателей эффективности проекта, что сопряжено с риском неэффективности планируемого бизнеса.

Говоря уже о **бизнес-планировании**, многие в России в первую очередь вспоминают о методике бизнес-планирования, разработанной под эгидой Комитета ООН по промышленному развитию (United Nations Industrial Development Organization, UNIDO [307]), а также о программе «Альт-Инвест», явившейся исторически первым российским инструментом для бюджетирования инвестиционных проектов [159] (разработчик программы К.И.Воронов).

Стандартный отчет о результатах бизнес-планирования должен содержать следующие основные разделы:

- Вводная часть отчета
- Особенности и состояние выбранной сферы бизнеса
- Сущность предполагаемого бизнеса (проекта)
- Ожидаемая квота рынка и обоснование ее величины
- План основной (производственной) деятельности
- План маркетинга
- Администрирование
- Оценка предпринимательских рисков и их страхование
- Финансовый раздел бизнес-плана
- Стратегия финансирования проекта.

Разумется, бизнес-план конкретного проекта обладает меньшим количеством плохо обусловленных данных, нежели стратегический план, но тем не менее неустраняемая неопределенность в части исходных данных и прогнозных оценок бизнес-плана сохраняется. При этом затратная часть бизнес-плана обладает на порядок меньшей неопределенностью, нежели та часть бизнес-плана, которая касается выручки. Потому что именно за рамками хозяйствующего субъекта, как указывал Друкер [51], находится ряд источников формирования неопределенности, что делает невозможным точное предсказание уровня продаж в принципе.

Отсюда следует, что для учета неопределенности в части ожидаемой выручки бизнес-проекта должны применяться специальные модели и методы. Один из таких методов изложен в [100], где моделирование выручки от продаж осуществляется с применением аппарата треугольных нечетких функций.

Исполнение планов и бюджетов влечет необходимость принятия ряда финансовых решений, связанных с управлением капиталом. Так, выполнение инвестиционного проекта требует мобилизации инвестиционного капитала путем эмиссии ценных бумаг или

привлечения кредитных ресурсов банков; осуществление годового производственного плана предполагает резервирование денежных средств на обеспечение потребности в чистом оборотном капитале (запасы, расчеты с дебиторами и прочее). Примеры можно продолжать.

Успешность финансовых решений напрямую зависит от степени качества осуществляемого планфактного контроля. Например, собственник проекта, убеждаясь в его неэффективности в ходе планфактного контроля проекта, может прервать финансирование инвестиционной программы и выйти из проекта, тем самым отсекая потенциальные убытки. Менеджер производственного предприятия, предвидя увеличение спроса на определенный товар, может пойти на увеличение размера складских запасов. Управляющий негосударственного пенсионного фонда, опасаясь падения цены некоторого фондового актива, может приобрести пут-опцион на фьючерс по данному базовому активу. Все эти решения влекут дополнительные затраты, эффект от которых должен быть детально обоснован.

Поэтому, чтобы принимать уверенные финансовые решения в рамках плана или бюджета, обеспечивая их исполнение, а при необходимости – корректируя планы и бюджеты, - финансовый менеджер должен непрерывно контролировать **риски**, связанные с исполнением плана. Это возможно лишь в ходе оперативного моделирования финансовых решений и финансового анализа их последствий, в том числе оценки ожидаемости того, что принимаемые решения могут вызвать немедленные или отложенные убытки.

1.2.3. Модели и методы финансового анализа

Финансовый анализ в системе управления финансами хозяйствующего субъекта в наиболее общем виде представляет собой способ накопления, трансформации и использования информации финансового характера, имеющий целью:

- оценить текущее и перспективное имущественное и финансовое состояние хозяйствующего субъекта, в том числе риск его неплатежеспособности или банкротства;
- оценить возможные и целесообразные темпы развития хозяйствующего субъекта с позиции финансового их обеспечения;
- выявить доступные источники средств и оценить возможность и целесообразность их мобилизации;
- спрогнозировать положение хозяйствующего субъекта на рынке капитала.

В общем виде укрупненная программа анализа финансово-хозяйственной деятельности предприятия (корпорации, хозяйствующего субъекта) может выглядеть следующим образом [68]:

- Предварительный обзор экономического и финансового положения субъекта хозяйствования (характеристика общей направленности финансово-хозяйственной деятельности, выявление «больных» статей отчетности).

- Оценка и анализ экономического потенциала субъекта хозяйствования, в том числе:
 - оценка имущественного положения (построение аналитического баланса-нетто, вертикальный анализ баланса, горизонтальный анализ баланса, анализ качественных сдвигов в имущественном положении);
 - оценка финансового положения (оценка ликвидности и платежеспособности, оценка финансовой устойчивости).
- Оценка и анализ результативности финансово-хозяйственной деятельности субъекта хозяйствования (оценка производственной деятельности, анализ рентабельности, оценка положения на рынке ценных бумаг).

В настоящее время в мировой учетно-аналитической практике известны десятки показателей, используемых для оценки имущественного и финансового состояния компаний. Классифицируя эти показатели, выделяют обычно шесть групп, описывающих: имущественное положение компании, ее ликвидность, финансовую устойчивость, деловую активность, рентабельность, положение на рынке ценных бумаг.

Наиболее распространенные показатели **имущественного положения** компании следующие:

- сумма хозяйственных средств, находящихся в собственности и распоряжении компании;
- доля активной части основных средств;
- коэффициент износа;
- коэффициент обновления;
- коэффициент выбытия.

Наиболее распространенные показатели **ликвидности и платежеспособности** компании следующие:

- величина собственных оборотных средств;
- коэффициент текущей ликвидности;
- коэффициент быстрой ликвидности;
- коэффициент абсолютной ликвидности;
- коэффициент обеспеченности текущей деятельности собственными оборотными средствами;
- коэффициент покрытия запасов.

Наиболее распространенные показатели **финансовой устойчивости** компании следующие:

- коэффициент финансовой автономии;
- коэффициент маневренности собственного капитала;
- коэффициент структуры долгосрочных источников финансирования;
- коэффициент структуры привлеченных средств
- коэффициент структуры заемных средств;
- коэффициент обеспеченности процентов к уплате;
- коэффициент покрытия постоянных финансовых расходов.

Наиболее распространенные показатели **деловой активности** компании следующие:

- коэффициент устойчивости экономического роста;
- коэффициент фондоотдачи;
- коэффициент оборачиваемости средств в активах.

Наиболее распространенные показатели **рентабельности** компании следующие:

- рентабельность совокупного капитала;
- рентабельность собственного капитала;
- рентабельность инвестиций;
- валовая рентабельность реализованной продукции (валовая маржа).

Наиболее распространенные показатели **положения компании на рынке ценных бумаг** следующие:

- доход на акцию;
- ценность акции (price-to-earnings ratio);
- дивидендная доходность акции;
- коэффициент котировки акции (price-to-book ratio).

От частных показателей, характеризующих отдельную сторону хозяйствования компании, переходят к комплексным коэффициентам, характеризующим положение хозяйствующего субъекта в целом. Первой попыткой в истории финансового менеджмента построить такой показатель была попытка Уолла [311], который нашел комплексный показатель как свертку исходных отдельных показателей, причем эксперт сам должен был назначать веса в формуле свертки.

Следующий шаг был предпринят Эдвардом Альтманом [203 - 206] в 1968 году. Существо подхода Альтмана к комплексному финансовому анализу корпорации состоит в следующем:

- Применительно к данной стране и к интервалу времени формируется набор отдельных финансовых показателей предприятия, которые на основании предварительного анализа имеют наибольшую относимость к свойству банкротства. Пусть таких показателей N .
- В N -мерном пространстве, образованном выделенными показателями, проводится гиперплоскость, которая наилучшим образом отделяет успешные предприятия от предприятий-банкротов, на основании данных исследованной статистики. Уравнение этой гиперплоскости имеет вид

$$Z = \sum_{(i)} \alpha_i \times K_i, \quad (1.3)$$

где K_i - функции показателей бухгалтерской отчетности, α_i - полученные в результате анализа веса.

- Осуществляя параллельный перенос плоскости (1.3), можно наблюдать, как перераспределяется число успешных и неуспешных предприятий, попадающих в ту или иную подобласть, отсеченную данной плоскостью. Соответственно, можно установить пороговые нормативы Z_1 и Z_2 : когда $Z < Z_1$, риск банкротства предприятия высок, когда $Z > Z_2$ - риск банкротства низок, $Z_1 < Z < Z_2$ - состояние предприятия не определимо.

Отмеченный подход был применен Альтманом применительно к экономике США. В результате появилось широко известная формула:

$$Z = 1.2K_1 + 1.4K_2 + 3.3K_3 + 0.6K_4 + 1.0K_5, \quad (1.4)$$

где:

K_1 = собственный оборотный капитал/сумма активов;

K_2 = нераспределенная прибыль/сумма активов;

K_3 = прибыль до уплаты процентов/сумма активов;

K_4 = рыночная стоимость собственного капитала/заемный капитал;

K_5 = объем продаж/сумма активов.

Интервальная оценка Альтмана: при $Z < 1.81$ – высокая вероятность банкротства, при $Z > 2.67$ – низкая вероятность банкротства.

Позже (1983) Альтман распространил свой подход на компании, чьи акции не котируются на рынке. Соотношение (2.2) в этом случае приобрело вид

$$Z = 0.717K_1 + 0.847K_2 + 3.107K_3 + 0.42K_4 + 0.995K_5. \quad (1.5)$$

Здесь K_4 - уже балансовая стоимость собственного капитала в отношении к заемному капиталу. При $Z < 1.23$ Альтман диагностирует высокую вероятность банкротства.

Подход Альтмана, называемый также методом дискриминантного анализа, был впоследствии применен самим Альтманом и его последователями в ряде стран (Англия, Франция, Бразилия и т.п.). Так, например Тоффлер и Тисшоу [303], для случая Великобритании получили следующую зависимость:

$$Z = 0.53K_1 + 0.13K_2 + 0.18K_3 + 0.16K_4, \quad (1.6)$$

где

K_1 = прибыль от реализации /краткосрочные обязательства;

K_2 = оборотный капитал/сумма обязательств;

K_3 = краткосрочные обязательства / сумма активов;

K_4 = объем продаж/сумма активов.

При $Z > 0.3$ исследователи признают вероятность банкротства низкой.

Приведем еще ряд аналогичных моделей:

Модель Лиса:

$$Z = 0.063K_1 + 0.092K_2 + 0.057K_3 + 0.001K_4, \quad (1.7)$$

где

K_1 = оборотный капитал/сумма активов;

K_2 = прибыль от реализации/сумма активов;

K_3 = нераспределенная прибыль/сумма активов;

K_4 = рыночная стоимость собственного капитала/заемный капитал.

При $Z < 0.037$ – высокая вероятность банкротства.

Модель Чессера [224]:

$$P = \frac{1}{1 + e^Y}, \quad (1.8)$$

где

$$Y = -2.0434 - 5.24K_1 + 0.0053K_2 - 6.6507K_3 + 4.4009K_4 - 0.07915K_5 - 0.102K_6, \quad (1.9)$$

K_1 = быстро реализуемые активы/сумма активов;

K_2 = объем продаж/ быстро реализуемые активы;

K_3 = валовая прибыль/сумма активов;

K_4 = заемный капитал / сумма активов;

K_5 = основной капитал / чистые активы;

K_6 = оборотный капитал / объем продаж.

При $P > 0.5$ – высокая вероятность банкротства.

Первым российским опытом применения подхода Альтмана является сравнительно недавно разработанная модель **Давыдовой-Беликова [48]**:

$$Z = 8.38K_1 + 1.0K_2 + 0.054K_3 + 0.63K_4, \quad (1.10)$$

где

K_1 = оборотный капитал/сумма активов;

K_2 = чистая прибыль/собственный капитал;

K_3 = объем продаж/ сумма активов;

K_4 = чистая прибыль/себестоимость.

При: $Z < 0$ - вероятность банкротства максимальная (0.9 – 1), $0 < Z < 0.18$ – вероятность банкротства высокая (0.6 – 0.8), $0.18 < Z < 0.32$ – вероятность банкротства средняя (0.35-0.5), $0.32 < Z < 0.42$ – вероятность банкротства низкая (0.15-0.20), $Z > 0.42$ - вероятность банкротства незначительна (до 0.1).

Сопоставление данных, полученных для ряда стран, показывает, что веса в Z - свертке и пороговый интервал $[Z_1, Z_2]$ сильно разнятся не только от страны к стране, но и от года к году в рамках одной страны (можно сопоставить выводы Альтмана о положении предприятий США за 10 лет анализа). Получается, что подход Альтмана **не обладает устойчивостью к вариациям в исходных данных**. Статистика, на которую опирается Альтман и его последователи, возможно, и репрезентативна, но она не обладает важным свойством статистической однородности выборки событий. Одно дело, когда статистика применяется к выборке радиодеталей из одной произведенной партии, а другое, - когда она применяется к фирмам с различной организационно-технической спецификой, со своими уникальными рыночными нишами, стратегиями и целями, фазами жизненного цикла и т.д. Здесь невозможно говорить о статистической однородности событий, и, следовательно, допустимость применения вероятностных методов, самого термина "вероятность банкротства" ставится под сомнение [99].

В ходе использования методов Альтмана часто возникают передержки. В переводной литературе по финансовому анализу, а также во всевозможных российских компиляциях часто встретишь формулу Альтмана образца 1968 года, и ни слова не говорится о допустимости этого соотношения в анализе ожидаемого банкротства. С таким же успехом в формуле Альтмана могли бы стоять *любые другие* веса, и это было бы столь же справедливо в отношении российской специфики, как и исходные веса.

Разумеется, мы вправе ожидать, что чем выше, скажем, уровень финансовой автономии предприятия, тем дальше оно отстоит от банкротства. Это же выражают все монотонные зависимости, полученные на основе подхода Альтмана. Но сколь в действительности велика эта дистанция – вопрос этот, скорее всего, не будет решен даже тогда, когда появится полноценная представительная статистика российских банкротств.

Подход Альтмана имеет право на существование, когда в наличии (или обосновываются модельно) однородность и репрезентативность событий выживания/банкротства. Но ключевым ограничением этого метода является даже не проблема качественной статистики. Дело в том, что классическая вероятность - это характеристика не отдельного объекта или события, а характеристика *генеральной совокупности событий*. Рассматривая отдельное предприятие, мы вероятностно описываем его отношение к полной группе. Но уникальность всякого предприятия в том, что оно может выжить и при очень слабых шансах, и, разумеется, наоборот. Единичность судьбы предприятия подталкивает исследователя присмотреться к предприятию пристальнее, расшифровать его уникальность, его специфику, а не "стричь под одну гребенку"; не искать похожести, а, напротив, диагностировать и описывать отличия. При

таком подходе статистической вероятности места нет. Исследователь интуитивно это чувствует и переносит акцент с *прогнозирования* банкротства (которое при отсутствии полноценной статистики оборачивается гаданием на кофейной гуще) на *распознавание* сложившейся ситуации с определением дистанции, которая отделяет предприятие от состояния банкротства.

Исследователь, анализируя близкие в рыночном смысле предприятия, модельно обосновывает их квазиоднородность в пределах заданной выборки. Исследователь собирает квазистатистику в том смысле, как она понимается в разделе 1.3.1 настоящей диссертационной работы. И тогда сопоставительный анализ предприятий выборки и их нечеткая классификация по уровню отдельных финансовых показателей становятся научно обоснованным делом.

В близком направлении двигаются подходы, которые можно условно назвать «качественными». Они основываются на изучении отдельных характеристик, присущих бизнесу, развивающемуся по направлению к банкротству. Если для исследуемого предприятия характерно наличие таких характеристик, можно дать экспертное заключение о неблагоприятных тенденциях развития. При этом надо отметить, что при анализе рассматриваются *не только финансовые показатели, но и показатели, характеризующие уровень менеджмента на предприятии*.

Одним из «качественных» подходов является **подход Аргенти** (цитируется по [199]). Суть его в следующем.

Исследование в рамках подхода начинается с предположений, что (а) идет процесс, ведущий к банкротству, (б) процесс этот для своего завершения требует нескольких лет и (в) процесс может быть разделен на три стадии:

- *Недостатки*. Компании, скатывающиеся к банкротству, годами демонстрируют ряд недостатков, очевидных задолго до фактического банкротства.
- *Ошибки*. Вследствие накопления этих недостатков компания может совершить ошибку, ведущую к банкротству (компания, не имеющие недостатков, не совершают ошибок, ведущих к банкротству).
- *Симптомы*. Совершенные компанией ошибки начинают выявлять все известные симптомы приближающейся неплатежеспособности: ухудшение показателей (скрытое при помощи "творческих" расчетов), признаки недостатка денег. Эти симптомы проявляются в последние два или три года процесса, ведущего к банкротству, который часто растягивается на срок от пяти до десяти лет.

При расчете А-счета конкретной компании необходимо ставить либо количество баллов согласно Аргенти, либо 0 – промежуточные значения не допускаются. Каждому фактору каждой стадии присваивают определенное количество баллов и рассчитывают агрегированный показатель – А-счет.

Метод А-счета для предсказания банкротства представлен таблицей 1.2.

Таблица 1.2. А-счет Аргенти

Индикаторы	Ваш балл	Балл согласно Аргенти
<u>Недостатки</u>		
Директор-автократ		8
Председатель совета директоров является также директором		4
Пассивность совета директоров		2
Внутренние противоречия в совете директоров (из-за различия в знаниях и навыках)		2
Слабый финансовый директор		2
Недостаток профессиональных менеджеров среднего и нижнего звена (вне совета директоров)		1
Недостатки системы учета:		3
Отсутствие бюджетного контроля		
Отсутствие прогноза денежных потоков		3
Отсутствие системы управленческого учета затрат		3
Вялая реакция на изменения (появление новых продуктов, технологий, рынков, методов организации труда и т.д.)		15
Максимально возможная сумма баллов		43
“Проходной балл”		10
<i>Если сумма больше 10, недостатки в управлении могут привести к серьезным ошибкам</i>		
<u>Ошибки</u>		
Слишком высокая доля заемного капитала		15
Недостаток оборотных средств из-за слишком быстрого роста бизнеса		15
Наличие крупного проекта (провал такого проекта подвергает фирму серьезной опасности)		15
Максимально возможная сумма баллов		45
“Проходной балл”		15
<i>Если сумма баллов на этой стадии больше или равна 25, компания подвергается определенному риску</i>		
<u>Симптомы</u>		
Ухудшение финансовых показателей		4
Использование “творческого бухучета”		4
Нефинансовые признаки неблагополучия (ухудшение качества, падение “боевого духа” сотрудников, снижение доли рынка)		4
Окончательные симптомы кризиса (судебные иски, скандалы, отставки)		3
Максимально возможная сумма баллов		12
Максимально возможный А-счет		100
“Проходной балл”		25
Большинство успешных компаний		5-18
Компании, испытывающие серьезные затруднения		35-70
Если сумма баллов более 25, компания может обанкротиться в течение ближайших пяти лет.		
Чем больше А-счет, тем скорее это может произойти.		

Также в качестве примера одного из качественных подходов следует упомянуть **рекомендации Комитета по обобщению практики аудирования (Великобритания)**, содержащие перечень критических показателей для оценки возможного банкротства предприятия (цитируется по [199]). В.В. Ковалев [68], основываясь на разработках западных аудиторских фирм и преломляя эти разработки к отечественной специфике бизнеса, предложил следующую двухуровневую систему показателей.

К первой группе относятся критерии и показатели, неблагоприятные текущие значения или складывающаяся динамика изменения которых свидетельствуют о возможных в обозримом будущем значительных финансовых затруднениях, в том числе и банкротстве. К ним относятся:

- повторяющиеся существенные потери в основной производственной деятельности;
- превышение некоторого критического уровня просроченной кредиторской задолженности;
- чрезмерное использование краткосрочных заемных средств в качестве источников финансирования долгосрочных вложений;
- устойчиво низкие значения коэффициентов ликвидности;
- хроническая нехватка оборотных средств;
- устойчиво увеличивающаяся до опасных пределов доля заемных средств в общей сумме источников средств;
- неправильная реинвестиционная политика;
- превышение размеров заемных средств над установленными лимитами;
- хроническое невыполнение обязательств перед инвесторами, кредиторами и акционерами (в отношении своевременности возврата ссуд, выплаты процентов и дивидендов);
- высокий удельный вес просроченной дебиторской задолженности;
- наличие сверхнормативных и залежалых товаров и производственных запасов;
- ухудшение отношений с учреждениями банковской системы;
- использование (вынужденное) новых источников финансовых ресурсов на относительно невыгодных условиях;
- применение в производственном процессе оборудования с истекшими сроками эксплуатации;
- потенциальные потери долгосрочных контрактов;
- неблагоприятные изменения в портфеле заказов.

Во вторую группу входят критерии и показатели, неблагоприятные значения которых не дают основания рассматривать текущее финансовое состояние как критическое. Вместе с тем, они указывают, что при определенных условиях или принятии действенных мер ситуация может резко ухудшиться. К ним относятся:

- потеря ключевых сотрудников аппарата управления;
- вынужденные остановки, а также нарушения производственно-технологического процесса;
- недостаточная диверсификация деятельности предприятия, т.е. чрезмерная зависимость финансовых результатов от какого-то одного конкретного проекта, типа оборудования, вида активов и др.;
- излишняя ставка на прогнозируемую успешность и прибыльность нового проекта;

- участие предприятия в судебных разбирательствах с непредсказуемым исходом;
- потеря ключевых контрагентов;
- недооценка технического и технологического обновления предприятия;
- неэффективные долгосрочные соглашения;
- политический риск, связанный с предприятием в целом или его ключевыми подразделениями.

Что касается критических значений этих критериев, то они должны быть детализированы по отраслям и подотраслям, а их разработка может быть выполнена после накопления определенных статистических данных.

Одной из стадий банкротства предприятия является *финансовая неустойчивость*. На этой стадии начинаются трудности с наличными средствами, проявляются некоторые ранние признаки банкротства, резкие изменения в структуре баланса в любом направлении. Однако особую тревогу должны вызвать:

- резкое уменьшение денежных средств на счетах (кстати, увеличение денежных средств может свидетельствовать об отсутствии дальнейших капиталовложений);
- увеличение дебиторской задолженности (резкое снижение также говорит о затруднениях со сбытом, если сопровождается ростом запасов готовой продукции);
- старение дебиторских счетов;
- разбалансирование дебиторской и кредиторской задолженности;
- снижение объемов продаж (неблагоприятным может оказаться и резкое увеличение объемов продаж, так как в этом случае банкротство может наступить в результате последующего разбалансирования долгов, если последует непродуманное увеличение закупок, капитальных затрат; кроме того, рост объемов продаж может свидетельствовать о сбросе продукции перед ликвидацией предприятия).

При анализе работы предприятия извне тревогу должны вызывать:

- задержки с предоставлением отчетности (эти задержки, возможно, сигнализируют о плохой работе финансовых служб);
- конфликты на предприятии, увольнение кого-либо из руководства и т.д.

Следующим шагом в плане построения комплексного показателя финансового состояния хозяйствующего субъекта следует считать совместную работу диссертанта с О.Б.Максимовым [97, 101]. Мы ушли от попытки интерпретировать статистику по предприятиям на основе дискриминантного анализа, взамен этого мы выдвинули нормы по каждому частному параметру в нашей интегральной оценке финансового состояния предприятия. Мы заранее условились, что не можем провести классификацию уровней параметров вполне точно, потому что на вход метода поступает не статистика, а квазистатистика, поэтому аналитик затрудняется в оценке классификационных уровней. Мы выстроили нечетко-множественную классификацию параметров, ввели веса показателей в интегральной оценке и получили саму оценку финансового положения предприятия не как свертку самих факторов (как все делали до нас), а как свертку текущих уровней этих факторов. Это позволило нам получить интегральный показатель финансового состояния на интервале от 0 до 1 и пронормировать его, выделяя 5 состояний: очень высокий, высокий, средний, низкий и очень низкий уровень

комплексного показателя. В обратном порядке изменяется риск банкротства предприятия (очень низкий, низкий, средний, высокий и очень высокий соответственно).

Предлагаемая нами методика, подробно рассматриваемая в главе 2 настоящей диссертационной работы, позволяет уйти от схемы «черного ящика» и контролировать процесс комплексной оценки изнутри, на основе самостоятельного выбора оцениваемых параметров и их классификации. Предложенная нами методика представляет собой разновидность конструктора, который может быть настроен на специфику оцениваемого предприятия, ссоответствующим выбором перечня оцениваемых показателей и их весов в интегральной оценке финансового состояния предприятия и риска банкротства.

Метод, разработанный нами, носит матричный характер, где по столбцам матрицы откладываются частные финансовые показатели, а по строкам – всевозможные уровни этих показателей с точки зрения комплексной оценки финансового состояния предприятия. На пересечении столбцов и строк находятся уровни принадлежности значений факторов тем или иным состояниям (интерпретируемым как нечеткие подмножества). Интегральный показатель строится по принципу двойной свертки параметров двумерной матрицы. Все методы комплексной оценки, построенные по этому принципу, мы называли матричными. Такие матричные методы оказались перспективными в финансовом анализе на рынке ценных бумаг, при рейтинговании облигаций и в ходе оценки инвестиционной привлекательности (скоринга) акций. Подробно это рассматривается в главе 3 настоящей диссертационной работы.

1.2.4. Модели и методы управления финансами

При переходе от плановой к рыночной экономике в России появился ряд видов деятельности, имеющих для финансового менеджера принципиально новый характер. К их числу относятся задачи эффективного вложения денежных средств в ходе инвестиционного процесса, формирования портфеля ценных бумаг, управления активами хозяйствующего субъекта в условиях отсутствия нормативов отдельных видов активов (что имели место в советский период). В.В.Ковалев [73] отмечает ряд существенных моментов, сопровождающих изменение существа методов управления финансами при переходе к рыночной экономике:

- были упразднены многие ограничения, в частности, нормирование оборотных средств, что автоматически исключило один из основных регуляторов величины финансовых ресурсов на предприятии;
- кардинальным образом изменился порядок исчисления финансовых результатов и распределения прибыли. С введением новых форм собственности стало невозможным изъятие прибыли в бюджет волевым методом, благодаря чему у предприятий появились свободные денежные средства;
- произошла существенная переоценка роли финансовых ресурсов, т.е. появилась необходимость грамотного управления ими, причем в различных аспектах – по видам, по назначению, во времени и т.д.;

- появились принципиально новые виды финансовых ресурсов, в частности возросла роль денежных эквивалентов, в управлении которыми временной аспект имеет решающее значение;
- произошли принципиальные изменения в вариантах инвестиционной политики (открылись новые возможности приложения капитала);
- в условиях финансовой нестабильности переходного периода (весь конец XX-го века в России) и гиперинфляции появилась потребность в эффективном управлении денежными активами в целях их ускоренной оборачиваемости.

К этому перечню следует добавить еще одно важное обстоятельство: возникшая рыночная неопределенность, связанная с нестабильностью, потребовала от финансового менеджера навыков управления активами и пассивами компании в условиях неполной, расплывчатой информации, не обладающей статистической природой. Зародилось отдельное направление российского финансового менеджмента, именуемое за рубежом и в России риск-менеджментом.

Все научно обоснованные финансовые решения применяются на основе модели финансовой системы, которую здесь и далее для краткости мы будем называть **финансовой моделью** хозяйствующего субъекта. Наряду с традиционной количественной информацией о финансовом состоянии хозяйствующего субъекта, эта модель содержит прогнозные оценки о внешних по отношению к субъекту рыночных условиях, а также данные об условиях принятия решения, в том числе об уровнях неопределенности тех или иных параметров модели (варианты: точное значение фактора, статистическое распределение, квазистатистическое распределение, качественная оценка на естественном языке и т.д.).

В зависимости от сроков осуществления и последствий финансовых решений, все эти решения можно условно подразделить на стратегические и тактические. Рассмотрим подробнее.

К **стратегическому** финансовому менеджменту относятся решения в рамках инвестиционной стратегии хозяйствующего субъекта. Именно в рамках инвестиционной стратегии компания реализует свои возможности к предвосхищению долгосрочных тенденций экономического развития и адаптации к ним. Инвестиционные решения целесообразны, если [183]:

- чистая прибыль от вложений превышает чистую прибыль от помещения средств на банковский депозит в надежном банке;
- рентабельность инвестиций выше уровня инфляции;
- рентабельность выбранного инвестиционного проекта с учетом временной стоимости денег выше рентабельности альтернативных проектов;
- рентабельность активов компании после осуществления проекта по крайней мере не уменьшится и в любом случае превысит среднюю расчетную ставку по заемным средствам;
- рассматриваемый проект соответствует генеральной стратегической линии хозяйствующего субъекта с точки зрения формирования рациональной ассортиментной структуры производства, сроков окупаемости затрат, наличия

финансовых источников покрытия издержек, оптимального бюджета движения денежных средств компании и т.д.

Ключевыми методами выбора оптимального инвестиционного проекта являются методы оценки чистой современной ценности проекта (NPV – Net Present Value) и срока окупаемости проекта по дисконтированным потокам (DPBP – Discount Pay-Back Period). Центральная проблема использования этих методов – неразрешимая входная неопределенность относительно проектной выручки (экономии затрат), которая может быть учтена с применением теории нечетких множеств. Метод оценки NPV в нечетко-множественной форме, с одновременной оценкой степени риска неоптимальности проекта, разработан диссертантом совместно с К.И. Вороновым [98, 100] на базе идеи, высказанной Бакли в [219], и подробно рассматривается в главе 2 настоящей диссертационной работы. Вкратце суть метода в следующем. На вход модели поступают нечетко-множественные последовательности, соответствующие потокам затрат и выручки. Полученный на этой основе чистый денежный поток проекта (нечетко-множественная последовательность) дисконтируется и суммируется нарастающим итогом, что дает NPV в форме треугольного нечеткого числа. Обработка этого числа по специальным формулам позволяет получить степень риска неоптимальности проекта (того, что NPV проекта окажется меньше планового значения).

К **тактическому** финансовому менеджменту относятся финансовые решения в области управления чистым оборотным капиталом хозяйствующего субъекта. Сюда относятся методы оптимизации производственных запасов, денежных средств, дебиторской задолженности и краткосрочных пассивов, методы оперативного управления портфелем ценных бумаг и т.д.

Уровень чистого оборотного капитала компании находится в обратном отношении к риску ее неплатежности. В то же самое время избыточный чистый оборотный капитал отрицательно сказывается на прибыльности компании, что заставляет ее руководство искать компромисс между риском неплатежеспособности и риском неэффективности работы. Этот компромисс может быть найден при комплексной оценке финансового положения предприятия, куда ликвидность и деловая активность входят как отдельные составляющие оценки. Если в оценке превалирует деловая активность (входит в нее с соответствующим весом), то завышенный размер чистого оборотного капитала приведет к снижению комплексного коэффициента. Наоборот, если в оценке превалирует ликвидность, то с ростом размеров чистого оборотного капитала компании комплексная оценка также будет расти.

Методы управления каждой составляющей в структуре чистого оборотного капитала специфичны для этой составляющей, с использованием моделей Баумоля, Миллера-Орра, Стоуна, имитационных моделей по схеме Монте-Карло и др. [32]. Общее этих методов в том, что они определяют рациональные нормативы потребности в чистом оборотном капитале, применение которых в тактическом финансовом менеджменте минимизирует риски неплатежеспособности и недопустимого снижения рентабельности операций. Часто эти нормативы связывают с периодом оборота различных типов оборотных активов.

1.2.5. Модели и методы фондового менеджмента

По сроку принятия решений на фондовом рынке все методы и модели фондового менеджмента можно подразделить на тактические (модели и методы, используемые в пределах одного торгового дня), оперативные (сроком до одного года) и стратегические (управление фондовым портфелем в течение ряда лет).

Тактические методы фондового менеджмента базируются на ряде теорий так называемого технического анализа. Существо этих теорий состоит в попытке предсказания будущего поведения рынка на основе ретроспективных данных, полученных, в том числе, за несколько часов до принятия решения. Методы технического анализа широко используются в современных программах интернет-трейдинга. Существо методов технического анализа излагается в [33].

Оперативные методы фондового менеджмента чаще базируются на принципах не технического, а фундаментального анализа активов, когда в рассмотрение берется не ценовая история актива, а фундаментальные характеристики эмитента этого актива и их соотношение с его текущей ценой. Методы оценки инвестиционной привлекательности инструментов фондового рынка разрабатывались в трудах Грэхэма и Додда, Томсета, Кима, Швагера и Тернера и других авторов [249, 262, 295, 305]. Подробный обзор состояния теории фундаментального анализа фондовых активов приведен в диссертационной работе [54]. Сюда же необходимо отнести методы оценки инвестиционной привлекательности фондовых активов, разработанные диссертантом, которые подробно излагаются в главе 3 настоящей диссертационной работы.

Стратегические методы управления фондовыми активами основываются на принципах оптимального распределения индексных активов в модельном фондовом портфеле. Исторически первым методом портфельной оптимизации является метод, предложенный нобелевским лауреатом Гарри Марковицем, суть которого в следующем. Пусть цена актива колеблется в соответствии с винеровским двухпараметрическим случайным процессом. Соответственно, логарифмическая (текущая эффективная) доходность такого актива обладает нормальным распределением с параметрами среднего и дисперсии распределения. Матожидание доходности характеризует эффективность инвестиций в актив, а дисперсия – риск. Соответственно, можно составить задачу управления портфеля как задачу максимизации доходности портфеля при выбранном загодя фиксированном уровне его риска. Эта задача квадратической оптимизации имеет своим решением эффективную границу портфельного множества в координатах «риск портфеля – доходность портфеля».

Критики теории Марковица утверждали, что в действительности движение активов не подчиняется модели винеровского случайного процесса. Реакцией на эту критику стала теория Шарпа-Литнера, которая в ходе оптимизации снимает допущение о нормальности распределения, однако сохраняет допущение о стационарности ценового процесса. Шарп правильно замечает [194, 296], что в условиях синхронной волатильности всех активов,

принадлежащих выбранному модельному классу (очень высокая степень корреляции активов) превышение доходности актива над среднерыночным значением доходности является фактором, характеризующим риск этого актива (так называемый бета-фактор). Однако в рамках этой теории Шарп считает, что риск актива – это условно-постоянная величина. Следовательно, снова мы имеем дело со стационарной моделью фондового актива.

Кризис 2001 года явно дал понять, что ни о какой стационарности не может быть и речи. Поэтому теория Шарпа-Линтнера также не выдержала испытания на прочность. Она (равно как и теория Марковица) хорошо работает в условиях неизменной парадигмы фондового рынка. В кризисные времена смены парадигмы, когда нестационарность ценовых процессов оказывается наиболее очевидной, столь же очевидной оказывается необходимость отказа от описаний, использующих стационарные случайные процессы. Эффект синхронной волатильности редуцируется, и инвесторы начинают приглядываться к возможностям роста или спада цены каждого конкретного актива, к фундаментальным параметрам эмитента. Возникает индивидуальный риск несовпадения фактической квартальной прибыли эмитента ожидаемым значениям, который зависит от рыночных условий хозяйствования эмитента. Этот риск порождает встречный риск оценочного понижения (downgrade) с вытекающим отсюда неизбежным падением цены акций. Таким образом рыночный риск актива теряет фундаментальный базис для измерения – рыночную линию, которая в условиях кризиса перестает существовать. Сейчас (февраль 2003 года) мы как раз наблюдаем поиски фондовым рынком США нового положения равновесия, новой рыночной линии. Однако эти поиски остаются тщетными, потому что еще окончательно не развеяны иллюзии инвесторов относительно справедливой цены активов, и целый ряд индустрий американской экономики по-прежнему являются переоцененными. Только при достижении окончательного дна фондовых индексов США можно говорить о формировании новой рыночной парадигмы и, соответственно – новой рыночной линии.

Поэтому является целесообразным прогнозировать фондовые индексы, руководствуясь новыми научными принципами. В частности, следует отказаться от базирования прогнозов исключительно на ретроспективных данных. Пример прогностической модели, основанной на гипотезах рационального поведения инвесторов и макроэкономического равновесия, предлагается в [94]. Бодробно содержание этой новой теории прогнозирования излагается в разделе 4.2 настоящей диссертационной работы.

Если достоверные (хоть и размытые) прогнозные оценки доходности и риска активов существуют, то на их основе можно осуществлять портфельную оптимизацию при помощи модифицированного метода Марковица. Подробно существо этого метода рассматривается в разделе 4.1 настоящей диссертационной работы.

1.3. Обоснование применимости теории нечетких множеств при моделировании финансовой деятельности

1.3.1. Информационная неопределенность как фактор риска при принятии финансовых решений. Квазистатистика

Как уже отмечалось, причины, определяющие уровень эффективности функционирования корпорации, частично находятся за пределами корпорации и не подлежат тотальному контролю со стороны этой корпорации. Такое положение дел вызывает феномен неопределенности. В монографии [88], посвященной нечетким множествам и их использованию в моделях принятия решений, приведена классификация видов неопределенности (рис. 1.3). Если спроецировать эту классификацию на специфику финансовых решений, то мы можем обозначить два укрупненных вида неопределенности:

- **неясность** (отсутствие точного знания) относительно будущего состояния всех прогнозируемых параметров финансовой модели хозяйствующего субъекта;
- **нечеткость** классификации отдельных сторон текущего финансового положения корпорации или состояния рынка ценных бумаг.

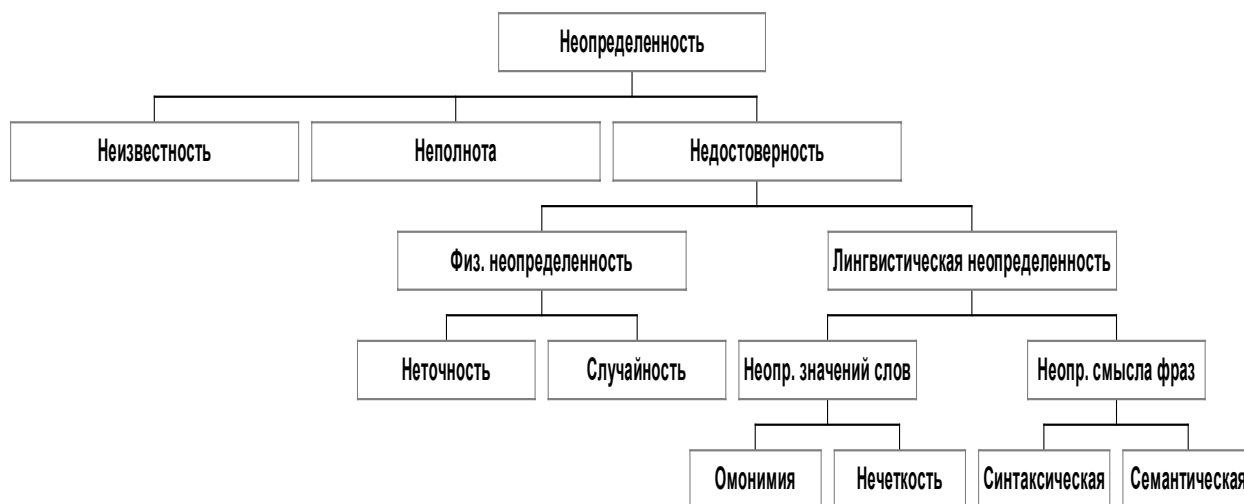


Рис. 1.3. Классификация видов неопределенности

Неопределенность – это неустранимое качество рыночной среды, связанное с тем, что на рыночные условия оказывает свое одновременное воздействие неизмеримое число факторов различной природы и направленности, не подлежащих совокупной оценке. Но и даже если бы все превходящие рыночные факторы были в модели учтены (что невероятно), сохранилась бы неустранимая неопределенность относительно характера реакций рынка на те или иные воздействия.

Рыночная неопределенность законно считается «дурной» (научный термин), т.е. не обладающей статистической природой. Экономика непрерывно порождает изменяющиеся условия хозяйствования, она подчинена закономерностям циклического развития, при этом хозяйственные циклы не являются стопроцентно воспроизводимыми, т.к. циклическая динамика макроэкономических факторов находится в суперпозиции с динамикой научно-технического прогресса. Возникающая в результате этой суперпозиции рыночная парадигма является уникальной. Из всего сказанного следует, что не удастся получить выборки статистически однородных событий из их генеральной совокупности, наблюдаемых в неизменных внешних условиях наблюдения. То есть классически понимаемой статистики нет.

Во всех определениях термина «статистика» (обширный перечень таких определений приведен в [91]) есть общее зерно, которое собственно, и относится к статистике в самом общем смысле слова, и это зерно в следующем. Мы имеем некий набор наблюдений по одному объекту или по совокупности объектов. Причем мы предполагаем, что за случайной выборкой наблюдений из гипотетической их генеральной совокупности кроется некий фундаментальный закон распределения, который сохранит свою силу еще на определенный период времени в будущем, что позволит нам прогнозировать тренд будущих наблюдений и расчетный диапазон отклонений этих наблюдений от расчетных ожидаемых трендовых значений.

Если мы договорились, что все наблюдения совершались в неизменных однотипных внешних условиях и/или наблюдались объекты с одинаковыми свойствами по факту, например, их появления по одной и той же причине, то мы оцениваем и подтверждаем искомый закон распределения частотным методом. Разбивая весь допустимый диапазон наблюдаемого параметра на ряд равных интервалов, мы можем подсчитать, сколько наблюдений попало в каждый выбранный интервал, то есть построить **гистограмму**. Известными методами мы можем перейти от гистограммы к плотности вероятностного распределения, параметры которого можно оптимальным образом подобрать. Таким образом, идентификация статистического закона завершена.

Если же мы имеем дело с «дурной» неопределенностью, когда у нас нет достаточного количества наблюдений, чтобы вполне корректно подтвердить тот или иной закон распределения, или мы наблюдаем объекты, которые, строго говоря, нельзя назвать однородными, тогда классической статистической выборки нет.

В то же время, мы, даже не имея достаточного числа наблюдений, склонны подразумевать, что за ними стоит проявление некоторого закона. Мы не можем оценить параметры этого закона вполне точно, но мы можем прийти к определенному соглашению о виде этого закона и о диапазоне разброса ключевых параметров, входящих в его математическое описание. И вот здесь уместно ввести понятие квазистатистики [93].

Квазистатистика – эта выборка наблюдений из их генеральной совокупности, которая считается недостаточной для идентификации вероятностного закона распределения с точно определенными параметрами, но признается достаточной для того, чтобы с той или иной субъективной степенью достоверности обосновать закон

наблюдений в вероятностной или любой иной форме, причем параметры этого закона будут заданы по специальным правилам, чтобы удовлетворить требуемой достоверности идентификации закона наблюдений.

Такое определение квазистатистики дает расширительное понимание вероятностного закона, когда он имеет не только частотный, но и субъективно-аксиологический смысл. Здесь намечены контуры синтеза вероятности в классическом смысле - и вероятности, понимаемой как структурная характеристика познавательной активности эксперта-исследователя.

Также это определение намечает широкое поле для компромисса в том, что считать достаточным объемом выборки, а что – нет. Например, эксперт, оценивая финансовое положение предприятий машиностроительной отрасли, понимает, что каждое предприятие отрасли уникально, занимает свою рыночную нишу и т.д., и поэтому классической статистики нет, даже если выборка захватывает сотни предприятий. Тем не менее, эксперт, исследуя выборку какого-то определенного параметра, подмечает, что для большинства работающих предприятий значения данного параметра группируются внутри некоторого расчетного диапазона, ближе к некоторым наиболее ожидаемым, типовым значениям факторов. И эта закономерность дает эксперту основания утверждать, что имеет место закон распределения, и далее эксперт может подыскивать этому закону вероятностную или, к примеру, нечетко-множественную форму.

Аналогичные рассуждения можно провести, если эксперт наблюдает один параметр единичного предприятия, но во времени. Ясно, что в этом случае статистическая однородность наблюдений отсутствует, поскольку со временем непрерывно меняется рыночное окружение фирмы, условия ее хозяйствования, производственные факторы и т.д. Тем не менее, эксперт, оценивая некоторое достаточно приличное количество наблюдений, может сказать, что «вот это состояние параметра типично для фирмы, это – из ряда вон, а вот тут я сомневаюсь в классификации». Таким образом, эксперт высказывается о законе распределения параметра таким образом, что классифицирует все наблюдения нечетким, лингвистическим способом, и это уже само по себе есть факт генерации немаловажной для принятия решений информации. И, раз закон распределения сформулирован, то эксперт имел дело с квазистатистикой.

Понятие квазистатистики дает широкий простор для применения нечетких описаний для моделирования законов, по которым проявляется та или иная совокупность наблюдений. Строго говоря, не постулируя квазистатистики, нельзя вполне обоснованно с научной точки зрения моделировать неоднородные и ограниченные по объему наблюдения процессы, протекающие на фондовом рынке и в целом в экономике, невозможно учитывать неопределенность, сопровождающую процесс принятия финансовых решений.

1.3.2. Соотношение вероятностных, экспертных и нечетко-множественных подходов к моделированию финансовых систем

Если соотносить вероятностные, нечетко-множественные и экспертные описания применительно к эффективности решения финансовых задач, то можно использовать схему рис. 1.4. Видно, что по мере усиления неопределенности классические вероятностные описания уступают место, с одной стороны, субъективным вероятностям, основанным на экспертной оценке, а с другой стороны, вероятностям, определенным не количественно, а качественно (приблизительно). При этом точечные оценки вероятностных распределений замещаются интервальными (для экспертных методов) и треугольно-нечеткими (для методов теории нечетких множеств).

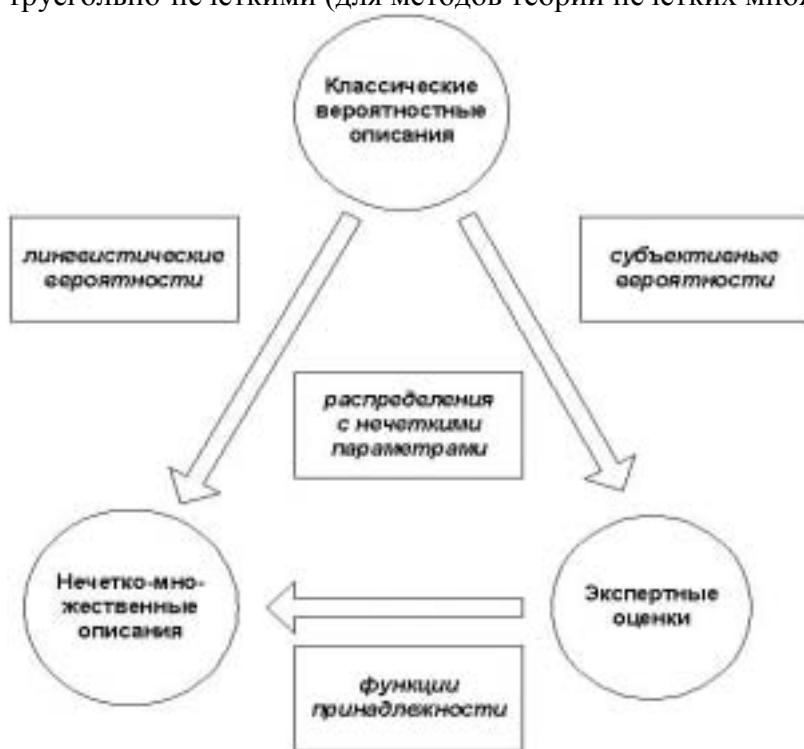


Рис. 1.4. Соотношение классических, экспертных и нечетко-множественных вероятностных описаний

Если поток исходных данных математической модели наблюдается как статистика, то нет ничего лучше как исследовать эту статистику на основе вероятностных модели. Но если статистики нет, эксперт встает перед выбором:

- совсем отказываться от применения вероятностей при моделировании (оставаясь, например, в границах интервальных подходов, которые представляют собой одну из разновидностей экспертных методов). Эксперт предполагает, что наблюдаемый параметр может произвольным образом колебаться в пределах некоторого интервала вещественной оси. И все свои последующие выводы эксперт делает на основе этой интервальной оценки;
- вводить в модель субъективные (аксиологические) вероятности и вероятностные распределения. Эти вероятностные формализмы не имеют

частотного смысла, а представляют собой либо результат виртуального пари по Сэвиджу, либо вероятность относительно свидетельства в смысле Кайберга, либо точечную оценку, основанную на принципе максимума энтропии Гиббса-Джейнса [81, 96, 179, 186]. Отдельно встает вопрос об обосновании выбора этих оценок, которое производится в рамках специализированной экспертной модели;

- учитывать неопределенность с применением нечетких формализмов тремя путями: а) переходить от классических вероятностных распределений к вероятностным распределениям с нечеткими параметрами (подробно эта процедура излагается в приложении П1.8 к настоящей диссертационной работе); б) замещать количественные вероятности качественными (лингвистическими в смысле Заде [57, 319]; в) распознавать состояния финансовых систем с использованием нечетких классификаторов (подробно об этом см. приложение П1.10 к настоящей диссертационной работе). Во всех трех случаях ключевым модельным формализмом является функция принадлежности нечеткого подмножества лингвистической переменной, заданной на соответствующем вещественном носителе (см. приложение П1.3).

Продemonстрируем на простейшем примере, как эволюционирует модельное представление данных при переходе от экспертных оценок к нечетко-множественным описаниям (подробно методика перехода излагается в [88]). Пусть некоторому экспертному сообществу, в которое входит N экспертов, предлагается сопоставить количественные значения наблюдаемого параметра X и его качественное описание – нечеткое подмножество «Высокий уровень X » лингвистической переменной «Уровень фактора X », для которой параметр X является носителем. Всего предполагается классификация носителя X по пяти уровням: {Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень высокий}.

Результатом опроса является N интервалов вещественной оси $[a_i, b_i]$, $i = 1..N$. Определим $A = \min_i \{a_i\}$, $B = \min_i \{\max_i(a_i), \min_i(b_i)\}$, $C = \max_i \{\max_i(a_i), \min_i(b_i)\}$, $D = \max_i \{b_i\}$. Тогда четыре пары чисел – $(A,0)$, $(B,1)$, $(C,1)$, $(D,0)$ – являются множеством вершин трапецевидной функции принадлежности (рис. 1.5).

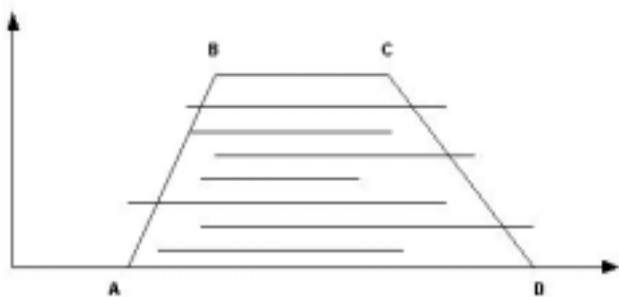


Рис. 1.5. Функция принадлежности, построенная по результатам экспертного опроса

Наклонные ребра функции вида рис. 1.5 могут быть и нелинейными, если принять во внимание неравномерность расположения экспертных интервалов. Однако, в условиях дефицита экспертных суждений при ограниченной их надежности, целесообразнее использовать линейную модель снижения уверенности по мере расширения интервала достоверности.

Если функция вида рис. 1.5 определена, и аналогичная модель построена для низких уровней фактора X , то остальные три состояния параметра (очень низкое, среднее и высокое) описываются функциями принадлежности, которые являются композициями двух уже построенных. Например (рис. 1.6), очень высокий уровень параметра X описывается трапециевидной функцией, у которой левое наклонное ребро равно единице минус функция принадлежности состояния «высокий уровень X », а правого наклонного ребра просто нет (вернее, оно имеет координаты $(\infty, 1)$, $((\infty, 0))$). При таком построении обеспечивается непротиворечивость классификации.

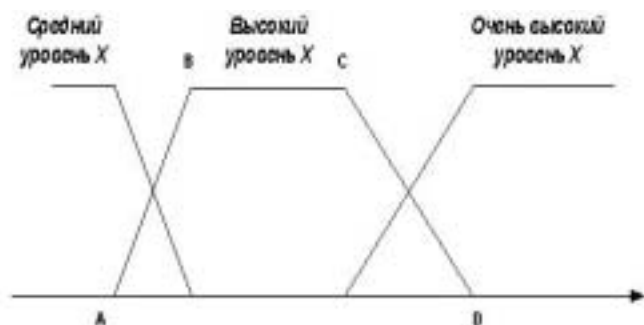


Рис. 1.6. Построение двух функций принадлежности на основе исходной функции

Таким же образом определяются все недостающие функции принадлежности, и в результате мы получаем пятиуровневый классификатор параметра X .

Особого внимания заслуживает вопрос, как производить уточнение полученных нечетких формализмов на основе результатов математического моделирования финансовых систем. Осуществляя такое уточнение, необходимо принимать во внимание ряд моментов [10, 11, 88, 134, 319]:

- шкалирование (лингвистическая классификация) всегда производится относительно ряда значений параметра, измеренных примерно в один и тот же период времени (вертикальный принцип) по ряду наблюдаемых одновременно финансовых систем;
- полученная на одном интервале времени лингвистическая интерпретация результатов может претерпеть коррекцию в будущем. Эта коррекция может быть обусловлена, например, сменой макроэкономической парадигмы в стране, где производится наблюдение. Например, Россия первой половины 90-х годов прошлого века несопоставима по наблюдаемым параметрам с Россией начала нынешнего века;
- при уточнении нечетких параметров модели возникает механизм обратной связи, когда вновь появляющиеся эмпирические данные вызывают необходимость повторной лингвистической интерпретации данных.

В целом, вопрос о технологиях лингвистической интерпретации экономических данных, с учетом фактора обратной связи, подлежит дополнительному исследованию, предмет которого выходит за рамки настоящей диссертационной работы.

1.3.3. Использование нечетких множеств при оценке риска принятия финансовых решений

Сделаем ряд замечаний относительно существования финансового риск-менеджмента. Под риском мы здесь понимаем возможность финансовых потерь, вытекающая из специфики тех или иных явлений природы и видов деятельности человека.

Классификационная система рисков включает в себя группы, виды, подвиды и разновидности рисков [183]. В зависимости от возможного результата (рискового события) все риски подразделяются на чистые (с обязательно нулевым результатом) и спекулятивные (где возможен как положительный, так и отрицательный исход операции). Финансовые риски (предмет собственно финансового риск-менеджмента) являются спекулятивными. Они входят в состав коммерческих рисков (опасность потерь в результате финансово-хозяйственной деятельности. При этом чистые риски входят составляющей коммерческого риска на уровне прогнозных сценариев неблагоприятного развития событий (климатические катаклизмы, забастовки, техногенные катастрофы, криминальные факторы и т.д.).

Сугубо финансовые риски подразделяются на риски, связанные с покупательной способностью денег (инфляционные, валютные риски и риски ликвидности) и на инвестиционные риски (риски упущенной выгоды, риски снижения доходности и риски прямых финансовых потерь). В свою очередь, на низовом уровне иерархии инвестиционных рисков находятся процентные риски, кредитные риски, биржевые риски, селективные риски и риски банкротства.

Каждый из выделенных видов финансового риска имеет свою специфическую процедуру управления. Например, чистые риски подлежат страхованию, а инвестиционные риски часто анализируются на основе дерева вероятностей [34]. Но во всех случаях базовым подходом в оценке рисков в нынешнем финансовом менеджменте является использование точечных вероятностей и вероятностных распределений сценариев возможных событий, влияющих на финансовый результат.

О проблемах, связанных с использованием вероятностей в риск-менеджменте, написано в [99]. Отказ от классического понимания вероятности и использование субъективно-аксиологической вероятности есть не что иное как стратегическое отступление науки перед лицом дурной неопределенности. И если раньше мы имели дело в ходе исследования только с финансовой моделью хозяйствующего субъекта, то теперь мы должны верифицировать вероятностную модель, предложенную экспертом, т.е. исследовать познавательную активность и самого эксперта. Вероятности не дают никакой информации о том, как они получены, если не предваряются дополнительными качественными соображениями о принципе вероятностной оценки. Одним из таких

принципов, продуктивно использовавшихся до сих пор, является принцип максимума правдоподобия Гиббса-Джейнса [171, 179], который в настоящий момент подвергнут обоснованной критике в связи с тем, что принцип максимума энтропии не обеспечивает автоматически монотонности критерия ожидаемого эффекта. Принцип генерации условных вероятностных оценок Фишберна [179, 186] выдвигает лишь идею назначения точечных оценок вероятностей, удовлетворяющих критерию максимума правдоподобия, однако не существует доказательств полноты выбранного поля сценариев.

Все идет к тому, что сценарно-вероятностные методы анализа риска начинают себя понемногу изживать. На смену им приходят нечетко-множественные подходы, которые, с одной стороны, свободны от вероятностной аксиоматики и от проблем с обоснованием выбора вероятностных весов, а, с другой стороны, включают в себя все возможные сценарии развития событий. Так, треугольно-нечеткое число включает в себя все числа в определенном интервале, однако каждое значение из интервала характеризуется определенной степенью принадлежности к подмножеству треугольного числа. Такой подход позволяет генерировать непрерывный спектор сценариев реализации по каждому из прогнозируемых параметров финансовой модели. Подробно об основах теории нечетких множеств см. материал приложения 1 к настоящей диссертационной работе.

Наконец, нечетко-множественный подход позволяет учитывать в финансовой модели хозяйствующего субъекта качественные аспекты, не имеющие точной числовой оценки. Оказывается возможным совмещать в оценке учет количественных и качественных признаков, что резко повышает уровень адекватности применяемых методик.

Несколько замечаний следует сделать относительно методов оценки риска в фондовом менеджменте. Классическая мера риска по Марковицу – это среднеквадратическое отклонение распределения доходности актива. Эта мера риска была подвергнута критике за то, что она с одинаковым безразличием учитывает риск как роста, так и падения актива, что в глазах инвестора есть два совершенно неравнозначных события. Из этого соображения возникла мера downside-риска, т.е. такого, который сопряжен лишь с падением цены актива ниже требуемого уровня. Одной из разновидностей downside-риска является широко применяемый в банковском риск-менеджменте показатель Value-at-Risk – статистическая оценка максимальных потерь за фиксированное время при заданном уровне доверительной субъективной вероятности [259]. Проблема, как и везде, состоит в том, что оценка Value-at-Risk предполагает наличие достоверной оценки параметров распределения доходности портфеля. И с этой точки зрения оценка Value-at-Risk базируется на том же информационном контенте, что и классическая оценка риска по Марковицу.

1.3.4. Роль предпочтений и ожиданий финансового менеджера, инвестора, эксперта в процессе принятия финансовых решений

Субъективный фактор в процессе принятия финансовых решений до сих пор не имел удовлетворительной теории для количественного оценивания. В то же время неопределенность, сопровождающая финансовые решения, постоянно рождает

неуверенность принимающего эти решения лица, порождает риск неверной интерпретации исходной информации для принятия решения. И такую неуверенность уже давно следовало бы научиться количественно измерять.

Неуверенность ЛПР в своих оценках ситуации порождает качественные высказывания в терминах естественного языка. Например, рассматривая фундаментальные характеристики ценной бумаги, инвестор оценивает текущее значение показателя Р/Е (цена к доходам), которое равно 20. «Много» это или «мало», вот вопрос. На этом этапе инвестор может обратиться к финансовому консультанту.

Консультант, выступая как эксперт, первым делом должен построить *гистограмму*, где по оси Х отложены значения показателя Р/Е, а по оси Y – то, с какой относительной частотой выпадают те или иные значения показателя. Эксперт должен построить гистограммы в вертикальном и горизонтальном разрезах, т.е. как по секторам экономики, так и в различные периоды времени. Эксперт должен отметить, что доходность ценной бумаги состоит в обратном отношении к ее надежности, и зачастую люди покупают высококапитализированные компании, имея ввиду в первую очередь низкий риск дефолта, а во вторую очередь рассматривая уже соображения, связанные с доходностью. Что же до объективного уровня Р/Е, то все зависит от периода анализа. Например, для высокотехнологичных компаний США в 1999-2000 г.г. характерным уровнем Р/Е был уровень в несколько десятков единиц. Сегодня же типовое значение – 10-15, потому что произошла коррекция.

Поэтому, производя качественную классификацию уровня Р/Е, эксперт должен руководствоваться максимумом информации, относящейся к объекту оценки. И наиболее точным ответом на вопрос инвестора будет пятиуровневый классификатор, определенный на носителе Р/Е (подробно об этом формализме см. в разделе П1.10 приложения 1 к настоящей работе). Качество построенного таким образом классификатора существенно зависит от квалификации эксперта, потому что вполне формализованных методов перехода от набора гистограмм к классификатору не существует. Очень многое в этом смысле является предметом эвристики и интуиции. Некоторые простейшие приемы такого перехода мы можем здесь обозначить.

Пусть имеется унимодальная гистограмма фактора Р/Е для $P/E > 0$ (рис. 1.7). По общим правилам статистики определим среднее значение μ гистограммы и среднеквадратическое отклонение от среднего σ . Построим набор из пяти узловых точек пятиуровневого классификатора по правилу

$$\begin{aligned}\mu_1 &= \mu - t_1\sigma, \\ \mu_2 &= \mu - t_2\sigma, \\ \mu_3 &= \mu + t_3\sigma, \\ \mu_4 &= \mu + t_4\sigma, \\ \mu_5 &= \mu + t_5\sigma,\end{aligned}\tag{1.11}$$

где t_i – коэффициенты, в классической статистике являющиеся коэффициентами Стьюдента, а в квазистатистике выбираемые на основе дополнительных соображений. Для

каждой узловой точки классификатора справедливо, что в ней уровень фактора Р/Е распознается, однозначно, со стопроцентной экспертной уверенностью. Например, точка μ_1 отвечает очень низкому уровню Р/Е.

Далее поделим каждый отрезок $[\mu_i, \mu_{i+1}]$ на три зоны равной длины: зону абсолютной уверенности, зону пониженной уверенности и зону абсолютной неуверенности. Нанесем эти дополнительные точки на ось носителя Р/Е. Тогда можно в зоне уверенности принять соответствующую функцию принадлежности за 1, в зоне абсолютной неуверенности – за 0, а зону неуверенности описать наклонным ребром соответствующего трапециевидного нечеткого числа. Таким образом, первое приближение классификатора построено.

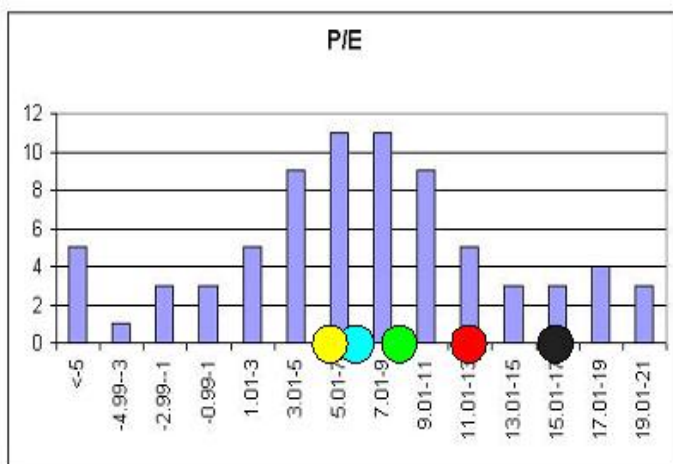


Рис. 1.7. Гистограмма фактора Р/Е и соответствующие узловые точки

В дальнейшем эксперт может, уточняя полученный классификатор на основании дополнительных соображений, управлять местоположением узловых точек классификатора и получать новые функции принадлежности.

Пусть теперь инвестор, получив экспертное заключение, созрел для того, чтобы принимать решение. Он говорит себе: «Сегодня у компании X цена акций \$20, а соотношение Р/Е составляет 41. Ее капитализация – 100 млрд долларов, однако я считаю, что компания все равно *переоценена*, и такой уровень Р/Е – *слишком высокий*. Для этой компании я считаю приемлемым диапазон Р/Е *порядка 30-35*. И даже если сегодня цена компании растет, я тем не менее нахожу, что этот рост ненадежен и может смениться спадом. Я буду покупать эти акции при целевой цене на уровне \$15-\$17, что соответствует моим ожиданиям».

Таким образом, инвестор произвел свою самостоятельную оценку ситуации и принял решение. При этом в основаниях этого решения мы можем увидеть:

- ожидания – связанные с перспективами роста данных акций;
- нечеткую классификацию, когда инвестор сопоставлял текущую капитализацию компании с ее Р/Е и производил анализ уровня показателя.

Все, что инвестор говорит на словах, он может вполне трансформировать в описания на языке математики. И тогда ожидания, предпочтения и нечеткие оценки, сделанные инвестором, явятся исходной информацией для моделирования предпосылок для принятия (непринятия) инвестиционного решения.

Оценивая акции, инвестор может производить и макроэкономические оценки, например, перспектив тех или иных отраслей или даже национальной экономики. Уже в том утверждении, что США *проходят фазу рецессии*, содержится огромное количество информации, которую необходимо учитывать для принятия решения. Подробно об этом говорится в главе 3 диссертации, а сейчас ограничимся тем замечанием, что рецессия ставит одни отрасли в привилегированное положение, а другие отрасли оказываются ущемленными. Значит, идет межотраслевое перераспределение инвестиционных рисков, которое надо иметь в виду.

Инвестор, покупая или продавая акции, должен составить себе мнение о том, какой рынок сейчас одерживает победу – *«медвежий»* или *«бычий»*. Это дает ему основания считать, «что на «медвежьем» рынке переоцененные активы, *скорее всего, упадут*, а недооцененные, если и упадут, то *неглубоко*. И наоборот: на «бычем» рынке недооцененные активы, *скорее всего, возрастут*, а переоцененные, если и возрастут, то *несильно*». Все, что отмечено курсивом в этих заковыченных предложениях, представляет собой предмет оценки инвестором текущего состояния рынка и его перспектив.

Таким образом, на примере инвестиционных решений, мы заключаем, что огромное количество информации содержится в трудноформализуемых интуитивных предпочтениях ЛПП. Если эти предпочтения и допущения ЛПП обретают вербальную форму, они сразу же могут получить количественную оценку на базе формализмов теории нечетких множеств и составить обособленный контент исходной информации в рамках финансовой модели. Мы можем назвать этот обособленный контент **экспертной моделью**.

Информация экспертной модели образует информационную ситуацию относительно уровня входной неопределенности финансовой модели. Она выступает как фильтр для исходных оценок параметров, преобразуя их из ряда наблюдений квазистатистики в функции принадлежности соответствующего носителя параметра тем или иным нечетко описанным кластерам (состояниям уровня параметра). Таким образом, от нечеткой оценки входных параметров после ряда преобразований мы можем перейти к нечетким оценкам финансовых результатов и оценить риск их недостижения в рамках принимаемых в плановом порядке финансовых решений.

1.3.5. Разновидности нечетких описаний при моделировании финансовой деятельности

В настоящем разделе работы мы обосновали применимость нечетких формализмов к решению задач финансового менеджмента. По завершении этого обоснования дадим

краткую сводку нечетких описаний и области их применения в финансовом менеджменте (табл. 1.3).

Таблица 1.3. Нечетко множественные описания в финансовом менеджменте

№	Название формализма	Подробное описание (приложение 1 работы)	Области применения
1	Функция принадлежности	П1.3	Базовый формализм теории нечетких множеств. Применение повсеместно
2	Лингвистическая переменная	П1.5	Базовый формализм теории нечетких множеств. Применение повсеместно
3	Треугольные нечеткие числа	П1.6	Задание количественных параметров любой финансовой модели, в том числе при бизнес-планировании
4	Трапециевидные нечеткие числа	П1.6	Классификация уровней факторов, в том числе при анализе риска банкротства, при оценке инвестиционной привлекательности ценных бумаг, в стратегическом планировании
5	Нечеткие последовательности и матрицы	П1.7	Моделирование экономических процессов, макроэкономическое моделирование, прогнозирование
6	Нечеткие функции	П1.7	Моделирование экономических процессов, макроэкономическое моделирование, прогнозирование, портфельная оптимизация
7	Вероятностные распределения с нечеткими параметрами	П1.8	Портфельная оптимизация, актуарное моделирование
8	Нечеткие знания	П1.9	Используются при разработке экспертных моделей в составе модели финансовой системы
9	Нечеткие классификаторы	П1.10	Классификация уровней факторов, в том числе при анализе риска банкротства, при оценке инвестиционной привлекательности ценных бумаг, в стратегическом планировании

1.4. Выводы по главе 1

Финансовая система корпорации или фондового рынка представляет собой кибернетическую систему, состояния которой интерпретируются как результаты финансовой деятельности, полученные в ходе суперпозиции финансовых решений (внутренние воздействия) и сигналов, поступающих извне системы (внешние воздействия, в том числе неблагоприятного свойства). Внешние факторы, не управляемые со стороны финансовой системы, создают неустранимую неопределенность

информационной ситуации, в отношении которой принимаются управленческие решения. Дополнительную неопределенность порождают ограниченные познавательные возможности принимающих решения лиц. Это прежде всего ограниченная возможность прогнозирования будущих состояний финансовой системы и распознавания ее текущих состояний.

Поэтому адекватная модель финансовой системы должна обладать признаками кибернетической модели, т.е. содержать внутри себя модель принятия финансовых решений в условиях существенной информационной неопределенности. При этом уровень модельных представлений должен строго соответствовать уровню неопределенности. Если состояния финансовой системы и внешние воздействия не обладают статистической природой в классическом понимании статистики, то моделирование на основе классических вероятностей и вероятностных процессов невозможно. Если исследование информационной ситуации позволяет интерпретировать ее как квазистатистику, то возможно применение в моделях аксиологических вероятностей, экспертных оценок, формализмов теории нечетких множеств и произвольных комбинаций перечисленных описаний. Но во всех случаях ввод этих формализмов в модель должен быть обоснован.

Обзор применяемых в практике финансового менеджмента моделей и методов показывает, что в большинстве случаев упомянутые модели и методы не соответствуют природе финансовых систем и информационной ситуации, в которой они существуют. Красноречивые примеры такого несоответствия:

- в практике моделирования фондового рынка винеровская модель случайного процесса является наиболее употребительным формализмом; в то же время уже доказано, что она непригодна для моделирования существенно нестационарных случайных процессов, каким, собственно, и является ценовой процесс индекса акций. Отсюда издержки, связанные с некорректной портфельной оптимизацией и прогнозированием фондовых индексов;
- назначение сценариям инвестиционного процесса в ходе бизнес-планирования субъективных вероятностей чаще всего не содержит обоснования ввода этих вероятностей. В то же время схема Гиббса-Джейнса для обоснования вероятностных оценок подвергается справедливой критике за немонотонность;
- в ходе агрегирования отдельных финансовых факторов в комплексный показатель чаще всего не обосновываются ни уровни разграничения отдельных факторов по качественным признакам, ни веса отдельных факторов.

Нечетко-множественные описания представляют собой, с одной стороны, набор адекватных формализмов для моделирования финансовых систем в условиях существенной неопределенности, а, с другой стороны, поле для новой интерпретации классических вероятностных и экспертных оценок. Так, можно перейти от классического вероятностного распределения к вероятностному распределению с нечеткими параметрами, управляя уровнем правдоподобия оценок распределения. Также можно перейти от совокупности экспертных оценок к набору функций принадлежности, образующих нечеткий классификатор.

Принимающее решение лицо, вербализующее свою интуитивную познавательную активность, чаще склонен прибегать к нечетким описаниям в своем повседневном опыте управления финансами. Задача моделирования экспертной активности в том, чтобы адекватно перевести качественные высказывания эксперта в количественные представления. С этой точки зрения теория нечетких множеств предоставляет исследователям высокоразвитый формальный аппарат. И, как будет показано в последующих главах работы, нечетко-множественные описания достигают максимальной эффективности там, где классические вероятностные или экспертные методы не достигают должного эффекта или не содержат достаточных оснований для применения в финансовой модели.

2. Применение нечетких множеств в управлении корпоративными финансами

2.1. Комплексный финансовый анализ корпорации на основе нечетких представлений

2.1.1. Проблемы анализа риска банкротства корпорации

Главное внимание инвестора в активы корпорации (посредством вложения в ценные бумаги или путем прямых инвестиций) должно быть сфокусировано на финансовом здоровье корпорации. Вкладывая деньги, инвестор (или собственник) рассчитывает получить доход как в форме дивидендов по акциям, процентов по долговым обязательствам, так и в виде курсового роста соответствующих инвестиционных инструментов. Ухудшение финансового здоровья эмитента, сопровождающееся ростом его долгов, вызывает риск срыва платежей по обязательствам, прекращения любых выплат и сворачивания деятельности неудачливого субъекта рынка. Иными словами, возникает риск банкротства. Минимизировать риск банкротства, максимально оздоровить финансы корпорации – это задача финансового менеджмента корпорации.

Согласно российскому законодательству [4], несостоятельность (банкротство) - признанная арбитражным судом или объявленная должником неспособность должника в полном объеме удовлетворить требования кредиторов по денежным обязательствам и (или) исполнить обязанность по уплате обязательных платежей.

Задача определения степени риска банкротства является актуальной как для собственников предприятия, так и для его кредиторов. Поэтому вызывают интерес любые научно обоснованные методики оценки риска банкротства.

Степень риска банкротства – это комплексный показатель, характеризующий как финансовое положение предприятия, так и качество управления им, которое, в конечном счете, получает свое выражение в финансовом эквиваленте, но не исчерпывается одними лишь финансовыми последствиями.

Так, безалаберное одалживание средств у банков рано или поздно приведет к тому, что объем заемных средств превысит реальные возможности предприятия по расчетам с кредиторами. Это означает потерю финансовой устойчивости, которая легко измерима по балансу фирмы. Но корень проблемы находится не в самих финансах, а в неадекватных способах управления ими. Финансы – только зеркало проблемы, которую необходимо решать зачастую даже не финансовыми средствами (например – уволить некомпетентного менеджера).

В разделе 1.2.3 настоящей диссертационной работы подробно описаны существующие модели и методы финансового анализа корпорации. В практике финансового анализа очень хорошо известен ряд показателей, характеризующих отдельные стороны текущего финансового положения предприятия. Сюда относятся показатели ликвидности, рентабельности, устойчивости, оборачиваемости капитала, прибыльности и т.д. По ряду показателей известны некие нормативы, характеризующие их значение положительно или отрицательно. Например, когда собственные средства предприятия превышают половину всех пассивов, соответствующий этой пропорции коэффициент автономии больше 0.5, и это его значение считается "хорошим" (соответственно, когда оно меньше 0.5 - "плохим"). Но в большинстве случаев показатели, оцениваемые при анализе, однозначно нормировать невозможно. Это связано со спецификой отраслей экономики, с текущими особенностями действующих предприятий, с состоянием экономической среды, в которой они работают.

Тем не менее, любое заинтересованное положением предприятия лицо (руководитель, инвестор, кредитор, аудитор и т.д.), далее именуемое лицом, принимающим решения (ЛПР), не довольствуется простой количественной оценкой показателей. Для ЛПР важно знать, приемлемы ли полученные значения, хороши ли они, и в какой степени. Кроме того, ЛПР стремится установить логическую связь количественных значений показателей выделенной группы с риском банкротства. То есть ЛПР не может быть удовлетворено бинарной оценкой "хорошо - плохо", его интересуют оттенки ситуации и экономическая интерпретация этих оттеночных значений. Задача осложняется тем, что показателей много, изменяются они зачастую разнонаправленно, и поэтому ЛПР стремится "свернуть" набор всех исследуемых частных финансовых показателей в один комплексный, по значению которого и судить о степени благополучия ("живучести") фирмы и о том, насколько далеко или близко предприятие отстоит от банкротства.

Успешный анализ риска банкротства предприятия возможен лишь на основе следующих основных предпосылок:

1. В основу анализа ложатся результаты наблюдения предприятия за возможно более долгий период времени.
2. Учетные формы, используемые при анализе, должны достоверно отображать подлинное финансовое состояние предприятия.
3. Для анализа используются лишь те показатели, которые в наибольшей степени критичны с точки зрения их **относимости** к банкротству данного предприятия. А это возможно, когда ЛПР оценивает не только финансовое состояние предприятие, но и его отраслевое положение.
4. Лицо, производящее анализ, должно располагать представительной статистикой банкротств, которая также должна быть верифицирована на относимость к банкротству данного предприятия – с точки зрения отрасли, страны и периода времени, за который проводится анализ.

Все перечисленное говорит о том, что эксперт-аналитик должен составить представление о том, что является «хорошим» или «плохим» в масштабе отрасли, к которой относится данное предприятие.

Так, например, инвестор в ценные бумаги должен следить за тем, как ключевое отношение цены акции к доходам по ней для предприятия соотносится с тем же для сектора экономики, к которому оно относится. Такая информация содержится практически на всех крупных американских финансовых интернет-сайтах, а кое-где, например на сайте [287], проводится сопоставление двух уровней показателей и делается заключение о том, в какой качественной степени эти уровни отстоят друг от друга.

Применительно к развитым странам мира проблема снабжения заинтересованных лиц полной и обновляемой экономической статистикой успешно решена. Так [277], 9000 американских акционерных обществ, чьи акции котируются на ведущих биржах страны, классифицированы и отнесены к 9 отраслям, 31 индустриальной экономической группе и 215 секторам. По каждой из этих групп доступна информация по широкому спектру финансовых показателей деятельности группы, полученных как средневзвешенное по всем предприятиям, входящим в эту группу. Такая масштабная база для сопоставительного анализа позволяет ЛПР принимать уверенные решения. В России подобная работа только начинается, поэтому при классификации показателей следует опираться не только на статистику, но и на мнение экспертов, располагающих многолетним фактическим опытом финансового анализа предприятий.

2.1.2. Синтез количественных оценок и качественных признаков в оценке финансового состояния корпорации

Качественные и количественные оценки уровня финансового менеджмента на предприятии могут быть объединены в рамках одной модели на основе так называемых матричных методов, разработанных диссертантом для комплексного финансового анализа различных финансовых систем [113]. Подробно матричный метод для комплексной финансовой оценки рассматривается в разделе 2.1.4 настоящей диссертационной работы, а в этом разделе высказывается ряд предварительных соображений.

Пусть построена матрица, где по строкам располагаются отдельные количественные показатели, характеризующие различные стороны финансовой деятельности корпорации, а по столбцам располагаются качественные уровни данных показателей, выраженные на естественном языке (например, «низкий», «средний», «высокий»). На пересечении строк и столбцов располагается степень принадлежности текущего количественного уровня фактора качественному подмножеству, измеренная определенным образом. Тогда результирующий комплексный финансовый показатель получается как двойная свертка компонент построенной матрицы с предопределенными весами. Такова суть матричных методов финансового анализа.

Пусть все качественные признаки финансового состояния корпорации сведены в один результирующий показатель качественной оценки (например, по схеме Аргенти,

изложенной в разделе 1.3.3 настоящей диссертационной работы). Тогда результирующий показатель качественной оценки следует пронормировать (выработать правило распознавания уровней показателя) и присвоить этому показателю вес относительно совокупности всех прочих количественных показателей, включенных в оценку. И тогда качественные признаки будут учитываться совместно с количественными [135, 233].

Проблема только в том, что если данные для количественного анализа раскрыты по закону (балансы всех корпораций в РФ, чьи акции котируются на бирже, являются общедоступной информацией), то большинство качественных признаков видны только изнутри, и эта информация является принадлежностью инсайдеров. Использование такой информации инсайдерами в целях личного обогащения в США преследуется по закону. Тем не менее, обладание такой информацией для целей внутреннего менеджмента является неоценимым подспорьем для аналитика корпорации, т.к. делает комплексную оценку финансового состояния корпорации гораздо более уверенной. Накопление тревожных признаков неблагополучия, учитываемых при оценке, вызывает количественное снижение уровня комплексного показателя и переход на качественно более худшие ступени, и эта тенденция может быть своевременно выявлена в ходе горизонтального комплексного анализа.

2.1.3. Нечетко-множественная модель финансового состояния корпорации

В предлагаемой модели корпорация описывается набором количественных и качественных факторов финансового анализа общим числом N . При этом все факторы являются измеримыми, т.е. имеют носитель со своей областью определения на вещественной оси.

Нечеткие описания в структуре модели корпорации появляются в связи с **неуверенностью** эксперта, которая возникает в ходе классификации уровня факторов. Например, эксперт не может четко разграничить понятия «высокой» и «максимальной» вероятности, как это имеет место в [48]. Или когда надо провести границу между средним и низким уровнем значения параметра. Тогда применение нечетких описаний означает следующее:

1. Эксперт фиксирует показатель (фактор) и его количественный носитель.
2. На выбранном носителе эксперт строит лингвистическую переменную со своим терм-множеством значений. Например: переменная «**Уровень показателя X**» может обладать терм –множеством значений «*Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень высокий*».
3. Далее эксперт каждому значению лингвистической переменной (которое, по своему построению, является **нечетким подмножеством** значений интервала $(0,1)$ – области значений показателя уровня менеджмента) сопоставляет **функцию принадлежности** уровня менеджмента тому или иному нечеткому подмножеству. Общеупотребительными функциями в этом случае являются **трапециевидные** функции принадлежности (см. рис. 2.1). Верхнее основание трапеции

соответствует полной уверенности эксперта в правильности своей классификации, а нижнее – уверенности в том, что никакие другие значения интервала (0,1) не попадают в выбранное нечеткое подмножество.

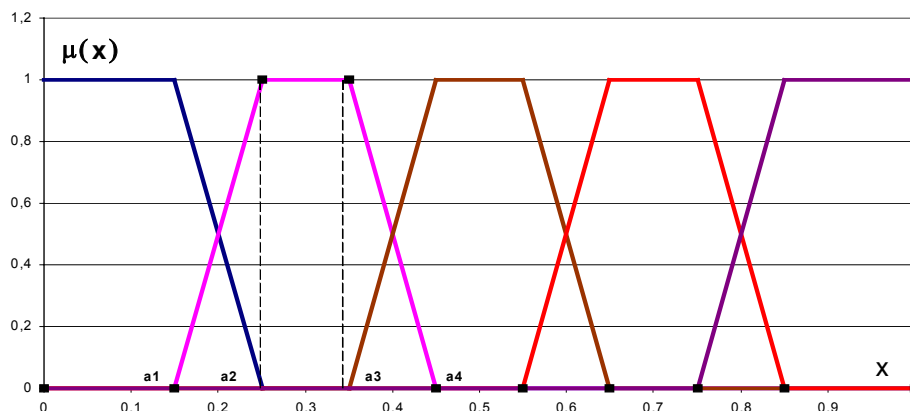


Рис. 2.1. Трапецевидные функции принадлежности

Для целей компактного описания трапецевидные функции принадлежности $\mu(x)$ удобно описывать трапецевидными числами вида

$$\beta(a_1, a_2, a_3, a_4), \quad (2.1)$$

где a_1 и a_4 - абсциссы нижнего основания, а a_2 и a_3 - абсциссы верхнего основания трапеции (рис. 2.1), задающей $\mu(x)$ в области с ненулевой принадлежностью **носителя** x соответствующему нечеткому подмножеству.

Также формальный ввод классификатора предполагает введение набора узловых точек (см. раздел П1.10 Приложения 1), которые являются абсциссами максимумов соответствующих функций принадлежности классификатора. В стандартном пятиуровневом классификаторе 5 симметрично расположенных на 01-носителе узловых точек: $\{0,1, 0,3, 0,5, 0,7, 0,9\}$.

Таким образом, построен классификатор параметра по качественному уровню. Все теоретические обоснования для построения такого классификатора разобраны в п. 1.3.6 настоящей диссертационной работы. Продемонстрируем, как применяется полученный классификатор при поэтапном конструировании нечетко-множественной модели корпорации.

Этап 1 (Лингвистические переменные и нечеткие подмножества).

а. Лингвистическая переменная Е «Состояние корпорации» имеет пять значений:

E_1 – нечеткое подмножество состояний "предельного неблагополучия";

E_2 – нечеткое подмножество состояний "неблагополучия";

E_3 – нечеткое подмножество состояний "среднего качества";

E_4 – нечеткое подмножество состояний "относительного благополучия";

E_5 – нечеткое подмножество состояний "предельного благополучия".

б. Соответствующая переменной E лингвистическая переменная G «Риск банкротства» также имеет 5 значений:

G_1 – нечеткое подмножество "предельный риск банкротства",

G_2 – нечеткое подмножество "степень риска банкротства высокая",

G_3 – нечеткое подмножество "степень риска банкротства средняя",

G_4 – нечеткое подмножество "низкая степень риска банкротства",

G_5 – нечеткое подмножество "риск банкротства незначителен".

Носитель множества G – показатель степени риска банкротства g - принимает значения от нуля до единицы по определению (стандартный 01-носитель, см. раздел П1.10 Приложения 1).

в. Для произвольного отдельного финансового или управленческого показателя X_i задаем лингвистическую переменную V_i «Уровень показателя X_i » на нижеследующем терм-множестве значений:

V_{i1} - подмножество "очень низкий уровень показателя X_i ",

V_{i2} - подмножество "низкий уровень показателя X_i ",

V_{i3} - подмножество "средний уровень показателя X_i ",

V_{i4} - подмножество "высокий уровень показателя X_i ",

V_{i5} - подмножество "очень высокий уровень показателя X_i ".

Этап 2 (Показатели). Введем набор отдельных показателей $X = \{X_i\}$ общим числом N , которые, по мнению эксперта-аналитика, с одной стороны, влияют на оценку риска банкротства предприятия, а, с другой стороны, оценивают различные по природе стороны деловой и финансовой жизни предприятия (во избежание дублирования показателей с точки зрения их значимости для анализа). Пример выбора системы показателей:

- X_1 - коэффициент автономии (отношение собственного капитала к валюте баланса);
- X_2 - коэффициент обеспеченности оборотных активов собственными средствами (отношение чистого оборотного капитала к оборотным активам);
- X_3 - коэффициент промежуточной ликвидности (отношение суммы денежных средств и дебиторской задолженности к краткосрочным пассивам);
- X_4 - коэффициент абсолютной ликвидности (отношение суммы денежных средств к краткосрочным пассивам);
- X_5 - оборачиваемость всех активов в годовом исчислении (отношение выручки от реализации к средней за период стоимости активов);
- X_6 - рентабельность всего капитала (отношение чистой прибыли к средней за период стоимости активов).

Этап 3 (Значимость). Сопоставим каждому показателю X_i уровень его **значимости** для анализа g_i . Чтобы оценить этот уровень, нужно расположить все показатели по порядку убывания значимости так, чтобы выполнялось правило

$$r_1 \geq r_2 \geq \dots r_N. \quad (2.2)$$

Возьмем пример. Промышленное предприятие, прошедшее приватизацию и не приспособившееся к новым условиям хозяйствования, убыточно и нерентабельно. Однако оно располагает изрядным количеством неликвидного, морально устаревшего оборудования, а также производственными помещениями. Доля этого имущества в активах компании высока, что свидетельствует об высоком уровне ее финансовой автономии. Но эта пресловутая автономия, измеренная по балансу, мало что дает с точки зрения оценки риска банкротства, так как собственное имущество предприятия, в силу его неликвидности, не может выступить средством погашения текущей задолженности, а также выступать средством залога при кредитовании. Следовательно, финансовый показатель автономии должен занимать в выбранной системе показателей, применительно к указанному предприятию, одно из последних мест.

Если система показателей проранжирована в порядке убывания их значимости, то значимость i -го показателя r_i следует определять по правилу Фишберна [179, 186]:

$$r_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}. \quad (2.3)$$

Правило Фишберна отражает тот факт, что об уровне значимости показателей неизвестно ничего кроме (2.2). Тогда оценка (2.3) отвечает максимуму энтропии наличной информационной неопределенности об объекте исследования, т.е. позволяет ЛПР принимать наилучшие оценочные решения в наихудшей информационной обстановке (подробно это объяснено в [179]).

Если же все показатели обладают равной значимостью (равнопредпочтительны или системы предпочтений нет), тогда

$$r_i = 1/N. \quad (2.4)$$

Этап 4 (Классификация степени риска банкротства). Построим классификатор текущего значения g показателя степени риска как критерий разбиения этого множества на нечеткие подмножества (таблица 2.1, рис. 2.1). Этот классификатор является стандартным пятиуровневым классификатором на 01-носителе (см. раздел П1.10 приложения 1). Узловыми точками в этом классификаторе являются числа $g_j = \{0.9, 0.7, 0.5, 0.3, 0.1\}$, инвертированы относительно стандартного расположения $\{0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9\}$ в классификаторе комплексной оценки состояния корпорации.

Этап 5 (Классификация значений показателей). Сформируем набор классификаторов текущих значений x показателей X как критерий разбиения полного множества их значений на нечеткие подмножества вида **В**. Чтобы не загромождать наше описание, приведем пример такой классификации сразу для примера с 6 показателями, приведенного при рассмотрении этапа 2 (таблица 2.2). При этом в клетках таблицы стоят

трапециевидные числа, характеризующие соответствующие функции принадлежности. Например, при классификации уровня параметра X_1 эксперт, затрудняясь в разграничении уровня на «низкий» и «средний», определил диапазоном своей неуверенности интервал (0.25, 0.3). Таблица 2.2 представляет собой классификацию, построенную в 1999 году экспертом, директором компании «Воронов и Максимов» О.Б.Максимовым [97].

Таблица 2.1. Классификация степени риска банкротства

Интервал значений g	Классификация уровня параметра	Степень оценочной уверенности (функция принадлежности)
$0 \leq g \leq 0.15$	G_5	1
$0.15 < g < 0.25$	G_5	$\mu_5 = 10 \times (0.25 - g)$
	G_4	$1 - \mu_5 = \mu_4$
$0.25 \leq g \leq 0.35$	G_4	1
$0.35 < g < 0.45$	G_4	$\mu_4 = 10 \times (0.45 - g)$
	G_3	$1 - \mu_4 = \mu_3$
$0.45 \leq g \leq 0.55$	G_3	1
$0.55 < g < 0.65$	G_3	$\mu_3 = 10 \times (0.65 - g)$
	G_2	$1 - \mu_3 = \mu_2$
$0.65 \leq g \leq 0.75$	G_2	1
$0.75 < g < 0.85$	G_2	$\mu_2 = 10 \times (0.85 - g)$
	G_1	$1 - \mu_2 = \mu_1$
$0.85 \leq g \leq 1.0$	G_1	1

Таблица 2.2. Классификация отдельных финансовых показателей

Шифр показателя	Т-числа $\{\gamma\}$ для значений лингвистической переменной "Величина параметра":				
	"очень низкий"	"низкий"	"средний"	"высокий"	"очень высокий"
X_1	(0,0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.25,0.3)	(0.25,0.3,0.45,0.5)	(0.45,0.5,0.6,0.7)	(0.6,0.7,1,1)
X_2	(-1,-1,-0.005,0)	(-0.005,0,0.09,0.11)	(0.09,0.11,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.45,0.5)	(0.45,0.5,1,1)
X_3	(0,0,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.9,1)	(0.9,1,1.3,1.5)	(1.3,1.5, ∞ , ∞)
X_4	(0,0,0.02,0.03)	(0.02,0.03,0.08,0.1)	(0.08,0.1,0.3,0.35)	(0.3,0.35,0.5,0.6)	(0.5,0.6, ∞ , ∞)
X_5	(0,0,0.12,0.14)	(0.12,0.14,0.18,0.2)	(0.18,0.2,0.3,0.4)	(0.3,0.4,0.5,0.8)	(0.5,0.8, ∞ , ∞)
X_6	($-\infty$, $-\infty$,0,0)	(0,0,0.006,0.01)	(0.006,0.01,0.06,0.1)	(0.06,0.1,0.225,0.4)	(0.225,0.4, ∞ , ∞)

Этап 6 (Оценка уровня показателей). Произведем оценку текущего уровня показателей и сведем полученные результаты в таблицу 2.3.

Таблица 2.3. Текущий уровень показателей

Наименование показателя	Текущее значение
X_1	x_1
...	...
X_i	x_i
...	...
X_N	x_N

Этап 7 (Распознавание уровня показателей на основе набора классификаторов). Проведем распознавание текущих значений x по критерию таблицы вида 2.2. Результатом проведенной классификации является таблица 2.4, где λ_{ij} – уровень принадлежности носителя x_i нечеткому подмножеству V_j .

Таблица 2.4. Уровни принадлежности носителей нечетким подмножествам

Наименование показателя	Результат классификации по подмножествам				
	V_{i1}	V_{i2}	V_{i3}	V_{i4}	V_{i5}
X_1	λ_{11}	λ_{12}	λ_{13}	λ_{14}	λ_{15}
...
X_i	λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}
...
X_N	λ_{N1}	λ_{N2}	λ_{N3}	λ_{N4}	λ_{N5}

Если таблицу вида 2.4 доопределить одним столбцом уровней значимости показателей в комплексной оценке (этап 3) и строкой узловых точек пятиуровневого классификатора (этап 4), то полученное матричное представление является итогом моделирование, достаточным для оценки комплексного финансового состояния корпорации.

2.1.4. Метод комплексной оценки финансового состояния корпорации

Существо матричного метода оценки финансового состояния корпорации состоит в двойной свертке данных таблицы 2.4. Степени риска банкротства g :

$$g = \sum_{j=1}^5 g_j \sum_{i=1}^N r_i \lambda_{ij}, \quad (2.5)$$

где

$$g_j = 0.9 - 0.2 * (j-1), \quad (2.6)$$

λ_{ij} определяется по таблице 2.4, а r_i – по формуле (2.3) или (2.4).

Существо формул (2.5) и (2.6) состоит в следующем. Внутреннее суммирование в (2.5) производится по значимостям показателя, а внешнее суммирование – по узловым точкам пятиуровневого классификатора степени риска. Таким образом, результирующая оценка риска определяется как средневзвешенное по всем участвующим в оценке показателям, с одной стороны, и по всем качественным уровням этих показателей, с другой стороны.

Распознаем полученное значение степени риска на базе классификатора таблицы 2.1. Результатом классификации являются лингвистическое описание степени риска банкротства корпорации и степень уверенности эксперта в таком результате распознавания.

Полное описание модели и метода завершено. Теперь рассмотрим пример.

2.1.5. Пример оценки риска банкротства предприятия

Постановка задачи. Рассмотрим предприятие "CD", которое анализируется по двум периодам - IV-ый квартал 1998 г. и I-ый кварталы 1999 года. В качестве примера была выбрана реальная отчетность одного из предприятий Санкт-Петербурга. Произвести комплексную оценку его финансового состояния в указанный период времени.

Решение (номера пунктов соответствуют номерам этапов построения модели согласно п. 2.1.3).

1. Определяем множества E , G и B , как это сделано на этапе 1.
2. Выбранная на этапе 2 система X из шести показателей остается без изменений.
3. Также принимаем, что все показатели являются равнозначными для анализа ($r_i = 1/6$).
4. Степень риска классифицируется по правилу таблицы 2.1 этапа 4.
5. Выбранные показатели на основании предварительного экспертного анализа получили классификацию таблицы 2.2.
6. Финансовое состояние предприятия «CD» характеризуется следующими финансовыми показателями (таблица 2.5):

Таблица 2.5. Текущий уровень показателей

Шифр показателя X_i	Значение X_i в период I ($x_{I,i}$)	Значение X_i в период II ($x_{II,i}$)
X_1	0.619	0.566
X_2	0.294	0.262
X_3	0.670	0.622
X_4	0.112	0.048
X_5	2.876	3.460
X_6	0.113	0.008

7. Проведем классификацию текущих значений x по критерию таблицы 2.2. Результатом проведенной классификации является таблица 2.6:

Таблица 2.6. Классификация уровней показателей

Показатель X_i	Значение $\{\lambda\}$ в период I					Значение $\{\lambda\}$ в период II				
	$\lambda_1(x_{I,i})$	$\lambda_2(x_{I,i})$	$\lambda_3(x_{I,i})$	$\lambda_4(x_{I,i})$	$\lambda_5(x_{I,i})$	$\lambda_1(x_{II,i})$	$\lambda_2(x_{II,i})$	$\lambda_3(x_{II,i})$	$\lambda_4(x_{II,i})$	$\lambda_5(x_{II,i})$
X_1	0	0	0	0.81	0.19	0	0	0	1	0
X_2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
X_3	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
X_4	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
X_5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
X_6	0	0	0	1	0	0	0.5	0.5	0	0

Анализ таблицы 2.6 дает, что по второму периоду произошло качественное падение обеспеченности одновременно с качественным ростом оборачиваемости активов.

8. Оценка степени риска банкротства по формуле (2.5) дает $g_I = 0.389$, $g_{II} = 0.420$, откуда заключаем, что произошло **серьезное ухудшение** состояния предприятия (резкий количественный рост оборачиваемости не сопровождается качественным ростом, зато наблюдается качественный спад автономности, абсолютной ликвидности и рентабельности).
9. Лингвистическое распознавание степени риска по таблице 2.2 дает степень риска банкротства как *пограничную* между **низкой** и **средней**, причем уверенность эксперта в том, что уровень именно средний, нарастает от периода к периоду.

2.2. Оценка риска инвестиционного проекта

2.2.1. Ограниченность существующих подходов к оценке эффективности и риска инвестиционного проекта

Начнем наше изложение с трех базовых определений.

Инвестиции (в широком смысле) - временный отказ экономического субъекта от потребления имеющихся в его распоряжении ресурсов (капитала) и использование этих ресурсов для увеличения в будущем своего благосостояния.

Инвестиционный проект - план или программа мероприятий, связанных с осуществлением капитальных вложений с целью их последующего возмещения и получения прибыли.

Инвестиционный процесс - развернутая во времени реализация инвестиционного проекта. Началом инвестиционного процесса является принятие решения об инвестициях, а концом - либо достижение всех поставленных целей, либо вынужденное прекращение осуществления проекта.

Инвестиционный проект предполагает планирование во времени трех основных денежных потоков: потока инвестиций, потока текущих (операционных) платежей и потока поступлений. Ни поток текущих платежей, ни поток поступлений не могут быть спланированы вполне точно, поскольку нет и не может быть полной определенности относительно будущего состояния рынка. Цена и объемы реализуемой продукции, цены на сырье и материалы и прочие денежно-стоимостные параметры среды по факту их осуществления в будущем могут сильно разниться с предполагаемыми плановыми значениями, которые оцениваются с позиций сегодняшнего дня.

Неустраняемая информационная неопределенность влечет столь же неустраняемый **риск** принятия инвестиционных решений. Всегда остается возможность того, что проект, признанный состоятельным, окажется de-facto убыточным, поскольку достигнутые в ходе инвестиционного процесса значения параметров отклонились от плановых, или же какие-либо факторы вообще не были учтены. Инвестор никогда не будет располагать всеобъемлющей оценкой риска, так как число разнообразий внешней среды всегда превышает управленческие возможности принимающего решения лица [201], и обязательно найдется слабоожидаемый сценарий развития событий (любая катастрофа, к примеру), который, будучи неучтен в проекте, тем не менее, может состояться и сорвать инвестиционный процесс. В то же время инвестор обязан прилагать усилия по повышению уровня своей осведомленности и пытаться измерять рискованность своих инвестиционных решений как на стадии разработки проекта, так и в ходе инвестиционного процесса. Если степень риска будет расти до недопустимых значений, а инвестор не будет об этом знать, то он обречен действовать вслепую.

Способ оценки риска инвестиций прямо связан со способом описания информационной неопределенности в части исходных данных проекта. Если исходные параметры имеют **вероятностное** описание (например, см. [35, 36, 171]), то показатели эффективности инвестиций также имеют вид случайных величин со своим

импликативным вероятностным распределением (понятие импликативной вероятности см. в [81]). Однако, чем в меньшей степени статистически обусловлены те или иные параметры, чем слабее информационность контекста свидетельств о состоянии описываемой рыночной среды и чем ниже уровень интуитивной активности экспертов, тем менее может быть обосновано применение любых типов вероятностей в инвестиционном анализе.

Альтернативный способ учета неопределенности - так называемый **минимаксный** подход. Формируется некий класс ожидаемых сценариев развития событий в инвестиционном процессе и из этого класса выбирается два сценария, при которых процесс достигает максимальной и минимальной эффективности, соответственно. Затем ожидаемый эффект оценивается по формуле Гурвица [35, 36] с параметром согласия λ :

$$E_{av} = (1-\lambda)E_{min} + \lambda E_{max} , \quad (2.7)$$

где E_{av} , E_{min} , E_{max} - ожидаемая, минимальная и максимальная эффективность проекта соответственно.

При $\lambda=0$ (точка Вальда) за основу при принятии решения выбирается наиболее пессимистичная оценка эффективности проекта, когда в условиях реализации самого неблагоприятного из сценариев сделано все, чтобы снизить ожидаемые убытки. Такой подход, безусловно, минимизирует риск инвестора. Однако в условиях его использования большинство проектов, даже имеющих весьма приличные шансы на успех, будет забраковано. Возникает опасность паралича деловой активности, с деградацией инвестора как лица, принимающего решения.

Вот наглядный пример из практики азартных игр. Любой игрок в преферанс знает, что в ходе торговли за прикуп игрок с высокой степенью повторяемости должен заявлять на одну-две взятки больше, чем у него есть на руках, в расчете на добрый прикуп. Иначе, по результатам множества игр он окажется в проигрыше или, в лучшем случае, "при своих", потому что его соперники склонны к **разумной агрессии**, т.е. к оправданному риску. Понимая инвестиции как разновидность деловой игры, мы скажем по аналогии: инвестору вменяется в обязанность рисковать, но рисковать рационально, присваивая каждому из потенциальных сценариев инвестиционного процесса свою степень ожидаемости. В противном случае он рискует потерпеть убыток от непринятия решения - **убыток чрезмерной перестраховки**. В карточной игре приличная карта, приличный прикуп приходят не так часто. В том же преферансе игрок, объявивший шесть взятки и сыгравший по факту восемь, вызывает всеобщее недовольство вероятным "перезакладом".

Инструментом, который позволяет измерять возможности (ожидания), является теория нечетких множеств. Впервые мы находим ее применение к инвестиционному анализу в [219]. Используя предложенный в этой работе подход, построим метод оценки инвестиционного риска, как на стадии проекта, так и в ходе инвестиционного процесса.

2.2.2. Нечетко-множественная модель инвестиционного проекта

В литературе по инвестиционному анализу (например, в [39, 40, 180]) хорошо известна формула чистой современной ценности инвестиций (NPV - Net Present Value). Возьмем один важный частный случай оценки NPV, который и будем использовать в дальнейшем рассмотрении:

- Все инвестиционные поступления приходятся на начало инвестиционного процесса.
- Оценка ликвидационной стоимости проекта производится *post factum*, по истечении срока жизни проекта.

Тогда соотношение для NPV имеет следующий вид:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_i}{(1+r)^i} + \frac{C}{(1+r)^{N+1}}, \quad (2.8)$$

где I - стартовый объем инвестиций, N - число плановых интервалов (периодов) инвестиционного процесса, соответствующих сроку жизни проекта, ΔV_i - оборотное сальдо поступлений и платежей в i -ом периоде, r - ставка дисконтирования, выбранная для проекта с учетом оценок ожидаемой стоимости используемого в проекте капитала (например, ожидаемая ставка по долгосрочным кредитам), C - ликвидационная стоимость чистых активов, сложившаяся в ходе инвестиционного процесса (в том числе остаточная стоимость основных средств на балансе предприятия).

Инвестиционный проект признается **эффективным**, когда NPV, оцененная по (2.8), больше определенного проектного уровня G (в самом распространенном случае $G = 0$).

Замечания:

- NPV оценивается по формуле (2.8) в постоянных (реальных) ценах.
- Ставка дисконтирования планируется такой, что период начислений процентов на привлеченный капитал совпадает с соответствующим периодом инвестиционного процесса.
- $(N+1)$ -ый интервал не относится к сроку жизни проекта, а выделен в модели для фиксации момента завершения денежных взаиморасчетов всех сторон в инвестиционном процессе (инвесторов, кредиторов и дебиторов) по кредитам, депозитам, дивидендам и т.д., когда итоговый финансовый результат проекта сделается однозначным.

Если все параметры в (2.8) обладают "размытостью", т.е. их точное планируемое значение неизвестно, тогда в качестве исходных данных уместно использовать треугольные нечеткие числа с функцией принадлежности следующего вида (рис. 2.2). Эти числа моделируют высказывание следующего вида: "параметр A *приблизительно равен* \bar{a} и однозначно находится в диапазоне $[a_{\min}, a_{\max}]$ ".

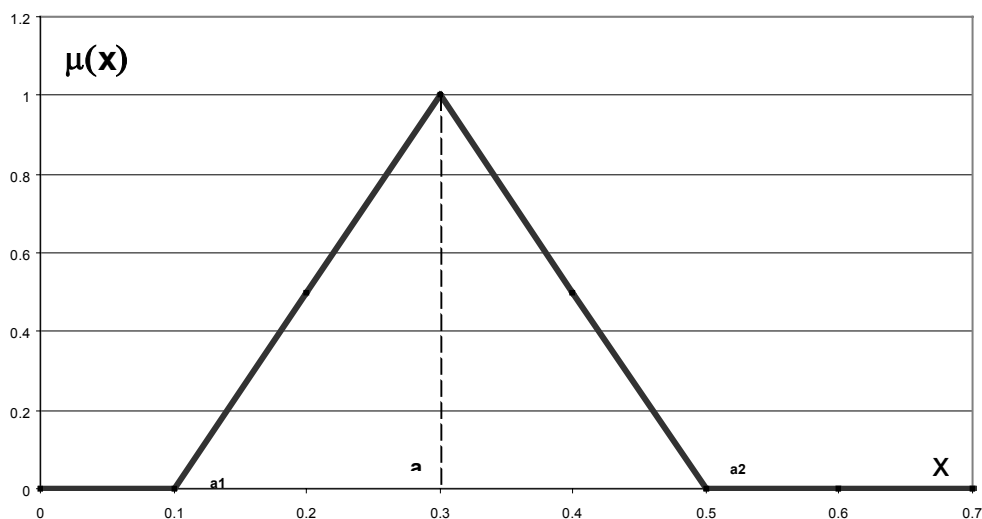


Рис. 2.2. Треугольное число

Полученное описание позволяет разработчику инвестиционного проекта взять в качестве исходной информации интервал параметра $[a_{\min}, a_{\max}]$ и наиболее ожидаемое значение \bar{a} , и тогда соответствующее треугольное число $\underline{A} = (a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$ построено. Далее будем называть параметры $(a_{\min}, \bar{a}, a_{\max})$ *значимыми точками* треугольного нечеткого числа \underline{A} . Вообще говоря, выделение трех значимых точек исходных данных весьма распространено в инвестиционном анализе (см., например, [180, 211]). Часто этим точкам сопоставляются субъективные вероятности реализации соответствующих ("пессимистического", "нормального" и "оптимистического") сценариев исходных данных. Но мы не считаем себя вправе оперировать вероятностями, значений которых не можем ни определить, ни назначить (в главе 1 настоящей диссертационной работы мы коснулись этого предмета, в частности, говоря о принципе максимума энтропии). Поэтому в инвестиционном анализе мы замещаем понятие *случайности* понятиями *ожидаемости* и *возможности*.

Теперь мы можем задаться следующим набором нечетких чисел для анализа эффективности проекта:

$\underline{I} = (I_{\min}, \bar{I}, I_{\max})$ - инвестор не может точно оценить, каким объемом инвестиционных ресурсов он будет располагать на момент принятия решения;

$\underline{r} = (r_{\min}, \bar{r}, r_{\max})$ - инвестор не может точно оценить стоимость капитала, используемого в проекте (например, соотношение собственных и заемных средств, а также процент по долгосрочным кредитам);

$\underline{\Delta V_i} = (V_{\min}, \bar{\Delta V_i}, V_{\max})$ - инвестор прогнозирует диапазон изменения денежных результатов реализации проекта с учетом возможных колебаний цен на реализуемую

продукцию, стоимости потребляемых ресурсов, условий налогообложения, влияния других факторов;

$\underline{C} = (C_{\min}, \bar{C}, C_{\max})$ - инвестор нечетко представляет себе потенциальные условия будущей продажи действующего бизнеса или его ликвидации;

$\underline{G} = (G_{\min}, \bar{G}, G_{\max})$ - инвестор нечетко представляет себе критерий, по которому проект может быть признан эффективным, или не до конца отдает себе отчет в том, что можно будет понимать под "эффективностью" на момент завершения инвестиционного процесса.

Замечания:

- В том случае, если какой-либо из параметров \underline{A} известен вполне точно или однозначно задан, то нечеткое число \underline{A} вырождается в действительное число A с выполнением условия $a_{\min} = \bar{a} = a_{\max}$. При этом существо метода остается неизменным.
- В отношении вида \underline{G} . Инвестор, выбирая ожидаемую оценку \bar{G} , руководствуется, возможно, не только тактическими, но и стратегическими соображениями. Так, он может позволить проекту быть даже несколько убыточным, если этот проект диверсифицирует деятельность инвестора и повышает надежность его бизнеса. Как вариант: инвестор реализует демпинговый проект, компенсацией за временную убыточность станет захват рынка и сверхприбыль, но инвестор хочет отсечь сверхнормативные убытки на той стадии, когда рынок уже будет переделен в его пользу. Или наоборот: инвестор идет на повышенный риск во имя прироста средневзвешенной доходности своего бизнеса.

Таким образом, задача инвестиционного выбора в приведенной выше постановке есть процесс принятия решения в **расплывчатых** условиях, когда решение достигается слиянием целей и ограничений [25].

Чтобы преобразовать формулу (2.8) к виду, пригодному для использования нечетких исходных данных, воспользуемся **сегментным способом**, как это объясняется в разделе П1.8 Приложения 1 к настоящей диссертационной работе.

Зададимся фиксированным уровнем принадлежности α и определим соответствующие ему интервалы достоверности по двум нечетким числам \underline{A} и \underline{B} : $[a_1, a_2]$ и $[b_1, b_2]$, соответственно. Тогда основные операции с положительно определенными нечеткими числами сводятся к операциям с их интервалами достоверности [234, 235]. А операции с интервалами, в свою очередь, выражаются через операции с действительными числами - границами интервалов:

- операция "сложения":

$$[a_1, a_2] (+) [b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2], \quad (2.9)$$

- операция "вычитания":

$$[a_1, a_2] (-) [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1], \quad (2.10)$$

- операция "умножения":

$$[a_1, a_2] (\times) [b_1, b_2] = [a_1 \times b_1, a_2 \times b_2], \quad (2.11)$$

- операция "деления":

$$[a_1, a_2] (/) [b_1, b_2] = [a_1 / b_2, a_2 / b_1], \quad (2.12)$$

- операция "возведения в степень":

$$[a_1, a_2] (^) i = [a_1^i, a_2^i]. \quad (2.13)$$

По каждому нечеткому числу в структуре исходных данных получаем интервалы достоверности $[I_1, I_2]$, $[r_{i1}, r_{i2}]$, $[\Delta V_{i1}, \Delta V_{i2}]$, $[C_1, C_2]$. И тогда, для заданного уровня α , путем подстановки соответствующих границ интервалов в (2.8) по правилам (2.9) - (2.13), получаем:

$$\begin{aligned} [NPV_1, NPV_2] &= (-) [I_1, I_2] (+) \left(\sum_{i=1}^N \right) \left[\frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_2)^i}, \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_1)^i} \right] \\ & (+) \left[\frac{C_1}{(1+r_2)^{N+1}}, \frac{C_2}{(1+r_1)^{N+1}} \right] = \\ & = [-I_2 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i1}}{(1+r_2)^i} + \frac{C_1}{(1+r_2)^{N+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^N \frac{\Delta V_{i2}}{(1+r_1)^i} + \frac{C_2}{(1+r_1)^{N+1}}]. \end{aligned} \quad (2.14)$$

Задавшись приемлемым уровнем дискретизации по α на интервале принадлежности $[0, 1]$, мы можем реконструировать результирующее нечеткое число \underline{NPV} путем аппроксимации его функции принадлежности μ_{NPV} ломаной кривой по интервальным точкам.

Надо отдавать себе отчет в том, что при перемножении и делении треугольных нечетких чисел друг на друга результатом является число, не имеющее треугольного вида. Однако в большинстве случаев оказывается возможным привести \underline{NPV} к треугольному виду, ограничиваясь расчетами по значимым точкам нечетких чисел исходных данных (провести операцию трианглизации). Это позволяет рассчитывать все ключевые параметры в оценке степени риска не приближенно, а на основе аналитических соотношений. Продемонстрируем возможность трианглизации на простом примере. Пусть интервал проекта – год, всего 10 лет проекта, ставка дисконтирования колеблется в пределах от 10% до 20% годовых. Тогда фактор дисконтирования $1/(1+[0.1..0.2])^{10}$ представлен на рис. 2.3:

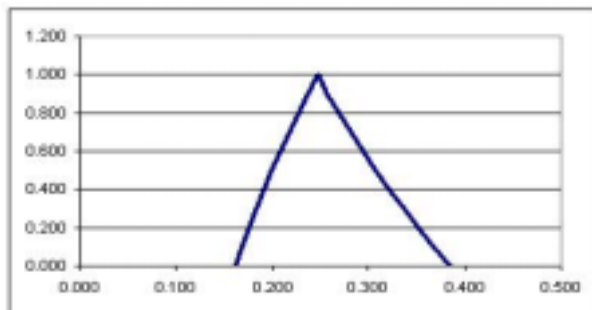


Рис. 2.3. Функция принадлежности числа $1/(1+[0.1..0.2])^{10}$

Видим, что передний фронт функции принадлежности постепенно становится вогнутой функцией, а задний фронт функции – выпуклой функцией. Но в нашем случае эта возникшая кривизна практически незаметна, и ею легко можно пренебречь. Другое дело, если ставка дисконтирования увеличится в три раза (например, в связи с инфляцией). Тогда кривизна функции принадлежности уже вполне заметна (рис. 2.4), и решение - проводить трианглизацию или нет, - остается за разработчиком модели и зависит от необходимой точности при оценке риска неэффективности инвестиций.

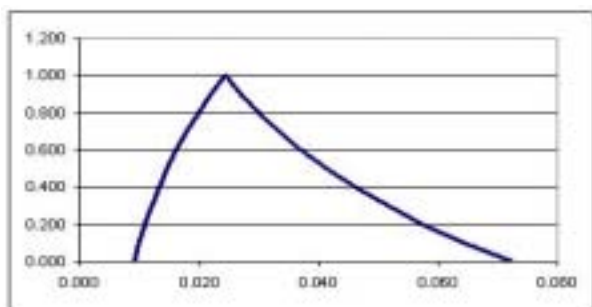


Рис. 2.4. Функция принадлежности числа $1/(1+[0.3..0.6])^{10}$

Но мы видим, что для стандартных низкоинфляционных рыночных условий кривизна функции принадлежности фактора дисконтирования является незначительной, и трианглизация возможна и оправдана.

2.2.3. Метод оценки риска неэффективности проекта

Перейдем к изложению метода оценки собственно риска инвестиций. На рис. 2.5 представлены функции принадлежности \underline{NPV} и критерияльного значения \underline{G} .

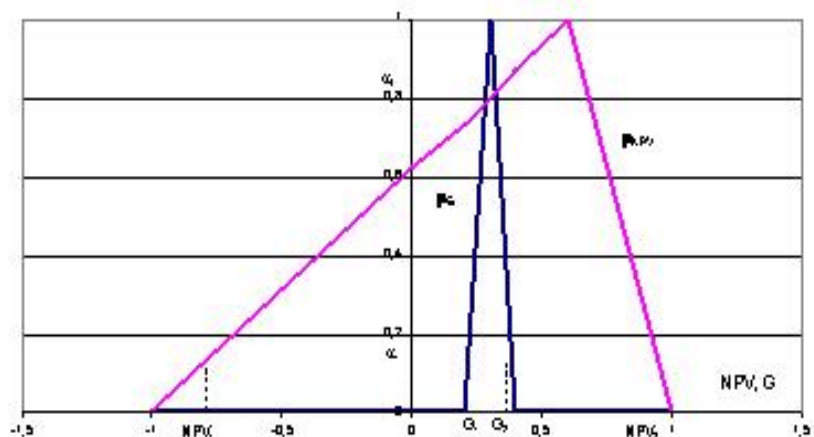


Рис. 2.5. Соотношение NPV и критерия эффективности G

Точкой пересечения этих двух функций принадлежности является точка с ординатой α_1 . Выберем произвольный уровень принадлежности α и определим соответствующие интервалы $[NPV_1, NPV_2]$ и $[G_1, G_2]$. При $\alpha > \alpha_1$ $NPV_1 > G_2$, интервалы не пересекаются, и уверенность в том, что проект эффективен, стопроцентная, поэтому степень риска неэффективности инвестиций равна нулю. Уровень α_1 уместно назвать **верхней границей зоны риска**. При $0 \leq \alpha \leq \alpha_1$ интервалы пересекаются.

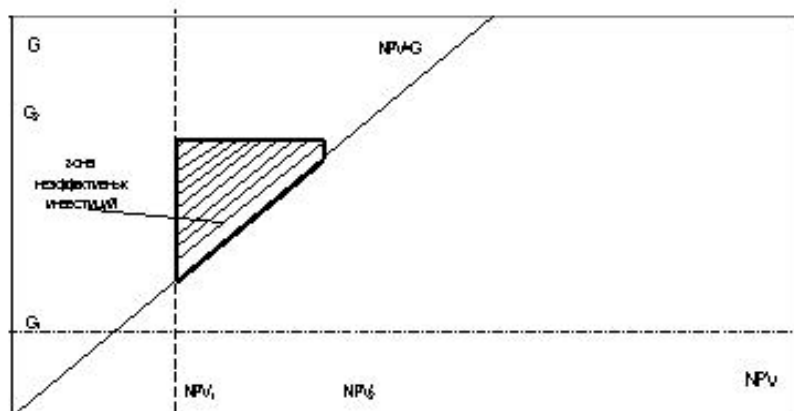


Рис. 2.6. Зона неэффективных инвестиций

На рис. 2.6 показана заштрихованная зона неэффективных инвестиций, ограниченная прямыми $G = G_1$, $G = G_2$, $NPV = NPV_1$, $NPV = NPV_2$ и биссектрисой координатного угла $G = NPV$. Взаимные соотношения параметров $G_{1,2}$ и $NPV_{1,2}$ дают следующий расчет для площади заштрихованной плоской фигуры:

$$S_{\alpha} = \begin{cases} 0, G_2 \leq NPV_1 \\ \frac{(G_2 - NPV_1)^2}{2}, & G_1 < NPV_1 < G_2 \leq NPV_2 \\ \frac{(G_1 - NPV_1) + (G_2 - NPV_1)}{2} \cdot (G_2 - G_1), & NPV_1 \leq G_1 < G_2 \leq NPV_2 \\ \frac{(G_2 - NPV_2) + (G_2 - NPV_1)}{2} \cdot (NPV_2 - NPV_1), & G_1 \leq NPV_1 < NPV_2 \leq G_2 \\ (G_2 - G_1)(NPV_2 - NPV_1) - \frac{(NPV_2 - G_1)^2}{2}, & NPV_1 \leq G_1 \leq NPV_2 \leq G_2 \\ (G_2 - G_1)(NPV_2 - NPV_1), & NPV_2 \leq G_1 \end{cases} \quad (2.15)$$

Поскольку все реализации (NPV, G) при заданном уровне принадлежности α равновозможны, то степень риска неэффективности проекта $\varphi(\alpha)$ есть геометрическая вероятность события попадания точки (NPV, G) в зону неэффективных инвестиций:

$$\varphi(\alpha) = \frac{S_{\alpha}}{(G_2 - G_1) \times (NPV_2 - NPV_1)}, \quad (2.16)$$

где S_{α} оценивается по (2.15).

Тогда итоговое значение степени риска неэффективности проекта:

$$V \& M = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha \quad (2.17)$$

В важном частном случае (см. рис. 2.7), когда ограничение \underline{G} определено четко уровнем G , то предельный переход в (2.16) при $G_2 \rightarrow G_1 = G$ дает:

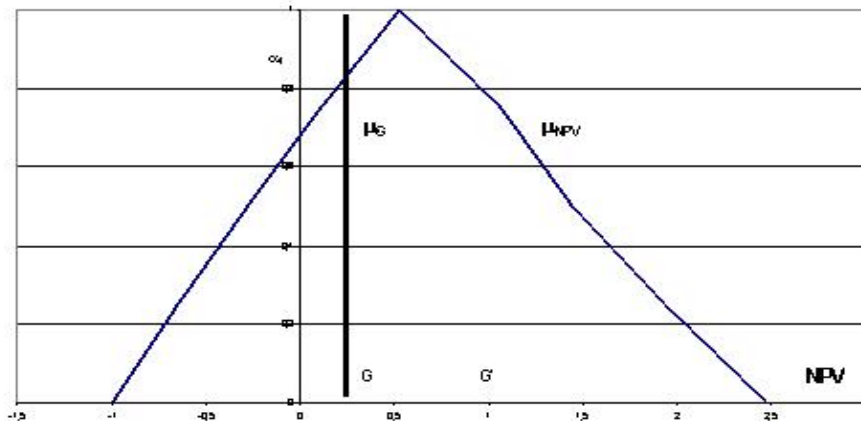


Рис. 2.7. Точечная нижняя граница эффективности

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } G < NPV_1 \\ \frac{G - NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} & , \text{ при } NPV_1 \leq G \leq NPV_2 \\ 1 & , \text{ при } G > NPV_2 \end{cases}, \quad \alpha = [0, 1]. \quad (2.18)$$

Для того, чтобы собрать все необходимые исходные данные для оценки риска, нам потребуется два значения обратной функции $\mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1)$. Первое значение есть G (по определению верхней границы зоны риска α_1), второе значение обозначим G' . Аналогичным образом обозначим NPV_{\min} и NPV_{\max} - два значения обратной функции $\mu_{NPV}^{-1}(0)$. Также введем обозначение NPV_{av} - наиболее ожидаемое значение NPV. Тогда выражение для степени инвестиционного риска $V\&M$, с учетом (2.18) и длинной цепи преобразований (простейший случай таких преобразований приведен в п. 2.2.5 настоящей работы), имеет вид:

$$V \& M = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ R \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & NPV_{\min} \leq G < NPV_{av} \\ 1 - (1 - R) \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & NPV_{av} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases} \quad (2.19)$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}}, & G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}, \quad (2.20)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{av} - NPV_{\min}}, & NPV_{\min} \leq G < NPV_{av} \\ 1, & G = NPV_{av} \\ \frac{NPV_{\max} - G}{NPV_{\max} - NPV_{av}}, & NPV_{av} < G < NPV_{\max} \\ 0, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}. \quad (2.21)$$

Исследуем выражения (2.19) – (2.21) для трех частных случаев:

1. При $G = NPV_{\min}$ (предельно низкий риск) $R = 0$, $\alpha_1 = 0$, $G' = NPV_{\max}$, и предельный переход в (2.19) дает $V\&M = 0$.
2. При $G = G' = NPV_{av}$ (средний риск) $\alpha_1 = 1$, $R = (NPV_{\max} - NPV_{av}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min})$, предельный переход в (2.19) дает $V\&M = (NPV_{\max} - NPV_{av}) / (NPV_{\max} - NPV_{\min})$.

3. При $G = NPV_{\max}$ (предельно высокий риск) $P = 0$, $\alpha_1 = 0$, $G' = 0$, и предельный переход в (2.19) дает $V\&M = 1$.

Таким образом, степень риска $V\&M$ принимает значения от 0 до 1. Каждый инвестор, исходя из своих инвестиционных предпочтений, может классифицировать значения $V\&M$, выделив для себя отрезок неприемлемых значений риска. Возможна также более подробная градация степеней риска. Например, если ввести лингвистическую переменную "**Степень риска**" со своим терм-множеством значений $\{\text{Незначительная, Низкая, Средняя, Относительно высокая, Неприемлемая}\}$, то каждый инвестор может произвести самостоятельное описание соответствующих нечетких подмножеств, задав пять функций принадлежности $\mu_*(V\&M)$.

Описание метода анализа эффективности инвестиций в нечеткой постановке с оценкой степени риска ошибки инвестиционного решения - завершено. Рассмотрим простой пояснительный пример.

2.2.4. Пример оценки риска инвестиций

Исходные данные проекта: $N = 2$, $I = (1, 1, 1)$ - точно известный размер инвестиций, $\underline{r} = (0.1, 0.2, 0.3)$, $\underline{\Delta V}_1 = \underline{\Delta V}_2 = \underline{\Delta V} = (0, 1, 2)$, $\underline{C} = (0, 0, 0)$ - остаточная стоимость проекта нулевая, $\underline{G} = (0, 0, 0)$ - критерием эффективности является неотрицательное значение NPV .

Результаты расчетов по формуле (2.14) для уровней принадлежности $\alpha = [0, 1]$ с шагом 0.25 сведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7. Результаты расчетов эффективности проекта

α	Интервалы достоверности по уровню принадлежности α для:		
	\underline{r}	$\underline{\Delta V}$	\underline{NPV}
1	[0.2, 0.2]	[1, 1]	[0.527, 0.527]
0.75	[0.175, 0.225]	[0.75, 1.25]	[0.112, 1.068]
0.5	[0.15, 0.25]	[0.5, 1.5]	[-0.280, 1.438]
0.25	[0.125, 0.275]	[0.25, 1.75]	[-0.650, 1.944]
0	[0.1, 0.3]	[0, 2]	[-1, 2.470]

Аппроксимация функции μ_{NPV} (рис. 2.8) показывает ее близость к треугольному виду

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < -1 \\ \frac{x+1}{0.527+1}, & \text{при } -1 \leq x < 0.527 \\ \frac{2.47-x}{2.47-0.527}, & \text{при } 0.527 < x \leq 2.47 \\ 0, & \text{при } x > 2.47 \end{cases}, \quad (2.22)$$

и этим видом мы будем пользоваться в расчетах.

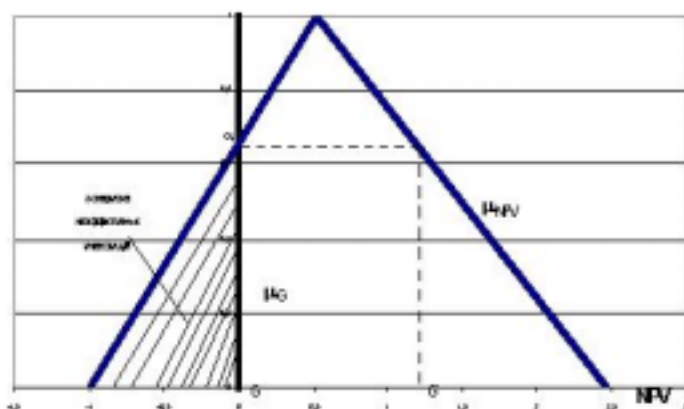


Рис. 2.8. Приведение функции принадлежности к треугольному виду

Пусть принято положительное решение об инвестировании капитала I . Тогда $\alpha_1 = \mu_{NPV}(0) = 0.655$, $G' = \mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1) = 1.197$, и, согласно (2.18) - (2.22), $R = 0.288$, $V\&M = 0.127$.

Продолжим рассмотрение расчетного примера. Пусть принято решение о начале инвестиционного процесса, и по результатам первого периода зафиксировано обратное сальдо $\Delta V_1 = 1$ при фактически измеренной ставке дисконтирования $r_1 = 0.2$. Тогда перерасчет интервальной оценки NPV по (2.14) дает:

$$[NPV_1, NPV_2] = \left[-0.167 + \frac{\Delta V_{21}}{(1+r_2)^2}, -0.167 + \frac{\Delta V_{22}}{(1+r_1)^2} \right]. \quad (2.23)$$

Результаты расчетов по формуле (2.23) сведены в таблицу 2.8.

Таблица 2.8. Результаты расчетов эффективности проекта

α	Интервалы достоверности по уровню принадлежности α для:		
	r	ΔV	NPV
1	[0.2, 0.2]	[1, 1]	[0.527, 0.527]
0.75	[0.175, 0.225]	[0.75, 1.25]	[0.333, 0.738]
0.5	[0.15, 0.25]	[0.5, 1.5]	[0.153, 0.967]
0.25	[0.125, 0.275]	[0.25, 1.75]	[-0.012, 1.227]
0	[0.1, 0.3]	[0, 2]	[-0.167, 1.489]

Приведение NPV к треугольному виду дает:

$$\mu_{NPV}(x) = \begin{cases} 0, & \text{при } x < -0.167 \\ \frac{x + 0.167}{0.527 + 0.167}, & \text{при } -0.167 \leq x < 0.527 \\ \frac{1.489 - x}{1.489 - 0.527}, & \text{при } 0.527 < x \leq 1.489 \\ 0, & \text{при } x > 1.489 \end{cases}, \quad (2.24)$$

откуда $\alpha_1 = \mu_{NPV}(0) = 0.241$, $G' = \mu_{NPV}^{-1}(\alpha_1) = 1.257$, и, согласно (2.18) - (2.21), $R = 0.101$, $V\&M = 0.013$.

Видим, что за счет снижения уровня неопределенности степень риска понизилась почти на порядок. Таким образом, у инвестора появляется эффективный инструмент контроля эффективности инвестиционного процесса.

Из расчетов видно, что чем значительнее неопределенность в исходных данных, тем выше риск. Поэтому в ряде случаев инвестор просто обязан **отказаться от принятия решения** и предпринять дополнительные меры по борьбе с неопределенностью. Чтобы знать, когда оправдан отказ от принятия решения, инвестору необходим измеритель неопределенности сложившейся информационной ситуации (неустойчивости проекта [35]). Логично производить такие измерения по показателю α_1 . Для случая полной определенности $\alpha_1=0$. Применительно к $\mu_{NPV}(x)$ вида (2.22) расчеты дают $\alpha_{11} = 0.655$, а для $\mu_{NPV}(x)$ вида (2.24) $\alpha_{12} = 0.241 < \alpha_{11}$. Инвестор опять же может интерпретировать значения α_1 лингвистически, как и в случае лингвистической оценки степени риска, и таким образом обозначить для себя границу α_1 , за которой неопределенность перестает быть приемлемой.

2.2.5. Простейший способ оценки риска инвестиций

Рассмотрим процесс бизнес-планирования в расплывчатых условиях, когда неопределенность исходных данных такова, что позволяет порождать **интервально-симметричные оценки** (например: минимум продаж – 5 млн. руб, максимум продаж – 10 млн. руб, среднее – $(5+10)/2 = 7.5$ млн. руб). Особенно характерна такая ситуация для эскизных бизнес-проектов, когда исходные данные содержат максимум неопределенности.

Интервально-симметричные расплывчатые параметры можно характеризовать уже не тремя, а двумя действительными числами: средним значением параметра и разбросом от среднего.

Если все параметры бизнес-плана интервально-симметричные, то можно привести результирующий показатель эффективности бизнес-плана - чистую современную ценность проекта (NPV) - к интервально-симметричному виду, пренебрегая погрешностью, вносимой несимметричностью размытого фактора дисконтирования.

Обозначим NPV_{av} – среднеожидаемое значение NPV , Δ - разброс NPV от среднего, т.е. $\Delta = NPV_{av} - NPV_{min} = NPV_{max} - NPV_{av}$, $NPV = NPV_{av} \pm \Delta$.

Введем **коэффициент устойчивости** бизнес-плана:

$$\lambda = NPV_{av} / \Delta. \quad (2.25)$$

Ясно, что чем выше коэффициент устойчивости бизнес-плана, тем надежнее принимаемое инвестиционное решение. При $\lambda \rightarrow \infty$ разброса данных нет, и инвестиционный проект может быть принят к исполнению или отвергнут без риска ошибочного решения. Однако в реальности инвестиционного проектирования всегда существуют сценарии неблагоприятного развития событий, когда $NPV_{min} = NPV_{av} - \Delta < 0$, т.е. $\lambda < 1$. При этом рациональные инвестиционные проекты предполагают положительный среднеожидаемый исход проекта, т.е. выполняется $\lambda > 0$.

Таким образом, мы исследуем риск инвестиционного проекта при исходном допущении об устойчивости проекта в пределах $0 < \lambda < 1$.

Воспроизведем вывод формулы для оценки риска проекта в простейшем случае, воспользовавшись результатами раздела 2.2.4 работы. Если NPV проекта – треугольное нечеткое число (NPV_{min} , NPV_{av} , NPV_{max}), то **риск проекта RE** (Risk Estimation - ожидание того, что $NPV < 0$) оценивается соотношениями:

$$RE = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha, \quad (2.26)$$

где

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } 0 < NPV_1 \\ \frac{-NPV_1}{NPV_2 - NPV_1} & , \text{ при } NPV_1 \leq 0 \leq NPV_2 \\ 1 & , \text{ при } 0 > NPV_2 \end{cases}, \quad \alpha = [0, 1]. \quad (2.27)$$

$$NPV_1 = NPV_{min} + \alpha \times (NPV_{av} - NPV_{min}), \quad (2.28)$$

$$NPV_2 = NPV_{max} - \alpha \times (NPV_{max} - NPV_{av}), \quad (2.29)$$

$$\alpha_1 = -NPV_{min} / (NPV_{av} - NPV_{min}). \quad (2.30)$$

Обозначим

$$l = -NPV_{\min}, m = NPV_{av} - NPV_{\min}, q = NPV_{\max} - NPV_{\min}. \quad (2.31)$$

Тогда (2.26) приобретает вид:

$$RE = \int_0^{\alpha_1} \varphi(\alpha) d\alpha = \int_0^{\alpha_1} \frac{l - m\alpha}{q(1 - \alpha)} d\alpha = \frac{m}{q} \alpha_1 - \frac{l - m}{q} \ln(1 - \alpha_1) =$$

$$= \frac{-NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} + \frac{NPV_{av}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} \ln \frac{NPV_{av}}{NPV_{av} - NPV_{\min}}. \quad (2.32)$$

С учетом симметричности оценок имеем:

$$RE = \frac{\Delta - NPV_{av}}{2\Delta} + \frac{NPV_{av}}{2\Delta} \ln \frac{NPV_{av}}{\Delta} = \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{2} (\ln \lambda - 1) \quad (2.33)$$

Это и есть простейшее соотношение для оценки риска. На рис. 2.9 показана зависимость степени риска проекта от коэффициента устойчивости бизнес плана:

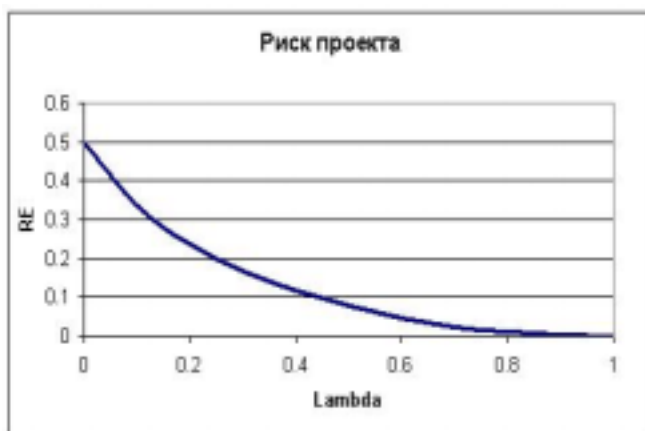


Рис. 2.9. Зависимость степени риска проекта от устойчивости бизнес-плана

Из рис. 2.9 можно видеть, что приемлемый риск проекта составляет до 10% (риск-функция возрастает медленно, почти линейно). При риске от 10% до 20% наблюдается пограничная ситуация, а при риске свыше 20% функция риска растет неумеренно, а сам риск перестает быть приемлемым. Такие субъективные оценки приемлемости риска приводят к нормативам вида таблицы 3.3 (для оценок первого столбца табл.3.3 решалось уравнение вида (3.26) относительно λ : $RE = 10\% \dots 20\%$):

Таблица 2.9. Уровень риска и риск-статус проекта

Значение λ	Уровень риска проекта	Риск-статус проекта
0.44 - 1	<10%	Приемлемый риск
0.25 - 0.44	10% - 20%	Пограничный риск
0 - 0.25	> 20%	Неприемлемый риск

Теперь можно очень просто, без применения наукоемких методик, за один шаг определять риск-статус инвестиционного проекта. Посмотрим это на двух примерах.

Пример 1. По результатам финансового анализа бизнес-плана получена треугольная интервально-симметричная оценка $NPV = (-40, 40, 120)$ тыс. евро, или, что то же самое, $NPV = 40 \pm 80$ тыс. евро. Определить риск-статус проекта.

Решение. $\lambda = 40/(120-40) = 0.5 > 0.44$. Риск проекта – приемлемый (7.7%).

Пример 2. Возьмем за основу данные примера предыдущего пункта 2.2.4 работы (таблица 2.7). Там $NPV = (-1, 0.527, 2.470)$ – несимметричное треугольное число. Рассмотреть варианты оценки риска по простейшей методике.

Решение. Найдем два параметра симметричных треугольных чисел, строящихся на основании исходного:

- среднее значение $(-1 + 2.47)/2 = 0.735 > 0.527$ треугольного числа для нижней оценки риска. Тогда $NPV = (-1, 0.735, 2.47) = 0.735 \pm 1.735$, $\lambda = 0.424$, по этой оценке риск проекта признается **пограничным** (10.6%);
- верхнее значение $2*0.527 - (-1) = 2.054 < 2.47$ треугольного числа для верхней оценки риска. Тогда $NPV = (-1, 0.527, 2.054) = 0.527 \pm 1.527$, $\lambda = 0.345$, по этой оценке риск проекта также признается **пограничным** (14.4%).

Таким образом, найдена двусторонняя оценка риска, которая приводит к однозначному результату распознавания качественного уровня риска в обоих случаях. Все это говорит о том, что зачастую двусторонние оценки, полученные с применением простейших методов и калькулятора, могут заменить оценки, для которых необходимо использовать более трудоемкие методики и специализированное программное обеспечение.

2.2.6. Оценка риска проекта по NPV произвольно-нечеткой формы

В ряде случаев треугольная форма оценки NPV не может быть обоснована, и приведение нечеткого числа NPV к треугольному виду (операция трианглизации) невозможно.

Продemonстрируем возможность (невозможность) трианглизации на простом примере. Пусть интервал проекта – год, всего 10 лет проекта, ставка дисконтирования колеблется в пределах от 10% до 20% годовых. Тогда фактор дисконтирования $1/(1+[0.1..0.2])^{10}$ представлен на рис. 2.10:

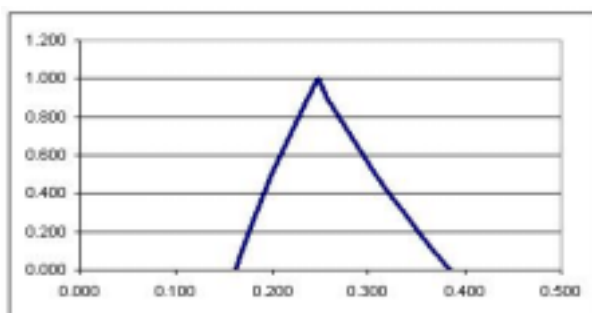


Рис. 2.10. Функция принадлежности числа $1/(1+[0.1..0.2])^{10}$

Видим, что передний фронт функции принадлежности постепенно становится вогнутой функцией, а задний фронт функции – выпуклой функцией. В случае рис. 2.10 эта возникшая кривизна практически незаметна, и ею легко можно пренебречь. Другое дело, если ставка дисконтирования увеличится в три раза (например, в связи с инфляцией). Тогда кривизна функции принадлежности уже вполне заметна (рис. 2.11), и решение - проводить трианглизацию или нет, - остается за разработчиком модели и зависит от необходимой точности при оценке риска неэффективности инвестиций.

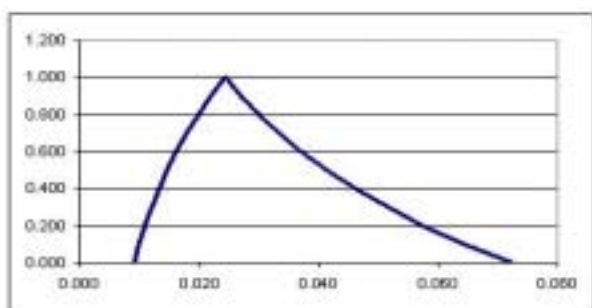


Рис. 2.11. Функция принадлежности числа $1/(1+[0.3..0.6])^{10}$

Если фактор дисконтирования не является треугольным числом, тогда и NPV не является треугольным числом. Поэтому соотношения для оценки риска, приведенные нами в предыдущих разделах работы, применены быть не могут.

В то же время оказывается возможным записать формулу для оценки риска инвестиций для случая NPV в форме произвольного нечеткого числа. Зададим шаг дискретизации по уровню принадлежности $\Delta\alpha$ (например, $\Delta\alpha=0.1$) и введем сегментный набор нечеткого числа как набор интервалов количеством N

$$\alpha \rightarrow [NPV_{1\alpha}, NPV_{2\alpha}] \quad (2.34)$$

для заданного уровня принадлежности α (для $\Delta\alpha=0.1$ число интервалов принадлежности $N = 11 = 1/\Delta\alpha + 1$, при $\alpha = 0..1$). Такой сегментный способ задания произвольного нечеткого числа является общеупотребительным.

Таже возможно задать нечеткое число и функционально. Характерным примером являются числа (L-R)-типа [320], вид функции принадлежности которых представлен на рис. 2.12. Частным случаем чисел (L-R)-типа являются треугольные нечеткие числа.

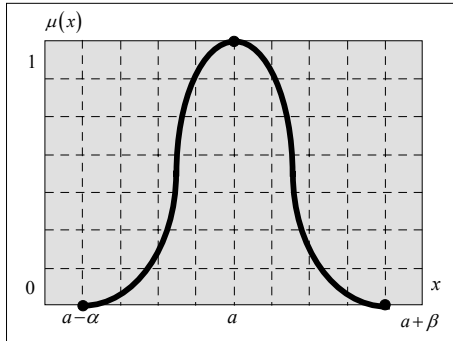


Рис. 2.12. Вид функции принадлежности нечеткого числа (L-R)-типа

Но далее мы будем использовать только сегментное представление числа, к которому можно перейти, в частности, от функционального представления, - как самый общий вид задания нечеткого числа.

Выше нами показано, что если NPV задан треугольным числом, то риск инвестиций определяется по формуле:

$$\text{Risk} = \int_0^A \varphi(\alpha) d\alpha, \quad (2.35)$$

где

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } G < \text{NPV}_{1\alpha} \\ \frac{G - \text{NPV}_{1\alpha}}{\text{NPV}_{2\alpha} - \text{NPV}_{1\alpha}} & , \text{ при } \text{NPV}_{1\alpha} \leq G \leq \text{NPV}_{2\alpha} \\ 1 & , \text{ при } G > \text{NPV}_{2\alpha} \end{cases}, \quad \alpha = [0, 1], \quad (2.36)$$

G – предустановленный плановый уровень NPV, ниже которого проект становится неэффективным, $\text{NPV}_{1\alpha}$, $\text{NPV}_{2\alpha}$ - сегментно-интервальные функции, полученные на основе функции принадлежности треугольного нечеткого числа в каждой точке α , а $A = \mu_{\text{NPV}}(G)$.

Перейдем от (2.35)-(2.36) к записи для NPV произвольного вида. Пусть

$$\alpha = \alpha_i = i \times \Delta\alpha, \quad i = 0..N. \quad (2.37)$$

Тогда запись (2.36) остается без изменений, а (2.35) преобразуется к дискретному виду:

$$\text{Risk} = \sum_{i=1}^{N-1} \varphi(\alpha_i) \times \Delta\alpha. \quad (2.38)$$

Рассмотрим простейший **пример**. Пусть NPV задано сегментно табл.2.10 и рис. 2.13:

Табл. 2.10. Сегментное задание NPV ($\Delta\alpha=0.1$)

α_i	$NPV_{1\alpha}$	$NPV_{2\alpha}$	$\varphi(\alpha_i)$
0	-10.9	52.5	0.172
0.1	-10.0	44.7	0.183
0.2	-9.0	37.7	0.193
0.3	-7.9	31.6	0.200
0.4	-6.7	26.2	0.203
0.5	-5.3	21.4	0.199
0.6	-3.8	17.1	0.180
0.7	-2.1	13.4	0.134
0.8	-0.2	10.0	0.016
0.9	2.0	7.0	0.000
1	4.3	4.3	0.000

В качестве норматива эффективности инвестиций примем $G = 0$, т.е. для того, чтобы считать инвестиции эффективными, должно выполняться условие $NPV > 0$ (наиболее распространенный критерий эффективности инвестиций).

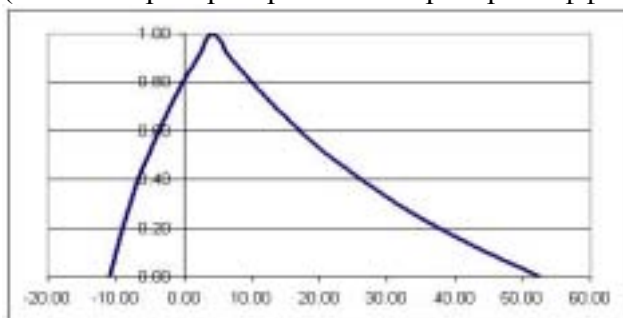


Рис. 2.13. NPV в соответствии с табл. 2.10

Тогда результат расчетов по формуле (2.36) приведен в последней колонке табл.2.10, и итоговое значение риска Risk на основе (2.38) составляет **0.148** (15%).

Для сравнения: если интерпретировать NPV треугольным нечетким числом (-10.9, 4.3, 52.5), то оценка риска инвестиций по формулам (2.35) – (2.36) дает Risk = 0.086 (9%), т.е. в полтора раза меньше. Такое снижение риска возникает за счет снижения вогнутости переднего фронта числа и снижения выпуклости заднего фронта числа. В обоих случаях последствием является снижение риска, что, вообще говоря, приводит к его недооценке по сравнению с более корректным, хотя и приближенным, методом расчета.

Полученное расхождение оценок как раз и свидетельствует в пользу того, что приведение оценки NPV к треугольному виду – это операция, требующая обоснования.

Если расхождение оценок рисков инвестиций по проекту, полученных двумя способами, велико, то трианглизация незаконна.

На самых ранних этапах оценки проекта можно судить о том, будет NPV близок к треугольному виду или нет, по характеру нечеткого числа фактора дисконтирования. Если при сценарном изменении числа лет проекта и ставки дисконтирования (треугольное число) в некоторых пределах (близких к расчетным) фактор дисконтирования близок к треугольному виду, тогда можно ожидать результирующий NPV также треугольным, и усложнения расчетов не требуется. Если же форма числа фактора дисконтирования искривляется по переднему и заднему фронтам, то нужно переходить к расчетам в сегментной форме, по правилам мягких вычислений, и тогда производить оценку риска инвестиций по формулам, здесь предлагаемым.

Полагаем, что теперь оценка риска инвестиционного проекта при любых способах задания денежных потоков проекта (в виде треугольных последовательностей или последовательностей произвольного вида) не представляет никакого труда.

2.2.7. Риск-функция инвестиционного проекта

Пусть по результатам инвестиционного анализа проекта нам известен вид некоего результирующего показателя инвестиционного проекта (далее, без нарушения общности изложения, будем считать, что показателем эффективности инвестиционного проекта является NPV). Предположим также, что, в связи со значительной неопределенностью исходных данных проекта, показатель NPV может быть представлен одним из нижеследующих способов:

- 1) как интервальное значение $NPV = [NPV_{\min}, NPV_{\max}]$;
- 2) как треугольно-симметричное нечеткое число $NPV = NPV_{av} \pm \Delta$;
- 3) как треугольное число произвольного вида $NPV = (NPV_{\min}, NPV_{av}, NPV_{\max})$;
- 4) как нечеткое число произвольного вида $NPV = \{NPV_{\alpha}; \alpha \rightarrow [NPV_{\alpha\min}, NPV_{\alpha\max}]\}$, т.е. как набор интервалов по каждому выбранному уровню принадлежности α .

Для всех четырех случаях задания NPV мы имеем точные и приближенные аналитические методы оценки риска инвестиций $Risk(G)$, как возможности того, что по результатам инвестиционного процесса значение NPV окажется ниже предустановленного граничного уровня G :

$$Risk(G) = Poss(NPV < G). \quad (2.39)$$

Граничный уровень G может быть нами рассмотрен как скалярная переменная, так и как нечеткое число, но в данном изложении мы полагаем G четким. Тогда назовем (2.39) риск-функцией инвестиционного проекта.

Чтобы прояснить существо риск-функции и ее практическое значение для инвестиционного анализа, рассмотрим простые расчетные примеры. Проиллюстрируем

изложение примера экранами разработанного нами совместно с Д.А.Бессоновым калькулятора для оценки риска прямых инвестиций (подробно об этом программном решении см. раздел 5.1.3 настоящей диссертационной работы, а также соответствующие материалы сайта [145])

Пример 1. $NPV = [-10, 50]$ – интервальная оценка. Найти Risk (G).

Решение 1. Интервальная оценка характеризуется тем, что выраженного уровня предпочтения одних значений другим в пределах интервала нет, причем эта равнопредпочтительность сохраняется при любых уровнях α . Соответственно, риск неэффективности проекта, измеренный по интервальному NPV, составляет:

$$\text{Risk}(G) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } G < NPV_{\min} \\ \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}} & , \text{ при } NPV_{\min} \leq G \leq NPV_{\max} \\ 1 & , \text{ при } G > NPV_{\max} \end{cases} \quad (2.40)$$

Вид риск-функции (2.40) представлен на рис. 1:

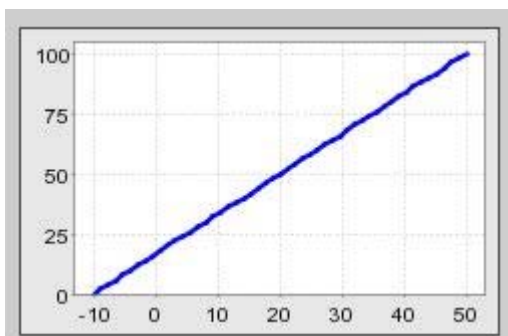


Рис. 2.14. Риск функция вида (2.40).

Видно, что с ростом ограничения риск проекта возрастает линейно, что как раз свидетельствует об интервальном характере неопределенности. Если об NPV известно что-то большее, чем интервал возможных значений, то риск-функция ведет себя нелинейно, что будет видно из последующих примеров.

Пример 2. $NPV = 20 \pm 30$ – треугольно-симметричная оценка. Найти Risk (G).

Решение 2. Этот вид оценки необычайно распространен в предварительных эскизных расчетах по проекту. Обычно проектант ориентируется на некоторый среднеожидаемый уровень эффективности, рассматривая отклонения от ожидаемого среднего как разброс плюс-минус дельта.

В самом общем виде риск-функция для NPV вида треугольного числа, как мы показали ранее, считается по формуле:

$$Risk(G) = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ R \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & NPV_{\min} \leq G < NPV_{av} \\ 1 - (1 - R) \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & NPV_{av} \leq G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}, \quad (2.41)$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{\max} - NPV_{\min}}, & G < NPV_{\max} \\ 1, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}, \quad (2.42)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & G < NPV_{\min} \\ \frac{G - NPV_{\min}}{NPV_{av} - NPV_{\min}}, & NPV_{\min} \leq G < NPV_{av} \\ 1, & G = NPV_{av} \\ \frac{NPV_{\max} - G}{NPV_{\max} - NPV_{av}}, & NPV_{av} < G < NPV_{\max} \\ 0, & G \geq NPV_{\max} \end{cases}. \quad (2.43)$$

В данном треугольно-симметричном случае выполняется:

$$\Delta = NPV_{av} - NPV_{\min} = NPV_{\max} - NPV_{av}, \quad (2.44)$$

а риск-функция имеет вид рис. 2.15:

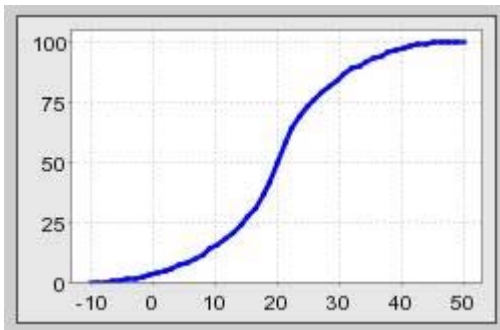


Рис. 2.15. Риск функция вида (2.41) для симметричного случая

Для данного случая видно, что риск-функция имеет центрально-симметричный вид, с центром симметрии в точке $(NPV_{av}, 50\%)$. При этом можно выделить три качественных участка функции:

- медленный рост, примерно до точки (13, 20%);

- бурный рост, примерно до точки (27, 80%);
- насыщение.

Качественно порог (G_{stop} , 20%) является очень важным и характеризует границу между **условно-приемлемыми и неприемлемыми значениями риска проекта** ($G_{\text{stop}} = \text{Risk}^{-1}(20\%) = 13$ уместно называть **порогом приемлемого риска** для треугольно-симметричных NPV). Таким образом, следует оценивать чувствительность проекта к колебаниям внешних требований к его эффективности, и самый предпочтительный способ такой оценки – качественный, лингвистический.

Если, далее, классифицировать условно-приемлемые уровни риска на **приемлемые и пограничные**, то можно в первом приближении выделить уровень 10%-ого риска как **межевой**. Соответствующее значение $G_{\text{alert}} = \text{Risk}^{-1}(10\%) = 7$ следует назвать **алертным порогом**, т.е. таким, когда необходимо вырабатывать предупреждение о переходе от приемлемых уровней риска проекта к пограничным.

С самой общей точки зрения, задача классификации уровней риска проекта с точки зрения их допустимости – это задача гранулирования [209, 319] уровня G , т.е. выделения однотипных кластеров, характеризующихся общим лингвистическим описанием. Здесь мы провели четкое гранулирование уровней (NPV_{\min} , G_{alert} , G_{stop} , NPV_{\max}). Такое гранулирование может быть и нечетким, например, с применением трапециевидных функций принадлежности.

Пример 3. $\text{NPV} = (-10, 10, 50)$ – треугольная оценка общего вида. Найти $\text{Risk}(G)$.

Решение 3. По сравнению с примером 2, мы сместили вершину треугольного числа влево по оси абсцисс. Соответственно, риск проекта должен возрасти. Так оно и происходит. Применяя (2.41), получаем $\text{Risk}(0) = 5.3\% > 3.2\%$ (по примеру 2). А риск-функция проекта имеет вид:

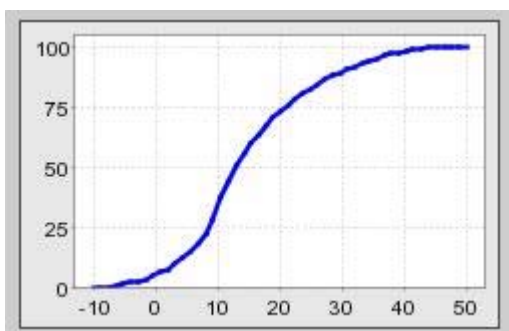


Рис. 2.16. Риск функция вида (2.41) для несимметричного случая

Разумеется, вся симметрия функции, характерная для примера 2, пропадает. Также смещаются влево по оси абсцисс уровни $G_{\text{alert}} = 3 < 7$ и $G_{\text{stop}} = 7.5 < 13$. То есть по всему видно, что проект примера 3 значительно более напряженный по риску, чем проект примера 2.

Для несимметричного треугольного числа $NPV = (-10, 10, 50)$ существует двусторонняя оценка риска для треугольно-симметричных чисел $NPV_1 = (-10, 10, 30)$ и $NPV_2 = (-10, 20, 50)$. Соответственно,

$$Risk_1(0) = 7.7\% > Risk(0) = 5.3\% > Risk_2(0) = 3.2\%. \quad (2.45)$$

Пример 4. NPV представлено треугольным числом общего вида (таблица 2.11):

Табл. 2.11. Сегментное задание NPV ($\Delta\alpha=0.1$)

α_i	$NPV_{1\alpha}$	$NPV_{2\alpha}$
0	-10.9	52.5
0.1	-10.0	44.7
0.2	-9.0	37.7
0.3	-7.9	31.6
0.4	-6.7	26.2
0.5	-5.3	21.4
0.6	-3.8	17.1
0.7	-2.1	13.4
0.8	-0.2	10.0
0.9	2.0	7.0
1	4.3	4.3

Найти Risk (G).

Решение 4. В разделе 2.2.6 работы нами доказано, что:

$$Risk(G) = \sum_{(i)} \varphi(\alpha_i) \times \Delta\alpha, \quad (2.46)$$

где

$$\varphi(\alpha) = \begin{cases} 0 & , \text{ при } G < NPV_{1\alpha} \\ \frac{G - NPV_{1\alpha}}{NPV_{2\alpha} - NPV_{1\alpha}} & , \text{ при } NPV_{1\alpha} \leq G \leq NPV_{2\alpha} \\ 1 & , \text{ при } G > NPV_{2\alpha} \end{cases}, \quad \alpha = [0, 1]. \quad (2.47)$$

В действительности, приближение (2.46) есть не что иное как обобщение на случай счетного множества интервалов принадлежности. С уменьшением уровня дискретизации $\Delta\alpha$ точность оценки (2.46) возрастает.

Число NPV, согласно таблице 2.11, представлено на рис. 2.17, а риск-функция Risk (G), оцененная по (2.46), - на рис. 2.18.

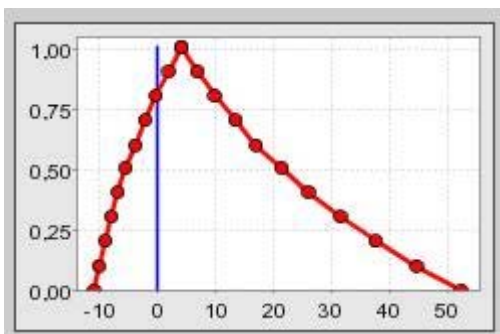


Рис. 2.17. NPV по табл. 2.11

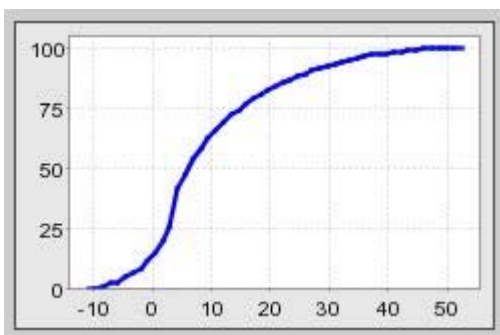


Рис. 2.18. Риск функция вида (2.46) для примера 4

2.3. Нечетко-множественные модельные описания в стратегическом планировании корпораций

Крупные многопрофильные компании (далее по тексту работы – Корпорации), проводящие согласованный бизнес по всему миру, очень часто применяют в стратегическом планировании матричную структуру. По строкам такой матрицы расположены страны, где ведется бизнес, а по столбцам – направления бизнеса, являющиеся для Корпорации профильными. На пересечении строки и столбца формируется бизнес-единица с двойным подчинением: региональному менеджменту, с одной стороны, и руководству бизнес-направления Корпорации, с другой стороны.

Специфика стратегического планирования в таких сложных экономических системах, как Корпорации, состоит в оптимизации одновременно двух бизнес-портфелей: регионального портфеля и портфеля направлений. При этом:

- в качестве критериев оптимизации бизнес-портфелей выступают не только классические факторы экономической эффективности (продажи, прибыль, экономическая добавленная стоимость и т.д.), но и факторы ожидаемых перспектив бизнеса, рассматриваемые с точки зрения его жизненного цикла;
- стратегическое планирование носит многоуровневый характер и протекает, с одной стороны, на уровнях региональных сообществ Корпорации, а, с другой стороны, - на уровнях бизнес-направлений Корпорации;

- планирование развивается в условиях максимума неопределенности относительно рыночных факторов. При этом присутствует неопределенность двух видов: а) неопределенность при качественном распознавании текущего количественного уровня факторов; б) неопределенность прогнозных значений параметров стратегического плана.

В этом разделе работы предлагается ряд вариантов учета неопределенности при стратегическом планировании, с применением формализмов теории нечетких множеств. Для примера рассмотрим простейший стратегический план регионального сообщества Корпорации за текущий финансовый год в предположении, что само региональное сообщество (далее по тексту статьи - Компания) представляет собой трехуровневую иерархическую систему: Компания содержит в своем составе несколько департаментов (бизнес-единицы в стратегическом плане Корпорации), а в сами департаменты входят несколько локальных однопрофильных бизнес-направлений. Стратегическое планирование в Компании проводится на всех трех уровнях: по локальным бизнес-направлениям, по департаментам и по Компании в целом. При этом целесообразно, чтобы для безболезненного агрегирования информации структура планов на всех выделенных уровнях иерархии была однотипной.

В состав стратегического плана обычно включаются следующие основные блоки:

- макроэкономический блок, описывающий внешнее окружение бизнеса;
- маркетинговый блок, описывающий рынок бизнесов и конкуренцию на нем;
- финансовый блок, в котором собраны все финансовые показатели планируемого объекта;
- блок решений, в котором фиксируются мероприятия по совершенствованию бизнеса, сроки их проведения и ответственные лица.

Далее по ходу изложения раздела мы рассмотрим характерные и вполне уместные варианты применения нечетких описаний для каждого выделенного блока (за исключением блока решений, где математика уже не участвует).

2.3.1. Макроэкономический блок. PETS-анализ

В ходе первичного анализа макроэкономического окружения бизнеса часто применяется четырехсоставная PETS-модель (**P** – Political & Legal, **E** – Economic, **T** – Technological, **S** – Social) по группам условий: политические и правовые, экономические, технологические и социальные соответственно.

В модели рассматривается возможность (ожидаемость) возникновения событий соответствующей направленности, которые рассматриваются как возможность или риск для данного бизнеса. Часто руководителей бизнеса, ответственных за разработку стратегического плана, менеджеры высших звеньев склоняют к тому, чтобы определять вероятности наступления событий количественно. Конечно, для такой количественной оценки нет никаких оснований. Сам термин «вероятность» в таком употреблении не

выдерживает критики, потому что единичные неоднородные по происхождению события не обладают статистикой, и говорить о частоте их возникновения невозможно.

Сразу же напрашиваются два способа внедрения нечетких описаний в PETS-модель:

- замена «вероятности» **ожидаемостью**, выраженной в качественных терминах «очень низкая ожидаемость», «низкая ожидаемость», «средняя ожидаемость», «высокая ожидаемость», «очень высокая ожидаемость». При этом самой ожидаемости не может быть сопоставлен количественный носитель;
- замена бинарной шкалы «возможность/риск для бизнеса» шкалой на 5 состояний: «скорее, возможность», «предположительно, возможность», «неопределенность», «предположительно, риск», «скорее, риск».

Формирование поля событий (и их оценка) может производиться на основе экспертного опроса. Переход от результатов экспертного опроса к нечетким описаниям следует производить по схеме, предложенной в [10, 88] и рассмотренной нами в п. 1.3.4 настоящей диссертационной работы.

2.3.2. Маркетинговый блок. Анализ сильных и слабых сторон бизнеса

Для оценки сильных и слабых сторон бизнеса (SWOT-анализ, S- Strength, W-Weakness, O – Opportunities, T – Threats) можно использовать как количественные, так и качественные шкалы.

Введем двухуровневую шкалу, содержащую ряд **базовых факторов**, которые в свою очередь, характеризуются наборами своих **составляющих факторов**. В качестве базовых факторов, характеризующих силу/слабость бизнеса, можно выбрать следующие: Техника, Качество, Затраты, Продажи, Цены, Сервис, Логистика. Составляющими факторами, например, по фактору «Продажи», являются: доступ к сложившимся каналам продаж, региональное присутствие, доступ к ключевым потребителям, реклама, квалификация персонала и т.д.

Тогда агрегирование составляющих факторов на уровень базовых факторов может осуществляться на основе матричной схемы агрегирования, которая уже рассматривалась нами в разделе 2.1 настоящей работы, применительно к комплексному финансовому анализу предприятий.

Рассмотрим пример. Пусть базовый фактор определен двумя составляющими факторами с весами 0.6 и 0.4, причем уровень первого составляющего фактора определен экспертом как 0.8, а уровень второго составляющего фактора – как 0.5. Требуется качественно определить уровень базового фактора.

Решение. Возьмем за основу набор функций принадлежности стандартной пятиуровневой классификации на 01-носителе. Функция принадлежности подмножества

«Высокий уровень фактора», определенная на 01-носителе x , имеет следующий аналитический вид:

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.55 \\ 10(x - 0.55), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 1, 0.65 \leq x < 0.75 \\ 10(0.85 - x), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 0, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.48)$$

В свою очередь, функция принадлежности подмножества «Средний уровень фактора» имеет следующий аналитический вид:

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.35 \\ 10(x - 0.35), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 1, 0.45 \leq x < 0.55 \\ 10(0.65 - x), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 0, 0.65 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.49)$$

Соответственно, распознавание уровня дает, что первый составляющий фактор со степенью уверенности 0.5 является высоким, и с той же уверенностью – очень высоким. Распознавание уровня второго составляющего фактора дает однозначное признание этого уровня средним.

Чтобы оценить силу/слабость бизнеса по базовому фактору, составим таблицу для вычисления SW по матричной схеме (таблица 2.12).

Таблица 2.12. Матрица для оценки SW

Факторы	Значимости	Функции принадлежности для уровней составляющих факторов:				
		<i>Очень низкий</i> (μ_1)	<i>Низкий</i> (μ_2)	<i>Средний</i> (μ_3)	<i>Высокий</i> (μ_4)	<i>Очень высокий</i> (μ_5)
1	0.6	0	0	0	0.5	0.5
2	0.4	0	0	1	0	0
Узловые точки		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Тогда расчет по аналогии с (2.5) дает:

$$SW = 0.6 \cdot (0.5 \cdot 0.7 + 0.5 \cdot 0.9) + 0.4 \cdot 1 \cdot 0.5 = 0.68, \quad (2.50)$$

что при распознавании по формуле (2.48) позиционирует уровень SW на 100% как **высокий**.

Изложение примера закончено. Аналогичным образом можно осуществить матричную свертку при переходе от частных показателей силы/слабости бизнеса по базовым факторам к интегральному показателю силы/слабости бизнеса. Нужно только определить веса базовых факторов в интегральной оценке.

2.3.3. Маркетинговый блок. Двумерный анализ «конкурентоспособность – перспективность»

Пусть мы имеем два интегральных измерителя бизнеса: конкурентоспособность бизнеса и его перспективность. Тогда мы можем проводить анализ в рамках модели Shell/DPM 3×3 , имеющей высокое практическое значение для стратегического планирования [56, 252]. Главный вывод, который можно сделать на основе модели – это позиционировать бизнес и тем самым определить его место и роль в совокупном портфеле бизнесов Компании.

Конкурентоспособность (А) можно измерять на основе следующих базовых факторов:

- соотношение доли бизнеса и доли основного конкурента (RCP – Relative Competitive Position) – a_1 ;
- распознаваемость имени Компании – a_2 ;
- сила бренда бизнеса/Компании – a_3 ;
- развитость дистрибьюторской сети – a_4 ;
- технологические позиции бизнеса – a_5 .

Перспективность бизнеса (В) можно измерять на основе следующих базовых факторов:

- доля бизнеса в структуре департамента Компании – b_1 ;
- темпы роста бизнеса – b_2 ;
- интенсивность конкуренции с бизнесом на открытом рынке – b_3 ;
- прибыльность бизнеса – b_4 ;
- чувствительность бизнеса к бизнес-циклам – b_5 .

Всем перечисленным базовым факторам a_i , b_j можно сопоставить 01-носитель. Если исторически эти факторы измеряются на основе другой количественной шкалы (например, от 1 до 5), то можно совершить переход от существующей шкалы к 01-носителю на основе простого линейного преобразования.

Количественную оценку интегральных факторов А и В можно проводить в рамках стандартной матричной схемы оценки, но для распознавания уровня этих факторов следует применять не стандартную пятиуровневую 01-классификацию (рис. 2.1), а **трехуровневую 01-классификацию** (рис. 2.19), с подмножествами «Низкий уровень, Средний уровень, Высокий уровень» лингвистической переменной «**Уровень фактора**». Переход от пяти уровней к трем обусловлен тем, что модель Shell/DDM имеет размерность 3×3 (всего 9 позиций бизнеса).

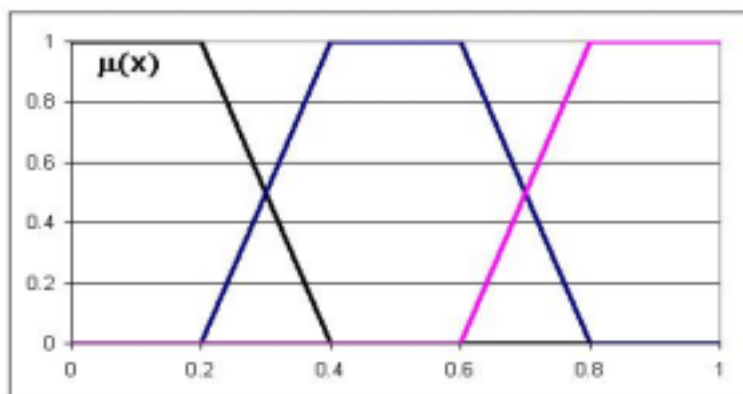


Рис. 2.19. Трехуровневая 01-классификация

Веса базовых факторов в интегральной оценке выбираются на основе дополнительных соображений. Одним из таких соображений может выступить принцип Фишберна, используемый в п. 2.2.2 настоящей работы.

Рассмотрим пример. Пусть интегральный фактор А бизнеса определен пятью базовыми факторами с системой весов и количественными уровнями, установленными таблицей 2.13, а интегральный фактор В этого же бизнеса определен пятью базовыми факторами с системой весов и количественными уровнями, установленными таблицей 2.14. Требуется качественно определить уровни интегральных факторов А и В на основании трехуровневой 01-классификации.

Таблица 2.13. Матрица для оценки интегрального фактора А

Факторы	Значимости	Функции принадлежности для уровней составляющих факторов:				
		<i>Очень низкий</i> (μ_1)	<i>Низкий</i> (μ_2)	<i>Средний</i> (μ_3)	<i>Высокий</i> (μ_4)	<i>Очень высокий</i> (μ_5)
a_1	0.3	0	1	0	0	0
a_2	0.15	0	0	0	0	1
a_3	0.15	0	0	0	1	0
a_4	0.2	0	0	0	1	0
a_5	0.2	0	0	0	0	1
Узловые точки		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Таблица 2.14. Матрица для оценки интегрального фактора В

Факторы	Значимости	Функции принадлежности для уровней составляющих факторов:				
		Очень низкий (μ_1)	Низкий (μ_2)	Средний (μ_3)	Высокий (μ_4)	Очень высокий (μ_5)
b_1	0.15	0	0	0	0	1
b_2	0.3	0	1	0	0	0
b_3	0.15	0	0	1	0	0
b_4	0.25	0	0	0	1	0
b_5	0.15	0	0	0	1	0
Узловые точки		0.1	0.3	0.5	0.7	0.9

Решение. При распознавании мы взяли за основу набор функций принадлежности вида рис. 2.19. Функция принадлежности подмножества «Высокий уровень фактора», определенная на 01-носителе x , имеет следующий аналитический вид:

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.6 \\ 5(x - 0.6), 0.6 \leq x < 0.8 \\ 1, 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.51)$$

В свою очередь, функция принадлежности подмножества «Средний уровень фактора» имеет следующий аналитический вид:

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.2 \\ 5(x - 0.2), 0.2 \leq x < 0.4 \\ 1, 0.4 \leq x < 0.6 \\ 5(0.8 - x), 0.6 \leq x < 0.8 \\ 0, 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (2.52)$$

Соответственно, выполняется:

$$\mu_1(x) = 1 - \mu_2(x) - \mu_3(x) \quad (2.53)$$

Расчет применительно к таблицам 2.13 и 2.14 дает:

$$A = 0.3 \cdot 0.3 + 0.15 \cdot 0.9 + 0.15 \cdot 0.7 + 0.2 \cdot 0.7 + 0.2 \cdot 0.9 = 0.65, \quad (2.54)$$

$$B = 0.15 \cdot 0.9 + 0.3 \cdot 0.3 + 0.15 \cdot 0.5 + 0.25 \cdot 0.7 + 0.15 \cdot 0.7 = 0.58, \quad (2.55)$$

что при распознавании по формулам (2.51), (2.52) позиционирует:

- уровень А на 25% как **высокий** и на 75% как **средний**;
- уровень В на 100% как **средний**.

Изложение примера завершено. Теперь, распознав уровни А и В, можно позиционировать бизнес в соответствии с моделью Shell/DDM. В таблицу 2.15 сведены позиции модели [56, 252] и возможные стратегии ведения бизнеса.

Таблица 2.15. Позиции бизнеса в соответствии с моделью Shell/DDM

№	Уровни факторов по показателям		Наименование позиции и краткая характеристика	Возможные стратегии бизнеса
	А	В		
1	В	В	Лидер бизнеса Отрасль привлекательна и предприятие имеет в ней сильные позиции, являясь лидером; потенциальный рынок велик, темпы роста рынка - высокие; слабых сторон предприятия, а также явных угроз со стороны конкурентов не отмечается.	Продолжать инвестирование в бизнес, пока отрасль продолжает расти, для того, чтобы защитить свои ведущие позиции; потребуются большие капиталовложения (больше, чем может быть обеспечено за счет собственных активов); продолжать инвестировать, поступаясь сиюминутной выгодой во имя будущих прибылей.
2	В	Ср	Стратегия роста Отрасль умеренно привлекательна, но предприятие занимает в ней сильные позиции. Такое предприятие является одним из лидеров, находящемся в зрелом возрасте жизненного цикла данного бизнеса. Рынок является умеренно растущим или стабильным с хорошей нормой прибыли и без присутствия на нем какого-либо другого сильного конкурента.	Стараться сохранить занимаемые позиции; позиция может обеспечивать необходимые финансовые средства для самофинансирования и давать также дополнительные деньги, которые можно инвестировать в другие перспективные области бизнеса.
3	В	Н	Стратегия генератора денежной наличности Предприятие занимает достаточно сильные позиции в непривлекательной отрасли. Оно, если не лидер, то один из лидеров здесь. Рынок является стабильным, но	Бизнес, попадающий в эту клетку, является основным источником дохода предприятия. Поскольку никакого развития данного бизнеса в будущем не потребуется, то стратегия состоит в том, чтобы делать незначительные инвестиции, извлекая максимальный доход.

			сокращающимся, а норма прибыли в отрасли - снижающейся. Существует определенная угроза и со стороны конкурентов, хотя продуктивность предприятия высока, а издержки низки.	
4	Ср	В	<p>Стратегия усиления конкурентных преимуществ</p> <p>Предприятие занимает среднее положение в привлекательной отрасли. Поскольку доля рынка, качество продукции, а также репутация предприятия достаточно высоки (почти такие же как и у отраслевого лидера), то предприятие может превратиться в лидера, если разместит свои ресурсы надлежащим образом. Перед тем, как нести какие-либо издержки в данном случае необходимо тщательно проанализировать зависимость экономического эффекта от капиталовложений в данной отрасли.</p>	<p>Инвестировать, если бизнес-область стоит того, делая при этом необходимый детальный анализ инвестиций; чтобы переместиться в позицию лидера, потребуются большие инвестиции; бизнес-область рассматривается как весьма подходящая для инвестирования, если она может обеспечить усиление конкурентных преимуществ.</p> <p>Необходимые инвестиции будут больше, чем ожидаемый доход, и поэтому могут потребоваться дополнительные капиталовложения для дальнейшей борьбы за свою долю рынка.</p>
5	Ср	Ср	<p>Продолжать бизнес с осторожностью</p> <p>Предприятие занимает средние позиции в отрасли со средней привлекательностью. Никаких особых сильных сторон или возможностей дополнительного развития у предприятия не существует; рынок растет медленно; медленно снижается среднеотраслевая норма прибыли.</p>	<p>Инвестируйте осторожно и небольшими порциями, будучи уверенным, что отдача будет скорой и постоянно проводите тщательный анализ своего экономического положения.</p>

6	Ср	Н	Стратегия частичного свертывания Предприятие занимает средние позиции в непривлекательной отрасли. Никаких особо сильных сторон и фактически никаких возможностей к развитию у предприятия нет; рынок непривлекателен (низкая норма прибыли, потенциальные излишки производственных мощностей, высокая плотность капитала в отрасли).	Поскольку маловероятно, что, попадая в эту позицию, предприятие будет продолжать зарабатывать существенный доход, постольку предлагаемой стратегией не развивать данный вид бизнеса, а постараться превратить физические активы и положение на рынке в денежную массу, а затем использовать собственные ресурсы для освоения более перспективного бизнеса.
7	Н	В	Удвоить объём производства или свернуть бизнес Предприятие занимает слабые позиции в привлекательной отрасли.	Инвестировать или покинуть данный бизнес. Поскольку попытка улучшить конкурентные позиции такого предприятия посредством атаки по широкому фронту потребовала бы очень больших и рискованных инвестиций, постольку она может быть предпринята только после детального анализа. Если устанавливается, что предприятие способно бороться за лидирующие позиции в отрасли, тогда стратегическая линия “удвоение”. В противном случае, стратегическим решением должно быть решение оставить данный бизнес.
8	Н	Ср	Продолжать бизнес с осторожностью или частично свёртывать производство Предприятие занимает слабые позиции в умеренно привлекательной отрасли.	Никаких инвестиций; всё управление должно быть сориентировано на баланс потока денежной наличности; стараться удерживаться в данной позиции до тех пор, пока она приносит прибыль; постепенно сворачивать бизнес.
9	Н	Н	Стратегия свертывания бизнеса Предприятие занимает слабые позиции в непривлекательной отрасли.	Поскольку компания, попадающая в эту клетку, в целом теряет деньги, необходимо сделать все усилия, чтобы избавиться от такого бизнеса, и чем скорее, тем лучше.

Схематически позиции модели сведены на рис. 2.20. Мы видим, что по условиям расчетного примера оцениваемый бизнес позиционируется по строке 5 таблицы 2.15 «Продолжать бизнес с осторожностью». При этом некоторое смещение в область высокой

конкурентноспособности (A^+) говорит о том, что бизнес имеет нарастающие конкурентные преимущества, что, при наличии осторожных инвестиций, может позволить ему занять большую долю рынка продаж, т.е. увеличить массу прибыли.

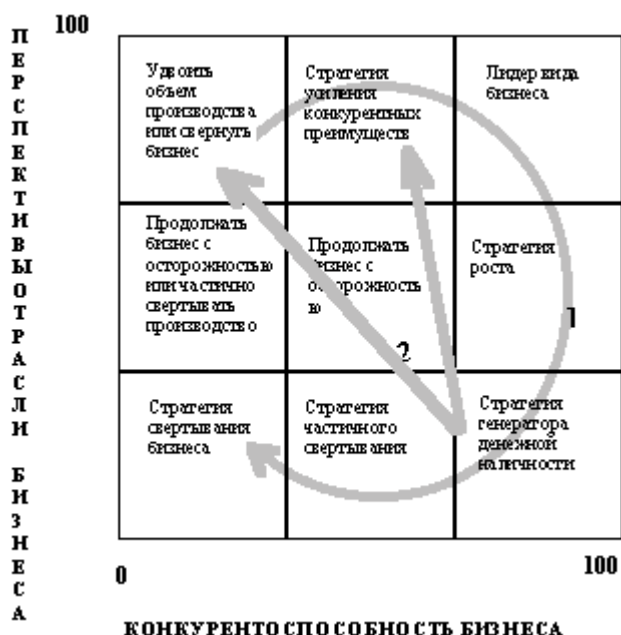


Рис. 2.20. Позиционная матрица 3x3. Источник: [56]

2.3.4. Финансовый блок. Бизнес-план

Как мы показали в разделе 2.2 настоящей диссертационной работы, все финансовые показатели за ряд лет в бизнес-плане уместно представлять в виде треугольно-нечетких последовательностей, характеризующих оптимистические, пессимистические и наиболее ожидаемые финансовые сценарии. Результирующие показатели бизнес-плана по итогам ряда лет (NPV, EVA нарастающим итогом, IRR и др.) приобретают в этой постановке задачи треугольно-нечеткий вид. Соответственно, это позволяет **оценить риски** - инвестиционной деятельности, срыва финансовых обязательств и т.д. – по методу оценки риска инвестиций, рассмотренного в разделе 2.2. настоящей работы. Например, если результирующий треугольный показатель $Z = \{Z_{\min}, Z_{\text{av}}, Z_{\max}\}$ в момент времени t должен быть больше уставочного значения $P(t)$, то риск обратного события (срыва плана) вычисляется по формуле:

$$\text{Risk}(t) = \begin{cases} 0, & P(t) < Z_{\min}(t) \\ R \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & Z_{\min}(t) \leq P(t) < Z_{\text{av}}(t) \\ 1 - (1 - R) \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & Z_{\text{av}}(t) \leq P(t) < Z_{\max}(t) \\ 1, & P(t) \geq Z_{\max}(t) \end{cases} \quad (2.56)$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{P(t) - Z_{\min}}{Z_{\max} - Z_{\min}}, & P(t) < Z_{\max}(t) \\ 1, & P(t) \geq Z_{\max}(t) \end{cases}, \quad (2.57)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & P(t) < Z_{\min}(t) \\ \frac{P(t) - Z_{\min}(t)}{Z_{\text{av}}(t) - Z_{\min}(t)}, & Z_{\min}(t) \leq P(t) < Z_{\text{av}}(t) \\ 1, & P(t) = Z_{\text{av}}(t) \\ \frac{Z_{\max}(t) - P(t)}{Z_{\max}(t) - Z_{\text{av}}(t)}, & Z_{\text{av}}(t) < P(t) < Z_{\max}(t) \\ 0, & P(t) \geq Z_{\max}(t) \end{cases}. \quad (2.58)$$

В простейшем случае, для треугольно-симметричных результирующих факторов, можно использовать формулу для оценки риска из раздела 2.2.5 работы. Пусть

$$Z_{\text{av}} = (Z_{\max} + Z_{\min})/2, \Delta = Z_{\text{av}} - Z_{\min} = Z_{\max} - Z_{\text{av}}, Z = Z_{\text{av}} \pm \Delta, \lambda = Z_{\text{av}}/\Delta. \quad (2.59)$$

Тогда (2.56) приобретает компактный вид:

$$\text{Risk} = \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{2} (\ln \lambda - 1). \quad (2.60)$$

2.4. Выводы по главе 2

Как мы показали в главе 2 работы, неопределенность, возникающая в ходе корпоративного финансового менеджмента, относится к трудноразличимому настоящему финансовых систем и к их труднопрогнозируемому будущему. При распознавании ситуаций и событий, относящихся к настоящему, уместно использовать нечеткие классификаторы и матричные схемы комплексирования данных, с получением интегральных оценок риска финансового менеджмента. Применительно к оценке перспективных уровней модельных параметров, целесообразно использовать формализмы треугольных нечетких последовательностей и функций. Тогда результирующие показатели эффективности финансового менеджмента также могут быть приведены к

треугольно-нечеткому виду, а риск недостижения плановых значений по результирующим показателям может быть оценен количественно.

Так, в задаче **комплексной оценки финансового состояния корпорации** на основе нечеткой модели удалось построить матричную схему для агрегирования отдельных финансовых показателей в комплексный показатель, причем в ходе оценки учтена неуверенность эксперта в классификации уровня факторов. Такой подход позволяет эксперту наилучшим образом формализовать свои нечеткие представления, трансформировав язык слов в язык количественных оценок. Если эксперт хорошо знает корпорацию изнутри, то ему не составит никакого труда выделить именно те факторы, которые наиболее влияют на процессы потери платежеспособности (включая ошибки менеджмента), сопоставить этим факторам количественные показатели и пронормировать их. При этом, если эксперт затрудняется с классификацией, он может в ходе нормирования успешно применять нечеткие описания в том смысле, как это делается здесь. Дальнейшее – уже дело банальной арифметики.

Опыт применения заявленного здесь подхода в самостоятельных работах студентов пятого курса СПбГУЭФ (Санкт-Петербург) по анализу ряда российских предприятий показал, что с точки зрения динамики комплексных показателей наш подход и подход Альтмана дает однотипные результаты (улучшение состояния корпорации по отдельным факторам вызывает падение степени риска банкротства этой корпорации, и наоборот). Ничего другого, разумеется, не следовало ожидать: оба метода предполагают монотонную зависимость уровня комплексного показателя от уровней отдельных факторов. Однако, если результаты подхода Альтмана не подлежат верификации (невозможно сказать, как коэффициенты, полученные на одной квазистатистике, пригодятся для другой), то в случае нашего метода мы сможем проверить, почему те или иные факторы принимают тот или иной качественный уровень, и как динамика этих уровней соотносится с динамикой комплексного показателя. С этой точки зрения наш метод прозрачен, а метод Альтмана – нет.

Мы в своем изложении тщательно избегали ходового термина *«вероятность банкротства»*, столь употребительного в литературе. Потому что если наличный контекст свидетельств не понимается как квазистатистика (а классической статистики нет, как мы понимаем), то нельзя говорить ни о классической, ни о субъективной вероятности.

Если бы банкротства наблюдались как случайности, то эксперт не испытывал бы затруднения в классификации уровней тех или иных параметров, потому что имел бы представление о распределении тех или иных шансов, почерпнутых из отраслевой статистики. Но статистика «пляшет», поэтому эксперт не располагает устойчивыми связями и вынужден полагаться скорее на свое собственное чутье, нежели на слабо диагностируемую причинность. И поэтому все экспертные выводы должны содержать степень оценочной уверенности эксперта в правоте этого вывода. Наша методология позволяет эти оценки порождать и на их основе выводить результирующие нечеткие выводы (о риске банкротства эмитента, например).

Поэтому наш метод – это только *инструмент*, который в умелых руках будет звучать полноценно, а в неискушенных примется фальшивить. Это не свидетельствует против самого метода, а лишь характеризует предел его возможностей, предел, который является общим для любых методов экономического анализа. Предел этот – «дурная» рыночная неопределенность.

Метод, названный нами V&M – метод комплексного финансового анализа©, и предложенный здесь комплексный показатель финансового состояния предприятия, названный нами V&M – показатель©, активно применяется в практике финансового анализа, будучи внедрен в программную модель «МАСТЕР ФИНАНСОВ: Анализ и планирование» (разработка консультационной группы «Воронов и Максимов»). Подробно этот программный продукт описан в главе 5 настоящей диссертационной работы.

Аналогичным образом дело обстоит и **в инвестиционном анализе на основе нечеткой модели бизнес-плана**. Умея грамотно описать размытость исходных данных, мы логическим путем переходим к нечеткости результирующих показателей. Оценка инвестиционного риска – это оценка меры возможности неблагоприятных событий в ходе инвестиционного процесса, когда ожидаемость таких событий, задаваемая функцией принадлежности соответствующих нечетких чисел, известна или определяется специальными методами.

Подход, основанный на нечеткостях, преодолевает недостатки вероятностного и минимаксного подходов, связанные с учетом неопределенности. Во-первых, здесь формируется *полный спектр* возможных сценариев инвестиционного процесса. Во-вторых, решение принимается не на основе *двух* оценок эффективности проекта, а *по всей совокупности* оценок. В-третьих, ожидаемая эффективность проекта не является точечным показателем, а представляет собой поле интервальных значений со своим распределением ожиданий, характеризующимся функцией принадлежности соответствующего нечеткого числа. А взвешенная полная совокупность ожиданий позволяет оценить интегральную меру ожидания негативных результатов инвестиционного процесса, т.е. степень инвестиционного риска.

В общем виде результирующие оценки эффективности инвестиционного проекта не имеют треугольного вида. Однако можно в подавляющем большинстве случаев обосновать возможности перехода к треугольным оценкам (процедуру трианглизации).

В ходе развития метода оценки риска инвестиционных проектов выяснилось, что простейшая двусторонняя оценка риска позволяет сводить несимметричные треугольные оценки эффективности проекта. Также оказалось возможным получать оценки риска для произвольно размытых критериев эффективности инвестиционного проекта и строить соответствующие риск-функции.

Метод, названный нами V&M-метод оценки риска инвестиций, и предложенный здесь показатель степени риска, названный нами V&M-показатель оценки риска инвестиций, использованы в разработанной консультационной группой "Воронов и Максимов" программной модели "МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка" и

широко применяются в автоматизированном инвестиционном анализе. Подробно этот программный продукт описан в главе 5 настоящей диссертационной работы.

На уровне **стратегического плана корпорации** участвуют все предложенные в разделах 2.1 и 2.2 нечетко-множественные модели и методы анализа. Причем они хорошо адаптируются к оценке как количественных, так и качественных факторов. В частности, когда анализируется сила и слабость рынков соответствующих бизнесов, исходные данные по факторам бизнеса могут быть заданы как в количественной, так и в качественной форме. В последующем возможен переход от качественной оценки к количественному описанию фактора на основании соответствующих нечетких классификаторов, с одновременным переходом от нестандартных количественных носителей к стандартному 01-носителю посредством линейного преобразования.

Система стратегического планирования ООО «Сименс Россия», в создании и внедрении которой диссертант принимал участие (в качестве бизнес-аналитика проекта), пока не содержит в своем составе нечетко-множественных описаний. Однако существует возможность существенной доработки этой программной системы и внедрения в нее моделей, изложенных в разделе 2.3 главы 2 работы.

3. Оценка эффективности и риска фондовых инвестиций

3.1. Недостаточность традиционных подходов к оценке инвестиционной привлекательности фондовых активов

После августовского кризиса 1998 года спрос на научные работы в области фондового менеджмента в России исходил исключительно от западных компаний. При этом этот спрос был целевым и подразумевал большей частью исследования практического характера, направленные на разработку специализированных программ для работы на фондовом рынке, в том числе портфолио-менеджеров.

Во время работы в компании Artificial Life Rus наше подразделение работало над портфолио-проектами для крупнейших мировых финансовых организаций, к которым относятся банк Credit Suisse First Boston, страховые компании LGT и UBS. Демонстрационная версия разработанного продукта находится на сайте [207]. Это поддержанный роботом (smart bot) портфолио-менеджер с широкой функциональностью.

Работы над фондовыми компьютерными программами проходила в атмосфере мировой NASDAQ-эйфории, когда курсы акций высокотехнологичных компаний взлетали до заоблачных высот, акции традиционных отраслей стабильно росли до 30% в год в валюте, и ничто, казалось бы, не предвещало близкого краха. Но эта ситуация очень схожа с той, которая развивалась в России в 1994 году, во времена бурного роста акций АО «МММ». Никто, кроме самых осторожных аналитиков, не предвещал скорого краха рынка бумаг этой компании. Казалось, что в эту игру можно играть вечно. И точно так же иногда казалось, что акции высокотехнологичного сектора, в силу их необычайной привлекательности и перспективности, могут занять место альтернативной меры стоимости, выступить чуть ли не в качестве американской резервной валюты. Действительность быстро свела на нет эти химеры.

В тон рынку выступала и наука. Большинству фондовых аналитиков виделось, что наступила эра процветания, базирующаяся на ценностях новой экономики. Все усматривали в неуклонном многолетнем росте фондовых индексов свидетельство особой синергии, когда новые технологии, оплодотворяя традиционные базовые отрасли и сектора экономики, вызывают в них бурный рост производительности труда, сжатие издержек и, соответственно, качественный скачок уровня прибыльности. Казалось, что прорывы в одном направлении в русле новой экономики должны будут вызвать немедленные прорывы на сопряженных фронтах этой экономики.

Однако в действительности дело обстояло таким образом, что темпы роста курсов акций в новой экономике многократно опережали темпы роста прибылей в этой экономике (большая часть баснословно высоко оцененных компаний были даже убыточными). И в то же время влияние новой экономики на старую оказалось не столь масштабным, как хотелось бы ожидать. Поэтому масштабные ожидания аналитиков не оправдались. Хуже того: аналитики просто проспали тот момент, когда инвестор решил пересмотреть свои инвестиционные предпочтения и принялся фиксировать прибыль,

уходя с рынка. Стоило здравому смыслу хоть немного возобладать над эйфорией, - и финансовая пирамида на перегретых американских акциях начала осыпаться. И она осыпалась непрерывно в течение двух последних лет. Американский рынок похудел на 10 триллионов долларов.

Отток инвестиций вызвал большие проблемы с заимствованиями длинных денег. Многие компании высокотехнологичного сектора вдруг с ужасом обнаружила, что структура их баланса неудовлетворительна, а занять денег на поправку дел негде. Началась целая цепь банкротств, поглощений, сворачивания бизнеса. Так, упомянутая уже компания Artificial Life Rus вынуждена была оставить лишь один свой офис в Гонконге, последовательно закрыв офисы в Швейцарии, Германии, России и США. И какого-то промежуточного финиша эта череда банкротств и скандалов достигла в 2002 году, с банкротством крупнейших корпораций Enron и WorldCom.

Итак, финансовые аналитики просмотрели не только момент того, что мыльный пузырь новой экономики лопнул, но и момент смены целой макроэкономической парадигмы. Резкое ухудшение условий бизнеса, затяжная рецессия привели к тому, что экономика США (а вслед за ней и всего мира) вступила в фазу перерегулирования [271, 272]. Качественно сдвинулись оптимальные пропорции между инвестициями в долговые обязательства и инвестициями в акции. Владельцы акций стали требовать дополнительной доходности по акциям как премии за риск в условиях рецессии и корпоративных скандалов. Корпорации не смогли удовлетворить эти запросы в части прибыли, - соответственно, инвестор проголосовал ногами, обеспечив требуемый ему уровень доходности через снижение цены тех активов, в которые планируется инвестирование.

Американские финансовые аналитики беспомощно наблюдали за разворачивающейся на их глазах драмой. Апофеозом беспомощности считается совет, выданный одним из крупнейших аналитиков США Эбби Коэн в 2001 г. – «сидеть тихо», т.е. следовать за рынком, ожидая коррекции рынка акций в сторону повышения. Со времен этого совета инвесторы потеряли еще 20% капиталов, инвестированных в акции.

Стало вдруг ясно, что наступил масштабный кризис представлений о фондовом рынке. Рынок потерял привычное обличье, картина мира обновилась, новая непредсказуемость рынка вызвала потребность в ревизии всех ранее построенных моделей. То, что в свое время считалось приемлемым, перестало годиться куда бы то ни было. Теория оптимального портфеля Марковица [273], уже попадавшая в 70-е годы в немилость рыночных специалистов, вновь подверглась остракизму за «ложную стационарность». Зашаталась теория Шарпа-Линтнера [296]. Оказалась неработоспособной формула Блэка – Шоулза [213], что вызвало к жизни большое количество модификаций этой формулы [35]. Совсем недавно возникшая теория Value-at-Risk [259] не избежала общей участи [253], попав под огонь критики с той же позиции, что и прочие теории. Методы GARCH/ARCH [216] прогнозировали только растущий рынок на данных растущего же рынка; на рынке падающем предсказательная способность этих методов себя исчерпала. И, пожалуй, главное: перестала работать стационарная модель рыночного индекса как винеровского случайного процесса [222].

Наступило время возвращаться к базовым истинам, которые сохранили себя в неприкосновенности хотя бы на уровне словесных высказываний. В первую очередь это – **золотое правило инвестирования**, которое устанавливает пропорциональную зависимость между доходностью инвестиций и их риском. Рациональный фондовый портфель, построенный на по золотому правилу, называется монотонным [110]. В 2000 году американский монотонный фондовый портфель не существовал, потому что риск вложений в акции (ожидаемые возможные убытки) был несоизмеримо выше ожидаемой доходности при сохранении сценария роста рынка. Рациональный портфель того времени – 100% в государственных обязательствах – не был выдержан ни в одном из пенсионных фондов, ни в одной инвестиционной компании Америки. Можно списать это только на эйфорию инвесторов, частных и институциональных, на их веру в непрерывный и бесконечный прогресс, - и одновременно на неверие простым истинам, вроде золотого правила инвестирования.

Следующая базовая истина – это **равновесие инвестиционных предпочтений**. Выбор осуществляется по результатам сопоставления уровней эффективности ряда инвестиционных альтернатив. Нарушение равновесия предпочтений влечет переток капитала. Если акции «перегреты», рационально выводить из них капитал, пренебрегая советами аналитиков вроде Эбби Коэн. Чем больше растут активы, находясь в противоречии с рациональными инвестиционными представлениями, тем выше риск их катастрофического падения, тем позже они могут быть включены в монотонный инвестиционный портфель.

Большое значение для рациональных инвестиций является **парадигмальный принцип**. Различные исторические периоды хапрактеризуются своими инвестиционными пропорциями. Между отдельными парадигмами пролегает эпистемологический разрыв [83], который обесценивает для прогноза статистику, полученную в рамках предыдущей экономической парадигмы. Поэтому прогнозирование тенденций в рамках новой парадигмы должно опираться на самостоятельную экспертную модель. В свою очередь, эта экспертная модель должна содержать в своем составе классификатор состояний исследуемой рыночной среды (например, классификацию уровней финансовых показателей корпорации, как это продемонстрировано в главе 2 настоящей диссертационной работы). Разумеется, такая классификация не может быть точной, и поэтому лучше с самого начала делать ее размытой. Экспертная модель, построенная таким образом, представляет собой фундаментальный принцип для оценки текущего и перспективного состояния финансовых систем.

Далее по тексту главы демонстрируется, как выработанные здесь принципы научного исследования фондового рынка смогли воплотиться в методах анализа инвестиционной привлекательности фондовых активов, оптимизации фондового портфеля, прогноза фондовых индексов.

3.2. Рейтинг долговых обязательств субъектов РФ на основе нечетких моделей

Применим то, что сделано в главе 2 работы, к исследованию кредитоспособности субъектов Российской Федерации. С недавних пор этот вопрос получил дополнительную актуальность. Дело в том, что с 2004 года накопительная составляющая трудовой пенсии, согласно закону [3], будет инвестироваться в разрешенные фондовые активы российских и зарубежных эмитентов, в том числе и в долговые обязательства субъектов РФ. И, чем лучше финансово-экономическое состояние региона, тем больше он, в принципе, может разместить своих обязательств.

Следует ожидать, что в ближайшее время регионы, которые еще могут рассчитывать на инвестиции (таких в РФ чуть меньше половины), будут приводить свои бюджеты в относительный порядок, чтобы рассчитывать на дополнительные инвестиции. И им важно знать, что в оценке параметров регионального бюджета следует считать «хорошим», а что – «плохим», что следует поощрять, а с чем предстоит всемерно бороться. И, как всегда, встает вопрос о выработке единого показателя кредитоспособности региона. Все перечисленные задачи в настоящей работе нами решены.

Для регионов, в отличие от предприятий, инвестиции имеют во многих случаях более важное значение, поскольку от них зависит не только рост экономического потенциала, но и состояние социальной сферы, определяющей в том числе и политическую ситуацию. Пенсионные капиталы, оставленные для инвестирования в регионах, – это, несомненно, фактор не только экономической, но и политической консолидации общества.

Несмотря на то, что в стране имеется достаточно большое количество финансовых ресурсов, инвестиционная активность находится на недостаточном уровне. С одной стороны, регионы испытывают острую необходимость в привлечении инвестиций, а с другой стороны, инвесторы (в том числе банки) не готовы к активному вложению средств в регионы. И это понятно, т.к. существует дефолтный риск, который гораздо больше, чем в случае гособязательств. Известно уже множество примеров срыва выполнения обязательств по долгам субъектов РФ. Беспрецедентен случай, когда целый регион (Ульяновская обл.) фактически был объявлен банкротом в 2002 году [147].

Одним из ключевых факторов, препятствующих успешному развитию процесса привлечения заимствований регионами, является их слабая информационная прозрачность. Возможно, именно отсутствие качественной информации о платежеспособности региона является важнейшей причиной неразвитости рынка региональных облигаций.

Как показал анализ исполнения бюджетов субъектов РФ по итогам 2001 года, проведенный Рейтинговым центром АК&М, 16 из них не соответствуют требованиям

Бюджетного кодекса РФ по количественным показателям. Нет единообразного подхода в отражении показателей, что обуславливает разночтения и затрудняет контроль. Часто не приводятся данные об обязательствах региональной Администрации, что является ключевыми параметрами при решении вопроса о способности расплачиваться по долгам. Согласно данным, опубликованным на официальном сайте Минфина, по состоянию на 1.01.2002 года 23% субъектов РФ не указали объем государственного долга в отчетах об исполнении бюджетов.

Безусловно, потенциальные инвесторы, принимающие решение о направлении вложения средств, воспринимают низкую информационную прозрачность как весомый фактор риска. Кроме того, анализ даже «информационно прозрачного» региона представляет собой довольно серьезную проблему. Обилие бюджетных и макроэкономических показателей, неформализуемых объективных и субъективных факторов затрудняет получение адекватных оценок надежности региона как заемщика.

Для определения надежности и качества заемщика в мировой практике используются кредитные рейтинги. Здесь возможны два подхода: один предполагает оценку риска невыполнения своих обязательств с присвоением соответствующей рейтинговой категории в виде буквенно-цифрового кода для каждого рейтингуемого региона; другой предусматривает оценку относительной кредитоспособности, позволяющей провести сравнение различных субъектов федерации между собой.

Сам процесс присвоения рейтинга, то есть оценки возможности и желания администраций регионов своевременно и в полном объеме расплачиваться по долгам или, другими словами, оценки вероятности неисполнения обязательств перед кредиторами, довольно сложен. Для качественной оценки вероятности неисполнения заемщиком своих финансовых обязательств необходимо изучение большого количества информационных материалов, включая анализ множества экономических показателей региона, характеризующих возможность аккумулирования денежных средств, а следовательно, возможности расплачиваться по долгам, а также изучения кредитной истории, контактов с региональными властями, кропотливого анализа множества неформальных факторов и оценки субъективных предпосылок, главнейшей из которых является желание администраций регионов выполнять свои обязательства.

Чтобы свести все факторы, необходимые для анализа, в один комплексный фактор оценки кредитоспособности (риска банкротства) региона, Рейтинговым центром АК&М была разработана хорошая методика [162], основанная на свертке частных рейтингов отдельных факторов с предустановленными весами. Диссертант решил адаптировать эту методику к нечетко-множественной постановке задачи, где проводится распознавание уровня каждого фактора, а веса факторов в свертке определяются по правилу Фишберна. Таким образом повышается достоверность метода рейтинга. Одновременно полученные экспертами оценки факторов интерпретируются в модели рейтинга как результат нечетко-множественной классификации.

В методике АК&М для построения формального рейтинга использовались 2 группы критериев:

- Критерии, определяющие финансовое состояние региона (базируются на данных месячных отчетов об исполнении бюджетов субъектов РФ по состоянию на 1 января 2002 года, а также данные региональных Администраций об объемах государственного долга);
- Критерии, определяющие уровень экономического развития региона и создающие предпосылки формирования доходной части бюджета (базируются на данных Госкомстата по состоянию на 1 января 2002 года).

Источником информации об исполнении бюджетов субъектов РФ является Министерство финансов РФ.

3.2.1. Критерии, определяющие финансовое состояние региона

В эту группу критериев входят:

- **X1 -Отношение государственного долга к доходам бюджета.** Объем государственного долга по отношению к доходам бюджета является наиболее значимым критерием, определяющим долговую нагрузку на бюджет и, соответственно, кредитоспособность региона. Очевидно, что чем больше долг субъекта РФ, тем выше риск неисполнения обязательств;
- **X2 - Отношение объема заемных средств к доходам бюджета.** Большой объем заемных средств свидетельствует о недостатке доходной базы для финансирования дефицита бюджета. Это является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на кредитоспособность, поскольку сильная зависимость от внешних кредиторов заметно усиливает риски нехватки средств для осуществления выплат по долгам;
- **X3 - Доля собственных доходов в общем объеме доходов.** К собственным доходам бюджетов субъектов РФ относятся все доходы бюджета без учета финансовой помощи бюджетов других уровней. Уровень собственных доходов регионального бюджета определяет степень его независимости от федерального центра. С ростом доли финансовой помощи повышается опасность неисполнения обязательств из-за риска ее несвоевременного поступления. Кроме того, недостаток собственных доходов говорит о слабости источников формирования доходной базы региона, что также приводит к увеличению вероятности невозврата долгов;
- **X4 - Объем собственных доходов бюджета.** Объем собственных средств в абсолютном выражении характеризует объем собственной доходной базы бюджета субъекта РФ, а следовательно, позволяет оценить возможности региона выполнять свои обязательства по долгам;
- **X5 - Отношение профицита (дефицита) бюджета к доходам бюджета.** Бюджетный дефицит определяет уровень превышения расходов над доходами регионального бюджета. Большой дефицит бюджета свидетельствует о несоответствии уровня доходов инвестиционным потребностям региона. Увеличение дефицита бюджета в настоящем рейтинге рассматривается как повышение кредитного риска;

- **Х6 - Доля средств, направляемых в бюджеты других уровней в расходах.** Высокая доля средств, направляемых в бюджеты других уровней (финансовая помощь бюджетам других уровней, включая дотации, субвенции, трансферты), свидетельствует о необходимости Администрациям субъектов РФ оказывать финансовую помощь территориальным образованиям в регионе. Увеличение доли таких средств снижает возможности финансового маневра, тем самым повышая кредитный риск;
- **Х7 - Доля выделяемых кредитов и бюджетных ссуд в расходах.** Увеличение объема выделяемых кредитов приводит к росту риска их невозврата, что соответственно усиливает зависимость финансовой системы региона от качества других заемщиков. В результате, увеличивается риск невыполнения субъектом РФ своих обязательств.

3.2.2. Критерии, определяющие уровень экономического развития региона

В эту группу критериев входят:

- **Х8 - Отношение задолженности по налогам к объему налоговых платежей.** Отношение задолженности по налогам к общему объему налоговых платежей является наиболее важным фактором, определяющим качество функционирования налоговой системы региона, что, в свою очередь, напрямую связано с формированием налоговых доходов регионального бюджета. Налоговые доходы - это основа всех собственных доходов бюджета субъекта РФ (более 70%), а следовательно, рост долгов по налогам нарушает механизм формирования денежных потоков, что, в конечном итоге, отрицательно влияет на кредитоспособность региона;
- **Х9 - Доля прибыльных предприятий в общем количестве зарегистрированных на территории региона.** Доля прибыльных предприятий на территории региона качественно определяет уровень поступления налога на прибыль в доходную часть регионального бюджета. На долю налога на прибыль приходится около 20% суммарных доходов бюджета. Ухудшение финансового положения предприятий неминуемо приведет к снижению налоговых поступлений, что обусловит рост риска кредитоспособности;
- **Х10 - Сальдо прибылей и убытков предприятий.** Как и второй критерий, сальдо прибылей и убытков определяет уровень поступлений налога на прибыль в региональный бюджет. Этот показатель дополняет предыдущий и определяет абсолютную величину поступления налога на прибыль;
- **Х11 - Денежные доходы населения в расчете на одного жителя.** Денежные доходы населения косвенно определяют уровень поступлений налога на доходы физических лиц, которые занимают значительную долю в доходах бюджета. В среднем эта величина составляет около 14% доходов региональных бюджетов. Снижение денежных доходов ведет к уменьшению поступления соответствующего налога, что, в конечном итоге, увеличивает кредитный риск региона.

3.2.3. Результаты рейтинга по АК&М

Первое место в рейтинге АК&М занимают Москва и Санкт-Петербург, которые по формальным показателям среди других проанализированных субъектов федерации имеют наиболее высокую способность расплачиваться по своим обязательствам. В основе этого лежат как благоприятные макропредпосылки, обусловленные прочной экономической базой городов, так и сбалансированность бюджетных показателей, что во многом связано с успешной финансовой политикой властей. Среди успехов, которых достигла Москва в 2001 году, стоит выделить отказ от практики привлечения краткосрочных, до года, банковских кредитов, замещение их в структуре госдолга более управляемыми и дешевыми облигационными займами, погашение еврооблигационных займов. Поэтому не удивительно, что Москва в 2001 году стала первой, кому удалось выйти на зарубежный финансовый рынок и привлечь там два кредита, профинансированных выпуском сертификатов участия в кредите. Развитие Санкт-Петербурга в 2001 году можно было охарактеризовать тремя словами - динамичность, стабильность и перспективность. Город по-прежнему отличается хорошей управляемостью госдолга, развитым финансовым рынком и высокой инвестиционной привлекательностью.

С некоторым отрывом по итоговому рейтинговому баллу за Санкт-Петербургом следует Тюменская область, которая даже опережает Санкт-Петербург по макропоказателям, характеризующим уровень экономического развития, уступая по показателям исполнения бюджета. Высокие позиции Тюменской области во многом связаны с тем, что в 2001 году администрации области удалось уладить экономические разногласия со сложно подчиненными субъектами - Ханты-Мансийским АО и Ямало-Ненецким АО - и вовлечь их огромный потенциал в развитие региона. Это практически сразу сказалось на экономических показателях Тюменской области.

Четвертую позицию в рейтинге занимает Татарстан, который имеет сравнительно невысокий объем государственного долга по отношению к доходам и отличается самым высоким значением профицита бюджета среди проанализированных регионов (5.86% к объему доходов). При этом объем погашения долговых обязательств республики в 2001 году превышал объем заимствований, что свидетельствует о положительной тенденции в области исполнения правительством республики требований кредиторов.

Замыкает первую пятерку лидеров рейтинга Ханты-Мансийский автономный округ, который по экономическим показателям, рассмотренным в рейтинге, опережает Татарстан, но отстает по финансовым параметрам, характеризующим исполнение бюджета в 2001 году. Относительно высокая оценка кредитоспособности округа обусловлена низким объемом государственного долга, слабой зависимостью от федерального бюджета (уровень собственных доходов в общем объеме доходов среди всех рассмотренных в рейтинге субъектов РФ - самый высокий). По итогам исполнения бюджета в 2001 году сформировался относительно большой дефицит бюджета (5.44% к объему доходов) однако по заявлению властей округа дефицит обусловлен бюджетом развития и не связан с недостатком средств на текущие социальные платежи.

Шестое место в рейтинге Липецкой области определяется ее довольно позитивными финансовыми показателями. Доля государственного долга в доходах бюджета по итогам 2001 года составила 5.92%, причем по сравнению с 2000 годом, благодаря целенаправленной политике Администрации области по обслуживанию своих долговых обязательств, эта величина существенно сократилась. При этом регион не изменил своей практике не осуществлять крупномасштабных заимствований. Отношение объема заемных средств к доходам бюджета имеет отрицательную величину, что свидетельствует о превышении выплат по долгам над объемом привлеченных средств.

С очень небольшим отставанием по рейтинговому баллу за Липецкой областью следует Ямало-Ненецкий автономный округ, занимающий третье место среди рейтингуемых регионов по доле собственных доходов. Бюджет по итогам 2001 года исполнен с профицитом, а объем государственного долга относительно невелик.

На восьмом месте - Свердловская область. В течение 2001 года область погашала свои обязательства в большем объеме, чем занимала вновь. Об этом свидетельствует отрицательное значение отношения заемных средств к доходам бюджета. Кроме того, обращает на себя внимание большой профицит бюджета (4.4% к объему доходов). Устойчивое финансовое положение Свердловской области объясняется успешной деятельностью крупнейших металлургических предприятий. При этом следует отметить, что макропоказатели области могли бы быть лучшими, однако ухудшение мировой конъюнктуры рынка металлов несколько снизило финансовые возможности региона (на относительно высоком уровне находится задолженность по налогам предприятий). Стоит отметить осторожное отношение области к привлечению кредитных ресурсов, хотя ранее активность региона на фондовом рынке была высокой. Сегодня в области проводится консервативная заемная политика.

На девятом месте в рейтинге находится Пермская область, которая лишь незначительно по интегрированному рейтинговому баллу уступает Свердловской области. Место в первой десятке региона обусловлено невысоким уровнем долговой нагрузки (объем государственного долга к доходам бюджета составляет 2.88%), значительным объемом собственных средств в доходах и профицитностью исполнения бюджета.

Замыкает первую десятку Удмуртская республика, кредитный потенциал которой во многом определяется относительно низким объемом государственного долга, профицитом бюджета и хорошей налоговой дисциплиной предприятий (в рейтинге субъектов РФ по отношению задолженности по налогам к общему объему налоговых платежей Удмуртская республика занимает 6 место).

Интегрированный рейтинг относительной кредитоспособности субъектов РФ приведен в таблице П2.1 приложения 2 к диссертационной работе.

3.2.4. Метод рейтинга обязательств субъектов РФ с использованием нечетких описаний

Метод рейтинга долговых обязательств, предлагаемый в настоящей диссертационной работе, основан на нечеткой модели финансового состояния региона, которая строится аналогично предложенной в разделе 2.1 модели финансового состояния предприятия, с отличием в наборе показателей, используемых в ходе оценки.

Этапы метода следующие:

Этап 1. Выделим 11 факторов для анализа кредитоспособности региона, пометив их с X1 по X11 (разделы 1 и 2 настоящей работы).

Этап 2. Воспроизведем значения факторов по состоянию на 01 января 2002 года (табл. П2.2 приложения 2).

Этап 3. Проанализируем гистограммы выбранных факторов (рис. 3.1-3.2) и установим пять кластеров:

- Высокое значение фактора (обозначение **в**);
- Промежуточное средне-высокое значение фактора (обозначение **св**);
- Среднее значение фактора (обозначение **с**);
- Промежуточное средне-низкое значение фактора (обозначение **сн**);
- Низкое значение фактора (обозначение **н**).

Интервальные границы кластеров на соответствующих областях определения факторов (носителей) X1 - X11 представлены таблицей П2.3 приложения 2. Степень принадлежности носителя тому или иному кластеру (нечеткому подмножеству) есть трапециевидное нечеткое число. Верхнее основание трапеции – это уровень безусловной принадлежности значений носителя кластеру (функция принадлежности равна единице). Нижнее основание трапеции – все подмножество значений фактора, признанное допустимым и относимым к данному кластеру.

Этап 4. Присваиваем каждому фактору точечный вес в системе оценки интегрального показателя кредитоспособности. За основу берем систему весов, принятую в [162], т.к. она является непротиворечивой и согласуется с формальной системой предпочтений, по которой на основе критерия Фишберна можно выстроить точечные оценки весов. Отметим, что в [162] система предпочтений двухуровневая: сначала устанавливаются предпочтения двух факторных групп, а затем строятся две цепи предпочтений следующего вида:

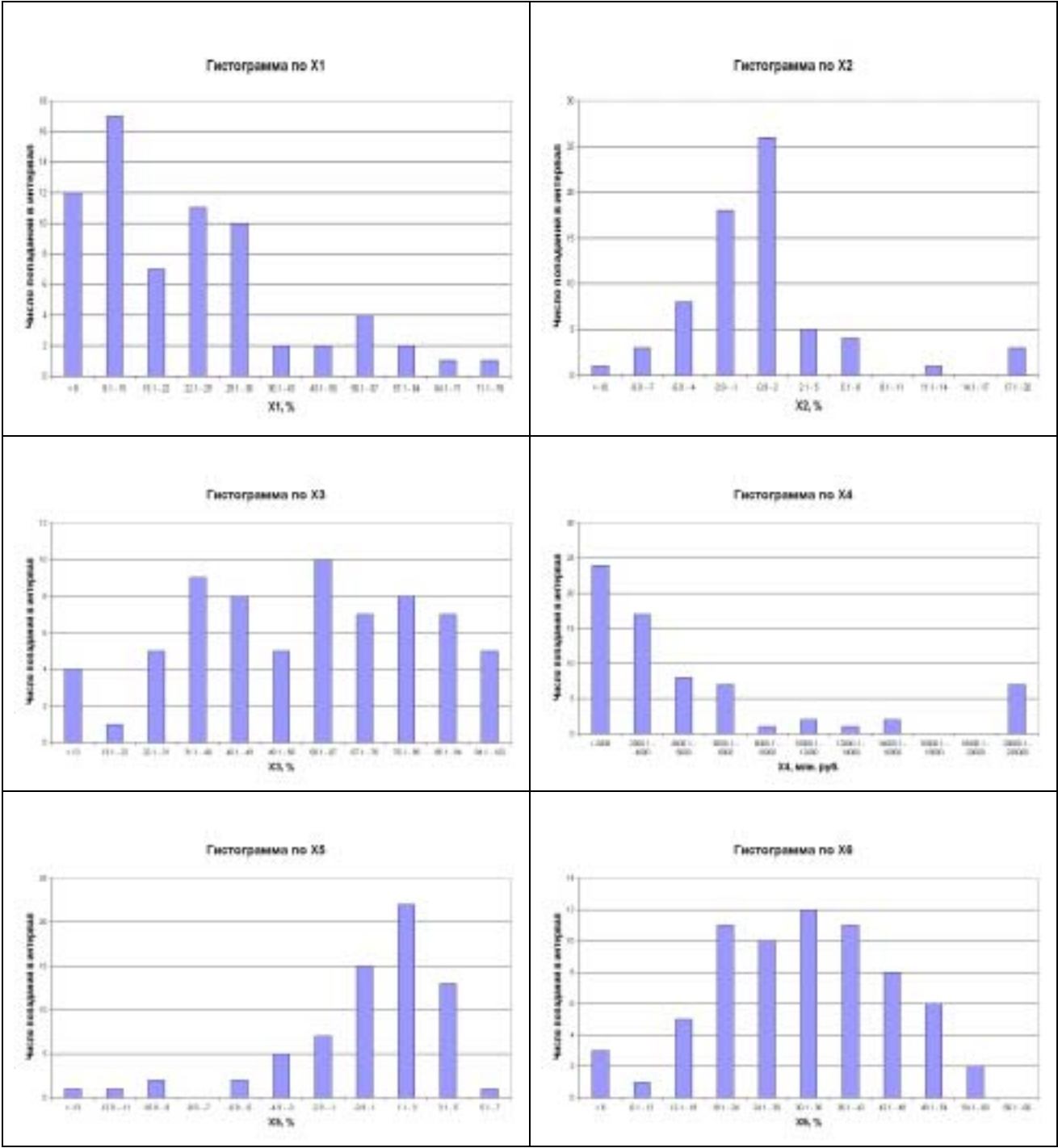


Рис. 3.1. Гистограммы показателей X1 – X6

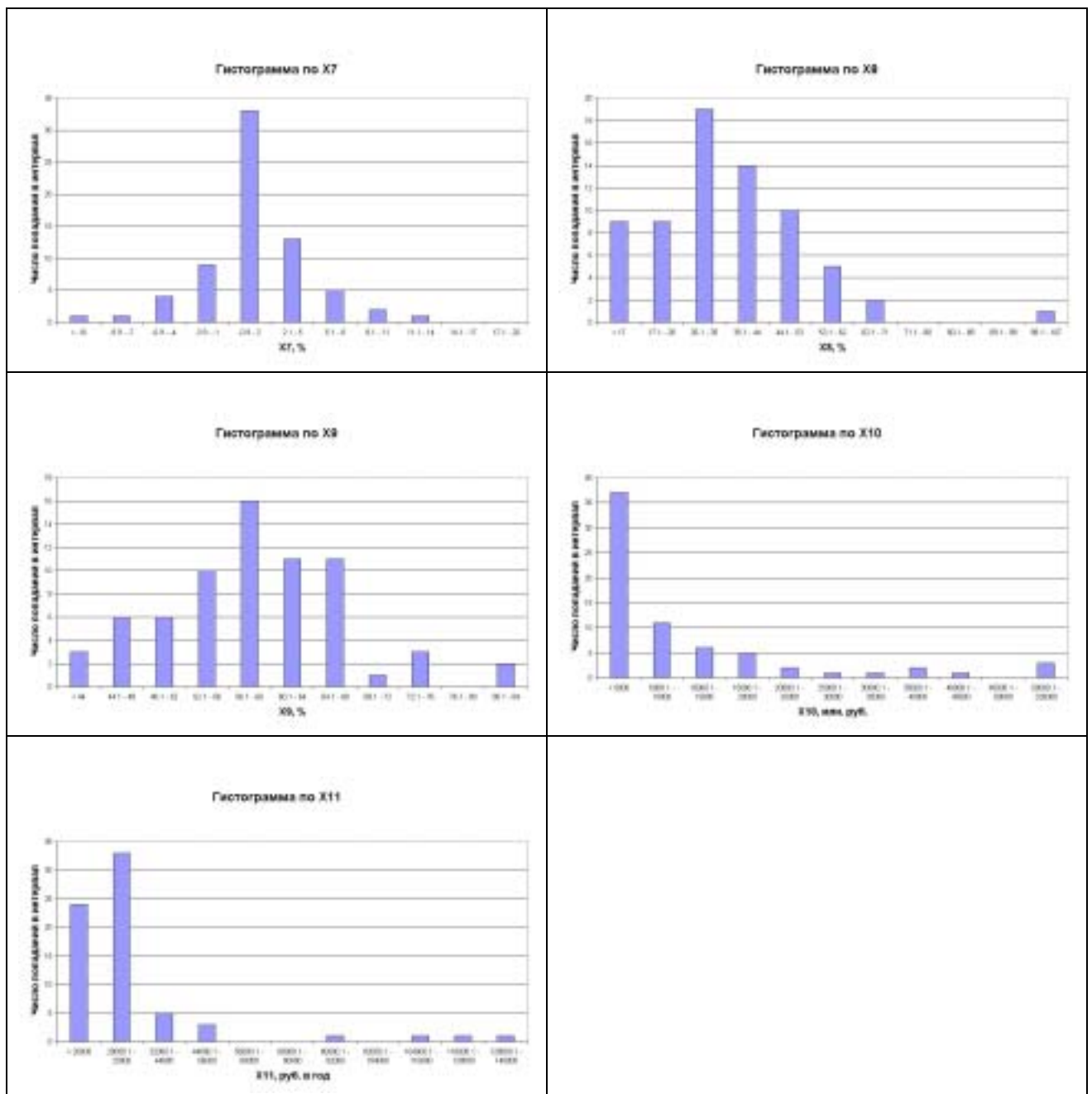


Рис. 3.2. Гистограммы показателей X7 – X11

$$X1 \approx X2 \approx X3 \} X4 \} X5 \approx X6 \} X7, \quad (3.1)$$

$$X8 \} X9 \approx X10 \} X11. \quad (3.2)$$

Однако скорректируем соотношение предпочтений групп факторов от 2:1 к **1:1**. Эта корректировка вызвана учетом печального опыта Ульяновской области. Анализ показывает, что параметры экономического развития региона играют несколько большую роль в риске кредитоспособности, чем это учитывается в методике АК&М. Такая

переоценка, в свою очередь, повышает веса показателей экономического развития. В Ульяновской обл. уровень этих показателей в 2001 г. сплошь и рядом низкий.

Значения весов сведены в таблицу П2.4 приложения 2.

Этап 5. Распознаем текущие уровни факторов по табл. П2.1 приложения 2. Результат распознавания сведен в таблицу П2.5 приложения 2.

Этап 6. Обработаем данные табл. П2.5 для получения рейтингов на основе следующего алгоритма. Сопоставим результатам распознавания из таблицы П2.5 следующий набор узловых точек, принадлежащий классификатору на 01-носителе:

$$\langle \text{в} \rangle = 0.9, \langle \text{св} \rangle = 0.7, \langle \text{с} \rangle = 0.5, \langle \text{сн} \rangle = 0.3, \langle \text{н} \rangle = 0.1. \quad (3.3)$$

Тогда сводный рейтинг по факторам 1 – 7 (финансовый рейтинг региона) оценивается по формуле:

$$\Lambda_{1-7} = \frac{\sum_{i=1}^7 p_i \lambda_i}{\sum_{i=1}^7 p_i}, \quad (3.4)$$

где p_i – веса, оцененные по таблице П2.4, λ_i – значения, полученные по (3.3) с учетом таблицы П2.5 приложения 2.

А сводный рейтинг по факторам 8 – 11 (экономический рейтинг региона) оценивается по формуле:

$$\Lambda_{8-11} = \frac{\sum_{i=8}^{11} p_i \lambda_i}{\sum_{i=8}^{11} p_i}. \quad (3.5)$$

Результирующий же интегральный рейтинг кредитоспособности имеет вид:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^{11} p_i \lambda_i. \quad (3.6)$$

Все полученные рейтинги сведены в таблицу П2.6. Туда же, для сравнения, помещено место региона по таблице П2.1, в соответствии с рейтингом АК&М. Цветом отмечены наиболее сильные расхождения в результатах двух подходов. Объясняются они разными весами, используемыми в методиках, и различным отношением к одним и тем же данным (механическое агрегирование уровней факторов в методике АК&М и дифференцированное распознавание в настоящей методике).

Этап 7. Оценим гистограммы распределения факторов для выработки торговых рекомендаций (рис. 3.3). Из гистограмм видно, что можно выделить три устойчивые группы регионов: **лидеры** (все рейтинги высокие), **перспективные регионы** (все рейтинги средние) и **аутсайдеры** (хотя бы один рейтинг является низким).

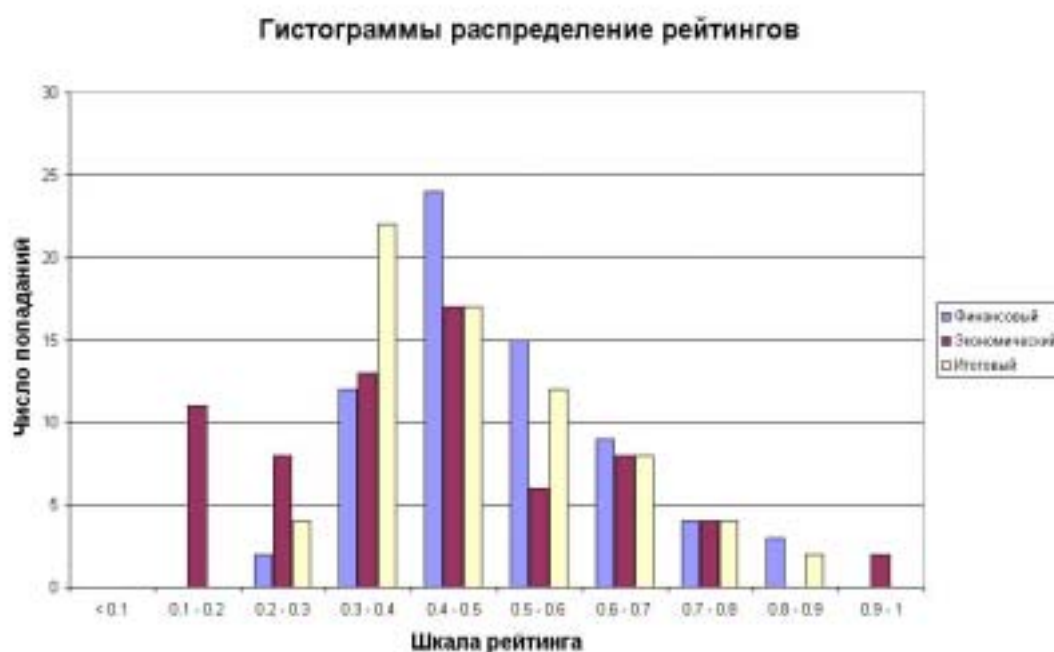


Рис. 3.3. Гистограммы распределения финансового, экономического и итогового рейтингов регионов

На основании полученных количественных оценок рейтингов и гистограмм рис. П2.3 приложения 2 сформулируем решающие правила для установления торговых рекомендаций по обязательствам региона:

- **Определенно Покупать** — когда значение финансового и экономического рейтингов больше или равно 0.6 в нашей оценке. Это бумаги 12 эмитентов-лидеров (первые 12 позиций по табл. П2.6);
- **Покупать Под Вопросом** — когда значение финансового и экономического рейтингов колеблется в диапазоне [0.4, 0.6). В этом перечне присутствует 21 перспективный эмитент (с номерами 13-27, 30-32, 37, 39, 40 по таблице П2.6).

Все прочие регионы (аутсайдеры) не имеют сейчас достаточных оснований для того, чтобы осуществлять займы, в силу низкой надежности этих займов. Отдельный вопрос с Республикой Карелия, которую была переоценена с 18-го на 29-е место (в силу низкого уровня жизни населения и недостаточной прибыльности предприятий этого региона).

Таким образом, на привлечение инвестиций может в сегодняшних рыночных реалиях рассчитывать порядка половины всех регионов России. Это – очень низкий уровень кредитоспособности страны в целом. Ясно, что небольшое количество регионов-доноров не может без конца заниматься поддержкой регионов-аутсайдеров, через консолидированный правительственный бюджет. И это же показывает, что помогать надо сильным, поддерживая их кредитными инвестициями. Это заставит отстающие регионы пересмотреть свою бюджетную политику.

Этап 8. Оценим количество средств, подлежащее распределению по региональным займам. Если сумма к размещению по данному модельному активу составляет C_{Muni} , а защищенная доля эмитентов-лидеров в модельном портфеле составляет α , то доля эмитента-лидера в модельном портфеле составляет

$$x_i = \alpha C_{Muni} \frac{\Lambda_i}{\sum_{i \in Lieder} \Lambda_i}, \quad (3.7)$$

где $Lieder$ – множество эмитентов-лидеров, а Λ_i определяется по (3.6).

Тогда доля перспективного эмитента в модельном портфеле составляет

$$x_j = (1 - \alpha) C_{Muni} \frac{\Lambda_j}{\sum_{j \notin Lieder} \Lambda_j}. \quad (3.8)$$

Здесь реализовано мягкое правило Фишберна, где доля инвестиций в портфеле пропорциональна инвестиционному рейтингу.

3.3. Скоринг российских акций на основе нечетких моделей

Под скорингом здесь и далее понимается комплексная оценка инвестиционного качества акций.

Год-два отделяют нас от того момента, когда пенсионная реформа в России выйдет на новый виток, и на российский фондовый рынок придут накопительные инвестиции Пенсионного фонда России (ПФР), собранные на трудовых сбережениях граждан. Первоначально это будет сравнительно небольшая сумма (порядка 1 млрд долларов), но затем, по мере обогащения населения, роста реальной заработной платы и соответственных отчислений, сумма накопительных инвестиций будет расти. Примерные

темпы роста могут быть оценены по аналогии с США: за 70 лет существования государственного пенсионного обеспечения в этой стране активы государственного пенсионного счета возросли **на три порядка**: с миллиарда до триллиона долларов.

Таким образом в структуре инвестиций в российскую экономику появляется достаточно мощный, перспективный и – главное – внутренний, независимый от внешнерыночной конъюнктуры источник финансовых вливаний. И, в зависимости от того, как будут инвестированы эти средства, мы будем наблюдать тот или иной макроэкономический и социальный эффект. Если деньги будут инвестированы с умом, по правилу «семь раз отмерь – один раз отрежь», тогда в лице этих инвестиций мы получаем мощный генератор нового экономического роста, катализатор развития российской экономики.

Итак, следует всерьез приступить к системным исследованиям российского фондового рынка. Без преувеличения скажем, что российская наука в этом направлении делает только первые шаги. Объяснить это можно молодостью российского фондового рынка, а также и тем, что сразу после кризиса 1998 года казалось, что на рынке акций в России можно поставить крест. Однако сейчас, в связи с изложенным и с тем, что российская экономика делает уверенные успехи и возвращает к себе внимание инвесторов всего мира, необходимо предварить масштабные инвестиции на российском фондовом рынке фундаментальным анализом этого рынка.

Сделаем несколько качественных замечаний о природе российского рынка акций.

3.3.1. Качественное описание рынка акций

Низкая капитализация. Суммарная капитализация акционерных обществ, чьи акции обращаются на столичных биржах, не превышает 75 млрд долларов. Для сравнения: в США существует свыше 40 компаний, чья капитализация превышает указанную сумму. Капитализация компании Dell Computer Corp. сопоставима с этой цифрой, а капитализация Microsoft **в пять раз** превышает ее. Не более десятка российских компаний обладают капитализацией, которая по меркам американского рынка может быть расценена как высокая или средняя. Большинство компаний у нас с этой точки зрения – small cap, маленькие.

Диспропорция капитала. На фондовый рынок в России вышло порядка 300 компаний (чьи акции хоть однажды торговались на московских фондовых биржах). При этом всего **7** компаний (без учета «Норильского никеля» и Сбербанка) обладают капитализацией, которая в сумме своей составляет **свыше 90%** капитализации всего российского рынка ценных бумаг.

Отраслевая диспропорция. В подавляющем большинстве акции, торгуемые на биржах России – это акции энергетики и связи. Практически не представлены все остальные отрасли: торговля, машиностроение, химия, металлургия итд. Такое положение понятно: энергетика и связь монополизированы, нефтегазовый комплекс –

экспортоориентирован. Отсюда возможность зарабатывать хорошие прибыли, контролировать ценообразование - и таким образом обеспечивать курсовой рост своих акций.

Техническая слабость. Российский рынок существует с оглядкой на фондовый рынок США, и это ни для кого не секрет. Индексы RTSI и S&P500 в рублевой котировке коррелированы на уровне 0.45 – 0.5. Прилив капитала венчурных американских взаимных фондов на российский фондовый рынок вызывает бурный рост котировок, уход капитала с рынка, в связи с кризисами – столь же бурный отток. Потому что в России отсутствуют высококапитализированные инвестиционные институты, способные занимать противоположные позиции и поддерживать котировки. Отсюда – колоссальная волатильность акций и фактически непрогнозируемая их доходность.

3.3.2. *Фундаментальный подход к оценке рынка акций*

Отмеченные особенности российского рынка акций не позволяют проводить его оценку и прогнозирование традиционными методами технического и корреляционного анализа, в силу непредсказуемости рынка каждой отдельной акции. Поэтому за основу при анализе принята методология **скоринга** акций, которая подробно изложена в [93-95], с поправкой на российскую специфику. Суть скоринга в данной разработке – в том, чтобы анализировать фундаментальные характеристики эмитента акций, с одной стороны, и соотношение цены акций и показателей эффективности корпорации – с другой стороны. При этом все отдельные частные показатели скоринга – ранги – сворачиваются в единую оценку инвестиционного качества ценной бумаги, при этом весами в свертке служат параметры, которые подлежат оценке на основе дополнительных соображений.

3.3.3. *Модельные предпосылки для построения метода скоринга*

Как и в [93-95], необходимо предварить описание метода скоринга качественной экспертной моделью российского рынка, на основании которой будет совершаться выбор показателей для оценки и их ранжирование.

В первую очередь надо отметить, что, как и в случае американского рынка акций, ключевым фундаментальным индикатором оцененности акции выступает отношение цены акции к доходам по ней в годовом выражении (**P/E**), в долях. При этом, для повышения надежности оценки, здесь и далее используются интегральные средневзвешенные оценки факторов (ТТМ).

Во вторую очередь следует рассматривать факторы, свидетельствующие о риске дефолта эмитента. Мы для оценки выбираем два фактора: капитализацию эмитента (**Cap**) в миллионах долларах США и обеспеченность оборотных активов собственными средствами предприятия (**Liquidity**), в долях. Мы не оцениваем надежность эмитентов по факторам финансовой автономии, т.к. считаем эту оценку малоинформативной, в силу особенностей учета внеоборотных активов на балансе предприятия и существующих

методов их переоценки. Именно чистый оборотный капитал (ЧОК), участвующий в расчетах коэффициента обеспеченности, представляется нам наиболее представительным фактором для анализа. Отрицательное значение ЧОК свидетельствует о повышенном риске эмитента не справиться со своими текущими финансовыми обязательствами, что чревато невыплатой дивидендов, потерей управляемости, и, наконец, повышает риск банкротства.

В третью очередь берутся в рассмотрение факторы, соотносящие цену акций и продажи, а также собственный капитал, в расчете на одну акцию (факторы **P/S** и **P/B** соответственно, в долях). Эти факторы, хорошо известные в мировой практике финансового анализа, оценивают, насколько эффективно работает предприятие, с одной стороны, и насколько «раздут» его капитал по отношению к стоимости собственных средств предприятия, с другой стороны. На этом же шаге анализа мы рассматриваем факторы рентабельности предприятия – рентабельность активов, собственного капитала и инвестированного капиталов (факторы **ROA**, **ROE** и **ROIC** соответственно, в процентах годовых).

Далее выстраивается система предпочтения одних факторов другим, исходя из нашего опыта скоринга акций. Представляется, что шкала предпочтений факторов должна иметь следующий вид:

$$\text{Ожидаемая доходность вложений в акции} \} \text{Надежность эмитента} \} \text{Текущая эффективность работы эмитента.} \quad (3.9)$$

В такой системе предпочтений учтено то, что вложения в российские акции с мировой точки зрения – это заведомо рискованные вложения, и риск дефолта (фактор надежности) большей частью учтен инвесторами уже на страновом уровне (на шаге выбора страны для инвестиций) и волнует инвесторов во вторую очередь. Прежде всего инвестор рассчитывает на спекулятивный рост курсовой цены акций, на их перманентную недооцененность. И с этой точки зрения фактор **P/E** является главным в анализе.

Тем не менее, фактор надежности не сбрасывается со счетов вовсе. Переходя от странового риска к частному риску дефолта эмитента, инвестор предпочтет иметь дело с компаниями, которые находятся на подъеме и занимают ощутимую долю на рынке. Отсюда роль капитализации и ликвидности в оценке.

Инвестор также понимает, что в долгосрочной перспективе курсовой рост может быть обеспечен только успешной устойчивой работой предприятия. И с этой точки зрения факторы эффективности занимают в анализе третье место.

С точки зрения факторов оценки система предпочтений (3.9) приобретает вид:

$$\text{P/E} \} \text{Cap} \approx \text{Liquidity} \} \text{P/S} \approx \text{P/B} \approx \text{ROA} \approx \text{ROE} \approx \text{ROIC.} \quad (3.10)$$

Информации, заключенной в (3.9), достаточно для того, чтобы перейти непосредственно к скорингу акций.

3.3.4. Исходные данные для скоринга

В таблицу ПЗ.1 приложения 3 к настоящей диссертационной работе сведены значения анализируемых факторов по состоянию на 11 февраля 2002 года.

3.3.5. Методика скоринга

3.3.5.1. Построение гистограмм распределений факторов

Построенные на основании данных таблицы ПЗ.1 гистограммы распределения факторов скоринга представлены на рис. 3.4.

Построенные гистограммы не отображают статистику факторов, в силу существенной неоднородности их случайных значений, а могут быть интерпретированы как квазистатистика. То есть мы не настаиваем на однородности собранных данных, но указываем на то, что в первом приближении, на уровне страны, эти данные могут рассматриваться и анализироваться совместно, безотносительно отраслевой классификации эмитентов.

3.3.5.2. Нечеткий классификатор уровня факторов

По аналогии с тем, как это сделано в разделе 2.1 настоящей диссертационной работы, проведем нечеткую классификацию параметров. Для этого введем лингвистическую переменную «**Уровень фактора X**» с терм-множеством значений «Высокий уровень фактора», «Средний уровень фактора», «Низкий уровень фактора». Предполагается, что определения «низкий, средний, высокий» относятся к уровню инвестиционной привлекательности акции применительно к выбранному фактору.

Тогда простой анализ гистограмм приводит к результатам, которые сведены в таблицу ПЗ.2. Применительно к нечеткой классификации данные, перечисленные в таблице ПЗ.2, соответствуют абсциссам трапециевидных функций принадлежности нечетких подмножеств лингвистической переменной «Уровень фактора». Промежуточные значения «низкий-средний» и «средний-высокий» формируют зону неуверенности эксперта в принятой классификации, что характеризуется линейным изменением значения функции правдоподобия при переходе из класса в класс.

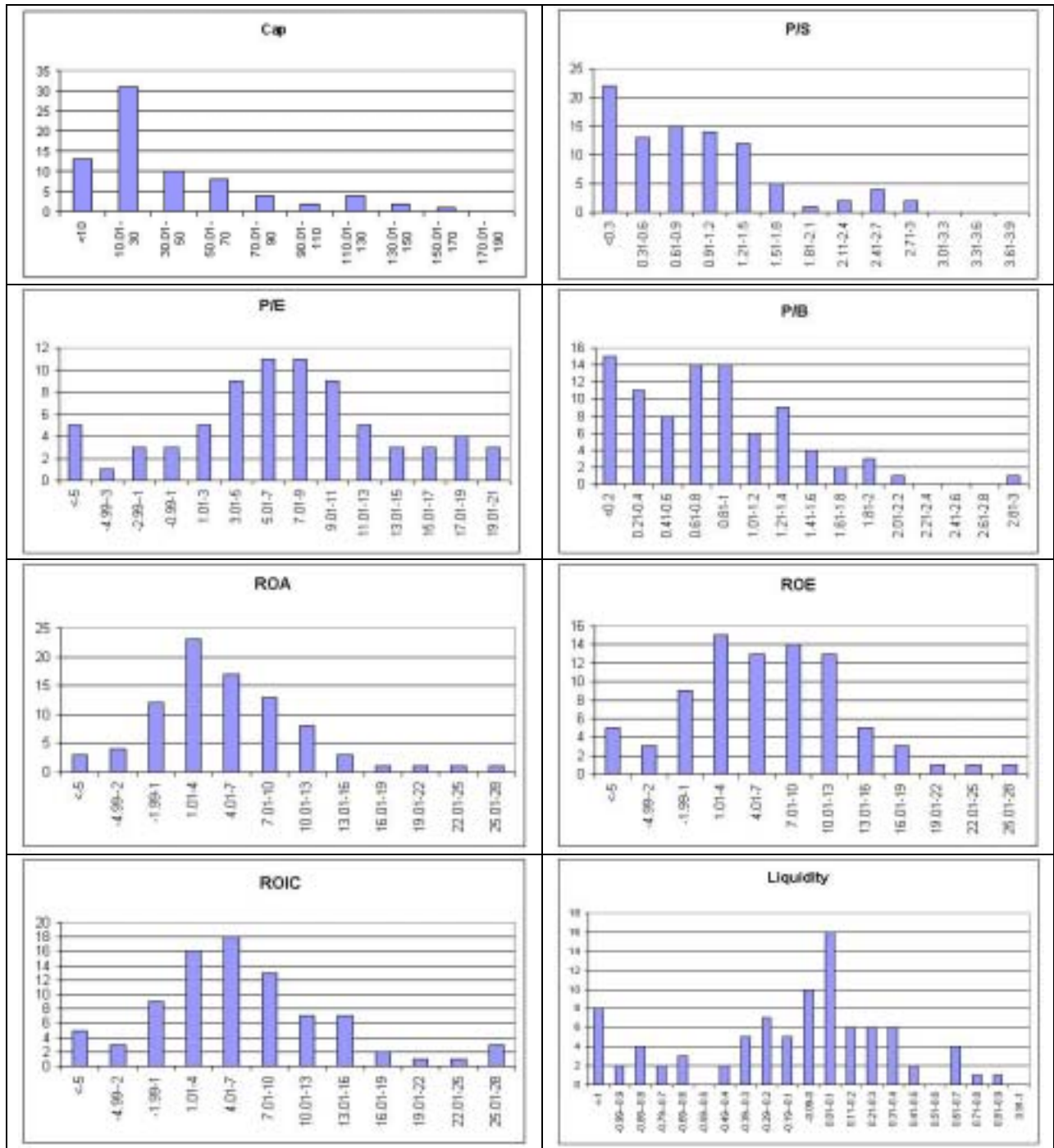


Рис. 3.4. Гистограмма факторов для скоринга акций

3.3.5.3. Классификация факторов с оценкой рангов

Проведем классификацию полученных значений факторов, т.е. сверим таблицы ПЗ.1 и ПЗ.2. При этом ранг показателя вычисляется следующим образом:

- если значения фактора **точно** попадают в выбранный интервал, то ранг равен единице для данного уровня показателя и нулю для всех остальных уровней;
- если значение фактора лежит **в зоне неувверенности**, то для двух смежных классов формируются ранги, сумма которых равна единицы; вычисление же рангов идет по правилу вычисления ординаты наклонного ребра трапецевидной функции принадлежности по заданной абсциссе точки на нижнем основании трапеции. Например, для тикера ELRO капитализация составляет 55.8 млн долл. По данным таблицы ПЗ.2 это значение характеризуется как пограничное между низким и средним. Чтобы посчитать ранги, нужно провести вычисления по формуле:

$$\lambda_1 = \frac{55.8 - 50}{100 - 50} = 0.884, \quad \lambda_2 = 1 - \lambda_1 = 0.116, \quad (3.11)$$

то есть значение фактора признается скорее низким, чем средним.

Оценка рангов для факторов **Cap, P/S, P/E** приведена в таблице ПЗ.3. Ранжирование для факторов **P/B, ROA, ROE** проведено в таблице ПЗ.4. А ранжирование для факторов **ROIC и Liquidity** проведено в таблице ПЗ.5.

3.3.5.4. Комплексная оценка инвестиционного качества ценной бумаги

- В полном соответствии с тем, как это сделано в [91-93], определим лингвистическую переменную «Оценка бумаги» с терм-множеством значений «Очень низкая (О), Низкая (Н), Средняя (Ср), Высокая (В), Очень высокая (ОВ)». Чтобы конструктивно описать введенную лингвистическую переменную «Оценка бумаги», определим носитель ее терм-множества – действительную переменную A_N на интервале от нуля до единицы. Тогда функции принадлежности соответствующих нечетких подмножеств могут быть заданы таблично (таблица ПЗ.6);
- Определим лингвистическую переменную «Торговая рекомендация для бумаги» с терм-множеством значений «Strong Buy (SB – Определенно Покупать), Moderate Buy (MB – Покупать под вопросом), Hold (H – Держать), Moderate Sell (MS – Продавать под вопросом), Strong Sell (SS – Определенно продавать)».
- Установим взаимно однозначное соответствие введенных нами лингвистических переменных на уровне подмножеств: ОН – SS, Н – MS, Ср – H, В – MB, ОВ – SB. Так мы связали качество ценной бумаги с ее инвестиционной привлекательностью. Тогда переменная A_N является носителем и для терм-множества лингвистической переменной «Торговая рекомендация», с теми же функциями принадлежности носителя подмножеств значений.

- Оценим веса отдельных факторов для комплексной оценки бумаги, в соответствии с тем, как это записано в (3.10). Согласно правилу точечных оценок Фишберна, критерию максимума неопределенности в части наличной информационной ситуации (по аналогии с тем, как это оценивается в [179]) можно сопоставить следующую систему весов:

$$p_1 = 0.3, p_2 = p_3 = 0.15, p_4 = p_5 = p_6 = p_7 = p_8 = 0.08, \sum_{i=1}^8 p_i = 1 \quad (3.12)$$

- Если в качестве носителя лингвистической переменной «Уровень показателя X» выбрать единичный интервал, то трапециевидные функции правдоподобия будут иметь вид рис. 3.5;

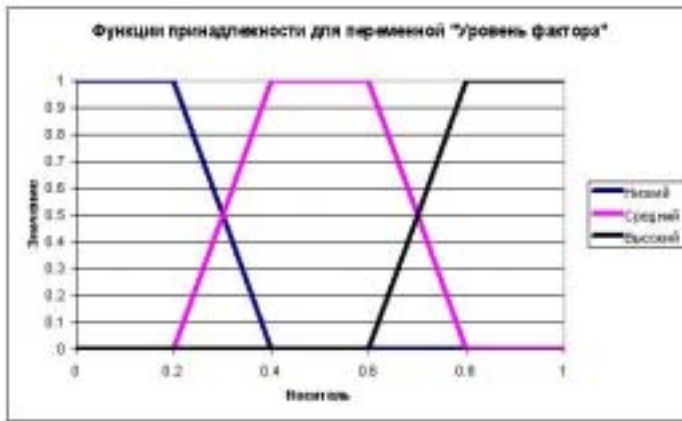


Рис. 3.5. Функции принадлежности для переменной «Уровень фактора»

- Тогда в итоге получаем комплексный показатель A_N для каждой бумаги методом двойной свертки:

$$A_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij}, \quad (3.13)$$

где i – индекс отдельного показателя для их общего числа $N=8$, j – индекс уровня показателя для общего числа уровней $M=3$, λ_{ij} – ранг i -го показателя по своему j -ому уровню, определяемый таблицами ПЗ.3 – ПЗ.5,

$$\alpha_1 = 0.2, \alpha_2 = 0.5, \alpha_3 = 0.8 \quad - \quad (3.14)$$

абсциссы максимумов функций принадлежности терм-множества лингвистической переменной «Уровень фактора» (см. рис. ПЗ.9).

Тогда среднеождаемый ранг j -го уровня, взвешенный по всем N показателям, оценивается формулой

$$y_j = \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij}, \quad (3.15)$$

и справедливо

$$A_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j y_j. \quad (3.16)$$

И наоборот, если по каждому фактору определять средний его уровень

$$z_i = \sum_{j=1}^M \alpha_j \lambda_{ij}, \quad (3.17)$$

то справедливо

$$A_N = \sum_{i=1}^N p_i z_i. \quad (3.18)$$

Именно формулы (3.17) и (3.18) мы берем за основу при расчетов. Результаты расчетов по этим формулам сведены в таблицу ПЗ.7.

3.3.6. Оценка полученных результатов

Из таблицы ПЗ.7 видно, что всего 12 акций из 91 рассматриваемой обладают инвестиционным качеством не хуже «В-СР», то есть промежуточным между средним и высоким и выше. Показатель отношения доли инвестиционно-пригодных акций к полному перечню активно торгуемых акций может характеризовать уровень инвестиционной привлекательности рынка в целом. Такой же показатель можно построить с использованием объемных показателей по результатам торгов.

В [93] приводится пример анализа одной из отраслей американской экономики, причем по итогам оценки видно, что только две акции из нескольких десятков мало-мальски пригодны для того, чтобы в текущий момент вкладывать в них деньги (это исследование диссертант повторил в феврале 2003 года [123], и там из 480 акций для инвестирования оказалась пригодной всего одна; правда, она-то и выросла в цене на 50%). С этой точки зрения российская ситуация выглядит немного получше. Однако ключевые причины, не позволяющие акциям получить приемлемый инвестиционный рейтинг, те же: в первую очередь, **переоцененность**, а, во-вторых, **низкая ликвидность** (отрицательный чистый оборотный капитал). Если даже такой гигант, как «ЮКОС», обладающий сегодня максимальной капитализацией среди российских акционерных обществ, активный оператор рынка нефти и газа, позволяет себе по временам отрицательный чистый оборотный капитал, то чего, казалось бы, требовать от прочих эмитентов. Тем не менее,

иногда именно низкая капитализация компании положительно влияет на ее управляемость, в том числе на расчеты по текущим долгам. Не что иное как высокий уровень кредитного менеджмента в компаниях позволяет поддерживать неотрицательный чистый оборотный капитал. И это – еще один довод в пользу того, чтобы приобретать такие акции. И нас не должен вводить в заблуждение уверенный бурный рост акций «ЮКОСА» (до 400% годовых). Когда речь идет о долгосрочных инвестициях, рост прошлых периодов не может гарантировать роста в будущем. Только фундаментальные факторы могут свидетельствовать о перспективах будущего роста.

Если проводить скоринг акций в автоматизированном режиме на ежесуточной основе, то можно отслеживать такие ситуации, когда тот или иной фактор бумаги эмитента сменит качество в лучшую или в худшую сторону. Это – первый признак того, чтобы пересмотреть долю этой акции в фондовом портфеле. Предупреждение о смене качества фактора называется **алертом**.

Конечно же, разумно устанавливать алерт программно, пользуясь услугами тех же финансовых порталов (на сайте [58] эта услуга предоставляется, правда, в порядке индивидуальной настройки). Целесообразно выдавать безусловный алерт, если хотя бы один из параметров бумаги окажется больше или меньше расчетного уровня. Также, безусловно, необходимо выставлять алерт и на смену уровня инвестиционного качества ценной бумаги (такая практика называется downgrades-upgrades). Все ведущие мировые рейтинговые агентства на регулярной основе осуществляют переоценку акций, и на ряде сайтов такая переоценка вызывает безусловный алерт.

Представленная в настоящем разделе экспресс-методика финансового анализа предоставляет ее пользователю возможность оперативно принимать решение о наполнении и ребалансинге фондового портфеля, сосредоточившись прежде всего на перспективных акциях, чей курсовой рост более чем вероятен. Эта методика не гарантирует будущих прибылей – этого не умеет делать ни одна система в мире, в противном случае это бы напоминало открытие вечного двигателя. И опрометчиво было бы утверждать, что акции с низким инвестиционным качеством будут только падать в цене. В жизни все сложнее, и иногда можно поразиться, глядя на 60-долларовые акции, почему они стоят именно 60 долларов, а не, скажем, 5. Но здесь – тайна, магия рынка, целый перечень тонкостей, которые данная методика не оценивает и не комментирует.

У исследователя – «фундаменталиста» вызывает приятные эмоции возврат акций к «справедливому», «фундаментальному» уровню; например, когда корпорация Cisco Systems (для справки: капитализация порядка 120 млрд долларов), едва поднявшись со дна в 12 долларов, снова вынуждена вернуться на этот уровень цены, хотя в былые времена цена на эти акции доходила до 60 долларов! Вот тогда понимаешь, что не все на рынке решает ажиотаж, и, по мере того, как эйфория пропадает, а на смену «рулеточной» психологии приходит трезвая оценка, – вот тогда на авансцену выходит анализ фундаментальных факторов. Строить портфельный выбор на фундаментальном анализе на самом деле означает **минимизировать потенциальную волатильность** своих доходов. Если бы в России был сколько-нибудь развит рынок опционов на акции, то можно было бы хорошо зарабатывать, покупая опционы call или выставляя «бычьи спреды» на

потенциально растущие акции (подробнее об этих стратегиях и их оценке см. в [93]). И предлагаемая методика экспресс-анализа позволяет строить не только опционные схемы роста, но и формировать опционные стратегии хеджирования на активы, чья инвестиционная привлекательность вызывает сомнения.

Надо полагать, что методика, подобная изложенной здесь, должна быть в обязательном порядке настроена на сайтах, осуществляющих поддержку торговли акциями, как это имеет место за рубежом. Сегодня для России наступает время **финансовых порталов**, где собственно справочное представление данных соседствует с онлайн-калькуляторами и автоматизированными советниками портфолио-менеджера.

3.4. Рейтинг российских корпоративных облигаций на основе нечетких моделей

В работе [111] мы произвели финансовый экспресс-анализ рынка российских акций (она составила содержание предыдущего раздела диссертационной работы). Анализ состоялся в феврале 2002 года, и приятно осознавать, что мы не ошиблись в оценках. Все акции первого эшелона с присвоенной нами оценкой «Высокое-Среднее качество» (сюда относятся «Лукойл», «Сургутнефтегаз», «Татнефть») в 1-2 кварталах 2002 года показали устойчивый рост (до сотни процентов годовых). Также мы наблюдали спад в акциях второго эшелона, оцененных сравнительно низко на тот момент (сюда относим МГТС, Мосэнерго, «Ростелеком» и др.). Есть и исключения из правила: например, ЮКОС, имеющий пониженную оценку «Среднее качество» из-за отрицательной обеспеченности оборотных активов собственными средствами, рос бурно. Но здесь усматривается не влияние фундаментальных факторов, а ажиотажный рост интереса зарубежного инвестора к российскому нефтегазовому комплексу, подогретый общемировой политической конъюнктурой (поглощение компанией British Petroleum российской компании ТНК – красноречивое свидетельство тому). У западных инвесторов свой порядок анализа активов, и уставочные параметры в оценке не совпадают с тем же для методов, применяющихся на российской почве. Тем более, надо признать, что размещение компанией АДР за рубежом (пример ОАО «Лукойл») выводит эмитента АДР за круг чисто российских компаний, поэтому претерпевают коррекцию и правила анализа инвестиционной привлекательности таких акций.

Кризис американского фондового рынка июля-августа 2002 года потянул все российские акции вниз. И это тоже особенность нашего рынка. Сначала рынок «перегревается» до запредельных высот, а потом, чуть что случилось за океаном, он принимается терять в весе. Это – проявление технически слабого рынка, зависимого от рынков более финансово мощных и устойчивых. Здесь уместен пример компании Cisco Systems (CSCO). Компании явно не хватает прибылей, чтобы обосновать свою текущую курсовую цену, поэтому тренд цены последний год – строго понижительный. Тем не менее, компании не дают упасть до уровня в 7-10 долларов за акцию (что было бы справедливо), потому что сама компания имеет план по выкупу своих акций назад, и этого плана обратного выкупа достаточно, чтобы стабилизировать цену на уровне не ниже 11-12

долларов. Эта нерыночная мера, тем не менее, характеризует техническую силу рынка акций CSCO. А в России даже компании с хорошими фундаментальными параметрами рискуют потерять в весе просто из-за внешних веяний. Но, сквозь все возможные внешние стихийные воздействия на рынок, на среднесрочном интервале владения ценной бумагой, пробиваются фундаментальные факторы, и их значения по совокупности формируют повышательный или понижительный тренды.

Итак, детальный анализ фундаментальных факторов ценной бумаги позволяет снизить инвестиционный риск. Инвестор отчетливо видит все риски, которые проистекают из пониженного уровня отдельных факторов на общем фоне. Действительно, если существует механизм ранжирования акций по инвестиционной привлекательности, то почему инвестор должен выбирать в портфель худшие акции, а не лучшие? Как только механизм рейтинга (или скоринга) становится прозрачным, и все преимущества и дефекты той или иной ценной бумаги налицо, когда произведенный скоринг становится доступным широкому кругу игроков, - тогда имеет смысл говорить о постепенном формировании **рационального инвестиционного выбора** [94]. Ближайшая пятилетка, ее инвестиционная парадигма как раз формируется под знаком именно этого типа выбора. Инвестор становится аккуратнее, перестает слушать ангажированных финансовых аналитиков, внимательнее исследует бухгалтерскую отчетность эмитента, требуя дополнительной премии за риск мошенничества с бухучетом (печальные примеры Enron, Arthur Andersen, WorldCom у всех на слуху). Словом, инвестор перестает бросаться из крайности в крайность, от эйфории в истерию, он постепенно отрезвляется.

Методология оценки фундаментальных факторов эмитента вызывает намерение применить матричную схему анализа (по строкам матрицы – отдельные показатели, по столбцам – размытые подмножества уровней этих факторов) к рейтингу корпоративных облигаций. Как работает матричная схема оценки, мы уже продемонстрировали на примере рейтинга риска банкротства, рейтинга долговых обязательств субъектов РФ, скоринга акций. Белорусская научная школа [15 - 18] успешно применяет матричные методы для оценки рейтинга банков и страховых компаний. И, разумеется, нет никаких противопоказаний к тому, чтобы воспользоваться этой схемой для рейтингования корпоративных облигаций.

3.4.1. Фундаментальный подход к оценке рейтинга облигаций

Главные риски, определяющие рейтинг облигации - это процентный и дефолтный риски. Под **процентным риском** мы понимаем риск эмитента привлечь средства под высокий процент, когда в последующем на рынке появятся более выгодные (дешевые) источники заимствований (обычно этот риск парируется в проспекте эмиссии облигаций правом эмитента на обратный выкуп облигаций по заведомо известной цене - офертой). Аналогично, в категорию процентного риска входит риск инвестора ссудить деньги под низкий процент, когда в будущем появятся условия более выгодных ссуд. Этот риск парируется покупкой инвестором опционов: call – на процент по облигациям, которые могут вырасти в курсовой цене, и put – на процентную ставку по собственным облигациям. Вся эта техника, широко распространенная в США, пока недоступна для

России, которая до сих пор не может оправиться от краха рынка производных ценных бумаг в августе 1998 года (доверие российских инвесторов к этим инструментам не восстановлено в полном объеме до сих пор).

Под **дефолтным риском** мы понимаем риск срыва исполнения эмитентом текущих платежей по собственным долговым обязательствам. Крайним случаем дефолта является фаза банкротства эмитента.

Суть рейтинга в методе данной диссертационной работы – в том, чтобы анализировать выбранные фундаментальные характеристики эмитента облигаций в совокупности. При этом все отдельные частные показатели рейтинга – ранги – сворачиваются в единую оценку инвестиционного качества облигации, а весами в свертке служат параметры, которые подлежат оценке на основе дополнительных соображений.

Также обоснованно предположение, что развитый рынок заимствований вынуждает эмитентов с худшими фундаментальными характеристиками в качестве премии за риск выплачивать большие проценты по своим облигациям. Тем самым влияние процентного риска на рейтинг облигаций уменьшается, и на первый план выходит риск дефолта.

3.4.2. Источник данных для анализа

При анализе я воспользовался данными с сайта информационно-аналитического и учебного центра НАУФОР Скрин.ру [185]. Разрешение на использование материалов сайта в научной работе получено.

Открытой информацией для анализа, представленной на сайте, является ежеквартальная неконсолидированная отчетность эмитентов (баланс, отчет о прибылях и убытках на уровне разделов).

В последующем, когда методика рейтинга встанет на программную основу, вопрос об обеспечении программы скоринга исходными данными (дейта-провайдинга), разумеется, должна решаться в первую очередь, потому что вопрос своевременной и полной поставки данных для рейтинга является ключевым.

3.4.3. Предпосылки для построения метода рейтинга

Необходимо предварить описание метода рейтинга облигаций качественной экспертной моделью российского рынка, на основании которой будет совершаться выбор показателей для оценки и их ранжирование.

Как мы хорошо знаем, дефолт вызывается кризисом ликвидности активов, когда ликвидных активов недостаточно для того, чтобы обслужить неотложные обязательства. Поэтому фактор **ликвидности (X2)** эмитента мы полагаем основным. Ликвидность может быть оценена по-разному, но по укрупненному балансу предприятия возможен лишь

анализ общей ликвидности как обеспеченности краткосрочных обязательств оборотными активами.

Во вторую очередь следует рассматривать факторы, характеризующие финансовую устойчивость. Соотношение собственных и заемных средств в структуре пассивов предприятия (**коэффициент автономии X_1**) является ключевым фактором для анализа. Существуют определенные проблемы в использовании этого показателя в финансовом анализе. Они связаны с тем, что очень часто ликвидность собственных средств предприятия низка (из-за необоснованных переоценок стоимости основных средств, например). Тем не менее в передовых компаниях ведется активная работа по техническому перевооружению производства, со списанием устаревших фондов, и при таком подходе коэффициент автономии является действительно содержательной характеристикой финансовой устойчивости эмитента.

В третью очередь мы берем в рассмотрение факторы эффективности работы эмитента. Чем прибыльнее бизнес, тем больше источников на покрытие долгов, и тем, соответственно, ниже риск дефолта. На эффективность бизнеса мы смотрим с трех точек зрения:

- **X_3 - Оборачиваемость активов.** Чем быстрее оборачиваются активы, тем меньше дефолтный риск, связанный с неэффективным использованием основных средств (эффективное управление активами предполагает отсеечение неэффективных затрат на использование инвестированного капитала);
- **X_4 - Рентабельность затрат.** Чем больше маржинальная прибыль, тем устойчивее бизнес, и тем меньше риск текущих убытков из-за оперативного изменения конъюнктуры продаж;
- **X_5 - Рентабельность активов.** Характеризует эффективность инвестиций, сделанных в активы предприятия.

Далее мы выстраиваем систему предпочтения одних факторов другим, исходя из нашего опыта анализа риска банкротства эмитентов (материал главы 3 настоящей диссертационной работы). Представляется, что шкала предпочтений факторов должна иметь следующий вид:

$$\text{Ликвидность} \} \text{Финансовая устойчивость} \} \text{Эффективность бизнеса эмитента.} \quad (4.19)$$

С точки зрения факторов оценки система предпочтений (4.19) приобретает вид:

$$X_2 \} X_1 \} X_3 \approx X_4 \approx X_5. \quad (4.20)$$

Информации, заключенной в (4.20), достаточно нам для того, чтобы перейти непосредственно к рейтингу облигаций.

3.4.4. Исходные данные для рейтинга

В таблицу П4.1 Приложения 4 к настоящей диссертации сведены значения анализируемых факторов по состоянию **на конец 2 квартала 2002 года**, по ряду эмитентов первого и второго эшелонов. Названия эмитентов в табл. П4.1 представлены кодами (тикерами), принятыми в торговых системах России (РТС, ММВБ).

Обозначения:

- А – активы по балансу, млрд. руб, в том числе: а1 – внеоборотные активы; а2 – оборотные активы;
- L – пассивы по балансу, млрд. руб, в том числе: l1 – капитал и резервы; l1 – долгосрочные обязательства; l3 – краткосрочные обязательства;
- S – выручка за квартал (без НДС), млрд. руб;
- C – себестоимость производства за квартал, млрд. руб;
- OM – прибыль (убыток) от продаж за квартал, млрд. руб;
- EBIT – балансовая прибыль (убыток) за квартал, млрд. руб;
- Pr – чистая (нераспределенная) прибыль (убыток) за квартал, млрд. руб.

Порядок оценки финансовых параметров, необходимых для анализа:

$$\begin{aligned}
 X1 &= l1 / L; \\
 X2 &= (a2 - l3) / a2; \\
 X3 &= S / A; \\
 X4 &= Pr / C; \\
 X5 &= Pr / A.
 \end{aligned}
 \tag{3.21}$$

3.4.5. Метод рейтинга облигаций

Исходные значения факторов по выделенному перечню облигаций сведены в таблицу П4.2.

3.4.5.1. Нечеткий классификатор уровня факторов

Проведем нечеткую классификацию параметров. Для этого введем лингвистическую переменную **«Уровень фактора X»** с терм-множеством значений «Высокий уровень фактора», «Средний уровень фактора», «Низкий уровень фактора». Предполагается, что определения «низкий, средний, высокий» относятся к уровню инвестиционной привлекательности эмитента облигаций применительно к выбранному фактору.

Предшествующий опыт кластеризации на основе гистограмм распределения факторов, построенных при сводном анализе широкого перечня эмитентов ценных бумаг, приводит нас к результатам, которые сведены в таблицу П4.3. Поскольку все факторы по построению являются относительными характеристиками, то они выражены в процентах.

3.4.5.2. Классификация факторов с оценкой рангов

Проведем классификацию полученных значений факторов, т.е. сверим таблицы П4.2 и П4.3. Результат сопоставления приведен в таблице П4.4.

3.4.5.3. Комплексная оценка инвестиционного качества ценной бумаги

- Определим лингвистическую переменную «**Оценка бумаги**» с терм-множеством значений «Очень низкая (О), Низкая (Н), Средняя (Ср), Высокая (В), Очень высокая (ОВ)». Чтобы конструктивно описать введенную лингвистическую переменную «Оценка бумаги», определим носитель ее терм-множества – действительную переменную A_N на интервале от нуля до единицы. Тогда функции принадлежности соответствующих нечетких подмножеств могут быть заданы таблично (таблица П4.5);
- Определим лингвистическую переменную «**Торговая рекомендация для бумаги**» с терм-множеством значений «Strong Buy (SB – Определенно Покупать), Moderate Buy (MB – Покупать под вопросом), Hold (H – Держать), Moderate Sell (MS – Продавать под вопросом), Strong Sell (SS – Определенно продавать)».
- Установим взаимно однозначное соответствие введенных нами лингвистических переменных на уровне подмножеств: ОН – SS, Н – MS, Ср – H, В – MB, ОВ – SB. Так мы связали качество облигации с ее инвестиционной привлекательностью. Тогда переменная A_N является носителем и для терм-множества лингвистической переменной «Торговая рекомендация», с теми же функциями принадлежности носителя подмножеств значений.
- Оценим веса отдельных факторов для комплексной оценки бумаги, в соответствии с тем, как это записано в (3.20). Согласно правилу точечных оценок Фишберна, критерию максимума неопределенности в части наличной информационной ситуации можно сопоставить следующую систему весов:

$$p_1 = 0.2, p_2 = 0.3, p_3 = p_4 = p_5 = 0.166, \sum_{i=1}^8 p_i = 1 \quad (3.22)$$

- Если в качестве носителя лингвистической переменной «Уровень показателя X» выбрать единичный интервал, то трапециевидные функции принадлежности будут иметь вид рис. 3.5;
- Тогда получим комплексный показатель A_N для каждой бумаги методом двойной свертки:

$$A_{_N} = \sum_{j=1}^M \alpha_j \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij} , \quad (3.23)$$

где i – индекс отдельного показателя для их общего числа $N=8$, j – индекс уровня показателя для общего числа уровней $M=3$, λ_{ij} – ранг i -го показателя по своему j -ому уровню, определяемый таблицами П4.3 – П4.5,

$$\alpha_1 = 0.2, \alpha_2 = 0.5, \alpha_3 = 0.8 \quad - \quad (3.24)$$

абсциссы максимумов функций принадлежности терм-множества лингвистической переменной «**Уровень фактора**».

Тогда среднеождаемый ранг j -го уровня, взвешенный по всем N показателям, оценивается формулой

$$y_j = \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij} , \quad (3.25)$$

и справедливо

$$A_{_N} = \sum_{j=1}^M \alpha_j y_j . \quad (3.26)$$

И наоборот, если по каждому фактору определять средний его уровень

$$z_i = \sum_{j=1}^M \alpha_j \lambda_{ij} , \quad (3.27)$$

то справедливо

$$A_{_N} = \sum_{i=1}^N p_i z_i . \quad (3.28)$$

Именно формулы (3.27) и (3.28) берутся за основу при расчетах. Результаты расчетов по этим формулам сведены в таблицу П4.6.

3.4.5.4. Оценка справедливой процентной ставки заимствований по корпоративным облигациям

Зададимся целью определить, как, в соответствии с золотым правилом инвестирования, должна определяться требуемая доходность, отвечающая оцененному нами уровню риска. Пусть у нас $P1$ – процентная ставка по государственным

краткосрочным облигациям, а P_2 – предельно возможная ставка по корпоративным облигациям, которые мы в принципе условились покупать (облигации АО «МММ» не в счет). Сегодня в Российской Федерации $P_1=14\%$ годовых, $P_2=20-21\%$ годовых.

Ставка P , под которую мы готовы выделить деньги, должна удовлетворять следующему рациональному соотношению:

$$P \geq P_1 + (P_2 - P_1) * \frac{0.85 - A_N}{0.85 - 0.55}. \quad (3.29)$$

Если инвестиционная привлекательность облигаций высокая (на уровне 0.85 по комплексному показателю), то $P=P_1$, и можно требовать доходности по корпоративным облигациям данного вида на уровне того же по государственным займам. Если инвестиционная привлекательность близка к критической (а мы именно это и видим), то P стремится к P_2 . Если $A_N < 0.55$, то о покупке облигаций не может быть и речи, и формула (4.29) недействительна.

Итак, мы видим, что сегодня (начало 2003 года) по облигациям российских корпораций можно получать до 15% годовых в валюте, но риск этих вложений велик. Такие облигации в Америке недаром называют «мусорными» (junk bonds). Из этого не следует, что нельзя в России покупать корпоративные облигации. Очень даже можно, но следует быть предельно осмотрительным. Изложенная здесь методика позволяет таковую осмотрительность сделать предметной. Она же позволяет выработать шкалу для определения обоснованной премии за риск, калиброванной на основе базовой процентной ставки по государственным заимствованиям.

3.5. Выводы по главе 3

Нечеткие модели и методы для оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг и их эмитентов доказали свою привлекательность и перспективность. Они учитывают все лучшее, что было выработано теорией фундаментальной оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг, при этом делают решающий шаг – позволяют возможность оценивать фондовые ценности по единому показателю, агрегируя отдельные факторы фундаментального анализа в один комплексный фактор.

Разработан **метод оценки кредитоспособности субъектов РФ**, который учитывает все лучшее, что сделано в методике рейтингового агентства АК&М, но идет значительно дальше в плане дифференцированного распознавания уровней отдельных факторов. И, в связи с изменением подхода, на ряд рейтингов, полученных по методике АК&М, можно взглянуть сравнительно.

Красноречивым примером здесь является Вологодская область (33 место в рейтинговом списке по методике АК&М). Да, существуют определенные проблемы в региональном бюджете, и, в частности, бюджетный дефицит. Однако низкий уровень задолженности по налогам и высокая доля прибыльных предприятий говорят о том, что у

области есть все основания для перспективного экономического развития. Если поглядеть еще более пристально на этот регион, то видно, что намечается определенный экономический подъем после стагнации, особенно в области промышленного производства (ОАО «Северсталь», проекты, связанные со строительством магистральных трубопроводов), оживляется строительство. Проблемы все те же самые, что и в любом другом регионе Северо-Запада России, однако решаются они, как видно в сравнении с другими регионами, более успешно. Все вышесказанное, с учетом того, что в факторном анализе уравниваются финансовый и экономический аспекты кредитоспособности, приводит к тому, что область перемещается на 15-е место в рейтинге и вплотную приближается к лидерам.

Та же Ульяновская область, за счет переоценки ее экономического положения, подвинулась на 10 пунктов вниз по рейтинговой шкале. В этом плане очень интересно понаблюдать за соседями этого региона по рейтингу. Не исключено, что они столь же близки к ситуации банкротства, как и Ульяновская область, и причины такого положения вещей – схожие. Вся полученная информация должна заставить глав администраций этих областей задуматься над тем, в сколь угрожающем положении находятся их регионы.

Скоринг акций российских эмитентов показал, что в начале 2002 года у российского рынка акций были существенные перспективы роста, связанные с его недооцененностью. И, действительно, рынок резко пошел вверх, что нельзя назвать простым совпадением. По состоянию же на начало 2002 года рост рынка несколько замедлился, а сам рынок ждет новых повышательных сигналов. Результаты повторного скоринга показали, что рынок переоценен, и последующий рост может быть обусловлен, в том числе, ажиотажным спросом на российские акции, а не последовательной политикой государства на укрепление экономики и снижение темпов инфляции. Тем рискованнее вложения в такие растущие активы.

По **результатам рейтинга корпоративных облигаций** видно, что облигации всего трех эмитентов (EESR, LKOH, SGNS) из 13 рассматриваемых следовало покупать в середине 2002 года, сопровождая эту покупку углубленным дополнительным исследованием. При этом в работе установлена связь между инвестиционной привлекательностью эмитента облигаций и рациональной процентной ставкой, под которую можно давать деньги в долг упомянутому эмитенту.

Таким образом, в главе 3 настоящей диссертационной работы собраны методы оценки активов, которые могут быть легко преобразованы в программный код и интегрированы в структуру российских финансовых порталов.

4. Оптимизация фондового портфеля и прогнозирование фондовых индексов в нечеткой постановке задачи

4.1. Нечетко-множественный подход к построению эффективных фондовых портфелей

После того, как решена задача оценки инвестиционной привлекательности отдельных активов, можно перейти к решению задачи формирования фондовых портфелей на этих активах. Построение фондового портфеля – эта задача управления финансовой системой, куда финансовые подсистемы отдельных активов входят лишь составляющей, но не исключительной частью. Помимо исходных данных по финансовым инструментам, исследователь в ходе решения задачи оптимизации портфеля должен принимать во внимание данные о взаимосвязи отдельных классовых фондовых инструментов друг с другом, а также влияние на фондовый рынок, где проводится инвестирование, возмущений, источником которых являются макроэкономические надсистемы фондового рынка.

Таким образом, проблема научного управления портфельными инвестициями включает в себя [94]:

А. Выбор перечня модельных классов, в рамках которых будет проводиться инвестирование, и их конструктивное описание. Под **модельными классами или модельными активами (model assets)** здесь понимается совокупность ценных бумаг, сгруппированных по определенному классификационному признаку (функциональному, отраслевому, региональному и т.п.). Примеры модельных классов: бумаги с фиксированным доходом, акции иностранных государств, акции российских нефтяных компаний, облигации зарубежных корпораций и т.п.

В. Определение оптимальной долевой пропорции между модельными классами в структуре модельного портфеля (**asset allocation**). Под **модельным портфелем** мы понимаем совокупность модельных классов, суммарная доля которых в портфеле составляет 100%.

С. Определение состава бумаг, наполняющих каждый из выбранных модельных классов.

Д. Определение стратегии и тактики хеджирования портфеля.

Рассмотрим выделенные задачи по порядку.

4.1.1. Выбор модельных классов и их индексирование

Учитывая в своей работе мировой опыт, сначала коснемся общих принципов модельного портфолио-менеджмента, разработанных в США в середине 70-х годов, а также американского опыта подбора модельных классов.

Прежде всего, в США все ценные бумаги подразделяются по их региональной принадлежности на бумаги, выпущенные в США (**Domestic**) и бумаги, эмитированные за рубежом (**International**).

Затем в модельном классе **Domestic** выделяются следующие субклассы:

- Взаимные фонды краткосрочных обязательств (**Cash**), которые наполнены бумагами с фиксированным доходом со сроком погашения от трех месяцев до года;
- Взаимные фонды государственных средне- и долгосрочных обязательств (**Domestic Govt Bonds**);
- Взаимные фонды корпоративных облигаций (**Domestic Corp Bonds**);
- Взаимные фонды на акциях с большой (от \$10B, где B - миллиард) капитализацией (**Domestic Large Cap**);
- Взаимные фонды на акциях со средней (от \$1B до \$10B) капитализацией (**Domestic Middle Cap**);
- Взаимные фонды на акциях со небольшой, по тамошним меркам (от \$0.1B до \$1B), капитализацией (**Domestic Small Cap**).

В классе **International** выделяются следующие подклассы:

- Рынок ценных бумаг развитых стран (Западная Европа, Скандинавия и т.д.).
- Рынок бумаг развивающихся стран (Восточная Европа, Южная Азия, Ближний Восток и т.д.)

Такая первичная классификация является общеупотребительной. Далее классификацию можно продолжать. В рамках взаимных фондов можно провести отраслевую классификацию, в рамках госбумаг с фиксированным доходом – разделение на правительственные и муниципальные, в рамках зарубежных стран – классификацию на бумаги с фиксированным доходом и бумаги с нефиксированным доходом, и так далее. Все зависит от инвестиционных предпочтений потенциального инвестора, от его представлений о диверсификации.

Чтобы прогнозировать поведение своего модельного портфеля во времени, необходимо сопоставить каждому модельному классу **индекс**, характеризующий историческое поведение совокупности бумаг данного модельного класса.

Например, характерными соответствиями класса и индекса (для условий США) являются:

- **Cash** - *3 Month T-Bills Index [257]*– индекс доходности трехмесячных облигаций казначейства США;

- **Domestic Govt Bonds** - *Lehman Brothers Govt Bond Index* [267];
- **Domestic Large Cap** – *S&P 500 Index* [317].

Индекс можно рассматривать как сконструированный специальным образом регулярно ребалансируемый фондовый портфель, который характеризуется своей текущей рыночной оценкой. Исследуя историческое поведение индекса (**перфоманс**), можно делать прогностические выводы об **ожидаемой доходности** вложений в этот портфель, и о **волатильности** (колеблемости) вложений. Также, рассматривая совместно ряд индексов, можно делать оценку их **взаимной ковариации**, строя ковариационную матрицу.

Таким образом, делая заключение об общих закономерностях поведения сегмента рынка, можно заключить, что в некоторой части эти выводы будут касаться и отдельных бумаг, наполняющих данный модельный класс. Во всяком случае, можно с большой долей уверенности говорить, что бумаги данного класса будут по доходности распределяться вблизи модельного значения (**бенчмарка**) и сильно коррелировать друг с другом. То есть, совокупное поведение этого набора бумаг будет сильно походить на поведение индекса модельного класса, и в этом суть модельного портфельного выбора.

Анализируя динамику индекса за продолжительный период, можно делать предварительные заключения о характере рынка бумаг выбранного модельного класса. Тренд индекса показывает нам характер рынка: по доходности - «бычий» (растущий) или «медвежий» (падающий); с точки зрения риска - нейтральный (характеризующийся низкой колеблемостью) или волатильный (колеблемый). Все собранные выводы дают определенные основания для того, чтобы инвестор мог применять те или иные деривативные стратегии для увеличения доходности или снижения риска (хеджирования) своих модельных портфелей.

Ведущими агентствами США, разработавшими в свое время популярные фондовые индексы и поддерживающими их, являются Moody's, Standard & Poor's, Morgan Stanley, Salomon Smith Barney, Bloomberg и другие.

С точки зрения вида индекса различают индексы S-вида (кумулятивные) и индексы г-вида (процентные). Индексы акций все имеют кумулятивный вид (вид цены или накопленного курсового дохода), индексы облигаций – процентный (вид доходности к погашению долговых обязательств). Возможен переход от кумулятивного вида к процентному и обратно.

Важно также принимать в расчет валюту инвестирования. Если мы говорим о рублевых инвестициях, то для оценки их эффективности на американском, например, рынке, мы должны учесть транзитный фактор соотношения валют наших двух экономик. Это означает, что для оценки эффективности и риска инвестиций американские индексы, измеренные относительно долларов США, должны быть перерасчитаны в рублевом измерении.

Все сказанное требует для анализа мирового фондового рынка единого стандартного представления индексов, например, для использования в компьютерных

программах фондового менеджмента. Таким стандартным видом может быть S-вид индекса, измеренный относительно валюты, в которой проводится инвестирование.

Коснемся российской специфики анализа фондового рынка. Десять лет существования рынка ценных бумаг – это, конечно, ничтожный срок, как с точки зрения формирования рынка, так и с точки зрения анализа статистики этого рынка. И как расценивать накопленную куцую статистику? Здесь больше вопросов, чем ответов. Поглядев на перформанс индекса биржи РТС, можно просто растеряться (см. рис. 5.1)



Рис. 5.1. Индекс РТС за прошедшие 5 лет. Источник:РТС

Однако более подробное рассмотрение показывает, что российский рынок ценных бумаг, еще не успев зародиться, попал в водоворот мирового финансового кризиса. Рынок не погиб; он прошел боевое крещение, - и следующий кризис, вызванный американской рецессией, рынок прошел уже вполне достойно, не прогибаясь до неоправданно низких значений. Можно в связи с этим говорить, что период до августа 1998 года является статистически ничтожным для исследования динамики индексов, и его можно игнорировать.

Сегодня мы можем говорить о **пяти** модельных классах российских ценных бумаг, куда в основном направляются фондовые инвестиции:

- Государственные ценные бумаги и облигации субъектов РФ;
- Обязательства субъектов РФ (в основном эмиссии Москвы и Санкт-Петербурга);
- Корпоративные облигации и векселя;
- Акции десятка наиболее продвинутых компаний («голубых фишек» местного значения).

- Корпоративные акции второго эшелона.

Постепенно оживает торговля фьючерсами и опционами на акции, однако инвестиции в производные ценные бумаги здесь не рассматриваются как модельные. Также не рассматриваются в качестве фондовых инвестиции в мультивалютные портфели и в депозитные сертификаты банков, хотя в портфелях инвесторов эти инструменты могут присутствовать наряду с перечисленными выше фондовыми активами.

Что касается индексов, то здесь - непаханное поле для работы биржевых аналитиков. Только-только начинают появляться публичные индексы для ценных бумаг с фиксированным доходом [59]. В качестве индекса корпоративных акций первого эшелона можно рассматривать индексы РТС [164] (валютный и технический), индекс ММВБ-10 [90], а также композитный индекс РБК[62] - с поправкой на то, что акции РАО «Газпром» не входят в оценку индексов РТС и ММВБ. А что до акций второго эшелона, то объем торгов по ним незначителен, и должного внимания этому сегменту рынка (его индексированию, к примеру) не уделяется (хотя в целях полноты изложения следует упомянуть индекс агентства АК&М [61]).

Вся эта скудость неприятно контрастирует с изобилием, представленном на сайте Казахстанской фондовой биржи KASE [63] – нашего южного соседа. Все фондовые индексы биржи (более двух десятков) разбиты на ряд групп, а именно:

- индексы внешнего валютного долга Казахстана;
- индексы внутреннего долга Казахстана;
- индексы текущих ставок по сделкам «репо»;
- индексы ставок межбанковского рынка депозитов;
- индексы негосударственных облигаций;
- индексы рынка акций.

Такое пристальное внимание к рыночным индикатором можно объяснить только одним – бурными темпами пенсионной реформы в Казахстане, когда на рынок капиталов выходят институциональные инвесторы – негосударственные пенсионные фонды, с суммарным объемом предложения денег свыше 1 млрд. долл. (подробно это рассматривается в [108]). Казахстанские институциональные инвесторы, нуждаясь в полноценной информации для управления своими фондовыми портфелями, подталкивают биржу KASE к максимальному предложению аналитических материалов и инструментов для анализа рынка в рамках финансового портала биржи.

Сегодня Казахстан обгоняет Россию примерно на 3-4 года по развитию фондового рынка, хотя Россия в свое время опережала Казахстан в этих вопросах. Так что время упущено, и необходимо в кратчайшие сроки наверстывать отставание, используя не только мировой опыт, но и опыт наших ближайших соседей.

По результатам договорного взаимодействия с Пенсионным Фондом РФ компания Siemens Business Services выработала и поставила в рамках своего программного продукта (подробнее об этом речь идет в гл. 5 настоящей диссертационной работы) более 20

индексов, описывающих поведение соответствующего числа модельных классов (таблица 4.1).

Таблица 4.1. Индексы модельных классов

№ пп	Тикер индекса модельного класса	Краткое описание модельного класса
1	SBS Rus Govt	Государственные обязательства России
2	SBS Rus Muni	Обязательства субъектов РФ
3	SBS Rus Corp	Корпоративные облигации российских эмитентов
4	RTSI RUB	Акции российских эмитентов (1-й эшелон)
5	AK&M-2	Акции российских эмитентов (2-й эшелон)
6	CBR Rus CD	Банковские депозиты в российских рублях
7	TYX RUB Cum	Государственные долгосрочные обязательства США
8	Moody AAA RUB Cum	Облигации высоконадежных корпораций США
9	S&P500 RUB	Акции крупнейших корпораций США
10	FED US CD RUB Cum	Банковские депозиты в долларах США
11	USD RUB	Доллары США на банковских счетах
12	BE Gilts RUB Cum	Государственные обязательства европейских стран
13	BE CD RUB Cum	Банковские депозиты в европейских странах
14	DAX RUB	Акции крупнейших эмитентов Еврозоны
15	EURO RUB	Евро на банковских счетах
16	BOJ Japan Govt RUB Cum	Государственные обязательства Японии
17	BOJ Japan CD RUB Cum	Банковские депозиты Японии
18	Japan Nikkei Equity RUB	Акции крупнейших корпораций Японии
19	JPY RUB	Японские иены на счетах в банках
20	GBP RUB	Английские фунты стерлингов на счетах в банках
21	MSCI Emerging RUB	Фондовые активы развивающихся стран

Комментарий. В наименовании индексов составляющая **RUB** отражает тот факт, что все используемые индексы имеют размерность российский рубль, т.е. выражают стоимость российских денег, вложенных в те или иные фондовые активы или валюту. Составляющая **Cum** говорит о том, что исходные индексы, имеющие процентный вид текущей доходности вложений, приведены по формуле кумулятивного дохода к **S-виду**, имеющему вид не доходности актива, а его цены.

Работа над созданием индексов активов, разрешенных для инвестирования, несомненно, будет продолжена. Она законодательно вменена уполномоченным на это органам управления фондовым рынком (в рамках Закона РФ «Об инвестировании...» [3]). Продолжится работа над формированием индексов активов, не разрешенных для инвестирования в них накопительной составляющей трудовых пенсий.

4.1.2. Нечетко-множественная модель фондовых индексов

Традиционной вероятностной моделью поведения индекса является модель винеровского случайного процесса с постоянными параметрами μ (коэффициент сноса, по смыслу – предельная курсовая доходность) и σ (коэффициент диффузии, по смыслу – стандартное отклонение от среднего значения предельной доходности). Аналитическое описание винеровского процесса [222]:

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \mu dt + \sigma z(t), \quad (4.1)$$

где $z(t)$ – стандартный винеровский процесс (броуновское движение, случайное блуждание) с коэффициентом сноса 0 и коэффициентом диффузии 1.

В приращениях запись (4.1) приобретает вид

$$\frac{\Delta S(t)}{S(t)\Delta T} = \mu + \sigma \frac{z(t)}{\Delta T}, \quad (4.2)$$

Из (4.1) – (4.2) следует, что доходность, как ее понимает модель винеровского процесса, имеет нормальное распределение с матожиданием μ и среднеквадратическим отклонением σ . Обозначим плотность этого распределения $\phi(r, \mu, \sigma)$, где r – расчетное значение доходности.

Однако, если пронаблюдать фактическое ценовое поведение индексов, то мы увидим, что текущая доходность индексов не колеблется вокруг постоянной случайной величины, но образует динамический тренд. Очень характерным для анализа в этом смысле является интервал 1998-2002 г.г., когда тренд доходности поменял знак, и винеровская модель оказалась абсолютно неадекватной.

Чтобы повысить достоверность оценки доходности и риска индексов, необходимо отказаться от винеровской модели и перейти к нечеткой модели финальной (конечной) доходности следующего вида:

$$S(t) = S(t_0) \times (1 + r(t) \times (t - t_0)), \quad (4.3)$$

где t – текущее время, t_0 – начальный отсчет времени, $S(t)$ - прогнозный уровень индекса – треугольная нечеткая функция, $r(t)$ – расчетный коридор доходности индекса - треугольная нечеткая функция. В каждый момент t случайная величина $r(t)$ имеет нормальное распределение $\phi(r, \mu, \sigma)$ с треугольно-нечеткими параметрами μ, σ . Подробно такое нормальное распределение описано в разделе П1.8 Приложения 1 к настоящей диссертационной работе.

Оценим треугольные параметры μ, σ по принципу максимума правдоподобия. Пусть у нас есть квазистатистика доходностей (r_1, \dots, r_N) мощности N и соответствующая ей гистограмма (v_1, \dots, v_M) мощности M . Для этой квазистатистики мы подбираем двухпараметрическое нормальное распределение, руководствуясь критерием правдоподобия

$$F(\mu, \sigma) = - \sum_{i=1}^M \left(\frac{v_i}{\Delta r} - \varphi(r_i, \mu, \sigma) \right)^2 \rightarrow \max, \quad (4.4)$$

где r_i – отвечающее i -му столбцу гистограммы расчетное значение доходности, Δr – уровень дискретизации гистограммы.

Задача (4.4) – это задача нелинейной оптимизации, которое имеет решение

$$F_0 = \max_{(\mu, \sigma)} F(\mu, \sigma), \quad (4.5)$$

причем μ_0, σ_0 – аргументы максимума $F(\mu, \sigma)$, представляющие собой контрольную точку.

Выберем уровень отсечения $F_1 < F_0$ и признаем все вероятностные гипотезы правдоподобными, если соответствующий критерий правдоподобия лежит в диапазоне от F_1 до F_0 . Тогда всем правдоподобным вероятностным гипотезам отвечает множество векторов \mathcal{N}' , которое в двумерном фазовом пространстве представляет собой выпуклую область с нелинейными границами.

Впишем в эту область прямоугольник максимальной площади, грани которого сориентированы параллельно фазовым осям. Тогда этот прямоугольник представляет собой усечение \mathcal{N}' и может быть описан набором интервальных диапазонов по каждой компоненте

$$\mathcal{N}'' = (\mu_{\min}, \mu_{\max}; \sigma_{\min}, \sigma_{\max}) \in \mathcal{N}'. \quad (4.6)$$

Назовем \mathcal{N}'' зоной предельного правдоподобия. Разумеется, контрольная точка попадает в эту зону, то есть выполняется

$$\mu_{\min} < \mu_0 < \mu_{\max}, \sigma_{\min} < \sigma_0 < \sigma_{\max}, \quad (4.7)$$

что вытекает из унимодальности и гладкости функции правдоподобия. Тогда мы можем рассматривать числа $\mu = (\mu_{\min}, \mu_0, \mu_{\max})$, $\sigma = (\sigma_{\min}, \sigma_0, \sigma_{\max})$ как треугольные нечеткие параметры плотности распределения $\varphi(\bullet)$, которая и сама в этом случае имеет вид нечеткой функции.

Рассмотрим пример. Пусть по результатам наблюдений за индексом сформирована квазистатистика мощностью $N=100$ отсчетов, представленная в диапазоне –

5 ÷ +15 процентов годовых следующей гистограммой с уровнем дискретизации 2% годовых мощностью M=10 интервалов (таблица 4.2):

Таблица 4.2. Гистограмма квазистатистики

Расчетная доходность g_i , % годовых (середина интервала)	Число попавших в интервал отсчетов квазистатистики n_i	Частота $v_i = n_i/N$
-4	5	0.05
-2	2	0.02
0	3	0.03
2	8	0.08
4	10	0.1
6	20	0.2
8	28	0.28
10	19	0.19
12	5	0.05
14	0	0

Оценить параметры нормального распределения доходности.

Решение. Решением задачи нелинейной оптимизации (4.4) является $F_0 = -0.0022$ при $\mu_0 = 7.55\%$ годовых, $\sigma_0 = 2.95\%$ годовых. Зададимся уровнем отсечения $F_1 = -0.004$. В таблицу 4.3 сведены значения критерия правдоподобия, и в ней курсивом выделены значения, удовлетворяющие выбранному нами критерию правдоподобия.

Таблица 4.3. Гистограмма квазистатистики

μ	$F(\mu, \sigma) \times 10000$ при $\sigma =$				
	2	2.5	3	3.5	4
6	-214	-120	-79	-66	-67
6.5	-151	-76	-49	-45	-52
7	-104	-46	-29	-32	-44
7.5	-77	-31	-22	-29	-43
8	-76	-34	-28	-36	-49
8.5	-100	-56	-47	-52	-62

Видно, что при данном уровне дискретизации параметров можно построить зону предельного правдоподобия двумя путями:

$$\aleph''_1 = (7.5, 8.0; 2.5, 3.5), \quad \aleph''_2 = (7.0, 8.0; 3.0, 3.5), \quad (4.8)$$

причем контрольная точка попадает в оба эти прямоугольника. Точное же решение этой задачи, разумеется, единственное:

$$\aleph'' = (6.8, 8.3; 2.3, 3.8), \quad (4.9)$$

и $\mu = (6.8, 7.55, 8.3)$, $\sigma = (2.3, 2.95, 3.8)$ – искомая нечеткая оценка параметров распределения.

Теперь, когда мы научились получать достоверные оценки доходности и риска фондовых индексов, можно переходить к решению задачи оптимизации портфеля на модельных активах.

4.1.3. Метод нечетко-множественной оптимизации модельного портфеля

Исторически первым методом оптимизации фондового портфеля был метод, предложенный в Марковице в [273]. Суть его в следующем.

Пусть портфель содержит N типов ценных бумаг (ЦБ), каждая из которых характеризуется пятью параметрами:

- начальной ценой W_{i0} одной бумаги перед помещением ее в портфель;
- числом бумаг n_i в портфеле;
- начальными инвестициями S_{i0} в данный портфельный сегмент, причем

$$S_{i0} = W_{i0} \times n_i; \quad (4.10)$$

- среднеожидаемой доходностью бумаги r_i ;
- ее стандартным отклонением σ_i от значения r_i .

Из перечисленных условий ясно, что случайная величина доходности бумаги имеет нормальное распределение с первым начальным моментом r_i и вторым центральным моментом σ_i . Это распределение не обязательно должно быть нормальным, но из условий винеровского случайного процесса нормальность вытекает автоматически.

Сам портфель характеризуется:

- суммарным объемом портфельных инвестиций S ;
- долевым ценовым распределением бумаг в портфеле $\{x_i\}$, причем для исходного портфеля выполняется

$$x_i = \frac{S_{i0}}{S}, \quad \sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad i = 1, \dots, N; \quad (4.11)$$

- корреляционной матрицей $\{\rho_{ij}\}$, коэффициенты которой характеризуют связь между доходностями i -ой и j -ой бумаг. Если $\rho_{ij} = -1$, то это означает полную отрицательную корреляцию, если $\rho_{ij} = 1$ - имеет место полная положительная корреляция. Всегда выполняется $\rho_{ii} = 1$, так как ценная бумага полностью положительно коррелирует сама с собой.

Таким образом, портфель описан системой статистически связанных случайных величин с нормальными законами распределения. Тогда, согласно теории случайных величин, ожидаемая доходность портфеля r находится по формуле

$$r = \sum_{i=1}^N x_i \times r_i, \quad (4.12)$$

а стандартное отклонение портфеля σ -

$$\sigma = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \times x_j \times \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (4.13)$$

Задача управления таким портфелем имеет следующее описание: определить вектор $\{x_i\}$, максимизирующий целевую функцию r вида (4.12) при заданном ограничении на уровень риска σ , оцениваемый (4.13):

$$\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \sigma = \text{const} \leq \sigma_M, \quad (4.14)$$

где σ_M – риск бумаги с максимальной среднеожидаемой доходностью. Запись (4.14) есть не что иное, как классическая задача квадратичной оптимизации, которая может решаться любыми известными вычислительными методами.

Замечание. В подходе Марковица к портфельному выбору под риском понимается не риск неэффективности инвестиций, а степень колеблемости ожидаемого дохода по портфелю, причем как в меньшую, так и в большую сторону. Можно без труда перейти от задачи вида (4.14) к задаче, где в качестве ограничения вместо фиксированного стандартного отклонения выступает вероятность того, что портфельная доходность окажется ниже заранее обусловленного уровня.

Если задаваться различным уровнем ограничений по σ , решая задачу (4.14), то можно получить зависимость максимальной доходности от σ вида

$$r_{\max} = r_{\max}(\sigma) \quad (4.15)$$

Выражение (4.15), именуемое **эффективной границей** портфельного множества, в координатах «риск-доходность» является кусочно-параболической вогнутой функцией без разрывов. Правой точкой границы является точка, соответствующая тому случаю, когда в портфеле оказывается одна бумага с максимальной среднеожидаемой доходностью.

Подход Марковица, получивший широчайшее распространение в практике управления портфелями, тем не менее имеет ряд модельных допущений, плохо согласованных с реальностью описываемого объекта - фондового рынка. Прежде всего это отсутствие стационарности ценовых процессов, что не позволяет описывать доходность бумаги случайной величиной с известными параметрами. То же относится и к корреляции.

Если же мы рассматриваем портфель из модельных классов, а ценовую предысторию индексов модельных классов - как квазистатистику, то нам следует

моделировать эту квазистатистику многомерным нечетко-вероятностным распределением с параметрами в форме нечетких чисел. Тогда условия (4.12) – (4.13) **записываются в нечетко-множественной форме**, и задача квадратичной оптимизации также решается в этой форме (подобным образом задача формулируется в [93, 101, 202]). Решением задачи является эффективная граница в виде нечеткой функции полосового вида. Ее следует привести к треугольному виду по обычным правилам.

Каждому отрезку на эффективной границе, отвечающей абсциссе портфельного риска, соответствует нечеткий вектор оптимальных портфельных долей.

И, наконец, если заданы контрольные нормативы по доходности и риску (бенчмарк модельного портфеля), которые следует соблюсти по результатам управления портфелем, и если бенчмарк попадает в полосу эффективной границы, то возникает риск того, что по фактору доходности модельный портфель «не переиграет» бенчмарк. Поскольку ожидаемая доходность портфеля – треугольное нечеткое число, то риск неэффективности портфеля можно оценить по той же формуле, что и риск неэффективности инвестиций (метод оценки риска инвестиций рассмотрен в разделе 3.2 настоящей диссертационной работы).

Итак, изложение модифицированного подхода Марковица завершено. Далее по тексту диссертационной работы принимается, что метод имеет дело с квазистатистикой модельных индексов в портфеле, которая моделируется посредством N -мерного нечетко-вероятностного распределения. Оценив параметры этого распределения как нечеткие числа, мы решаем задачу квадратичной оптимизации в нечеткой постановке, получая эффективную границу в форме криволинейной полосы.

Рассмотрим простейший пример американского модельного портфеля из двух модельных классов: правительственных долгосрочных облигаций (**Класс 1**, характеризующийся индексом LB Govt Bond) и высококапитализированных акций (**Класс 2**, характеризующийся индексом S&P500). Сводные данные по обоим индексам приведены в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Исходные данные по модельным классам

Номер модельного класса	Ожидаемая доходность $r_{1,2}$, % год			Ожидаемая волатильность $\sigma_{1,2}$, % год		
	<i>мин</i>	<i>средн</i>	<i>макс</i>	<i>мин</i>	<i>средн</i>	<i>макс</i>
1 Облигации	6.0	6.1	6.2	0.6	0.7	0.8
2 Акции	10	12.5	15	20	25	30

Следовало бы еще оценить корреляцию двух индексов. Но, как будет показано далее, здесь этого не потребуются. Пока же для общности обозначим коэффициент корреляции ρ_{12} .

Надо сразу оговориться, что случай портфеля из двух компонент является **вырожденным** с точки зрения оптимизации. Здесь полное множество портфельных решений представляет собой участок в общем случае кривой линии на плоскости, и он же

является эффективной границей. Так что в настоящем примере мы не столько решаем оптимизационную задачу, сколько ищем аналитический вид эффективной границы в координатах «риск-доходность».

Запишем (4.12) – (4.13) в частном виде

$$r = x_1 \times r_1 + x_2 \times r_2 \quad (4.16)$$

$$\sigma^2 = x_1^2 \times \sigma_1^2 + 2x_1x_2 \times \sigma_1 \times \sigma_2 \times \rho_{12} + x_2^2 \times \sigma_2^2 \quad (4.17)$$

$$x_2 = 1 - x_1 \quad (4.18)$$

Все «постоянные» коэффициенты в (4.16) - (4.17) являются треугольными нечеткими числами, а операции сложения-умножения-вычитания определены в пространстве треугольных нечетких чисел. И, поскольку в нашем случае $\sigma_2 \gg \sigma_1$, то имеет место приближенное равенство:

$$\sigma = x_2 \times \sigma_2, \quad (4.19)$$

и справедливо

$$r = \frac{r_2 - r_1}{\sigma_2} \times \sigma + r_1 - \quad (4.20)$$

уравнение эффективной границы в виде полосы с прямолинейными границами (см. рис. 4.2).

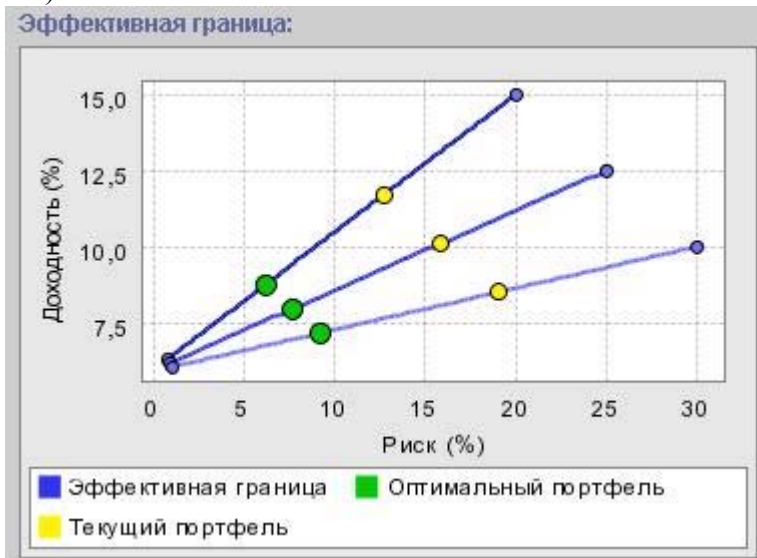


Рис. 4.2. Эффективная граница в виде полосы с линейными границами

Коэффициент пропорциональности в (4.20) есть не что иное, как хорошо известный в портфельном менеджменте показатель Шарпа [298] – отношение доходности индекса (за

вычетом безрисковой составляющей доходности) к волатильности индекса. Только в нашем случае он имеет нечеткий вид, сводимый к треугольному по правилу:

$$\left(\frac{r_{2min} - r_{1max}}{\sigma_{2max}}, \frac{r_{2av} - r_{1av}}{\sigma_{2av}}, \frac{r_{2max} - r_{1min}}{\sigma_{2min}} \right) \quad (4.21)$$

В таблицу 4.5 сведены границы для модельного класса облигаций в структуре модельного портфеля для различных уровней риска.

Таблица 4.5. Оптимальная доля облигаций в портфеле

Риск портфеля, % год		1	5	10	15	20	25	30
Доля облигаций в портфеле	max	0.967	0.833	0.667	0.500	0.333	0.167	0.000
	av	0.960	0.800	0.600	0.400	0.200	0.000	0
	min	0.950	0.750	0.500	0.250	0.000	0	0
Разброс		0.067	0.083	0.167	0.250	0.333	0.167	0

По краям полосы разброс портфельных границ ниже, чем в середине. Это объясняется тем, что на краях полосы эффективной границы портфель обладает вполне определенным стилем: большей доходности отвечает модельный класс акций, а меньшему риску – модельный класс облигаций.

Также надо отметить, что разброс параметров доходностей и рисков влияет на решение задачи оптимизации фондового портфеля гораздо ощутимее, нежели разброс параметров корреляционной матрицы (это доказано в работах [225], [27]). Поэтому основной акцент при подготовке исходных данных для анализа портфеля следует сделать на минимизации разброса именно параметров доходности и риска входящих в портфель активов.

4.1.4. Наполнение модельного портфеля реальными активами

Когда оптимальные доли компонент модельного портфеля определены, необходимо выполнить процедуру наполнения компонент модельного портфеля реальными активами. Как показывает практика фондовых инвестиций, ценовое поведение реальных активов в структуре модельного класса характеризуется эффектом синхронной волатильности, когда цены большинства реальных активов в рамках класса движутся в одну сторону. Эта практически полная корреляция активов делает бессмысленной оптимизацию реального портфеля по Марковицу. К тому же для такой оптимизации невозможно получить достоверные исходные данные по ожидаемой доходности и риску.

Возможно провести оптимизацию реального портфеля по альтернативному принципу, отталкиваясь от инвестиционного качества реальных активов, входящих в портфель. Тогда можно воспользоваться комплексными оценками инвестиционного качества, полученными в рамках рейтинга облигаций и скоринга акций (см. разделы 3.2 –

3.4 настоящей диссертационной работы). Чем выше уровень качества актива, тем больший вес он имеет право занять в рамках выделенной группы активов реального портфеля. Можно определять оптимальную долю актива двумя способами:

- на пропорциональной основе, как отношение комплексного показателя к сумме комплексных показателей активов портфеля;
- по принципу Фишберна. Если уровни привлекательности активов проранжировать по убыванию, то соответствующие веса компонент портфеля также расположатся по убыванию, а их веса в портфеле можно оценить по формуле Фишберна.

4.1.5. Стратегии хеджирования модельного фондового портфеля

Под хеджированием фондового портфеля понимается деятельность инвестора, направленная на снижение системных инвестиционных рисков и использующая производные ценные бумаги. Базовым средством хеджирования реальных активов (акции, облигации), именуемых в теории хеджирования **подлежащими активами**, является покупка опционов *put* на эти активы. Целью такой покупки является лимитирование, отсечение убытков, связанных с резким падением цены активов на рынке.

Хеджирование – крайняя мера, вызванная недостатком информации о тенденциях поведения подлежащего опциону актива в будущем (в противном случае потенциально падающий актив мог быть вовремя продан, а затем куплен обратно, но по более низкой цене). Инвестор, идя на выплату опционной премии, заведомо снижает ожидаемую доходность своих вложений. В то же время он снижает и риск вложений, лимитируя убытки заранее известной величиной. Таким образом, снижается волатильность вложений.

Косвенным эффектом хеджирования является повышение ликвидности активов инвестора. Получая опционную выплату в случае падения цены актива, инвестор получает поток денежных средств, которые могут быть направлены на инвестиции.

Надо обязательно добавить, что опционы и фьючерсы в странах с недоразвитой экономикой – это вовсе не панацея от финансовых крахов. У многих на памяти истории августа 1998 года, когда люди, захеджировавшие свои рублевые позиции, понесли колоссальные убытки из-за отказа проигрывающих сторон в полном объеме исполнять свои обязательства по долларовым фьючерсам, что вызвало принудительное закрытие позиций. Полностью эти позиции не могли быть закрыты уже потому, что вариационная маржа в большом процентном отношении была обеспечена государственными краткосрочными облигациями, по которым как раз был объявлен дефолт. Таким образом, убытки хеджеров оказались двусторонними: от вложений в ГКО по факту дефолта и от вложений во фьючерсы по факту невыплаты вариационной маржи.

Тем не менее, в спокойные времена деривативы являются естественным средством управления фондовыми рисками, и именно в этом надежном качестве мы их здесь и рассматриваем.

Когда хеджируется не отдельный актив, а совокупность активов, портфель реальных бумаг (в частном случае это пай взаимного фонда), тогда хеджирование идет **на индексной основе**. Проводится стилевой анализ совокупности активов, по результатам которого устанавливается модельный портфель, наполненный модельными активами в той пропорции, чтобы построенный модельный портфель наилучшим образом отвечал портфелю реальному. Каждому модельному активу соответствует фондовый индекс, и, чтобы осуществить хеджирование модельного актива, необходимо приобрести соответствующее количество **индексных опционов**.

Например, по состоянию на 11 декабря 2001 года, американский инвестор имеет 1 миллион 26 тыс. долларов, вложенных в высококапитализированные акции американских компаний. Будем для простоты считать, что стилевой анализ показывает 100%-ое соответствие вложений индексу S&P500. Инвестор принимает решение хеджировать портфель индексными опционами со страйком, ближайшим к котировке индекса на текущую дату ($S_0 = 1142$). При этом он хеджируется из расчета на $T = 1$ месяц = $1/12$ года существования портфеля.

Результатом хеджирования является приобретение индексных опционов с тикером SPT MH-E, страйк $d_p = 1140$, дата погашения – 18 января 2002 года. Общее их количество определяется из того расчета, что один базисный пункт индексного опциона покрывает 100 долларов подлежащего ему актива. Чтобы захеджировать 1 млн. долларов опционами данного тикера, необходимо приобрести $1026000 : 1140 : 100 = 9$ стандартных опционных контрактов. Это обойдется инвестору в $32.3 * 100 * 9 = 29070$ долларов опционной премии, или порядка 3% дополнительных инвестиций. Здесь $z_p = 32.3$ – опционная премия из расчета на один базисный пункт опционного контракта.

Если в ближайший от покупки месяц индекс вырастет, например, до $S_T = 1209$, то есть на 6 процентов, тогда вложения в put-опционы оказываются напрасными, и тогда доходность от вложений может быть определена по формуле

$$v = \frac{\max(S_T, d_p) - S_0 - z_p}{(S_0 + z_p) \times T} \quad (4.23)$$

В данном случае $v = 34.5\%$ годовых, без учета реинвестирования.

Наоборот, если индекс упадет, например, до $S_T = 1072$, то есть на 6 процентов вниз, тогда put-опцион оказывается в деньгах, и доходность вложений, согласно (4.23), становится равной $v = -33.1\%$ годовых.

Если бы опцион не приобретался, то простейшие вычисления дают доходность подлежащего актива 72% годовых при первом сценарии развития событий и (-72%) годовых – при втором сценарии. Видим, что волатильность вложений, измеренная как разбег доходности применительно к двум сценариям развития событий, в половину меньше для хеджированного актива.

В самом общем случае, когда установлена плотность вероятностного распределения будущей цены подлежащего актива $\varphi(S_T)$, тогда плотность распределения финальной доходности сборки «put + подлежащий актив» определяется по формуле [93]:

$$\varphi_R(v) = \begin{cases} 0, & v < v_0 \\ K \times \delta(0), & v = v_0 \\ (S_0 + z_p)T \varphi_S(v(S_0 + z_p)T + S_0 + z_p), & v > v_0 \end{cases}, \quad (4.24)$$

где

$$v_0 = \frac{d_p - S_0 - z_p}{(S_0 + z_p) \times T} \quad - \quad (4.25)$$

граничный нижний уровень доходности сборки «put + актив», который известен заранее при ее покупке,

$$K = \int_{-\infty}^{d_p} \varphi_S(s) ds \quad - \quad (4.26)$$

вероятность события $S_T < d_p$, когда опцион оказывается в деньгах, $\delta(\bullet)$ – дельта-функция, равная бесконечности к нулевой абсциссе и нулю во всех остальных точках.

Что касается вида $\varphi(S_T)$, то удобно искать эту функцию в виде плотности гауссовского распределения с нечеткими параметрами среднего и среднеквадратического отклонения, как это обосновывается в [93]. Тогда (4.24) имеет вид усеченной слева плотности нормального распределения с нечеткими параметрами, с дельта-функцией на левом конце распределения, **бимодальной** формы (рис.4.3).

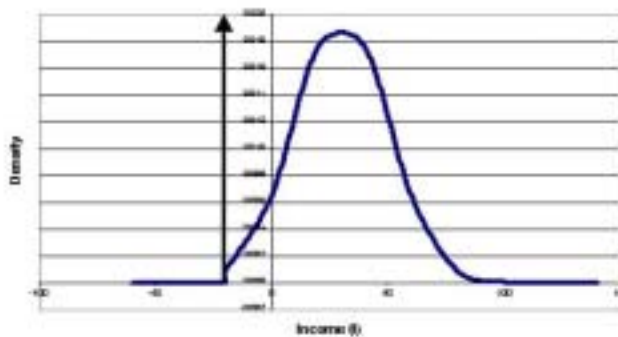


Рис. 4.3. Плотность распределения доходности сборки

Введем бимодальную функцию самого общего вида, которую далее будем называть *функцией вида* $H(v_0, v_1)$. Для нее значение v_0 , определяемое (4.25) – это абсцисса *левого* максимума плотности дельта-функции; v_1 – абсцисса *правого* максимума плотности распределения, определяемая по формуле

$$v_1 = \frac{\overline{S_T} - S_0 - z_p}{(S_0 + z_p) \times T}, \quad (4.27)$$

где $\overline{S_T}$ – среднее значение ожидаемой цены подлежащего актива через время T , треугольное нечеткое число. Понятно, что $v_1 > 0$, в противном случае проводить инвестирование в хеджированный актив или хеджироваться нет никакого смысла. Вводя этот обобщенный вид бимодальной функции, мы сознательно не настаиваем на том, что непрерывная ее часть будет иметь нормальный вид.

В важном частном случае, когда хеджирование отсутствует, $z_p = 0$, $v_0 = -1/T$, $K = 0$, и распределение $H(v_0, v_1)$ сходится к обыкновенному нормальному виду, если распределение цены подлежащего актива нормально. При нулевой дисперсии эта нормальная плотность распределения вырождается в дельта-функцию, что соответствует определенной доходности безрискового актива. Таким образом, классические распределения доходности активов являются вырожденными частными случаями более сложного распределения $H(v_0, v_1)$ -вида.

Можем ли мы, зная распределения доходности отдельных хеджированных активов, получить распределение доходности модельного портфеля на их основе аналитическим путем? К сожалению, нет. Математическая теория композиции вероятностных распределений свидетельствует о том, что сумма двух стохастически зависимых случайных величин с усеченно-нормальным распределением есть случайная величина, **не обладающая** усеченно-нормальным распределением. В результирующем вероятностном распределении такой величины плотность является мультимодальной функцией. Все это говорит о том, что точному аналитическому решению задача оптимизации модельного портфеля с хеджированными активами не поддается.

В качестве альтернативы можно предложить для оптимизации хеджированного модельного портфеля схему минимизации уровня предельных потерь. Действительно, по каждому хеджированному активу известна минимальная доходность v_{0i} . Соответственно, минимальная доходность по портфелю составляет

$$V_0 = \sum_{i=1}^N x_i v_{0i}, \quad (4.28)$$

где x_i – доли компонент в портфеле. Максимизируя V_0 , мы решаем задачу нелинейной оптимизации относительно не только оптимального распределения долей активов, но и глубины их хеджирования, а также соотношения страйков по put-опционам и размеров опционных премий.

Оптимизация функционала (4.28) не является оптимизацией модельного портфеля в постановке Марковица уже потому, что в качестве ограничения в задаче оптимизации здесь не выступает риск портфеля. Чтобы учесть параметры риска в оптимизации, можно перед решением задачи (4.28) решить классическую задачу Марковица, а в задаче (4.28) оптимизировать уже только параметры хеджирования, зафиксировав веса компонент.

4.2. Прогнозирование фондовых индексов

Оптимизация модельного фондового портфеля базируется на исходных данных по индексам, которые являются результатом научного прогнозирования. Прогнозирование фондовых индексов – это задача, которая перестает быть научной при том условии, когда к теории прогнозирования предъявляются завышенные требования предсказания вполне точных значений тех или иных параметров в будущем. Современная теория прогнозирования фондовых индексов базируется на том, что предсказанию подлежат не сами индексы, а **их рациональные тенденции**, обусловленные рациональным поведением коллективного инвестора в фондовые активы.

Существует целый класс теорий прогнозирования, базирующихся на историческом анализе данных. Ни одна из этих теорий не контролирует состоятельность данных, поступающих на вход соответствующих методов. Однако в том случае, когда между историческими данными и будущим лежит парадигмальный эпистемологический разрыв [83], то соответствующая предыстория индексов существенно обесценивается, а базирующиеся на использовании этой статистики методы начинают давать ошибочные неverified прогнозы. Нынешний кризис фондового рынка был превосходным тестом для всех существовавших доньше методов прогнозирования, которые этот тест не прошли.

Следовательно, перед наукой прогнозирования тенденций фондового рынка (если она признает себя таковой) встает задача смены основ, на которой базируется эта наука. И возможной новой основой для современной теории прогнозирования как раз и может стать теория рационального инвестиционного выбора. Доказательная база этой теории может быть собрана на материале фондового рынка США.

Американский рынок, долгое время пребывавший в фазе эйфории относительно своих экономических возможностей, в настоящий момент, преодолевая рецессию и панические настроения инвесторов, ищет новые экономические ориентиры. Еще несколько лет потрясений нам обеспечены, полагаю, - но свет в конце тоннеля уже виден. Это – **нарастающая рационализация инвестиционного выбора**, и под этим флагом мировой фондовый рынок будет плавать еще не менее ближайших лет пяти. Шок от потрясения, вызванного сдуванием мыльного пузыря «новой экономики», еще должен быть хорошенько пережит, переосмыслен.

Следствие: оптимальное управление фондовыми портфелями лиц и организаций постепенно приобретает черты **активного, оперативного и алертного управления**.

Активное управление предполагает отказ от пассивных стратегий ведения портфеля (например, в привязке к рыночным индексам, по принципу балансовых фондов). *Оперативное* управление осуществляется в режиме реального времени, с непрерывной переоценкой уровня оптимальности портфеля (даже в рамках одного торгового дня, нынешние компьютерные программы это позволяют). *Алертное* управление предполагает наличие в системе установленных предупредительных сигналов, срабатывающих на изменение уставленных макроэкономических, финансовых, политических и иных параметров. Срабатывание алерта вызывает автоматическое выполнение некоторой цепочки предустановленных решающих правил по ребалансingu фондового портфеля.

Оптимальное управление на основе нечетких оценок факторов доходности и риска активов не может не брать в расчет обоснованные прогностические модели, принципы построения которых вкратце изложены в [94, 108]. Напрашивается мысль, что те группы рыночных субъектов, кто будет успешнее прогнозировать финансовые потоки и управлять ими, получит в условиях нового мирового порядка труднопереоцениваемые, эксклюзивные преимущества. Неспроста сказано: кто владеет информацией, тот владеет миром.

И главный фактор успеха здесь – это понимание того, что такое **рациональное инвестиционное поведение**, плюс качественная и количественная математическая модель такого поведения. Много сил в науке было отдано тому, чтобы описать рациональный инвестиционный выбор (например, через функцию инвестиционной полезности, в том числе и в нечетком описании [276]). Однако, если исследование аспектов рационального инвестиционного поведения не опирается на детальный анализ фондового рынка и макроэкономической обстановки в стране, где осуществляются инвестиции, то такой анализ рационального инвестиционного поведения является **бесполезным**. А в такой постановке задача практически не звучит. Приятным исключением является подход, применяемый компанией **Lattice Financial** [266], где прослеживается детальная модельная связь между макроэкономическими факторами и количественными оценками тенденций фондового рынка. Но здесь другая крайность: слишком велика в моделях [266] доля механистического понимания связей на макро- и микроуровне, когда возникает прямой соблазн «рекурсивного прогнозирования», где будущее с точностью до вероятностно распределенного случайного сигнала определяется настоящим. Фактор рационализации выбора совершенно выпадает из моделей такого сорта.

Следует восполнить этот пробел в теории фондовых инвестиций – и одновременно развить математическое оснащение моделей рационального инвестиционного выбора, введя в них формализмы теории нечетких множеств. Нечеткие описания естественны, т.к. ряд параметров моделей не может быть определен вполне точно, - потому что речь идет о субъективных человеческих предпочтениях, которые размыты не потому лишь, что мы не можем набрать правдоподобной статистики, а потому, что инвестор и сам иногда не до конца понимает, чего он хочет, и на каком основании он отделяет «хорошие» бумаги от «плохих». Осмыслить, что для инвестора «хорошо», а что «плохо» - это и есть цель настоящего исследования.

4.2.1. Теоретические предпосылки для рационального инвестиционного выбора

Самое простое и конструктивное определение рационального инвестиционного выбора: это такой выбор, который приносит доход в среднесрочной перспективе (при наличии возможности промежуточных убытков). Так, скажем, если рационально ожидаемая доходность по акциям за период 2-3 года является отрицательной, то такой выбор нельзя считать рациональным. Это означает, что инвестор чего-то не понимает в природе рынка, на котором он работает. Вся история последних двух лет – это история о том, как вкладчики в акции США теряли свои деньги, история иррациональных инвестиций. Здесь и далее мы исследуем именно рациональный инвестиционный выбор, т.е. выбор вложений в различные фондовые инструменты с научным расчетом на повышение капитализации вклада.

Когда в экономической игре действуют несколько агентов, не образующих коалиций, обладающих равной информацией и действующих по одинаковым правилам, то мы приходим к гипотетической модели эффективного (равновесного, рационального) рынка. В реальности рационального рынка нет, потому что всегда есть недобросовестные инсайдеры, которые, создавая завесу информационного шума вокруг своей деятельности, получают выигрыши на волне иррациональных поступков других инвесторов. Это - недобросовестная деятельность, нечестная конкуренция, которая в ряде случаев преследуется по закону. Недобросовестными инсайдерами, по нашему мнению, надо признавать и тех «консультантов», которые, отчетливо понимая природу макроэкономических процессов, тем не менее дают советы, генерирующие массовый иррациональный инвестиционный выбор и приводящие к убыткам. К таким советам я, в частности, отношу советы одного из наиболее авторитетных консультантов США Эбби Дж. Козн, которые она давала в 2001 году – инвесторам «сидеть ровно» (sit tight), копируя принцип балансовых индексных фондов, ничего не покупая и не продавая (подробно об этом см. в [284]). Убытки в сотни миллиардов долларов явились следствием этой «консультации».

Но уже сам факт, что фондовый пузырь «новой экономики» лопнул (хотя и не до конца) – это характеристика того, то рынок, будучи доселе неэффективным, ищет нового равновесия, ищет новой эффективности и рациональности. И в нашу задачу входит определить эту гипотезу новой эффективности, сформулировать парадигму того рационального рынка, куда стремится теперь Америка – а вместе с ней и весь мир.

Итак, рассмотрим поведение рационального инвестора (частного или институционального), который формирует свой обобщенный модельный инвестиционный портфель из ценностей трех базовых типов, эмитированных в одной стране:

- **Государственные и окологосударственные обязательства** (сюда мы относим облигации страны и ее субъектов, а также процентные вклады в банках с существенным государственным участием, по типу Сбербанка РФ, и депозиты в иностранной валюте в этих же банках).

- **Корпоративные обязательства** (к ним относим корпоративные облигации и векселя, а также процентные вклады в негосударственных банках и депозиты в иностранной валюте в этих же банках).
- **Корпоративные акции** (к ним относим как просто акции, так и паи взаимных фондов на акциях, которые в России называются просто инвестиционными фондами).

Замечание 1. Мы не относим к инвестициям денежный беспроцентный вклад в банк в валюте страны, потому что в долгосрочной перспективе деньги являются активом с отрицательной доходностью (вследствие инфляции). Поэтому такой инвестиционный выбор нельзя считать рациональным. Деньги в предпосылке рационального выбора являются не инвестиционным ресурсом, а средством неотложных расчетов за товары. Они становятся инвестиционным ресурсом только тогда, когда приносят доход, будучи вложенными куда-то и приносящими доход как плату за отложенный спрос на них в расчетах.

Замечание 2. На этом этапе моделирования мы не рассматриваем отдельно поведение инвестора, связанное с хеджированием своих инвестиционных рисков при помощи производных ценных бумаг. Это – тема отдельного исследования.

В момент старта инвестиций ($t=0$) мы предполагаем, что инвестор вкладывает в обобщенный инвестиционный портфель денежный капитал, условно равный **единице**, в валюте той страны, где осуществляются инвестиции.

Анализируя рациональный инвестиционный выбор, мы берем во внимание макроэкономическую обстановку, сложившуюся в выбранной стране на момент принятия инвестиционного решения. Что это за условия, будет видно из дальнейшего.

Наша научная задача состоит в том, чтобы определить **причинно-следственную связь рационального инвестиционного выбора**, т.е. ответить на вопрос: какие внешние макроэкономические факторы в количественном и качественном отношении заставят рационального инвестора так или иначе (в той или иной доле пропорции) формировать свой обобщенный инвестиционный портфель. Понимая эту причинную связь количественно и качественно, мы можем перейти к построению прогностических моделей. При этом мы не ждем, что поведение реального рынка будет стопроцентно точно вписываться в наш прогноз (мы вообще не верим в точные прогнозы). Мы прогнозируем не само поведение рынка, а рациональный тренд этого поведения, предполагая в то же время, что реальный рынок ближайших пяти лет будет асимптотически приближаться к этому тренду, а колебания рынка относительно тренда мы списываем на иррациональный инвестиционный выбор, вызванный неверной (ненаучной) оценкой новостей, слухов и рыночных алертов, в том числе макроэкономических.

Заявленная выше группировка активов является оправданной, потому что обязательства, безотносительно того, какую природу они имеют (природу ценных бумаг или природу денежных депозитов), выражают расчет инвестора на известный

фиксированный доход в будущем. Критерии кластеризации – это доходность инвестиций в активы, надежность эмитента активов и характер волатильности активов (табл. 4.6):

Таблица 4.6. Укрупненная классификация фондовых инвестиций

Тип реального актива	Доходность реального актива	Надежность реального актива (риск 1)	Волатильность реального актива (риск 2)
Гособязательства	Низкая	Высокая	Низкая
Корпоративные обязательства	Низкая и средняя	Средняя и низкая	Низкая и средняя
Корпоративные акции	Средняя и высокая	Средняя и низкая	Высокая

Надежность и волатильность – это две стороны риска, связанные с вложениями в активы. Если свести эти две меры в одну, то можно утверждать, что риск инвестиций в гособязательства является низким, в корпоративные обязательства – средним, а в корпоративные акции – высоким.

Если рассматривать выделенные типы активов как **модельные классы**, то каждому из классов можно сопоставить фондовый индекс, имеющий форму индекса кумулятивной финальной доходности в валюте страны, как это объясняется в предыдущем разделе настоящей диссертационной работы. Также мы считаем, что дефолтные риски реальных активов в структуре модельного актива элиминируются, и главную долю в рисках занимает прежде всего **синхронная волатильность** курсовой цены реальных активов (в силу почти полной корреляции реальных активов внутри одного модельного актива).

Ясно, что можно выстроить точечные оценки доходности и риска по этим индексам, исследуя исторические данные, пользуясь экспертными соображениями или прогностическими моделями (таблица 4.7). На этом этапе рассмотрения, для простоты, мы считаем получаемые оценки **неразмытыми**.

Таблица 4.7. Исходные данные по модельным активам

Тип актива	Доходность актива	Риск актива	Вес актива в портфеле
Гособязательства	r_1	σ_1	x_1
Корпоративные обязательства	r_2	σ_2	x_2
Корпоративные акции	r_3	σ_3	x_3

Сумма весов в портфеле равна единице. В зависимости от типа выбора (консервативный, промежуточный, агрессивный) инвестор увеличивает или уменьшает долю акций в противовес облигациям.

Замечание 3. На начало исследования нам не известны точечные прогностические оценки доходности и риска активов (тогда бы не было смысла ставить и решать нашу

задачу). Зато нам известны отношения порядка доходностей и рисков, которые в последующем будут нами включены в математическую модель.

Замечание 4. Еще раз повторимся, что рациональное инвестирование предполагает рациональные оценки доходности и риска активов. Здесь и далее, если не оговаривается особо, мы говорим о рациональных оценках для принятия рациональных инвестиционных решений. Как получить эти рациональные оценки – об этом речь впереди.

Разумеется, построенный обобщенный инвестиционный портфель является **монотонным** (в смысле [110]). То есть мы знаем, что монотонное убывание доходности от актива к активу сопровождается в нашей модели соответствующим монотонным убыванием риска вложений. Монотонность портфеля – это свойство, которое делает его сбалансированным (равновесным) и отвечающим золотому правилу инвестирования, причем в формировании эффективной границы портфельного множества непременно участвуют все модельные активы, входящие в монотонный портфель.

Поэтому мы утверждаем, что вложения одновременно в три выделенных актива делают инвестиционный выбор инвестора рациональным, безотносительно долей этих активов в портфеле. Это следует и из тех простых соображений, что все перечисленные активы органично дополняют друг друга, создавая полный диверсифицированный набор фондовых инструментов. В списке из трех модельных активов нет ни одного лишнего, потому что в пространстве рациональных значений «риск-доходность» эти активы образуют полное перекрытие. Другое дело, что реальные активы, наполняющие те или иные модельные компоненты портфеля, могут превосходно вытеснять друг друга с эффективной границы, и тогда присутствие «отсталых» реальных активов делает портфель немонотонным.

В самом общем случае эффективная граница портфельного множества на модельных активах является вогнутой функцией без разрывов в координатах «риск-доходность». Если нанести на график, наряду с эффективной границей, изолинии двумерной функции полезности инвестиционного предпочтения ([194], рис. 4.4), имеющие с эффективной границей общую касательную, то каждая изолиния будет соответствовать определенному типу инвестиционного поведения. Агрессивный рациональный инвестор соответствует изолинии с меньшими углами наклона касательной, консервативный рациональный инвестор – с большими углами наклона (он требует в качестве платы за прирост риска большей доходности, нежели агрессивный инвестор).

Естественно, напрашивается традиционная или размытая классификация инвестиционных предпочтений по виду эффективной границы. Простейший способ классификации таков. Обозначим σ_{\min} – риск левой точки эффективной границы, σ_{\max} – риск правой точки эффективной границы, и $\Delta = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min})/3$. Тогда инвестиционный выбор может быть привязан к степени риска фондового портфеля следующим образом:

- Консервативный выбор – при риске портфеля от σ_{\min} до $\sigma_{\min} + \Delta$;
- Промежуточный выбор – при риске портфеля от $\sigma_{\min} + \Delta$ до $\sigma_{\min} + 2\Delta$;

- Агрессивный выбор – при риске портфеля от $\sigma_{\min} + 2\Delta$ до σ_{\max}

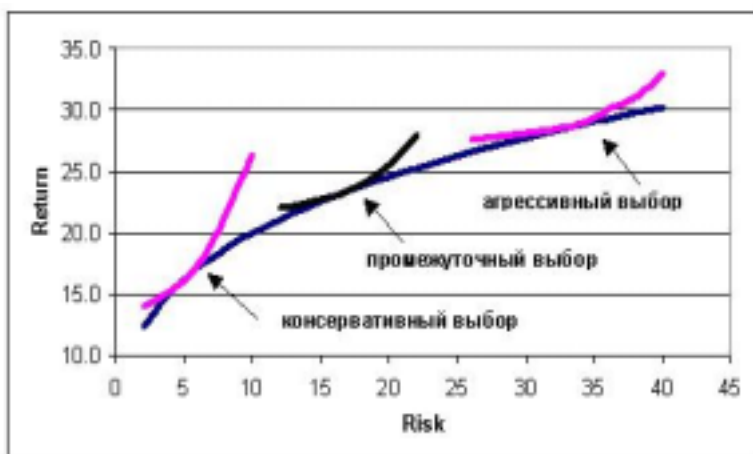


Рис. 4.4. Эффективная граница и изолинии функции полезности

На рис. 4.4 представлена эффективная граница портфеля самого общего вида. Как мы далее покажем, для обобщенного инвестиционного портфеля в нашей постановке эффективная граница вырождается к виду, близкому прямой линии. Докажем это утверждение, воспользовавшись результатами теории монотонного портфеля [110]. Поскольку наш обобщенный инвестиционный портфель монотонен, то существует отношение порядка для доходностей и рисков активов портфеля. Простейшие рыночные исследования дают нам такое отношение порядка:

$$\begin{aligned} r_3 &\gg r_2 \approx r_1 \\ \sigma_3 &\gg \sigma_2 \approx \sigma_1 \end{aligned} \quad (4.29)$$

Соотношение (4.29) является общемировым и справедливо для всех обобщенных классов фондовых инструментов во всех странах и во все времена. В нем выражена суть важнейшего отличия бумаг с фиксированным доходом от бумаг с нефиксированным доходом: раз доход по бумаге заранее неизвестен (что есть существенный риск), то за это следует заплатить существенным приростом доходности. При этом на фоне риска и доходности акций риск по государственным и корпоративным бумагам является малоразличимым. Это же справедливо и для доходностей активов.

Еще раз оговоримся: мы здесь исследуем поведение модельных, а не реальных бумаг. Например, хорошо известно, что так называемые «мусорные облигации» могут приносить доход, сопоставимый с доходом по акциям. Однако доля торговли такими облигациями столь мала, что ее вес в индексе облигаций оказывается крайне низким и не производит нарушения условия (4.29).

Чтобы продемонстрировать правильность (4.29) количественно, построим российский портфель, в котором нечеткие экспертные оценки параметров на перспективу 2002 года следующие (таблица 4.8):

Таблица 4.8. Данные по российскому фондовому портфелю на 2002 г.

Тип актива	Доходность актива, % год в рублях	Риск актива, % год в рублях	Вес актива в портфеле, %
Гособязательства	(16,17,18)	(1,2,3)	25
Корпоративные обязательства	(20,21, 22)	(2,4,6)	25
Корпоративные акции	(40,60,80)	(20,30,40)	50

Корреляционная матрица активов, построенная как точечная оценка за два последних года обработки исторических данных, сведена в таблицу 5.9:

Таблица 4.9. Корреляционная матрица российских фондовых активов

Тип актива	Гособязательства	Корпоративные обязательства	Корпоративные акции
Гособязательства	1	0.96	0.26
Корпоративные обязательства	0.96	1	0.02
Корпоративные акции	0.26	0.02	1

На рис. 4.5 представлен результат моделирования с помощью программы SBS Portfolio Optimization System:

**Рис. 4.5. Результат моделирования обобщенного российского инвестиционного портфеля**

Видно, что эффективная граница у нас – это полоса с почти прямолинейными границами, которую можно легко интерполировать прямой без существенной погрешности. Это свойство полосы было продемонстрировано на примере в п. 4.1.3 настоящей работы: для обобщенного портфеля из двух активов (акции и облигации), в силу выполнения (4.29) эффективная граница асимптотически преобразуется к полосовому виду с прямыми верхней и нижней линиями, что описывается формулой:

$$r = \frac{r_A - r_B}{\sigma_A} \times \sigma + r_B - \quad (4.30)$$

где r_A - доходность по акциям, r_B - доходность по облигациям, σ_A - риск по акциям, r_B - риск по облигациям, все указанные показатели – треугольные нечеткие числа.

Поскольку доходность и риск государственных и корпоративных обязательств близки (по сравнению с тем же для акций), и корреляция этих обязательств близка к единице (по понятным причинам, ибо все эти обязательства обращаются на внутривнутриотрасловом рынке, в едином макроэкономическом окружении), то все обязательства могут быть объединены в один супер-класс активов. И тогда выполняется (4.30), и утверждение о том, что наш обобщенный инвестиционный портфель имеет эффективную границу полосового вида с линейными границами, доказано.

Из этого можно сделать сразу три очень важных вывода:

Вывод 1. Поскольку государственные и корпоративные обязательства являются трудноразличимыми в обобщенном инвестиционном портфеле, то оптимальным решением будет сделать доли этих компонент в портфеле равными. Это рациональное требование избавит нас от эффекта «дурной оптимизации», когда в оптимальном портфеле корпоративные облигации вытесняют государственные именно из-за пресловутой трудноразличимости (см. рис. 4.5, где нижняя круговая диаграмма, соответствующая долевого распределению в оптимальном портфеле, исключает государственные облигации).

Вывод 2. Приведем уравнение прямой (4.30) к каноническому виду:

$$\frac{r - r_B}{\sigma} = \frac{r_A - r_B}{\sigma_A} = \text{const} . \quad (4.31)$$

Слева в (4.31) – показатель, примерно равный проказателю Шарпа по портфелю (если бы в числителе учитывались не просто облигации, а только государственные облигации). Видим, что на всех участках эффективной границы инвестиционный выбор инвестора, безотносительно его окраски (консервативный, промежуточный, агрессивный) обладает одной и той же степенью экономической эффективности (которую примерно можно оценить показателем Шарпа для индекса акций). Т.е. плата за риск в виде приращения доходности начисляется равномерно, и невозможно добиться особых условий инвестирования с максимумом экономического эффекта. Вот, например, для границы рис.

4.4 такой максимум существует, и он ложится в диапазон промежуточного типа инвестиционного выбора; соответственно, появляется экономическая предпочтительность этого вида выбора перед другими. В нашем случае этого нет.

Вывод 3. *Выбор из двух модельных активов всегда оптимален и рационален.* Это вытекает из монотонности обобщенного портфеля, потому что подмножество активов монотонного портфеля также образует монотонный портфель.

Все вышеизложенное говорит нам о том, что задача рационального выбора сводится к задаче определения соотношения между акциями и облигациями, с одной стороны, и фондовым и нефондовым рынками – с другой. Если акции «перегреты», то необходимо постепенно избавляться от них в пользу облигаций. Если «перегреты» облигации (низкий доход к погашению, высокая цена), то нужно избавляться уже от облигаций. Возможен и вариант, когда с фондового рынка надо уходить, полностью или частично. Главный вопрос тот же самый: в какой пропорции и в связи с чем это делать? Ответ на этот вопрос дает принцип инвестиционного равновесия.

4.2.2. Принцип инвестиционного равновесия

Инвестиционное равновесие – это основа основ рационального инвестиционного выбора. Этот принцип берет свое начало в математической теории игр (в частности, равновесной игрой является игра с нулевой суммой [92]). Принцип равновесия является аналогом закона сохранения энергии и вещества. Если капиталу где-то плохо ложится, он потечет туда, где ему будет лучше. Если капиталу будет плохо везде в пределах заданной своей формы, он сменит форму.

Например, текущий американский фондовый кризис – кризис переоценки – это поиск и достижение нового уровня равновесия. Капиталу неспокойно в перегретых акциях, и он бежит оттуда. Пытается пристроиться в облигации, но там его, по большому счету, никто не ждет. Условия государственных займов неинтересны, условия корпоративных займов ненадежны (все эти выводы – в пределах сложившейся конъюнктуры фондового рынка США). И что делать капиталу? Он продолжает свое бегство – либо за границу, мобилизуясь на счетах в европейских банках, при этом меняя валюту, либо понемногу оседает в менее ликвидных формах (драгметаллы, антиквариат, недвижимость итд).

Равновесие – это равнопредпочтительность. С точки зрения инвестиционного выбора это – безразличие. Мы только что показали, что эффективная граница обобщенного инвестиционного портфеля имеет вид, близкий к линейному. Ни в одной точке границы не достигается экономическое преимущество (дополнительный выигрыш) по критерию Шарпа. Нет экономического преимущества – следовательно, в игре с рынком не выигрывает никто (сумма игры нулевая). Если инвестор вкладывается в перегреты акции, он проигрывает. Если в недооцененные – выигрывает. Но, когда все игроки действуют рационально, то дополнительного выигрыша нет ни у кого, потому что все игроки одинаково эффективно распределяют базовый источник дохода – валовый

внутренний продукт страны, на уровне отраслей и корпораций, куда идет инвестирование. Соответственно, рациональному инвестору все равно, как вкладываться на рациональном рынке. И, при отсутствии дополнительных соображений, он просто 50% размещает в акциях, а 50% - в облигациях, позиционируя свой инвестиционный выбор как промежуточный (под дополнительными соображениями здесь понимается, например, пожилой возраст инвестора, склоняющий его быть более консервативным). Назовем выбор 50:50 **контрольной портфельной точкой**.

Еще важные приложения принципа равновесия. Монотонный портфель равновесен, потому что он построен по золотому правилу инвестирования, а само это правило интерпретирует принцип равновесия как принцип разумной диверсификации. Безотносительно типа моего выбора, разумный инвестор «никогда не кладет все яйца в одну корзину». Как бы беззаветно он не любил рисковать, у него должны быть отложены средства на черный день. И наоборот: пребывая в одних облигациях, богатства не наживешь и на пенсию не заработаешь, поэтому приходится рисковать. А факт неполной корреляции индексов акций и облигаций свидетельствует о взаимном элиминировании рисков этих индексов в диверсифицированном портфеле.

Отметим здесь же, что бывает иррациональная (неразумная) диверсификация. Антинаучная формула «следования за рынком», незыблемая вера в то, что рынок всегда прав, порождает эффект ошибочного балансирования по схеме Эбби Коэн (о чем речь шла выше) - когда вместо того, чтобы немедленно уходить с рынка акций (потому что обвал уже неминуем, и все макроэкономические факторы говорят за это), превращать акции в доллары, а доллары – в евро (тут уж не до диверсификации, когда рынок обрушивается), нас заставляют «балансироваться», т.е. нести убытки.

Построим количественную модель принципа равновесия. Для этого скорректируем свой обобщенный инвестиционный портфель и сформируем его следующим образом:

- Модельный класс акций (r_A - доходность по акциям, σ_A - риск по акциям, $x_A(t=0) = x_{A0}$ – стартовая доля актива акций в портфеле).
- Модельный класс облигаций (r_B - доходность по облигациям, r_B - риск по облигациям, $x_B(t=0) = x_{B0}$ – стартовая доля актива облигаций в портфеле).
- Фиктивный модельный класс нефондовых активов, характеризующийся только размером доли отзываемого капитала $x_N(t)$ из фондовых активов акций (A) и облигаций (B). Первоначально $x_N(t=0) = 0$, т.е. по условиям моделирования предполагается, что инвестор сначала формирует свой фондовый портфель.

Суть коррекции в том, что мы решили объединить все облигации, т.к. они трудноразличимы на фоне акций, а также предусмотрели возможность увода капитала инвестором из фондовых ценностей в нефондовые. Остается справедливым для всех случаев уравнение баланса долей:

$$x_A(t) + x_B(t) + x_N(t) = 1, \quad (4.32)$$

А в контрольной портфельной точке выполняется

$$x_A(t) = x_B(t) = (1 - x_N(t)) / 2. \quad (4.33)$$

Введем в модель три дополнительных экзогенных макроэкономических фактора:

- доходность r_I и риск σ_I по индексу инфляции страновой валюты. Сразу отметим, что параметры доходности и риска здесь являются близкими к тому же для облигаций. Государственные облигации могут несколько отставать от инфляции, а корпоративные – опережать, но все это несопоставимо с параметрами доходности и риска акций;
- доходность r_{GDP} и риск σ_{GDP} по индексу темпов роста валового внутреннего продукта (ВВП) региона, где осуществляются инвестиции;
- доходность r_V и риск σ_V по индексу кросс-курса валюты региона, где проводятся инвестиции, по отношению к рублю.

Также в ходе прогнозирования фондовых индексов будем непрерывно наблюдать и прогнозировать (на основе всей вышеизложенной исходной информации) индекс PE Ratio (образованный: в числителе – ценовым индексом акций, в знаменателе – чистой прибылью корпораций в расчете на одну осредненную акцию, а эту прибыль по темпам роста можно оценить через темп роста ВВП и уровень инфляции).

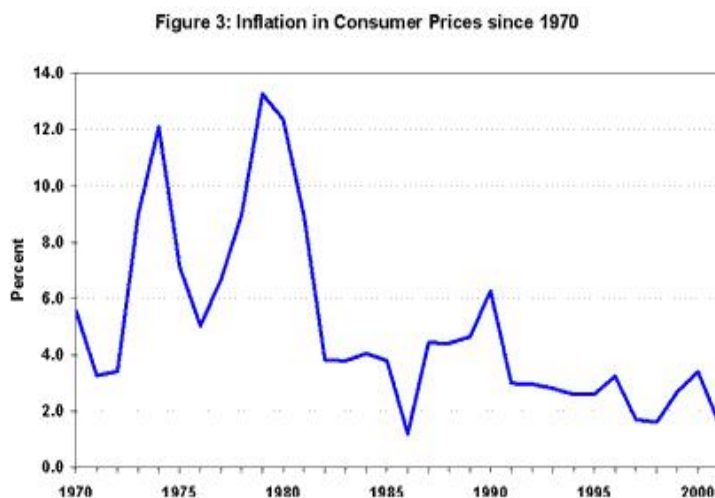


Рис. 4.6. Инфляция в США с 1971 по 2002 гг



Рис. 4.7. Рентабельность капитала в США с 1946 по 2002 г (по фактору PE Ratio)

Применительно к условиям США индекс инфляции (оцениваемый по фактору текущей доходности, по данным [308]) приведен на рис. 4.6, а индекс PE Ratio приведен на рис. 4.7 (данные из [271]).

Прежде чем разрабатывать модели инвестиционного равновесия, зададимся качественным вопросом: существует ли в целом равновесие между инфляцией и рентабельностью капитала, и если оно нарушается, то с чем это связано?

Директор Федеральной Резервной Системы США Алан Гринспен так высказался в 1996 году [250]: *«Ясно, что длительная низкая инфляция подразумевает меньшую неопределенность относительно будущего, и меньшие премии за риск вызывают более высокие цены акций и иных доходных активов. Мы можем видеть это в обратном отношении PE Ratio к уровню инфляции, что наблюдалось в прошлом.»*

Премия за риск в случае акций – это и есть уровень рентабельности капитала, который мы исследуем. Здесь Гринспен прав. Например, в эру стагфляции (1975 – 1982 гг) высокие темпы инфляции провоцировали низкие значения PE Ratio. Объясняется это тем, что государственные и корпоративные долговые обязательства всегда выравнивались по инфляции, несколько опережая ее - и тем самым создавали привлекательную инвестиционную альтернативу для акций (убедиться в этом можно, посмотрев исторические данные по государственным облигациям с однолетней длительностью (maturity) [310]). И в этом смысле рынок всегда искал инвестиционного равновесия.

Но однажды (после 1995 года) равновесие теряется, и Гринспен предсказывает это в той же речи [250], продолжая начатое выше: *«Но откуда мы знаем, когда иррационально*

ведущее себя избыточное богатство чрезмерно взвинтит цены на активы, не настанет ли тогда черед неожиданным и продолжительным финансовым стрессам, как это имеет место в Японии все последнее десятилетие? И как мы учтем эти факторы в монетарной политике? Нас - правительственных банкиров – не должна касаться ситуация, если коллапс финансовых рынков не угрожает ослаблению реальной экономики, продукции, рабочим местам и ценовой стабильности». Многие усмотрели в этом высказывании Гринспена пророчество, и, по сути дела, это так и есть. Гринспен указывает на то, что существует море «шалых денег», которое не хочет считаться с макроэкономикой, и именно эти деньги, перегревая фондовые ценности, создают инвестиционный диспаритет.

Единственное, чего не хочет брать в расчет Алан Гринспен – это социальные последствия, вызванные кризисом масштабной переоценки фондовых ценностей. Сжатие пенсионных капиталов вызывает у людей отчетливую тревогу, недоверие к фондовому рынку и желание его покинуть. Трещина в пенсионной системе США в состоянии вызвать далеко идущие последствия, вплоть до частичного свертывания добровольной составляющей этой системы. Это – подрыв корпоративного инвестиционного механизма, который может привести к существенному торможению темпов экономического роста и кардинальному ухудшению финансового состояния корпораций. Обратным образом это приводит к падению прибылей и – как следствие – к еще большему падению котировок. Так работает спираль сжатия корпоративного финансирования, коллапсирующая экономику.

Рассмотрим простой оценочный показатель диспаритета фондовых инвестиций, который получается по формуле:

$$A_N \text{ Score } (t) = I(t) * PE \text{ Ratio } (t), \quad (4.34)$$

где $I(t)$ – уровень инфляции в долевых единицах. Также имеем ввиду, что выполняется

$$r_B(t) = I(t) + \Delta(t), \quad (4.35)$$

где $\Delta(t)$ – уровень премии за риск (сегодня для условий США этот фактор колеблется в районе 1-5% годовых, в зависимости от типа обязательств).

Показатель диспаритета приведен на рис. 4.8.

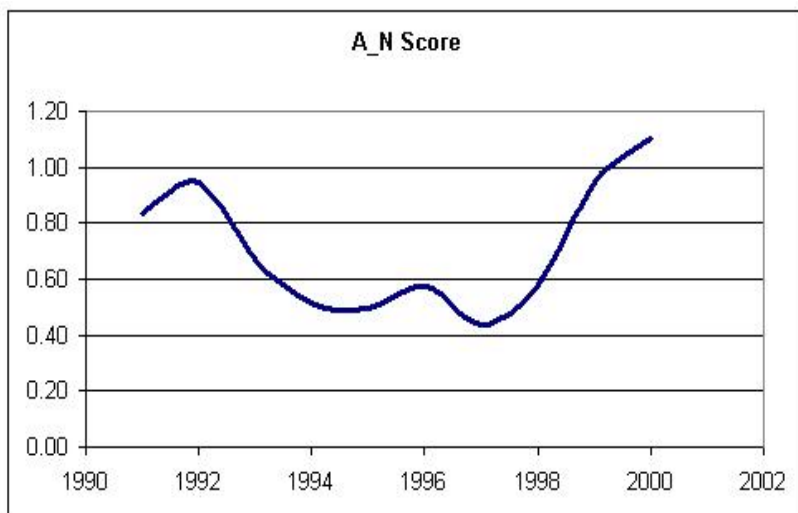


Рис. 4.8. Показатель инвестиционного диспаритета (США)

Из анализа исторических данных по рис. 4.6 – 4.8 видно, что позитивный диспаритет достигается, когда $A_N \text{ Score}(t) < 0.5$ (это ситуация 1994 – 1997 гг, когда PE Ratio колеблется в диапазоне от 17 до 22 при инфляции 2.5-3% годовых). Ясно, что облигации неинтересны, а рентабельность капитала на уровне 5% годовых (плюс ожидаемый курсовой рост) не могут никого оставить равнодушным. Ждут притока капиталов, роста, и рост наступает. При этом «ралли» (т.е. устойчивая «бычья» игра) сохраняет волатильность индекса акций на уровне «до подъема».

Равновесие достигается при $0.6 < A_N \text{ Score}(t) < 0.7$ (это ситуация 1994 – 1997 гг и 1998 – 1999 гг, когда PE Ratio колеблется в диапазоне от 24 до 28 при инфляции 2.5-3.5% годовых)

Негативный диспаритет мы наблюдаем при $A_N \text{ Score}(t) > 0.7$ (1991 – 1992, 2000 – 2001 гг, когда PE Ratio достигает и превышает 30, а инфляция зашкаливает за 5-6% годовых). Перестают быть интересны акции, начинают играть облигации; однако сама инфляция повышает системный риск фондового рынка, его ненадежность. Ждут оттока капиталов, спада, и спад настает (при этом устойчивая «медвежья» игра возвращает волатильность индекса на уровень значений «до подъема»). На рис. 4.9 видно, как по мере нарастания негативного диспаритета по тенденции растет и курсовая волатильность индекса акций [271].

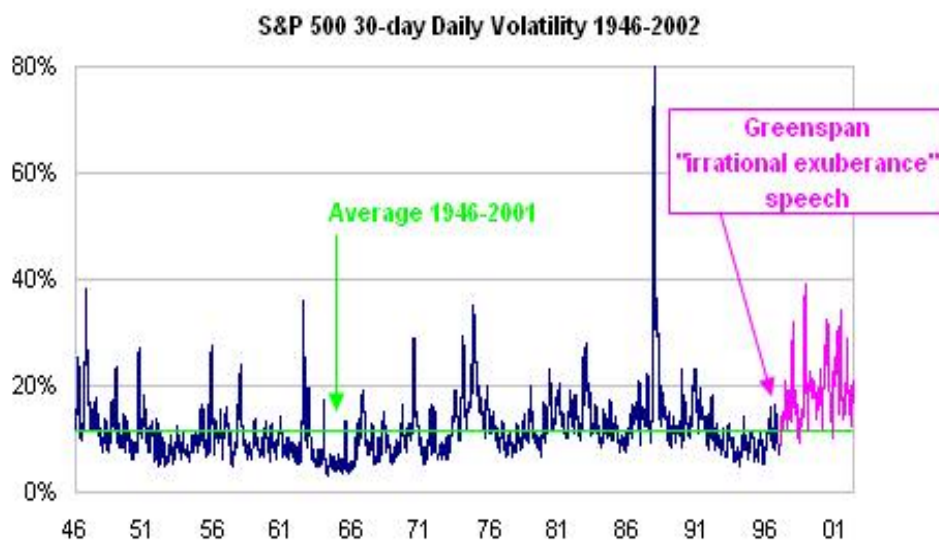


Рис. 4.9. Рост курсовой волатильности индекса акций

Проблема в том, что мы не можем перенести «в лоб» полученные границы паритетного, равновесного выбора, не учтя на перспективу ряд замечаний, которые существенно поправляют наши оценки.

Во-первых, бум корпоративных скандалов в США показывает, что оценки прибыльности предприятий являются завышенными. Это влечет коррекцию равновесного диапазона PE Ratio с 24-28 (исторически) до 18-22 (на период с 2003 по 2008-2010 гг). Инвестор требует дополнительной премии за риск ввиду открывшихся новых обстоятельств манипулирования отчетностью. Во-вторых, долгосрочный инвестор берет в расчет потенциальный рост инфляции по тенденции с 2 до 3-4% годовых, с восстановлением инвестиционной картины начала 90-х годов. В пересчете на показатель инвестиционного диспаритета равновесие оказывается на уровне 0.65 – 0.75. Если в обозримый период инфляция не возрастет, то PE Ratio на уровне 18-22 – это уровень позитивного диспаритета, когда можно вернуться к покупке акций.

4.2.3. Модель рациональной динамики фондовых инвестиций

Итак, моделируя рациональный инвестиционный выбор, мы устанавливаем, что он управляется принципом инвестиционного равновесия. При нарушении равновесия, по внутренним условиям фондового рынка или в силу изменившихся макроэкономических условий, возникает диспаритет, и система стремится к возвращению утраченного равновесия через переток капиталов из одного вида активов в другой.

Построим нашу модель инвестиционного равновесия как описание динамической системы (конечного автомата, где в качестве состояний выступают инвестиционные тенденции, о чем речь дальше), где моделируется стартовое размещение фондовых активов и последующие перетоки между активами на интервале дискретного прогнозного

времени $t_{\text{нач}}, t_{\text{нач}}+1, \dots, t, \dots, t_{\text{кон}}$. По умолчанию, мы выбираем единичный интервал прогнозирования $\Delta T = 0.25$ года (квартал).

Для начала классифицируем тенденции, возникающие в ходе инвестиционного выбора.

С точки зрения движения капитала можно выделить:

- *призывную* тенденцию (когда капитал отвлекается из других форм и инвестируется в фондовые активы);
- *выжидательную* тенденцию (когда прилив капитала останавливается, но отлива из фондовых активов еще нет);
- *отзывную* тенденцию (когда капитал перетекает с фондового рынка в другие формы).

С точки зрения портфельного выбора можно выделить:

- *агрессивную* тенденцию (когда капитал предпочитает акции облигациям и иным своим формам);
- *промежуточную* тенденцию (когда капитал ищет инвестиционного равновесия между акциями и облигациями);
- *консервативную* тенденцию (когда капитал предпочитает акции облигациям и иным своим формам).

На декартовом произведении вышеизложенных классификаций образуются комбинированные тенденции: выжидательно-агрессивная, призывно-консервативная итд.

Стартовое рациональное размещение активов моделируется нами таблицей 4.10. Параметры a_i и b_{ij} , участвующие в таблице 4.10, - свои для каждой страны и для каждого периода прогнозирования. В пределах пятилетнего срока прогнозирования, если на уровне экспертной модели не констатируется обратное, мы полагаем эти параметры постоянными.

Далее мы формируем инвестиционные переходы, которые должен осуществлять рациональный инвестор в прогнозируемой перспективе, ребалансируя свой фондовый портфель. Схема опирается на все вышеизложенные соображения (таблица 4.11).

Из таблиц 4.10 и 4.11 видно, что по мере увеличения риска тех или иных инвестиций (с ростом инфляции или с падением рентабельности капитала) капитал в руках рационального инвестора ищет сменить форму, что немедленно фиксируется соответствующей сменой тенденции в сторону отзывности.

Таблица 4.10. Стартовое распределение капитала

Номер входной ситуации по табл. 4.10	Уровень инфляции	Уровень Р/Е	Рациональное долевое распределение инвестиций			Тип тенденции
			$x_A(t_{нач})$	$x_B(t_{нач})$	$x_N(t_{нач})$	
1	Низкая инфляция, дефляция ($0 - a_1\%$)	До b_{11}	1	0	0	Призывно-агрессивная
2		$b_{11} - b_{12}$	0	0	1	Отзывная
3		Свыше b_{12}	0	0	1	Отзывная
4	Умеренная инфляция ($a_1 - a_2\%$)	До b_{21}	0.5	0.5	0	Призывно-промежуточная
5		$b_{21} - b_{22}$	0	1	0	Призывно-консервативная
6		Свыше b_{22}	0	0.5	0.5	Отзывно-консервативная
7	Высокая инфляция, гиперинфляция, стагфляция (свыше $a_2\%$)	До b_{31}	0	1	0	Призывно-консервативная
8		$b_{31} - b_{32}$	0	0	1	Отзывная
9		Свыше b_{32}	0	0	1	Отзывная

Таблица 4.11. Схема инвестиционных переходов

Номер входной ситуации по табл. 4.10	Рациональные перетоки капитала: + приток, - отток, 0 – нет движения			Тип тенденции
	A	B	N	
1	+	-	0	Выжидательно-агрессивная
2	0	0	0	Выжидательная
3	-	0	+	Отзывная
4	+	+	-	Призывная
5	0	+	-	Призывно-консервативная
6	-	+	0	Выжидательно-консервативная
7	0	+	-	Призывно-консервативная
8	-	0	+	Отзывно-консервативная
9	-	-	+	Отзывная

4.2.4. Фазы прогнозирования

Все необходимые теоретические качественные предпосылки для построения прогнозной модели изложены. По итогам рассмотрения, общая схема моделирования, построенная на основе принципа инвестиционного равновесия и соответствующего рационального инвестиционного выбора, представляется нам следующей:

- **Фаза 1.** Проводится стартовое модельное размещение капитала по табл. 4.10. Фиксируются все стартовые значения прогнозируемых фондовых индексов (эти значения известны или формируются исследователем на основе дополнительных соображений).
- **Фаза 2.** Анализируются экзогенные макроэкономические тенденции на всем интервале прогнозирования: валовый внутренний продукт, инфляция, соотношение национальной валюты к российскому рублю.
- **Фаза 3.** Количественно определяются рациональные тенденции движения капиталов по табл. 4.11 в текущий момент прогноза.
- **Фаза 4.** Прогнозируется расчетный коридор доходности по кумулятивным индексам, на основе следующих специализированных моделей:
 - премии за риск для облигаций;
 - эластичности доходности по фактору рентабельности капитала для акций и паев взаимных фондов;
 - приводимости параметров – для акций второго эшелона (с низкой капитализацией).
- **Фаза 5.** Оценивается доходность и риск индексных активов.
- **Фаза 6.** Моделируется прогнозное долевое соотношение в обобщенном инвестиционном портфеле (A, B, N) на основе специализированных моделей ребалансинга.
- **Фаза 7.** Прогнозируется значение индекса и уровня рентабельности инвестиционного капитала.
- **Фаза 8.** Прогнозное дискретное время увеличивается на единицу, и процесс прогнозирования возобновляется, начиная с этапа количественного анализа тенденций по табл. 4.11 (фаза 3). Если прогноз завершен, переходим к следующей фазе.
- **Фаза 9.** Проводится перевод индексов в национальной валюте к индексам в рублях (стандартный вид индекса).
- **Фаза 10.** Оценивается расчетный коридор финальной доходности для индексов стандартного вида.
- **Фаза 11.** Строится экспертная оценка финальной доходности и риска по индексам стандартного вида.

Вышеизложенная процедура базируется на применении специализированных моделей и методик, которые рассмотрены далее.

4.2.5. Модели и методы для прогнозирования фондовых индексов

На основании все изложенных выше предпосылок, построим нечеткую макроэкономическую модель, на базе которой опишем метод прогнозирования фондовых индексов. Подробное описание модели и метода изложено в Приложении 5 к настоящей диссертационной работе и в [94].

4.2.6. Пример прогноза (USA)

Начальные условия для моделирования представлены в табл. 4.12:

Таблица 4.12. Начальные условия прогнозного моделирования

Наименование показателя прогноза	Шифр	Начало (01 января 2002)
Стартовое значение индексов на базе национальной валюты	акции (S&P500)	1154
	облигации (TYX кумулятивный)	1.0
	PE Ratio	37
	GDP rate (GDP)	1.1%
	Inflation rate (I)	2.1%
	Currency exchange (J)	30.1
Стартовые доходности и риски		
По акциям, % годовых	r	-16%
	sigma	24%
По облигациям, % годовых	r	5.5%
	sigma	0.2%
Модифицированный показатель Шарпа	Sh(тнач)	-0.896
Инвестиционная тенденция на перераспределение капитала	номер	3
Комментарий (тенденция)		Отзывная

Результат моделирования, в соответствии с математическими выкладками из Приложения 5, представлен на рис. 4.10 (соотношение прогнозной и фактической тенденций американского рынка акций).

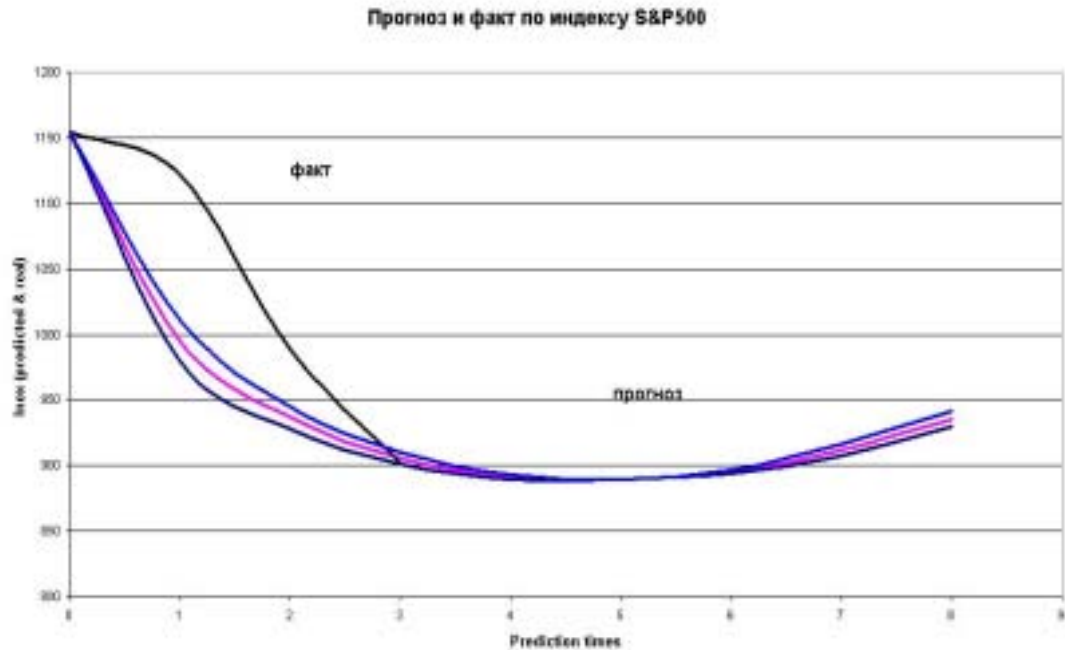


Рис. 4.10. Прогноз и факт по индексу американских акций

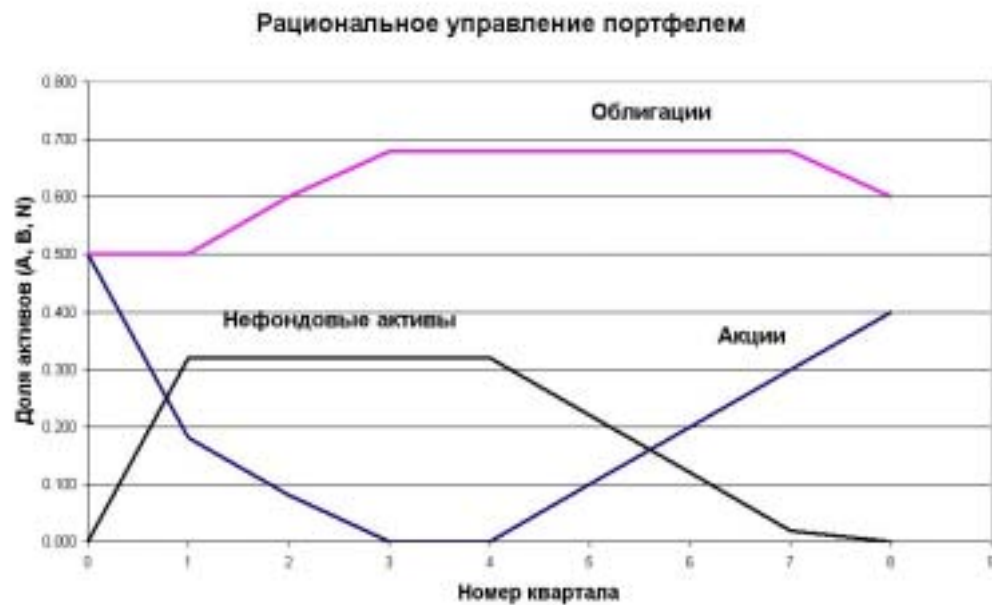


Рис. 4.11. Траектория рационального управления фондовым портфелем

Качественные предположения о переоцененности фондового рынка США, сделанные диссертантом в [109] (там же правильно определено примерное дно индекса S&P500 по состоянию на 2 кв. 2002 года), получили свое количественное подтверждение. Бэк-тестинг модели на первых двух кварталах 2002 года показал, что у американских инвесторов, вследствие панической боязни убытков, существует привычка изо всех сил

поддерживать рынок, заведомо обреченный на падение (что демонстрирует вогнутость кривой фактических значений индекса), вместо того чтобы спешно избавляться от падающих акций и облигаций. Таким образом, расхождение прогноза и факта обусловлено исключительно иррациональным поведением инвесторов, в их борьбе за заведомо проигранное дело.

Оптимальное управление нашим инвестиционным портфелем представлено на рис. 4.11. Если бы мы действовали по схеме Эбби Козн (балансирование в контрольной точке), мы бы потеряли **до трети** капитала (рис.4.12).

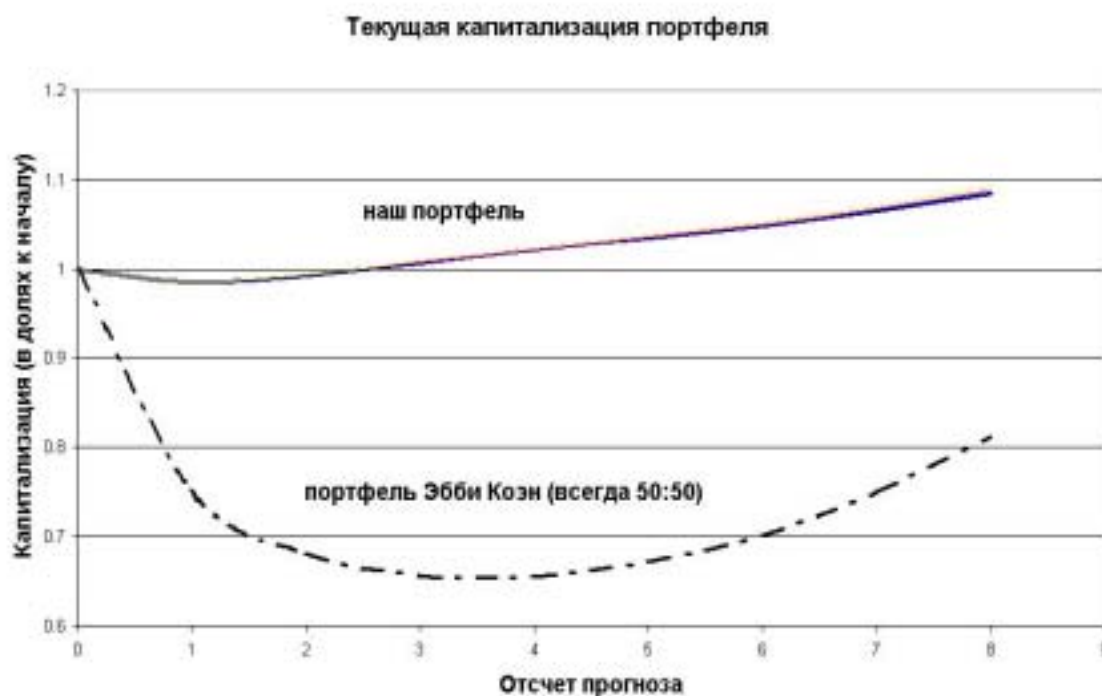


Рис. 4.12 Сравнительная капитализация двух портфелей (нашего и Эбби Козн)

Но, в результате того, что мы, наоборот, отозвали треть капитала с рынка на полгода, при этом доведя долю акций в пределе до нуля, мы спасли от обесценения свои активы и теперь можем вернуться на рынок при достижении им инвестиционного равновесия (планово – 2003 - 2004 годы). Весь 2002 год на американском фондовом рынке, по большому счету, было нечего делать. Поэтому законодательно установленная [3] отсрочка разрешения инвестировать российские пенсии в зарубежные активы (в том числе в акции США) является интуитивно верным решением.

4.3. Актуарные расчеты на основе нечеткой модели

В мировой практике накопилось огромное число актуарных моделей для оценки пенсионных систем (обзоры этих моделей представлены в [14, 197]). Однако есть целый ряд вопросов, где разработанные модели не дают удовлетворительного решения. Речь идет об оценке эффективности накопительных инвестиций на фондовом рынке.

Проблема в том, что фондовый рынок – это объект исследования, обладающий принципиально иным уровнем неопределенности, нежели источники поступлений и реципиенты платежей в пенсионных системах, – различные когорты граждан, с их показателями рождаемости, смертности и платежности. Если для моделирования поступлений и платежей в пенсионной системе применимость вероятностных схем никем не оспаривается, то, напротив, вся история мирового фондового рынка свидетельствует, что классические приемы вероятностного моделирования фондовых индексов неадекватны. Пасуя перед этой неопределенностью, актуарии обычно переводят свои исследования в плоскость сценарных подходов, либо просто фиксируя ставку процента на инвестиции, либо генерируя сценарии фондового рынка на основе предустановленного вероятностного закона.

Прорыв в теории актуарного оценивания накопительных пенсионных систем состоится, когда появятся адекватные модели прогнозирования фондовых индексов (хорошо известные модели классов ARCH/GARCH перестают работать, когда система фондового рынка терпит парадигмальный, эпистемологический разрыв, и предыстория динамики рыночных индексов становится непригодной для прогноза будущего поведения индексов). В этой связи в актуарных расчетах может применяться метод прогнозирования фондовых индексов, изложенный в разделе 4.2 настоящей диссертационной работы.

На выходе модели мы получаем прогноз по индексам двух возможных типов:

- как последовательность действительных случайных величин, распределенных по вероятностному закону с треугольно-нечеткими параметрами доходности и риска (далее – **вид А**);
- как последовательность треугольных нечетких чисел, характеризующих расчетный коридор доходности по индексу (далее – **вид В**).

Возникает резон и все остальные описания актуарной модели привести к одному из предложенных видов. Это возможно сделать, прибегая к следующему алгоритму:

1. Если исходная модель – это последовательность случайных величин с классическими вероятностными распределениями, то это частный случай вида А, когда треугольно-нечеткие параметры распределений становятся четкими (обычными действительными числами).
2. От вида А к виду В можно перейти так. Пусть случайная величина имеет распределение с треугольными параметрами \mathbf{r}^{\bullet} (первый начальный момент распределения) и σ^{\bullet} (корень квадратный из второго центрального момента распределения). Точка после символа (\mathbf{A}^{\bullet}) означает, что рассматривается

треугольное нечеткое число или нечеткая функция (последовательность). От предложенного вида А к виду В можно перейти по формуле:

$$\begin{aligned} R_{\min} &= r_{\min} - \lambda \sigma_{\max}, \\ R_{av} &= r_{av}, \\ R_{\max} &= r_{\max} + \lambda \sigma_{\max}. \end{aligned} \quad (4.36)$$

Здесь λ - коэффициент Стьюдента (находится в рациональном диапазоне от 0.5 до 1.5). Тогда $R^* = \{R_{\min}, R_{av}, R_{\max}\}$ – треугольное нечеткое число, и переход от вида А к виду В состоялся.

Заметим, что переходя от вида А к виду В, мы теряем определенную часть информации, содержащуюся в распределениях, зато резко выигрываем в простоте представления и решения задачи. Поэтому далее будем излагать задачу управления инвестициями пенсионного фонда в простейшей постановке вида В.

4.3.1. Актуарная модель накопительной пенсионной системы

Рассмотрим накопительную пенсионную систему, в которой инвестирование пенсионных резервов осуществляется на фондовом рынке, при формировании инвестиционного портфеля из N модельных классов (рис. 4.13).



Рис. 4.13. Накопительная пенсионная система.

Введем обозначения:

- T – горизонт планирования – определенное количество лет;
- t – текущее время прогноза (планирования) – номер года в горизонте планирования от 1 до T ;

- $A^*(t)$ – поступления в пенсионную систему – нечеткая последовательность;
- $L^*(t)$ – платежи из пенсионной системы – нечеткая последовательность;
- $I^*(t)$ – потоки инвестиций резервов пенсионной системы – нечеткая последовательность;
- $R_i^*(t)$ – расчетный коридор доходности по i -му виду активов, $i = 1 \dots N$;
- $X(t)$ – принятое на начало планового года t долевое распределение инвестиций между активами – последовательность векторов действительных чисел от 0 до 1 с суммой 1;
- $B^*(t)$ – поток доходов по итогам инвестиций прошлого года - нечеткая последовательность;
- $Z^*(t)$ – резерв пенсионной системы на начало периода планирования – нечеткая последовательность;
- $P(t)$ – план резервирования неснижаемого остатка по пенсионной системе на начало периода планирования – последовательность действительных чисел.

Экзогенными факторами модели являются потоки поступлений и платежей $A^*(t)$ и $L^*(t)$. Они моделируются на основании принятых в фонде пенсионных схем. Также, на основании прогноза, нам известны доходности активов $R_i^*(t)$.

Поток инвестиций $I^*(t)$ планируется по следующему правилу. Если планово поступления превышают платежи, тогда некоторая доля от разницы между поступлениями и платежами формирует поток инвестиций (мы ее не знаем, нам предстоит ее определить в ходе решения задачи). Если разница отрицательна, то возникает поток отрицательных инвестиций (отзыва средств с фондового рынка).

Накопленные нарастающим итогом инвестиции обращаются на рынке и приносят доход, который можно исчислить по формуле:

$$B^*(t+1) = \sum_{j=1}^t I^*(j) * \sum_{i=1}^N x_i(t) * R_i^*(t) \quad (4.37)$$

Таким образом, баланс резерва пенсионного фонда сводится по формуле:

$$Z^*(t+1) = Z^*(t) + A^*(t) + B^*(t) - I^*(t) - L^*(t). \quad (4.38)$$

Планы резервирования $P(t)$ следует установить на основе специализированных нормативов, исходя из необходимости обеспечения бесперебойной работы пенсионных систем при существенных колебаниях потоков платежей и поступлений (например, 10% от среднего планового уровня платежей предыдущего года):

$$P(t+1) = 0.1 * A_{av}(t). \quad (4.39)$$

Если выясняется, что план резервирования не выполнен, т.е. $Z(t) < P(t)$, то считаем это событие неблагоприятным. Риск такого события (поскольку резервы – треугольные числа) можно оценить по формуле (см. раздел 2.2 диссертационной работы):

$$\text{Risk}(t) = \begin{cases} 0, & P(t) < Z_{\min}(t) \\ R \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & Z_{\min}(t) \leq P(t) < Z_{\text{av}}(t) \\ 1 - (1 - R) \times (1 + \frac{1 - \alpha_1}{\alpha_1} \times \ln(1 - \alpha_1)), & Z_{\text{av}}(t) \leq P(t) < Z_{\max}(t) \\ 1, & P(t) \geq Z_{\max}(t) \end{cases} \quad (4.40)$$

где

$$R = \begin{cases} \frac{P(t) - Z_{\min}(t)}{Z_{\max}(t) - Z_{\min}(t)}, & P(t) < Z_{\max}(t) \\ 1, & P(t) \geq Z_{\max}(t) \end{cases}, \quad (4.41)$$

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0, & P(t) < Z_{\min}(t) \\ \frac{P(t) - Z_{\min}(t)}{Z_{\text{av}}(t) - Z_{\min}(t)}, & Z_{\min}(t) \leq P(t) < Z_{\text{av}}(t) \\ 1, & P(t) = Z_{\text{av}}(t) \\ \frac{Z_{\max}(t) - P(t)}{Z_{\max}(t) - Z_{\text{av}}(t)}, & Z_{\text{av}}(t) < P(t) < Z_{\max}(t) \\ 0, & P(t) \geq Z_{\max}(t) \end{cases}. \quad (4.42)$$

Тогда задача оптимального управления инвестиционным портфелем фонда может быть сформулирована следующим образом: определить последовательности $I^*(t)$ и оптимальные распределения $X(t)$, приводящие к выполнению условия минимума целевой функции:

$$\max_{(t)} \text{Risk}(t) \rightarrow \min \quad (4.43)$$

Сформулированная таким образом задача управления (4.43) – это задача поиска глобального минимума при естественных ограничениях вида:

$$0 \leq X(t) \leq 1, \sum_{i=1}^N x_i(t) = 1, I^*(t) \leq A^*(t) - L^*(t). \quad (4.44)$$

Рассмотрим расчетный пример.

4.3.2. Пример актуарного расчета

Пусть инвестирование активов фонда совершается в два класса фондовых инструментов: акции и облигации. Также зафиксируем для простоты размер инвестиционных отчислений, положив их на уровне разницы между поступлениями и платежами.

Первоначально, до применения процедуры оптимизации, положим, что инвестирование совершается только в акции. Параметры инвестиций, платежей и поступлений, доходности фондовых инструментов, а также результаты расчетов сведены в таблицу 4.13.

Видно, что возникают риски недостаточности пенсионных резервов (одновременно замечаем, что последовательное наращивание неопределенности от года к году сводится к тому, что интервалы, в которые попадают резервы, все расширяются).

Теперь применим процедуру оптимизации (4.43) с ограничениями (4.44), получив оптимальное долевое распределение между акциями и облигациями по каждому прогнозируемому году в горизонте инвестирования. Результат оптимизации показан в таблице 4.14 (использовался инструмент Solver таблиц Excel). Видим, что максимум возможного риска уменьшился с 9% до 4%.

Таким образом, путем перехода от агрессивной стратегии инвестирования к консервативной удалось существенно снизить риски недостаточности пенсионных резервов в первые годы плана, сузив плановый интервал колебаний пенсионных резервов практически вдвое. Однако эта стратегия на поздних сроках подлежит коррекции - резервы сформированы на должном уровне, появляется возможность рисковать, поэтому идет возврат к акциям.

Разумеется, оптимальное распределение изменится, как только изменятся параметры потоков поступлений, инвестиций и платежей, и задачу оптимизации придется решать заново.

4.4. Выводы по главе 4

В главе 4 нами предложен новый способ решения задачи портфельной оптимизации. При этом мы вернули в научный обиход метод Марковица, сняв критические допущения о вероятностном распределении доходности активов. В ходе решения задачи Марковица в нечеткой постановке мы получаем оптимальный портфель с размытыми границами. Это означает, что мы можем совершать перемещения в пределах этих границ, но ничто уже не позволит нам улучшить этот результат, сузить допустимый диапазон изменений, потому что существует неустранимая информационная неопределенность в части исходных данных.

Сформировав модельный портфель, мы можем наполнить его реальными активами, руководствуясь комплексными оценками инвестиционного качества соответствующих ценных бумаг. Такой подход позволяет избежать необоснованной оптимизации в координатах «риск-доходность».

Хеджирование портфеля – это практика, которая ждет нового теоретического осмысления, причем не только в России, но и во всем мире. Активно разрабатываются альтернативные методы справедливой оценки опционов. Мы тоже рассчитываем поучаствовать в развитии этой теории, тем более что уже удалось выполнить ряд важных исследований, проясняющих базовые моменты теории оптимального хеджирования активов. Научную работу в этом направлении мы планируем возобновить в тот момент, когда на российском рынке появятся индексные опционы (через год-два), и возникнет практическая потребность в разработке соответствующих методик и программных средств.

Для решения задачи модифицированным нами методом Марковица необходимо получать обоснованные оценки доходности и риска активов, на ретроспективной и прогнозной основе. Мы описали процесс прогнозирования, который не получает автоматически будущее на основе прошлого и настоящего, но учитывает всевозможную неопределенность, связанную с рациональным инвестиционным выбором, флуктуацией экзогенных макроэкономических параметров итд. Корректность прогноза обуславливается следующими условиями:

- корректностью предпосылок экспертной модели;
- точностью определения параметров настройки прогноза на заданный экономический регион;
- своевременной верификации прогноза способами план-фактного контроля. Если есть существенное расхождение плана и факта, то оно должно быть объяснено с позиций отклонения фактического инвестиционного выбора, наблюдаемого в индексах, от рациональных предпосылок. Если такое непротиворечивое объяснение получено, то есть предпосылка для макроалерта о недооцененности/переоцененности активов. Если разумного объяснения нет, то необходимо корректировать экспертную модель прогноза и параметры настройки, при необходимости корректируя и сами модели.

Заметим, что мы прогнозируем не сколько сам индекс, сколько его размытый тренд, сформированный на базе массовых рациональных предпочтений. Всплески на фоне тренда, вызванные паникой или эйфорией, мы предсказывать не можем, потому что считаем такое предсказание антинаучным. Мы твердо уверены, что разовые инвестиционные «события» не делают погоды в среднесрочном и долгосрочном плане, и, чем длительнее интервал прогнозирования, тем выше корреляция индексного тренда с динамикой макроэкономических факторов, что и прослеживается в модели. Этим мы постулируем макроэкономическую устойчивость прогнозируемых нами тенденций. И это утверждение будет справедливо для российского рынка акций тем более, чем более технически сильным будет этот рынок, чем меньше он будет оглядываться на Америку.

Результаты, полученные в области прогнозирования фондовых индексов, не могут не оказать влияние на практику актуарного моделирования. Причем, если прогнозы фондового рынка получены в нечеткой форме, то и потоки накопительной пенсионной системы целесообразно моделировать как нечетко-множественные последовательности. Управляя распределением поступлений системы между платежами и накоплениями, можно минимизировать риск срыва плановых заданий по формированию пенсионных резервов.

Все полученные научные результаты напрямую приложимы к практике управления накопительной составляющей пенсий от лица Пенсионного фонда РФ (ПФР). Если ПФР, выводя пенсионные капиталы на фондовый рынок через свои уполномоченные инвестиционные компании, будет играть на рынке рационально и успешно, награждая убытками всех остальных игроков, то рано или поздно все прочие агенты российского рынка (в том числе и нерезиденты) будут вынуждены привести свои стратегии в соответствие с базовой стратегией ПФР. И это позволит в перспективе смягчить последствия кризисов, связанных с цикличным развитием экономики и с иррациональной переоценкой фондовых активов. В конечном счете, это послужит к отсечению текущих убытков для пенсионеров, к сохранению пенсионных капиталов, а это важно не только для кошелька каждого из нас, но и для сохранения социальной стабильности в России.

В США, кажется, уже отчетливо понимают, что есть пустые рекомендации псевдоаналитиков, есть нетерпеливое ожидание неограниченных доходов, - а есть макроэкономическая реальность, тотальные убытки, отсутствие точек для приложения эффективных низкорискованных инвестиций, трудности с ростом валового внутреннего продукта, подтасовки в отчетности и глубокое лоббирование интересов ряда корпораций со стороны Белого Дома. В этом смысле характерны выступления [245, 263], которые высвечивают обозначенные моменты. Все говорит о том, что в США начинает одерживать верх осторожное разумное инвестирование, хотя повторная масштабная коррекция американского рынка вниз неизбежна, особенно в секторе высоких технологий. Но, так или иначе, взгляд на паритетное соотношение темпов роста доходности по акциям и темпов роста валового внутреннего продукта – это фундаментальный базис, на котором должны строиться рациональные инвестиции. И, чем больше игроков с этим согласны, тем надежнее будущий объективный рост стоимости активов американской экономики.

5. Программные решения и продукты, использующие результаты диссертационной работы

В последней главе диссертационной работы нами кратко описываются программные средства, в создании которых диссертант принимал непосредственное участие. Ряд модулей в структуре рассмотренных программных средств базируется на нечетко-множественных модельных описаниях, рассматриваемых в настоящей диссертационной работе.

5.1. Программные модели для корпоративного финансового менеджмента

5.1.1. Мастер ФИНАНСОВ: Анализ и планирование

На рис. 5.1 представлен один из экранов работы программы.

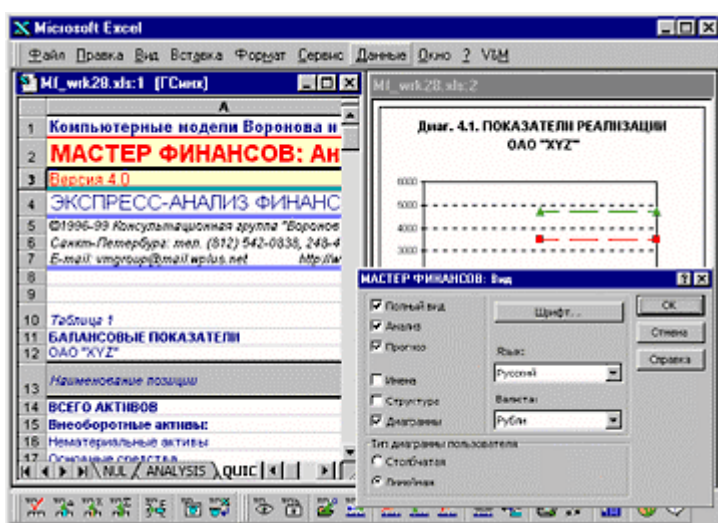


Рис.5.1. Один из интерфейсов программы «МАСТЕР ФИНАНСОВ: Анализ и планирование»

Основными направлениями анализа, проводимого с помощью компьютерной модели "МАСТЕР ФИНАНСОВ", являются:

- динамика изменения структуры баланса и отчета о прибылях и убытках;
- платежеспособность, ликвидность и финансовая устойчивость предприятия;
- структура затрат на произведенную продукцию;
- эффективность использования капитала и оборачиваемость активов;
- прибыльность производственной деятельности и уровни безубыточности;
- формирование денежных потоков по видам деятельности.

Модуль детального планирования позволяет согласовать между собой агрегированный финансовый план и отдельные планы по основным направлениям деятельности предприятия:

- план реализации (с разбивкой по видам продукции);
- план поступлений (с разбивкой по покупателям);
- план закупок (с разбивкой по поставщикам);
- другие планы (с разбивкой по элементам).

В качестве основных управляющих параметров при построении финансового плана в компьютерной модели "МАСТЕР ФИНАНСОВ" используются:

- объемы производства;
- условия отгрузки продукции;
- условия расчетов с покупателями;
- уровень цен;
- график налоговых платежей;
- условия расчетов с поставщиками;
- график осуществления инвестиций;
- график привлечения и возврата кредитов;

Исходными данными для компьютерной модели "МАСТЕР ФИНАНСОВ" являются обычные формы бухгалтерской и статистической отчетности. Возможен также автоматический перенос данных из программ бухгалтерского учета, в частности - систем "Компас" и "Бизнес-Мастер".

Результаты анализа и прогнозирования, полученные с помощью компьютерной модели "МАСТЕР ФИНАНСОВ", могут быть представлены как в рублях, так и в долларах США и автоматически отражаются на более чем десяти диаграммах и графиках. Распечатка выходных форм производится с помощью специально разработанного диспетчера. Возможно также автоматическое создание текстового отчета-резюме по результатам экспресс-оценки финансового состояния в виде документа Microsoft Word для Windows.

Среди пользователей компьютерной модели "МАСТЕР ФИНАНСОВ" - ОАО "Промышленно-строительный банк", ОАО "ПЕТМОЛ", ООО "ЛИВИЗ", ГП "Химволокно", Авиакомпания "Волга-Днепр", ЗАО "ИЛИМ ПАЛП ЭНТЕРПРАЙЗ", ОАО "Завод Красная Заря", ОАО "Красный выборжец", ОАО "Русские самоцветы", ГИПРОРЫБФЛОТ, ЛЕНМОРНИИПРОЕКТ, ОАО "Котласский ЦБК", Нижегородский мукомольный завод, Кировградский медеплавильный комбинат и другие предприятия.

В блоке комплексной оценки финансового состояния предприятия настроен метод оценки, базирующийся на научных результатах раздела 2.1 настоящей диссертационной работы.

5.1.2. МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка

На рис. 5.2 представлен один из экранов работы программы.

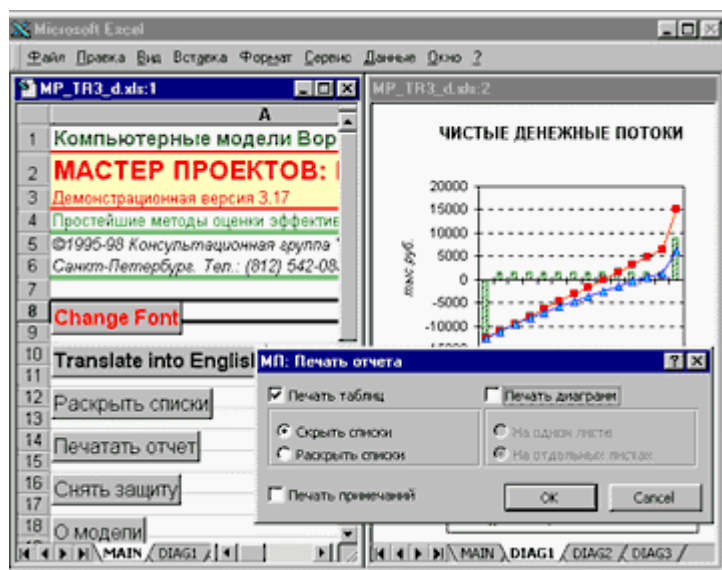


Рис.5.2. Один из интерфейсов программы «МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка»

Бизнес-планирование в программа «МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка» ведется в полном соответствии с рекомендациями UNIDO [307] и полностью отвечает общепринятым мировым стандартам инвестиционного анализа. Заключение об инвестиционной привлекательности проекта делается на основании полного набора "классических" показателей, в число которых входят NPV, IRR и **срок окупаемости инвестиций**.

Результаты инвестиционного анализа дополняются анализом чувствительности и расчетом критических значений для ключевых исходных параметров проекта - физических объемов продаж, цен на продукцию, инвестиционных и производственных затрат. Работа с моделью и оформление отчета может вестись как на русском, так и на английском языке. Компьютерная модель "МАСТЕР ПРОЕКТОВ: Предварительная оценка" относится к классу "открытых" систем и реализована средствами пакета электронных таблиц *Microsoft Excel* для *Windows*.

В блоке анализа риска инвестиций настроен метод оценки, базирующийся на научных результатах раздела 2.2 настоящей диссертационной работы.

5.1.3. Калькулятор для оценки риска прямых инвестиций

На рис. 5.3 представлен один из экранов работы программы.

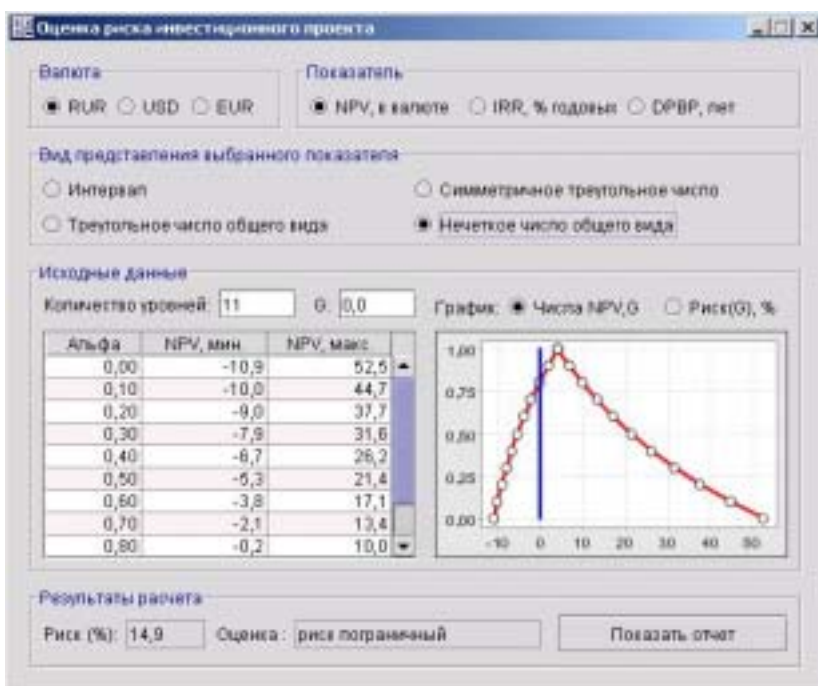


Рис. 5.3. Один из интерфейсов программы «Калькулятор для оценки риска прямых инвестиций»

Инсталляционный дистрибутив этого программного решения можно загрузить с сайта [145]. Калькулятор основан на научных результатах раздела 2.2 настоящей диссертационной работы.

Калькулятор предназначен для оценки риска инвестиций, когда результирующий показатель эффективности инвестиций (NPV, IRR, DPBP) представлен не в классическом точечном виде, а в форме «размытого» показателя. «Размытость» проистекает из того, что денежные потоки инвестиционного проекта не могут быть определены вполне точно, и тогда они представлены в модели в размытом виде. Соответственно, размывается и результирующий показатель.

«Размытость» результирующего показателя предполагает наличие возможности того, что уровень эффективности инвестиций окажется недопустимым для собственника проекта. Собственно, калькулятор как раз и оценивает риск такой неэффективности.

При получении оценки пользователь выбирает:

- **валюту**, в которой ведется стоимостной расчет инвестиционного проекта (не влияет на результаты расчетов, а указывается для отчетности);
- **показатель эффективности**: NPV – чистая современная ценность проекта; IRR – внутренняя норма доходности проекта; DPBP – срок окупаемости проекта по дисконтированным денежным потокам;

- **тип оценки** (интервальная оценка; треугольно-симметричная оценка; треугольная оценка общего вида; нечеткое число общего вида, представленное набором интервалов принадлежности).

Также пользователь задает **норматив G** – значение соответствующего показателя эффективности. При нарушении этого норматива (ниже, чем G – для NPV и IRR; выше, чем G – для DPBP) проект считается неэффективным.

Пользователь может наблюдать на графиках:

- размытое число показателя эффективности и точечное граничное значение норматива G;
- риск-функцию инвестиционного проекта – зависимость риска проекта от уровня норматива G.

В результате расчетов пользователь получает;

- **количественную оценку** уровня риска (в процентах от 100%);
- **лингвистическую оценку** риска (приемлемый риск (до 10%), пограничный риск (от 10% до 20%), недопустимый риск - свыше 20%).

Все входные и выходные данные по расчету сгруппированы в текстовый отчет, который пользователь может посмотреть и скопировать себе простым выделением текста отчета в буфер обмена.

5.2. Программные модели для фондового менеджмента

5.2.1. Система оптимизации фондового портфеля

Буквально все научные результаты, изложенные в настоящей диссертационной работе, получили свое внедрение в Пенсионном Фонде Российской Федерации (ПФР). Соответствующие работы были заказаны организации Siemens Business Services Russia (далее SBS Russia) в 2002-2003 г.г. и поставлены ПФР в виде научных методик и программных средств по четырем договорам. Непосредственным держателем результатов работ является Управление актуарных расчетов ПФР (начальник управления д.э.н. проф. А.К.Соловьев).

Потребность ПФР в средствах автоматизации управления фондовыми активами прямо вытекает из содержания Федерального Закона ФЗ-111 «Об инвестировании ...» [3] (далее по тексту – Закона). Например, ст. 10 Закона возлагает на ПФР ответственность за надежность, доходность и сохранность аккумулированных пенсионных сбережений. При этом эта ответственность не снимается с ПФР и в ходе передачи средств в доверительное управление специализированным управляющим компаниям и негосударственным пенсионным фондам (НПФ) от лица граждан.

Как следует из главы 11 Закона, граждане имеют право на выбор управляющей компании или НПФ для инвестиций. В этом случае ПФР выполняет функции доверенного

лица гражданина, выполняющего агентские функции по обслуживанию пенсионных накоплений. Также предусмотрена возможность отказа гражданина от услуг негосударственных организаций по управлению активами. В этом случае инвестиции управляются государственной специализированной инвестиционной компанией. В этом случае ПФР прямо выступает как учредитель траста и держатель консолидированного инвестиционного портфеля граждан.

Исполнение требований ст. 10 достигается со стороны ПФР путем тотального контроля за процессами инвестирования пенсионных накоплений. Контроль за инвестициями предполагает их моделирование, с определением ожидаемой эффективности и риска фондовых инвестиций. Причем оценка должна проводиться как на уровне модельных классов, так и реальных активов, с расчетом на перспективу, т.е. как по фактическим данным, так и прогнозно. Все эти возможности моделирования обоснованы мной в настоящей диссертационной работе.

Согласно статье 26 Закона, пенсионные накопления могут быть размещены в:

- государственные ценные бумаги Российской Федерации;
- государственные ценные бумаги субъектов Российской Федерации;
- облигации российских корпоративных эмитентов;
- акции российских эмитентов, созданных в форме открытых акционерных обществ;
- паи (акции, доли) индексных инвестиционных фондов, размещающих средства в государственные ценные бумаги иностранных государств, облигации и акции иных иностранных эмитентов;
- ипотечные ценные бумаги, выпущенные в соответствии с законодательством Российской Федерации об ипотечных ценных бумагах;
- денежные средства в рублях на счетах в кредитных организациях;
- депозиты в рублях в кредитных организациях;
- иностранную валюту на счетах в кредитных организациях.

Перечисленные так называемые **разрешенные активы** могут и должны быть декомпозированы, в целях детальной классификации и выделения модельных классов, обладающих надлежащей степенью внутренней однородности. Например, как уже отмечалось, акции российских эмитентов целесообразно разбить на классы акций первого и второго эшелонов, как принципиально различающиеся по доходности и риску группы активов. Такая же детализация целесообразна применительно к отдельным странам в рамках сводной группы зарубежных активов, а также в рамках инструментов, эмиттированных в рамках одной страны.

Все эти требования по детализации сделали возможным сформировать свыше 20 модельных классов (таблица 4.1), каждому из которых был сопоставлен фондовый индекс. В целом ряде случаев, ввиду отсутствия разработанных индексов, компании SBS Russia пришлось самостоятельно разрабатывать фондовые индексы.

Законом установлен ряд ограничений на размер инвестиций в модельные и реальные активы. Например, доля зарубежных активов в инвестиционном портфеле не должна превышать 20% по состоянию на 2009 год и далее. Эти ограничения следует

учитывать в ходе оптимизации модельных и реальных портфелей, что и предусмотрено в поставленном ПФР программном обеспечении.

Назначение программы «**Система оптимизации фондового портфеля**» (далее СОФП), внедренной в ПФР, – это оптимизация модельного фондового портфеля на основе исторических и прогнозных данных по соответствующим фондовым индексам. Язык программирования – Java. Объем, занимаемый программой на жестком диске – 20 мегабайт.

Программа СОФП создавалась под моим непосредственным научным руководством в течение 2002 – 2003 г.г. В проекте разработки программы я выполнял роли заместителя руководителя проекта, бизнес-аналитика, организатора взаимоотношений с Заказчиком (ПФР).

Перейдем к описанию функциональности отдельных модулей программы.

5.2.1.1. Модуль работы с инвестиционными профайлами

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 5.4.

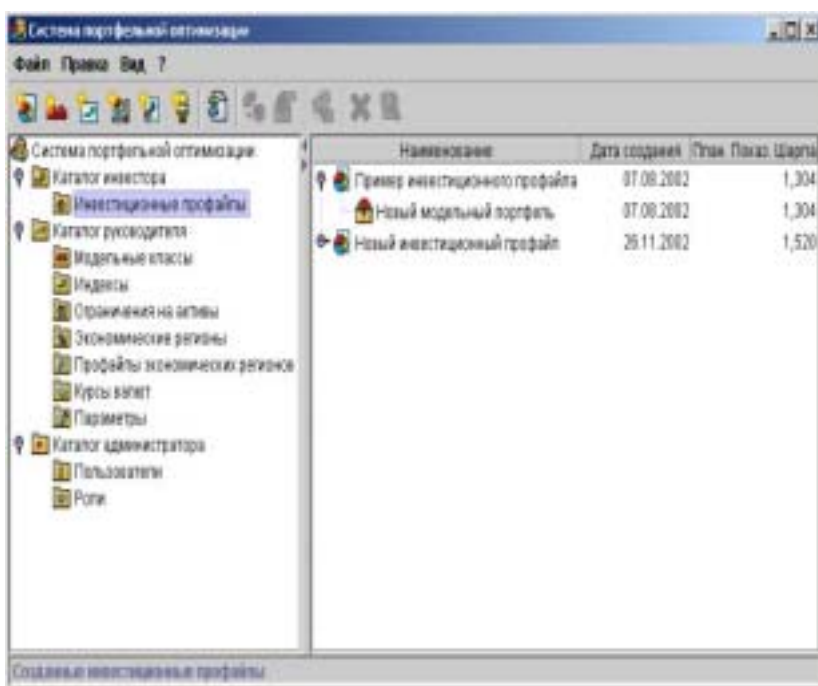


Рис. 5.4. Экран модуля работы с инвестиционными профайлами

Инвестиционный профайл – это программная информационная конструкция, в которой сосредоточена вся история операций с инвестиционным портфелем. В ПФР под инвестиционным профайлом понимается управляющая компания, которой переданы в управление инвестиции определенного размера. В ходе модификации содержимого

профайла сотрудники ПФР могут моделировать операции управляющей компании по управлению активами, оценивать эффективность и риск этих операций.

Функциональность модуля:

- обеспечивает табличный режим сводного представления всех созданных инвестиционных профайлов с отображением наименования инвестиционного профайла, даты создания инвестиционного профайла, среднего значения планового показателя Шарпа;
- обеспечивает переход к режимам и процедурам создания нового инвестиционного профайла, ребалансинга текущего модельного портфеля выделенного профайла, консолидации инвестиционных профайлов с созданием нового инвестиционного профайла, удаления профайла, установки текущего модельного портфеля в инвестиционном профайле;
- обеспечивает возможность просмотра и печати отчетов по модельным портфелям конечного пользователя, с возможностью сохранения отчета в форматах xml, html, pdf.

5.2.1.2. Модуль создания инвестиционного профайла и модельных портфелей

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 5.5.

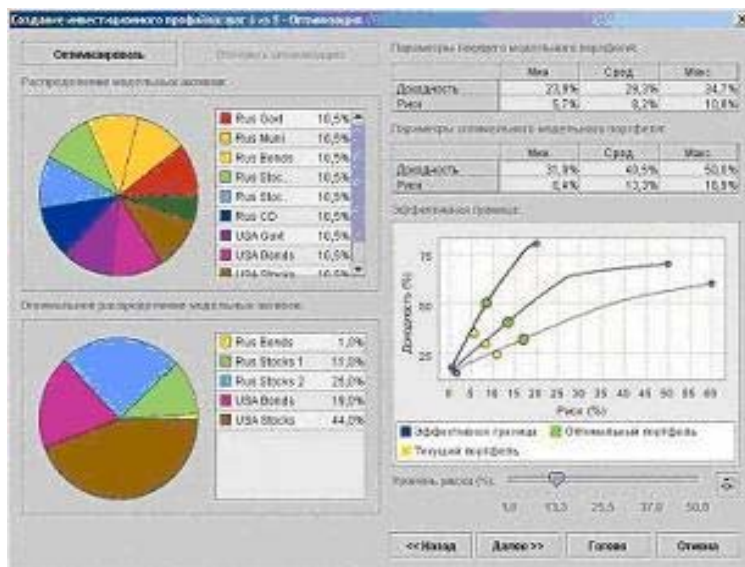


Рис. 5.5. Экран модуля работы с инвестиционными профайлами

Функциональность модуля позволяет:

- создавать инвестиционного профайла с указанием горизонта инвестирования и денежных средств, подлежащих инвестированию;

- проводить бенчмарк-разметку для инвестиционного профайла, выбирая плановые даты для контроля доходности и соответствующие значения доходности (не более 1 бенчмарка на квартал);
- выбирать модельные активы, в которые будет осуществляться инвестирование, и указывать денежные объемы вложений в эти активы. Отмечать активы, которые будут участвовать в формировании эффективной границы. Представлять распределение активов в виде круговой диаграммы;
- контролировать предустановленные ограничительные условия на размер модельных классов, с выдачей предупреждения о нарушении ограничений;
- обеспечить режим ребалансинга модельного портфеля;
- обеспечить режим консолидации инвестиционных профайлов;
- предоставлять пользователю доступ к каждому из модельных активов, установленных в профайле, для получения оценок доходности и риска модельного индекса в треугольно-нечеткой форме;
- обеспечить графическое и табличное представление перформанса модельных индексов, гистограммы распределения доходности, плоского сечения функции правдоподобия;
- предоставлять графический результат оптимизации в форме размытой эффективной границы в форме полосы (построение самой полосы осуществляется по методу, изложенному в разделе 4.1 настоящей диссертационной работы);
- отображать на графике как исходное распределение активов в виде трехточки, так и желаемое распределение в виде трехточки на полосе эффективной границы;
- предоставлять пользователю возможность проводить оперативный ребалансировку модельного портфеля с выставлением оптимальных значений долей (по желанию пользователю в диалоге);
- обеспечивать режим изменения риска портфеля горизонтальным слайдером, с возможностью возвращения портфельной точки к первоначальному риску;
- оценивать доходность портфеля ретроспективно-точно (на основе исторических перформансов) и перспективно-прогнозно (на основе треугольных нечетких функций) термья способами: в номинальных ценах (RUB), в реальных ценах (RUB с учетом инфляции), в предустановленной валюте (USD, GBP, EUR, JPY);
- оценивать бенчмарк-риск, перерасчитывая его путем внесения изменений в данные о бенчмарке. Производить переотрисовку точки бенчмарка на графике;
- обеспечить режим сопоставления перформанса портфеля с перформансом выбранного модельного класса, в том числе с уровнем инфляции для России;
- обеспечивать сохранение созданного инвестиционного профайла/модельного портфеля;
- создавать и отображать отчет при завершении создания инвестиционного профайла или при ребалансинга модельного портфеля.

5.2.1.3. Модуль данных по индексам и модельным классам

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 5.6.

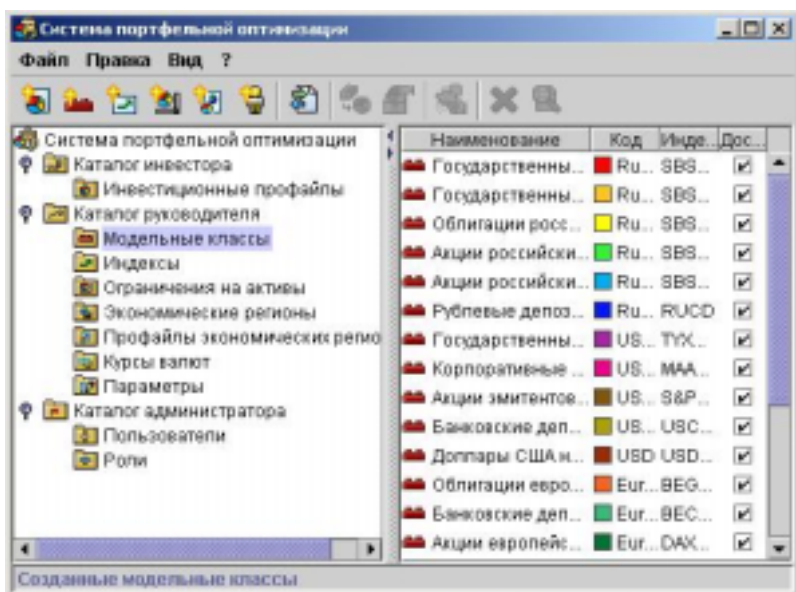


Рис. 5.6. Экран модуля данных по индексам и модельным классам

Функциональность модуля позволяет:

- обеспечить руководителю программы возможность корректировать число модельных классов и сопоставлять им новые индексы;
- обеспечить руководителю программы возможность добавлять новые индексы, обновлять данные по индексам, используя специальный графический интерфейс пользователя;
- обеспечить руководителю программы возможность добавлять новые индексы, обновлять данные по индексам путем импорта необходимой информации из соответствующих файлов предустановленного формата;
- обеспечить руководителю программы возможность корректировать рабочие параметры модулей программы;
- обеспечить руководителю программы возможность установки и изменения ограничений на процентное содержание модельных активов в портфеля.

5.2.1.4. Модуль работы с профайлами экономического региона

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 5.7.

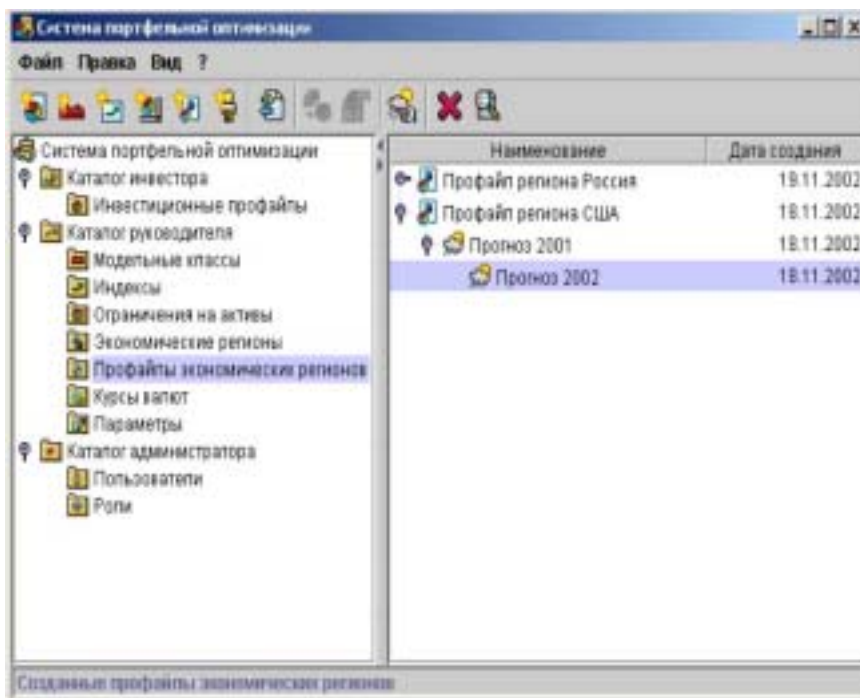


Рис. 5.7. Экран модуля работы с профайлами экономического региона

Профайл экономического региона — это программная информационная конструкция, позволяющая пользователю консолидировать всю историю прогнозирования фондовых и макроэкономических индексов по одной стране или по группе стран.

Функциональность модуля позволяет:

- обеспечить табличный режим сводного представления всех созданных профайлов экономического региона с отображением профайлов экономического региона и даты создания профайлов экономического региона;
- обеспечить научному руководителю программы возможность корректировать прогноз в составе профайла экономического региона;
- обеспечить конечному пользователю и научному руководителю программы возможность просматривать результаты прогнозирования по всем профайлам экономического региона;
- обеспечить конечному пользователю и научному руководителю программы возможность просматривать и печатать отчеты по каждому прогнозу, с возможностью сохранения отчета в форматах xml, html, pdf;
- обеспечить научному руководителю программы возможность использовать прогнозные оценки доходности и риска по индексам в качестве экспертных оценок;
- обеспечить руководителю программы возможность ведения справочника экономических регионов.

5.2.1.5. Модуль создания профайлов экономического региона

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 5.8.



Рис. 5.8. Экран модуля создания профайлов экономического региона

Функциональность модуля позволяет:

- создавать профайлы экономического региона с указанием региона, с возможностью распределения индексов по группам и контролем наличия индексов макроэкономических показателей по указанному экономическому региону;
- задавать необходимые исходные данные, требуемые для выполнения прогноза;
- выполнять прогноз в соответствии с алгоритмом прогноза (на основании научных результатов раздела 4.2 настоящей диссертационной работы);
- получать результаты прогноза по индексам и обобщенному портфелю в графическом представлении;
- обеспечивать сохранение созданного профайла экономического региона/прогноза;
- создавать и отображать отчет при завершении создания профайла экономического региона или при изменении прогноза.

5.2.2. Система скоринга акций

Разработанный диссертантом совместно с Д.Н.Бессоновым программный продукт позволяет осуществлять выбор и упорядочение акций по результатам скоринга (метод скоринга изложен в разделе 3.3 настоящей диссертационной работы и адаптирован как к российской, так и к американской специфике фондового рынка). Один из экранов программы представлен на рис. 5.9.

Name	1-Day Chg %	Market Cap	P/E	ROE %	Div Yield %	Debt to Equity	Price to Book	Rev Qtr vs Yr A.	EPS Qtr vs Yr A.
Sector summary									
Basic Materials	-2.184	592.20B	29.288	9.805	3.017	1.144	2.588	7.628	-6.822
Chemical Manufactu	-2.085	124.0B	21.688	12.222	2.422	1.042	2.764	6.385	-23.853
Metal Mining	-3.115	108.97B	31.77	9.948	2.977	1.468	2.345	2.672	-15.516
Misc. Fabricated Pro	-1.154	22.24B	27.755	6.827	1.792	0.453	1.881	9.209	24.322
Non-Metallic Mining	-1.441	4.77B	NA	-0.536	9.882	0.701	0.786	-38.054	-85.714
Capital Goods									
Construction - Raw M	-2.314	338.17B	16.978	13.907	2.018	1.268	2.768	7.217	30.271
Construction - Equip	-2.158	31.63B	13.451	11.388	2.245	0.458	1.42	9.166	-15.384
Construction Service	-1.712	83.37B	9.782	22.833	0.886	0.95	1.746	17.834	28.332
Misc. Capital Goods	-1.798	85.44B	17.952	12.883	2.023	1.157	3.844	6.349	27.35
Transportation									
Air Courier	-2.638	218.45B	21.495	17.87	1.325	0.721	3.824	6.257	68.443
Airline	-3.821	18.12B	22.587	10.787	0.437	0.276	2.857	10.484	-0.27
Misc. Transportation	-2.935	38.18B	26.757	0.945	0.283	1.819	3.367	24.479	-14.238
Railroads	-1.673	25.07B	43.554	17.833	1.482	0.834	4.823	19.48	26.167
Trucking	-2.698	51.80B	13.055	9.88	1.836	0.893	1.178	5.811	35.839
Water Transportation	-2.458	82.57B	20.018	28.819	1.444	0.444	5.262	9.84	120.01
Water Transportation	-1.975	8.65B	18.85	4.866	3.824	0.825	1.25	-11.62	-20.465

Processing industry with name Personal Services, sector url http://biz.yahoo.com/privspcrpru.html
Obtaining company list...
Industry csv file : http://biz.yahoo.com/privspcrpru.csv

Рис. 5.9. Один из экранов системы скоринга акций

В качестве иллюстративного примера (в порядке некоммерческого использования) система скачивает исходные данные по секторам, индустриям и отдельным акциям (США) с портала Yahoo.com [309] и производит экспресс-оценку данных, с выработкой торговых рекомендаций на покупку (удержание, продажу) акций данного сектора, индустрии, отдельных акций. При этом система проводит сопоставительный анализ акций относительно своей индустрии, индустрий относительно своего сектора и секторов в пределах целой экономики, с выработкой сравнительных оценок вида «намного лучше, лучше, на уровне, хуже, намного хуже». Сопоставление проводится на базе комплексной оценки инвестиционной привлекательности акций, индустрий, секторов.

5.2.3. Модель прогнозирования фондовых индексов на платформе AnyLogic

На программной платформе AnyLogic [314], предназначенной для моделирования сложных систем, мною совместно с сотрудниками компании XJ Technologies разработана программная модель для прогнозирования фондовых индексов по методу, изложенному в разделе 4.2 настоящей диссертационной работы. Один из экранов модели представлен на рис. 5.10.

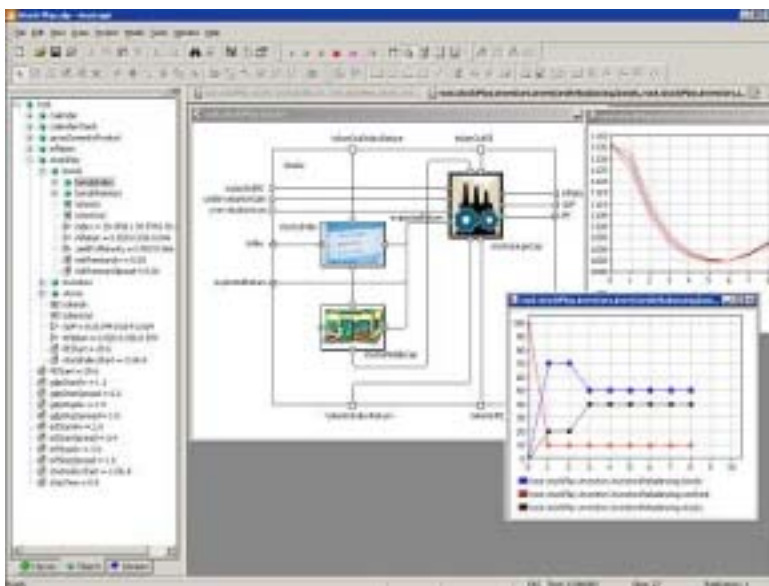


Рис. 5.10. Один из экранов модели прогнозирования фондовых индексов

Достоинством данного программного решения является его полная открытость (что позволяет разработчику модели самостоятельно вводить в программу модельные описания произвольной структуры), наглядность представления модели, отсутствие необходимости разрабатывать специализированный интерфейс, возможность оперативно менять экзогенные параметры в ходе моделирования.

Заключение

Мы наблюдаем оживление интереса к экономической науке и научным исследованиям в России. Это не случайно, т.к. после памятного августовского дефолта 1998 г., когда казалось, что на рыночной экономике в РФ можно ставить крест, российская экономика все же оправилась и уверенно набирает темп. Собственники и менеджеры российских компаний получили неоценимый опыт выживания в экстремальных рыночных условиях. И теперь, желая сохранить свой бизнес, они учатся работать в новых условиях, при жесточайшей конкуренции, на низких уровнях маржинальной прибыли. А, чтобы научиться работать в таких условиях, без научной организации бизнеса не обойтись. Повсеместно на российских предприятиях внедряется бизнес-планирование, финансовый и инвестиционный анализ, процедуры управления проектами, с вычленением отдельных бизнесов и производств в самостоятельные центры прибыли, маркетинг. Возрос спрос на рыночные исследования, на финансовую и общеэкономическую информацию, поставляемую на регулярной основе в требуемом компьютерном формате.

Реорганизуется финансовый сектор. Банки, уцелевшие после дефолта, сделали свои выводы из случившегося и пересмотрели свою финансовую политику. Финансовый анализ состоятельности заемщика, анализ привлекательности фондовых инвестиций, кредитный менеджмент – теперь все это неотъемлемые стороны деятельности аналитического отдела любого банка. Оживляется деятельность инвестиционных компаний и негосударственных пенсионных фондов. Воскрес рынок ценных бумаг, в том числе производных финансовых инструментов.

Набирает обороты пенсионная реформа. Принят Федеральный Закон «Об инвестировании средств для финансирования накопительной части трудовой пенсии в РФ» [Закон]. Уже в 2004 на открытом фондовом рынке появится довольно мощный источник инвестиций в фондовые активы (поток составит от 2 до 4 млрд. долл в год). Этот ресурс исключительно важен не только для развития рынка корпоративных ценных бумаг, но явится источником недорогих заимствований для региональных бюджетов. Там, где этими средствами смогут по достоинству распорядиться, это будет означать расцвет социально-экономической жизни региона, повышение уровня жизни граждан. Львиная часть средств (по оценкам – не менее 80%) будет управляться от имени и по поручению будущих пенсионеров Пенсионным Фондом РФ (ПФР) через государственную управляющую компанию.

Запущен механизм ипотечного кредитования. Долгосрочные облигации, эмиттируемые в ходе консолидации частных кредитов на покупку жилья в федеральном Агентстве по жилищному кредитованию, будут размещены, в первую очередь, на стороне ПФР и его уполномоченных инвестиционных институтов, а, во вторую очередь, наполнят долгосрочную низкорисковую составляющую кредитного портфеля банков, наравне с государственными облигациями.

И все субъекты рынка в ходе принятия своих рыночных решений сталкиваются с одной общей проблемой – с **неизвестностью завтрашнего дня**. Все стремятся сделать этот мир более предсказуемым, что вызывает потребность в планировании, прогнозировании, в оценке рыночного риска. Генерируются сценарии перспективного развития событий, связанных с изменением уровня цен, объемов выпуска и продаж товарной продукции, с изменением макропараметров экономической среды (уровней налогообложения, ставок по краткосрочным кредитам, темпов инфляции и т.д.), а затем проводится анализ реакции корпоративных финансов на реализуемый гипотетический сценарий. Оптимистические сценарии улучшают финансовое состояние корпорации и ее рыночное положение, а пессимистические – ухудшают, в том числе приводя корпорацию на грань банкротства.

Центральный вопрос – какова ожидаемость тех или иных сценариев в перспективной картине существования корпорации. И вот здесь исследователи начинают вводить веса сценариев в интегральной картине, причем эти веса имеют вероятностный смысл. При этом сразу возникает два вопроса:

- на каком основании эти веса устанавливаются;
- все ли потенциальные сценарии развития корпорации и ее окружения учтены в интегральной картине.

Честный ответ на эти два вопроса неутешителен: не хватает оснований для назначения весов в свертке сценариев, не все сценарии учтены, да и учесть их все не представляется возможным.

Можно перейти из дискретного пространства сценариев в непрерывное, заменив дискретное весовое распределение факторов непрерывной плотностью распределения. Имея такие распределения на входе в модель, можно точно или приближенно восстановить распределение выходных параметров модели (например, финансовых показателей). И такой путь, снимая проблему ограниченности сценариев, не снимает другую проблему – обоснованности модельных вероятностных распределений.

Если рассматривать классическое понимание вероятности, то прежде всего такая вероятность вводится как частота однородных событий, происходящих в неизменных внешних условиях. В реальной экономике нет ни однородности, ни неизменности условий. Даже два предприятия, принадлежащие к одной отрасли и работающие на одном и том же рынке, развиваются по-разному в силу внутренних особенностей. Так, успешный менеджмент одной такой компании приводит ее к успеху, а неуспешный менеджмент другой – к банкротству. На уровне «черных ящиков» обе компании могут выглядеть одинаково, однородно, но при раскрытии информации о компаниях, при детализации вся однородность пропадает.

Не сохраняется однородность и с течением времени. Так, российский рынок образца 2002 года (после кризиса 1998 года) – это вовсе не то же самое, что рынок образца 1992 года (до кризиса). Кардинально различны все макроэкономические параметры (темпы роста ВВП, уровень инфляции, масштаб цен, курс рубля к доллару в номинальных и реальных ценах и т.д.). Ясно, что рынку до кризиса может быть сопоставлена одна

сценарно-вероятностная модель, а для послекризисного рынка она будет совсем другой: изменятся как сами сценарии, так и их веса.

Много усилий в науке было потрачено на то, чтобы отойти от классического понимания вероятностей. По мере перехода от классической вероятности к аксиологической (субъективной) возрастала роль эксперта, назначающего вероятностные веса, увеличивалось влияние субъективных предпочтений эксперта на оценку. Соответственно, чем более субъективной становилась вероятность, тем менее научной она оказывалась.

Появление субъективных вероятностей в экономическом анализе далеко не случайно. Это было ознаменовано **первое стратегическое отступление** науки перед лицом неопределенности, которая имеет неустранимый характер. Такая неопределенность является не просто неустранимой, она является «дурной» в том смысле, что не обладает структурой, которую можно было бы один раз и навсегда модельно описать вероятностями и вероятностными процессами. То, что с большим успехом используется в технике, в теории массового обслуживания, в статистике как науке о поведении большого числа однородных (принадлежащих одному модельному классу) субъектов, то совершенно не проходит в моделях финансового менеджмента. Исследователь имеет дело с ограниченным набором событий, разнородных по своему происхождению, и он затрудняется в том, какие выводы сделать на основе полученной информации.

Таким образом, сам эксперт, его научная активность, его предпочтения начинают сами выступать как объект научного исследования. Уверенность (неуверенность) эксперта в оценке приобретают количественное выражение, и здесь вероятностям делать уже совершенно нечего. Аналогия может быть такой, что если раньше врач пытался лечить больного, то теперь в лечении нуждается он сам. Объект научного исследования доопределился: если ранее в него входил только экономический объект (корпорация, отрасль, экономический регион, страна), то в современном финансовом менеджменте объект научного исследования дополняется лицом, принимающим решения (ЛПР). Таким лицом выступает как финансовый менеджер, так и финансовый аналитик, готовящий решения для менеджера. Активность обоих этих лиц подлежит детальному исследованию.

Самое главное в такой постановке научной задачи – научиться моделировать субъектную активность. В частности, важно представлять, по каким критериям ЛПР производит распознавание текущей экономической ситуации, состояния объекта исследования, поля для принятия решений. Информации не хватает, она не очень высокого качества. Соответственно, ЛПР сознательно или подсознательно отходит от точечных числовых оценок, заменяя их качественными характеристиками ситуации, выраженными на естественном языке (например, «высокий/низкий уровень фактора», «большой/малый/незначительный размер денежного потока», «приемлемый/запредельный риск» и т.д.). Пока терминам естественного языка не сопоставлена количественная оценка, они могут интерпретироваться произвольно. Но если такая оценка состоялась как конвенциональная модель, образованная на пересечении мнений и предпочтений целого ряда экспертов, наблюдающих примерно одну и ту же экономическую реальность, тогда

она обладает значимостью для моделирования экономического объекта, наряду с данными о самом этом объекте.

Что такое сегодня «высокая процентная ставка по кредитам»? Мы не узнаем об этом ничего, пока не опросим некоторую группу предприятий, пользующихся кредитными ресурсами банков. Все эти предприятия пользуются кредитами на разных условиях: чем надежнее заемщик, тем меньшую ставку по кредиту он может себе позволить. Все заемщики разные, однако в ходе сводного исследования вырисовывается некая целостная картина (обычно интерпретируемая как гистограмма испытаний). Становится возможным определить некую среднюю ставку заимствований, вокруг которой группируются все остальные ставки. И, чем далее вправо по оси X (уровень процентной ставки) мы будем двигаться от определенного среднего значения, тем больше оснований мы получаем заявлять, что данная ставка – «высокая». Так мы можем выделить три группы ставок: «высокая», «средняя», «низкая» - и разнести все имеющиеся ставки по выделенным классам (кластерам) двумя путями. Грубо мы можем сделать это вполне точно, установив соответствующие интервалы на оси X , и принадлежность к тому или иному интервалу будет вызывать однозначную словесную оценку. Если делать такую же работу более тщательно, то следует описать нашу уверенность (неуверенность) в классификации. Тогда четкие множества интервалов преобразуются в нечеткие подмножества с размытыми границами, а степень принадлежности той или иной процентной ставки к данному подмножеству определяется функцией принадлежности, построенной по специальным правилам.

Таким образом, наметились пути **второго стратегического отступления** науки в ходе исследования неопределенности в экономике. Если раньше ученые вынуждены были отказаться от классической вероятности в пользу вероятности субъективной, то теперь и субъективная вероятность перестает устраивать исследователя. Потому что в ней оказывается слишком много субъективной экспертной оценки и слишком мало – информации о том, как эта оценка была получена.

Третьего стратегического отступления не предвидится, потому как отступать далее некуда. Мы отступаем потому, что хотим сохранить адекватность используемых моделей и требуемую степень их достоверности. Мы хотим быть честными, поэтому постепенно выводим субъективные вероятности из оборота, заменяя их нечеткими множествами. И тут возникает возможность для перегруппировки и **стратегического наступления** на неопределенность. Причин к этому несколько:

- нечеткие множества идеально описывают субъективную активность ЛПР;
- нечеткие числа (разновидность нечетких множеств) идеально подходят для планирования факторов во времени, когда их будущая оценка затруднена (размыта, не имеет достаточных вероятностных оснований). Таки образом, все сценарии по тем или иным отдельным факторам могут быть сведены в один сводный сценарий в форме треугольного числа, где выделяются три точки: минимально возможное, наиболее ожидаемое и максимально возможное значения фактора. При этом веса отдельных сценариев в структуре сводного сценария формализуются как треугольная функция принадлежности уровня фактора нечеткому множеству «примерного равенства среднему»;

- мы можем в пределах одной модели формализовывать как особенности экономического объекта, так и познавательные особенности связанных с этим объектом субъектов менеджера и аналитика;
- мы можем вернуть вероятностные описания в свой научный обиход, как вероятностные распределения с нечеткими параметрами. Нечеткость параметров распределения обусловлена тем, что классически понимаемой статистической выборки наблюдений нет, и для анализа мы пользуемся научной категорией **квазистатистики**. При таком подходе треугольные параметры распределения устанавливаются на основе процедуры установления степени правдоподобия. Таким образом, намечился путь для синтеза вероятностных и нечетко-множественных описаний.

Настоящая диссертационная работа как раз и посвящена применению теории нечетких множеств в финансовом и инвестиционном анализе. Полагаю, содержание работы доказывает, что нечеткие множества являются более предпочтительным инструментом для моделирования поведения финансовых систем в условиях неопределенности, нежели традиционные вероятности. Субъективные вероятности, используемые в финансовом менеджменте скорее по инерции, все чаще обнаруживают свою ограниченность в информационном плане, недостаточность и недостоверность. Вероятностным моделям, детищу XIX-XX веков, все сложнее становится описывать реальности XXI века. Научная парадигма финансового менеджмента изменяется у нас на глазах, и вероятностные методы не поспевают за этими изменениями.

Финансовые системы непрерывно усложняются. Причиной тому является технический прогресс, предоставляющий экономическим системам дополнительные возможности для роста и развития. Внедрение в экономическую жизнь компьютерных систем и сетей позволяет корпорациям выйти на качественно новый уровень финансовой организации. И такое объективное усложнение финансовых систем приводит к появлению для них новых, в том числе неблагоприятных, возможностей развития, которые подлежат изучению.

К сожалению, часто экономическая наука не поспевает за событиями и не может предоставить практике финансового менеджмента адекватные модели для управления финансами. Научная необеспеченность в управлении финансами приводит к порочной практике некачественного управления финансовыми активами, и через это – к банкротствам корпораций и рыночным кризисам. Именно самонадеянность финансовых аналитиков, апологетов т.н. «новой экономики», привела к тому, что ожидания безгранично и бесконечно растущего фондового рынка вызвали триллионные (в долларовом выражении) убытки корпораций и домашних хозяйств по всему миру. Вызванные растиражированными неквалифицированными советами убытки порождают полномасштабное недоверие к инвестиционным консультантам и к тем модельным предпосылкам, которые они кладут в основу своего научного анализа.

Очень часто практики финансового менеджмента, не доверяясь дискредетированным теориям, управляют вверенными им активами, что называется, «на глазок», базируясь на своей интуиции, которая очень часто даже не вербализована. Эта

интуитивная активность, помноженная на опыт управления финансами, образует бесценный материал для исследования. Лица, обладающие интуицией и опытом, становятся экспертами, чья активность становится объектом научного исследования. Получается, что объект научного исследования финансовых систем доопределился: если ранее в него входил только экономический объект (корпорация, отрасль, экономический регион, страна), то в современном финансовом менеджменте объект научного исследования дополняется лицом, принимающим решения. Таким лицом выступает как финансовый менеджер, так и финансовый аналитик, готовящий решения для менеджера. Активность обоих этих лиц подлежит детальному исследованию, и наилучшими формализмами для моделирования этой активности, без сомнения, выступают нечеткие множества.

В главе 2 работы, на примере ряда методов анализа корпоративных финансов, нам удалось показать, как экспертные представления об уровне факторов могут быть включены в модель оценки риска банкротства, каким образом перейти от качественных представлений об уровнях факторов к количественным.

Аналогично, мы использовали экспертные оценки в части параметров бизнес-плана, которые не могут не иметь размытого вида. Эксперт по продажам, как и любое другое лицо, не может ничего сказать о будущих продажах вполне точно; поэтому он склонен опираться на интервальные, размытые оценки. Чем опытнее эксперт, тем менее размытые он дает оценки, и тем, соответственно, ниже риск неэффективности принимаемых решений; однако есть неустранимая информационная неопределенность, которую профессиональный эксперт должен уметь чувствовать и выражать хотя бы в терминах естественного языка. В свою очередь, экспертная уверенность (неуверенность) в своих оценках может быть легко описана в количественных терминах, что мы и показали в работе.

Совсем трудно формализуются представления о позиции бизнеса в бизнес-портфеле корпорации, где очень часто даже трудно предложить количественный носитель для того или иного фактора. Нечеткие модели бизнес-портфеля корпорации легко справляются с этими затруднениями. Даже если исходные отдельные показатели представлены качественно, возможно агрегирование этих данных в комплексный показатель и качественное распознавание уровня этого показателя.

Фондовый рынок является еще более сложным объектом научного исследования, нежели отдельная корпорация, потому что на этом рынке действуют десятки тысяч корпораций и миллионы частных и институциональных инвесторов. Совместная деятельность этих экономических агентов рынка приводит к результатам инвестирования в ценные бумаги, фиксируемым фондовыми индексами. Равно как и в случае моделирования финансовых систем корпораций, экспертные представления и оценки могут быть формализованы и успешно применены в ходе моделирования поведения фондового рынка и отдельных его субъектов. Оценка инвестиционной привлекательности ценных бумаг (матричные методы которой изложены нами в главе 3 работы), если ее применить к большому множеству эмитентов, дает нам материал для моделирования рынка в целом, и обобщение этих результатов позволяет нам выдвинуть современные

теории оптимизации фондового портфеля, прогнозирования фондовых индексов, актуарного моделирования (глава 4 работы).

Нечеткие модели финансового менеджмента, разработанные диссертантом, составили основу целого ряда программных решений (глава 5 работы) и внедрены в целом ряде организаций России, в т.ч. в Пенсионном фонде РФ.

Диссертант также отмечает, что разработанные им модели и методы вошли в учебные процессы ряда вузов России и Белоруссии, в частности, в курс «Антикризисное управление» для студентов 5-го курса Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов. На персональном сайте диссертанта в Интернет [145] выложено большое количество работ по применению нечетких множеств в экономике и финансах, в том числе работ специалистов дальнего и ближнего зарубежья – с их разрешения и по их просьбе. Работы диссертанта часто цитируются специалистами по направлению. Все это свидетельствует о создании новой научной школы. Также диссертант является председателем организационного комитета международной конференции «Нечеткие множества и мягкие вычисления в экономике и финансах», которая будет проходить в Санкт-Петербурге в июне 2004 года; это также является косвенным свидетельством научной состоятельности работ диссертанта по направлению.

Полагаю, мне удалось разработать целый ряд научных теорий и методов оценки, которые имеют существенное значение для рыночных исследований и для практики финансового менеджмента в условиях существенной информационной неопределенности. Практическое внедрение разработанные теории и методы нашли в практике Пенсионного фонда Российской Федерации, в ходе управления накопительной составляющей трудовых пенсий граждан России, а также в целом ряде программных решений, представленных в главе 5 диссертационной работы. Полагаю, это лучшая рекомендация моим научным исследованиям.

Перечень цитируемых источников

1. Гражданский кодекс Российской Федерации. Ч. I от 21 октября 1994 г. Ч. II от 22 декабря 1995 г. – На сайте: ____
2. Закон РФ «Об акционерных обществах». – На сайте: <http://invest.mdmбанк.com/help/law.htm>.
3. Закон РФ «Об инвестировании средств для финансирования накопительной части трудовой пенсии в РФ». – На сайте: <http://www.akdi.ru/gd/proekt/088075GD.SHTM>.
4. Закон РФ «О несостоятельности (банкротстве)». – На сайте: <http://www.akdi.ru/gd/proekt/088445GD.SHTM>
5. Закон РФ «О рынке ценных бумаг». – На сайте <http://www.fedcom.ru/fcsm/rlegisl/zakon/zak11.html> .
6. Закон РФ «О трудовых пенсиях в РФ» - На сайте: <http://www.akdi.ru/gd/proekt/086560GD.SHTM>
7. Аверкин А., Батыршин И. Мягкие вычисления // Новости искусственного интеллекта, 3, 1996.
8. Адамов В.Е. Факторный индексный анализ. - М.: Статистика, 1997.
9. Акофф Р. Планирование будущего корпораций. – М.: Прогресс, 1985.
10. Алексеев А. В. Интерпретация и определение функций принадлежности нечетких множеств // Методы и системы принятия решений: Сб. тр. / Под ред. А. Н. Борисова. – Рига: РПИ, 1979.
11. Алехина А. Э. Принятие решений в финансовом анализе в условиях нестохастической неопределенности // Новости искусственного интеллекта. №3, 2000.
12. Аллен Р.Дж. Математическая экономия. – М.: Изд-во ИЛ, 1963.
13. Ансофф И. Стратегическое управление. – М.: Экономика, 1989.
14. Аркин В.И., Шоломицкий А.Г. Современное состояние пенсионных актуарных исследований в России. - На сайте: http://www.hse.ru/infopage/persona/sh/sholomitsky_a_g.htm.
15. Ахрамейко А.А., Железко Б.А., Ксенович Д.В. Построение рейтинга банков с использованием методики расчета многоуровневого агрегированного показателя банка. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
16. Ахрамейко А.А., Железко Б.А., Ксенович Д.В., Ксенович С.В. Обобщение метода анализа иерархий Саати для использования нечетко-интервальных экспертных данных. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
17. Ахрамейко А.А., Железко Б.А., Ксенович Д.В., Морозевич А.Н. Методика многоуровневой агрегированной оценки и прогнозирования финансового состояния предприятий. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
18. Ахрамейко А.А., Железко Б.А., Райков Н.В. Инструментальный рейтинг построения рейтинга страховых организаций. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
19. Бакаев А.С., Шнейдеман Л.З. Учетная политика предприятия. – М.: Бухгалтерский учет, 1994.
20. Баканов М.И., Шеремет А.Д. Теория экономического анализа: Учебник. – 3-е изд., перераб. – М.: Финансы и статистика, 1995.

21. Банки на развивающихся рынках: В 2-х т. – Т.1. Укрепление руководства и повышение чувствительности к переменам. – Т.2. Интерпретирование финансовой отчетности. – М.: Финансы и статистика, 1994.
22. Балабанов И.Т. Риск-менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 1996.
23. Банкротство предприятий: Сборник нормативных документов с комментариями. – М.: Агентство «Бизнес-информ», 1995.
24. Батыршин И.З. Пресональная страница в Интернет. – На сайте: <http://fuzzy.kstu.ru/rus1.htm>.
25. Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях // В кн.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. М.: Мир, 1976.
26. Бернштейн Л.А. Анализ финансовой отчетности. – М.: Финансы и статистика, 1996.
27. Бессонов Д.Н., Недосекин А.О. Корреляционная матрица и ее роль в оптимизации фондового портфеля. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
28. Бирман Г., Шмидт С. Экономический анализ инвестиционных проектов – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1997.
29. Боровков А.А. Теория вероятностей. М., Эдиториал УРСС, 1999.
30. Бородицкая Т.М. Нечеткие модели как инструмент планирования //Тезисы докладов VI Всероссийской научной конференции студентов и аспирантов. Таганрог: изд-во ТРТУ, 2002.
31. Брейли Р., Майерс С. Принципы корпоративных финансов. – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 1997.
32. Бригхем Ю., Гапенски Л. Финансовый менеджмент. Полный курс. В 2-х т. Пер с англ./Под ред. В.В.Ковалева. – СПб: Экономическая школа, 1997.
33. Буренин А.Н. Рынок ценных бумаг и производных финансовых инструментов. – М.: Инфра-М, 1996.
34. Ван Хорн Дж. Основы управления финансами. – М.: Финансы и статистика, 1996.
35. Виленский П.Л., Лившиц В.Н., Орлова Е.Р., Смоляк С.А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. М.: Дело, 1998.
36. Виленский П.Л., Смоляк С.А. Показатель внутренней нормы доходности проекта и его модификации // Аудит и финансовый анализ, 1999, № 4.
37. Винер Н. Творец и робот. – М.: Прогресс, 1966.
38. Воронов К.И. и др. Банковская система России. Настольная книга банкира. Книга I. М., ТОО "Инжиниринго-консалтинговая компания "ДеКА", 1995.
39. Воронов К.И. Оценка коммерческой состоятельности инвестиционных проектов // Финансовая газета, 1993, №№ 49 - 52; 1994, №№ 1 - 4, 24 - 25.
40. Воронов К.И. Основы теории инвестиционного анализа. – На сайте: <http://www.aup.ru/articles/investment/6.htm>.
41. Воропаев В.И. Управление проектами в России. – М.: «Аланс», 1995.
42. Гальперин В.М., Гребенников П.ИП., Леусский А.И., Тарасевич Л.С. Макроэкономика: Учебник. – СПб: Экономическая школа, 1994.
43. Гитман Л. Жд., Джонк М.Д. Основы инвестирования. – М.: Дело, 1997.
44. Глухов В.В., Бахрамов Ю.М. Финансовый менеджмент: Учеб. Пособие. – СПб: Изд-во «Специальная литература», 1995.
45. Гунин Г.А. Особенности практического применения искусственных нейронных сетей к прогнозу финансовых временных рядов. - В кн.: Экономическая кибернетика: системный анализ в экономике и управлении. - СПб,СПБУЭФ, 2001.

46. Гурова Т., Кобяков А. Осуждение Фауста // Эксперт. - 1998. - № 31. – Также на сайте: <http://archive.expert.ru/expert/98/98-31-48/data/cmirt-g.htm> .
47. Данные на сайте информационно-аналитического и учебного центра НАУФОР. – На сайте: <http://www.skrin.ru/Default.asp?Part=2&URL=Search.asp>.
48. Давыдова Г.В., Беликов А.Ю. Методика количественной оценки риска банкротства предприятий // Управление риском, 1999 г., № 3, с. 13-20.
49. Долан Э.Д., Кэмпбелл К.Д., Кэмпбелл Р.Д. Деньги, банковское дело и денежно-кредитная политика. – Л., 1991.
50. Дранко О.И., Ириков В.А., Леонтьев С.В. Технологии экономического обоснования инвестиционных проектов фирмы. – М.: УНПК МФТИ, «Школа менеджмента», 1996.
51. Друкер П. Управление, нацеленное на результаты: Пер. с англ. – М.: Технологическая школа бизнеса, 1994.
52. Друри К. Введение в управленческий и производственный учет. – М.:Аудит, ЮНИТИ, 1994.Едренова В.Н., Мизиковский Е.А. Учет и анализ финансовых активов: акции, облигации, векселя. – М.: Финансы и статистика, 1995.
53. Елисеева И.И., Юзбашев М.М. Общая теория статистики: Учебник – М.: Финансы и статистика, 1995.
54. Ефимов М.В. Фундаментальный анализ эмитентов в инвестиционной и регулятивной деятельности государства на рынке ценных бумаг // Диссертация на соискание уч. ст. канд. экон. наук. М., 2001. – Также на сайте: http://www.mirkin.ru/_docs/dissert003.pdf.
55. Ефимова О.В. Финансовый анализ. – М.: Бухгалтерский учет, 1996.
56. Ефремов В.С. Классические модели стратегического анализа и планирования: модель Shell/DPM //Менеджмент в России и за рубежом, №3, 1998. – Также на сайте: <http://www.cfin.ru/press/management/1998-3/07.shtml>.
57. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. - М.: Мир, 1976.
58. Инвестиционная группа «Финанс-Аналитик». Финансовый портал. – На сайте: <http://www.finam.ru> .
59. Инвестиционная компания «Регион». Финансовый портал. – На сайте: <http://www.regnm.ru/> .
60. Инвестиционно-финансовый портфель (книга инвестиционного менеджера. Книга финансового менеджера. Книга финансового посредника). – М.: «СОМИНТЕК», 1993.
61. Индексы агентства АК&М. – На сайте: <http://www.akm.ru/rus/index/index.htm> .
62. Индексы агентства «РосБизнесКонсалтинг». – На сайте: <http://stock.rbc.ru/demo/rbc.0/intraday/COMPIND.rus.shtml?show=intra3> .
63. Казахстанская фондовая биржа. Персональная страница в Интернет. – На сайте: <http://www.kase.kz/> .
64. Калмыков С. А., Шокин Ю. И., Юдашев З. Х. Методы интервального анализа. - Новосибирск, Наука, 1986.
65. Капица С.П. Сколько человек жило, живет и будет жить на земле. Очерк теории роста человечества. – На сайте: http://www.odn.ru/kapitza/1_5.htm.
66. Классификация отраслей народного хозяйства США. – На сайте: <http://www.mgfs.com/mgggroups.htm>

67. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 1998.
68. Ковалев В.В. Управление финансами: Учеб. Пособие. – М.:ФБК-ПРЕСС, 1998.
69. Ковалев В.В. Финансовый анализ: Управление капиталом. Выбор инвестиций. Анализ отчетности. – М.: Финансы и статистика, 1997.
70. Ковалев В.В. Сборник задач по финансовому анализу: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 1997.
71. Ковалев В.В., Патров В.В. Как читать баланс. – М.: Финансы и статистика, 1998.
72. Ковалев В.В., Уланов В.А. Введение в финансовую математику. Учеб. Пособие. – СПб, ТЭИ, 1997.
73. Ковалев В.В. Введение в финансовый менеджмент. – М.: Финансы и статистика, 2000.
74. Коласс Б. Управление финансовой деятельностью предприятия. Проблемы, концепции и методы: Учебн. пособие. М.: Финансы, ЮНИТИ, 1997.
75. Количественные методы финансового анализа. – М.: Инфра-М, 1996.
76. Консультационная группа «Воронов и Максимов». Сайт компании. – На сайте: <http://www.vmgroupl.ru/Win/index1.htm>
77. Конференция «Инсайдеры и инсайдерская информация в России». – На сайте: <http://www.finam.ru/analysis/conf0000100053/default.asp>.
78. Конференция NITE-2002. – На сайте: <http://nite.unibel.by/>.
79. Кочович Е. Финансовая математика: Теория и практика финансово-банковских расчетов. – М.: Финансы и статистика, 1995.
80. Кофман А., Хил Алуха Х. Введение теории нечетких множеств в управлении предприятиями, Минск: Вышэйшая школа, 1992.
81. Кравец А.С. Природа вероятности, М.: Мысль, 1976.
82. Крейнина М.Н. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности акционерных обществ в промышленности, строительстве и торговле. – М.: АО «ДИС», 1994.
83. Кун Т. Структура научных революций. – М.: Прогресс, 1977. – Также на сайтах http://www.philosophy.nsc.ru/STUDY/BIBLIOTEC/PHILOSOPHY_OF_SCIENCE/KUN/Kun.htm , http://www.krotov.org/library/k/kuhn/ind_kun.html
84. Липсиц И.В., Коссов В.В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа. Учебно-справочное пособие. – М.: Изд-во БЕК, 1996.
85. Макконнел К.Л., Брю С.Л. Экономикс: Принципы, проблемы и политика. В 2-х т. – М.: Республика, 1993.
86. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования / Утверждено Госстроем России, Минэкономики РФ, Минфином РФ, Госкомпромом РФ от 31 марта 1994 г. N 7-12/47. – М.: 1994. – Также на сайте: <http://www.appraiser.ru/info/norma/met94/> .
87. Миркин Я.М. Ценные бумаги и фондовый рынок. Учебник. – М.: Изд-во «Перспектива», 1995.
88. Модели принятия решений на основе лингвистической переменной / А.Н.Борисов и др. – Рига: Зинатне, 1982 .
89. Моросанов И.С. Первый и второй законы теории систем // Системные исследования: Методологические проблемы. Ежегодник. 1992-1994 / РАН. Ин-т

- систем анализа. Редкол.: Гвишиани Д.М. (отв. Ред) и др. – М.: Эдиториал УРСС, 1996. – С. 97-114.
90. Московская межбанковская валютная биржа. Персональная страница в Интернет. – На сайте: <http://www.micex.ru/stock/mmvb10.html> .
 91. Налимов. В.В. Вероятностная модель языка. О соотношении естественных и искусственных языков. - 2-ое изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1979. - С.272-295.
 92. Нейман Дж. фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: 1970.
 93. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций. СПб, Типография «Сезам», 2002. – Также на сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
 94. Недосекин А.О. Фондовый менеджмент в расплывчатых условиях. СПб, Типография «Сезам», 2003. – Также на сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
 95. Недосекин А.О. Нечеткий финансовый менеджмент. – М.: Аудит и финансовый анализ, 2003. – Также на сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
 96. Недосекин А.О. Анализ живучести систем энергетики комбинаторно-вероятностными методами // Известия РАН. Энергетика, 1992, №3.
 97. Недосекин А.О., Максимов О.Б. Применение теории нечетких множеств к финансовому анализу предприятий// 1999. - На сайтах: <http://www.vmgrousp.ru/> , [cfin.ru/analysis](http://www.cfin.ru/analysis), <http://www.delovoy.newmail.ru/analitic/3.htm>.
 98. Недосекин А.О., Воронов К.И. Новый показатель оценки риска инвестиций //1999. - На сайтах: <http://www.vmgrousp.ru/> , [cfin.ru/analysis](http://www.cfin.ru/analysis), <http://www.delovoy.newmail.ru/analitic/3.htm> .
 99. Недосекин А.О. Финансовый анализ в условиях неопределенности: вероятности или нечеткие множества? // 1999.- На сайтах: : <http://www.vmgrousp.ru/> , [cfin.ru/analysis](http://www.cfin.ru/analysis), <http://www.delovoy.newmail.ru/analitic/3.htm> .
 100. Недосекин А.О., Овсянко А.В. Нечетко-множественный подход в маркетинговых исследованиях //2000.-На сайте: <http://www.vmgrousp.ru/>.
 101. Недосекин А.О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами // Аудит и финансовый анализ, № 2, 2000.- Также на сайте www.cfin.ru .
 102. Недосекин А.О., Заблочкий С.Н. Подход к учету долговых обязательств в программах фондового менеджмента // Аудит и финансовый анализ, №1, 2001.
 103. Недосекин А.О. Финансовый анализ эффективности инвестиций в опционы и их комбинации // Аудит и финансовый анализ, №2, 2001. – Также на сайте http://www.cfin.ru/press/afa/2001-2/61_nedo.shtml
 104. Недосекин А.О. Нечеткие описания для фондового менеджмента // Труды VII Международной научно-технической конференции «Математические методы и информационные технологии в экономике». Тез. докл. – Пенза:ПДЗ, 2001.
 105. Недосекин А.О. Нечеткие описания для принятия финансовых решений // Труды международной научно-практической конференции “Системный анализ в проектировании и управлении». Тез. докл. – СПбГТУ, 2001. – Также на сайте http://edu.cdcgate.com/science_conference_002-014.html .
 106. Недосекин А.О. Скоринг акций с использованием нечетких описаний // Аудит и финансовый анализ, №3, 2001.

107. Недосекин А.О., Максимов О.Б., Павлов Г.С. Анализ риска банкротства предприятия. Метод. указание по курсу «Антикризисное управление». – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
108. Недосекин А.О. Проблемы управления накопительными инвестициями Пенсионного Фонда Российской Федерации. - На сайте: <http://www.finansy.ru/publ/pnalog/003.htm> .
109. Недосекин А.О. Оптимизация модельных фондовых портфелей в условиях существенной неопределенности // Аудит и финансовый анализ, №1, 2002.
110. Недосекин А.О. Монотонные фондовые портфели и их оптимизация // Аудит и финансовый анализ, №2, 2002.
111. Недосекин А.О. Финансовый экспресс-анализ российского рынка акций (2002 год) // Аудит и финансовый анализ, №3, 2002. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
112. Недосекин А.О. , Могилко С.В. Реформирование систем пенсионного обеспечения: мировой опыт. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
113. Недосекин А.О. Управление накопительной составляющей пенсий с применением нечетко-множественных подходов // Тезисы доклада на конференции NITE-2002. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
114. Недосекин А.О. Введение в проблему прогнозирования фондовых индексов. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
115. Недосекин А.О. Введение в современную теорию рационального инвестиционного выбора. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
116. Недосекин А.О. Новые модели и методы прогнозирования фондовых индексов. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
117. Недосекин А.О. Прогнозирование фондовых индексов // Аудит и финансовый анализ, №4, 2002.
118. Недосекин А.О. Рейтинг кредитоспособности субъектов РФ с использованием нечетких описаний. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
119. Недосекин А.О. Финансовый эспресс-анализ российских корпоративных облигаций. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
120. Недосекин А.О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики, №11, 2002. – Также на сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
121. Недосекин А.О. Простейшая комплексная оценка финансового состояния предприятия на основе нечетко-множественного подхода. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
122. Недосекин А.О. Оптимизация фондового портфеля с использованием нечетко-множественных описаний // Доклад на семинаре «Количественный анализ в экономике», ВШЭ, 2003 г. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
123. Недосекин А.О. Скоринг акций технологического сектора США (2003 год). - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
124. Недосекин А.О. Анализ перспектив инвестирования российских пенсионных капиталов: силы, слабости, возможности, угрозы // Экономическая наука современной России, №3, 2003. - Также на сайте: <http://www.finansy.ru/publ/inv/001.htm> .

125. Недосекин А.О. Нечетко-множественный подход к актуарному моделированию. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
126. Недосекин А.О. Стратегическое планирование с использованием нечетко-множественных описаний. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
127. Недосекин А.О. Оптимизация бизнес-портфеля корпорации. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
128. Недосекин А.О. Оценка риска инвестиций по NPV произвольно-нечеткой формы. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
129. Недосекин А.О. Оптимизация фондового портфеля: новый век - новые идеи. - На сайте Finansy.Ru.
130. Недосекин А.О. Бизнес-планирование в расплывчатых условиях. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
131. Недосекин А.О. Нечеткие парные сравнения. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
132. Недосекин А.О. Вероятностные распределения с нечеткими параметрами. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
133. Недосекин А.О. Риск-функция инвестиционного проекта. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
134. Недосекин А.О. От вычислений со словами – к вычислениям с образцами. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
135. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
136. Siemens' Alexey Nedosekin garnered one of Russia's top honors (интервью журналу «Siemens Heute») - На сайте: http://siemensheute.cc.siemens.de/siemensheute/en/News/2003/05/cn_20030514_Nedosekin.jsp
137. Недосекин А.О. От вычислений со словами – к вычислениям с образцами. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
138. Недосекин А.О. Нечеткий DPBP и новый подход к рациональному отбору инвестиционных проектов. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
139. Недосекин А.О., Кокош А.М. Оценка риска инвестиций для произвольно-размытых факторов инвестиционного проекта. - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
140. Недосекин А.О. Оптимизация фондового портфеля с использованием нечетко-множественных описаний (доклад в Высшей школе экономики, семинар "Количественный анализ в экономике", 10 апреля 2003 года) - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
141. Недосекин А.О. Стратегическое планирование с использованием нечетко-множественных описаний (доклад на 4-м симпозиуме "Стратегическое планирование и развитие предприятий") - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
142. Недосекин А.О. Использование нечетко-множественных описаний в системах управления финансами (тезисы доклада на семинаре в г. Коломна) - На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
143. Недосекин А.О. Российские реалии фондового рынка требуют максимально наукоемких программных решений (интервью) // RM Magazin, №1, 2003.

144. Недосекин А.О. Система оптимизации фондового портфеля от Siemens Business Services Russia // "Банковские технологии" № 5, 2003.
145. Недосекин А.О. Персональная страница в Интернете. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html.
146. Новодворский В.Д., Пономарева Л.В., Ефимова О.В. Бухгалтерская отчетность: составление и анализ: в 3-х ч. – М.: Бухгалтерский учет, 1994.
147. Обзор деятельности арбитражных судов в СМИ (28.11.2001). ИА Волга-Информ. – На сайте: <http://www.garweb.ru/project/vas/news/smi/01/11/20011128/1212151.htm>.
148. О'Брайен Дж, Шривастава С. Финансовый анализ и торговля ценными бумагами (FAST). – М.: «Дело ЛТД», 1995.
149. Оперативный скоринг акций. – На сайте: <http://www.vectorvest.com/>.
150. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные.-М.: Знание, 1980.
151. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой информации.- М.:Наука, 1981.
152. Павлова Л.П. Финансовый менеджмент. Учебник. – М.: Инфра-М, 1996.
153. Панова Г.С. Анализ финансового состояния коммерческого банка – М.: Финансы и статистика, 1996.
154. Первозванский А.А., Первозванская Т.Н. Финансовый рынок: расчет и риск. – М.: Инфра-М, 1994.
155. Петраков Н.Я. Русская рулетка: экономический эксперимент ценою 150 миллионов жизней. – М.: Экономика, 1998.
156. Подиновский В.В. Коэффициенты важности критериев в задачах принятия решений. Порядковые или ординальные коэффициенты важности. // Автоматика и телемеханика, N 10, 1978.
157. Пospelов Д.А. Моделирование рассуждений.- М.: Радио и связь, 1989.
158. Пospelов Д.С. «Серые» и/или «черно-белые» [шкалы]// Прикладная эргономика. Специальный выпуск «Рефлексивные процессы». – 1994. - №1.
159. Программный продукт «Альт-Инвест». – На сайте: <http://www.altrc.ru/software/alt-invest.shtml>.
160. Пытьев Ю. П. Возможность: Элементы теории и применения. М.: Эдиториал УРСС, 2000
161. Райфа Г. Анализ решений. – М.: Наука, 1977.
162. Рейтинг относительной кредитоспособности субъектов РФ. Рейтинговый центр АО "АК&М", Москва 2002. – На сайте: <http://www.akm.ru/rus/analyt/ratings/roks.htm>.
163. Родионова В.М., Федотова М.А. Финансовая устойчивость предприятия в условиях инфляции. – М.: Изд-во «Перспектива», 1995.
164. Российская торговая система. Персональная страница в Интернет. – На сайте: <http://www.rts.ru>.
165. Рэдхед К., Хьюс С. Управление финансовыми рисками. – М.: Инфра-М, 1996.
166. Рыжов А.П. Элементы теории нечетких множеств и измерения нечеткости. М.:Диалог-МГУ, 1998.
167. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1989.

168. Саати Т., Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. – М.: Радио и связь, 1991.
169. Синки Дж.Ф. Управление финансами в коммерческих банках. – М.: Catallaxy, 1994.
170. Словарь финансовых терминов. – На сайте: <http://www.glossary.ru/index.htm> .
171. Смоляк С.А. Учет специфики инвестиционных проектов при оценке их эффективности // Аудит и финансовый анализ, 1999, №3.
172. Сорокин С.В., Язенин А.В. Анализ структуры задач возможностного программирования // В кн.: Сложные системы: обработка информации, моделирование и оптимизация. Тверь, ТГУ, 2002.
173. Сорос Дж. Алхимия финансов. - М.: ИНФРА-М, 1999.
174. Сорос Дж. Кризис мирового капитализма. Открытое общество в опасности. - Пер. с англ. - М.: ИНФРА-М, 1999. – На сайте: <http://capitalizm.narod.ru/> .
175. Тарасов В.С. Послесловие к круглым столам // Новости искусственного интеллекта, №2-3, 2001.
176. Тарасов С. Применение нейросетей в финансовой астрологии. – На сайте: <http://almagest.ru/article2.html> .
177. Теория фирмы. – СПб: «Экономическая школа», 1995.
178. Торговые рекомендации по акциям. – На сайте: <http://my.zacks.com/> .
179. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. - М.: Наука, 1981.
180. Финансовое планирование и контроль. М.: ИНФРА-М, 1996.
181. Финансовое управление компанией. – М.: Фонд «Правовая культура», 1995.
182. Финансовый анализ деятельности фирмы. – М.: Ист-сервис, 1995.
183. Финансовый менеджмент: теория и практика: Учебник / Под ред. Е.С.Стойановой. – М.: Изд-во «Перспектива», 2000.
184. Финансовый менеджмент: Учебник для вузов. – М.: Финансы, ЮНИТИ, 1997.
185. Финансовый портал информационно-аналитического и учебного центра НАУФОР. – На сайте: <http://www.skrin.ru> .
186. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.
187. Фондовый портфель. – М.: «СОМИНТЕК», 1992.
188. Хил Лафуенте А.М. Финансовый анализ в условиях неопределенности. – Минск, Тэхнолoгiя, 1998.
189. Холт Р.Н. Основы финансового менеджмента. – М.: Изд-во «Дело», 1993.
190. Хорнгрен Ч.Т., Фостер Дж. Бухгалтерский учет: управленческий аспект. – М.: Финансы и статистика, 1995.
191. Чесноков А.С. Инвестиционная стратегия, опционы и фьючерсы. – М.: 1993.
192. Четыркин Е.М. Методы финансовых и коммерческих расчетов. – М.: «Дело ЛТД», 1995.
193. Чижова Е.Н. Предприятие как кибернетическая система. – На сайте: <http://conf.intbel.ru/conf/docs/0010/0010.doc> .
194. Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции. – М.: Инфра-М, 1997.
195. Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Методика финансового анализа – М.: Инфра-М, 1995.
196. Шеремет А.Д., Сайфулин Р.С. Финансы предприятия. – М.: Инфра-М, 1997.

197. Шоломицкий А.Г. Финансирование накопительных пенсий: актуарные методы и динамические модели. - На сайте: http://www.hse.ru/infopage/persona/sh/sholomitsky_a_g.htm.
198. Щербаков В.Н. Основы рациональной системы хозяйствования. – М.: Мысль, 1998.
199. Эйтингон В., Анохин С. Прогнозирование банкротства: основные методики и проблемы. - На сайте: <http://crisis.engec.ru/bankrot5.htm>.
200. Энтони Р., Рис. Дж. Учет: ситуации и примеры. – М.: Финансы и статистика, 1993.
201. Эшби Р.У. Введение в кибернетику. М.: Наука, 1959.
202. Язенин И.А. О методах оптимизации инвестиционного портфеля в нечеткой случайной среде // В кн.: Сложные системы: обработка информации, моделирование и оптимизация. Тверь, ТГУ, 2002.
203. Altman E.I. Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy // The Journal of Finance, September 1968, pp. 589-609.
204. Altman E.I. Corporate Financial Distress. – New York, John Wiley, 1983.
205. Altman E.I. Further Empirical Investigation of the Bankruptcy Cost Question // Journal of Finance, September 1984, pp. 1067 – 1089.
206. Altman E.I. personal Internet homepage. – On site: <http://pages.stern.nyu.edu/~ealtman/index.html>.
207. Artificial Life Inc web site. – On site: <http://www.artificial-life.com>
208. Auwerter, St. Don't Give Up on Your 401(k). – На сайте: <http://www.smartmoney.com/ask/index.cfm?Story=20020723>.
209. Batyrshin I., Wagenknecht M. Towards a Linguistic Description of Dependencies in Data // Int. J. Appl. Comput. Sci., 2002, Vol. 12, №3.
210. Beaver W.H. Financial Ratios and Predictions of Failure // Empirical Research in Accounting: Selected Studies, Supplement to Journal of Accounting Research, 1966.
211. Behrens W., Hawranek P.M. Manual for the preparation of industrial feasibility studies. Vienna, UNIDO, 1991. (Перевод: Беренс В., Хавранек П.М. Руководство по оценке эффективности инвестиций, М., АОЗТ "Интерэксперт", ИНФРА-М, 1995.)
212. Bernstein L.A. Financial Statement Analysis: Theory, Application and Interpretation. – Richasrd D.Irwin, Inc., 1988.
213. Black F., Scholes M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // The Journal of Political Economy, Vol. 81, May-June 1973, pp. 637-654.
214. Bojadziev G. Fuzzy Logic for Business, Finance and Management // Advances in Fuzzy Systems, Vol. 12, 1997. ISBN 9810228945.
215. Bojadziev G., Bojadziev M. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, Applications. – World Scientific Pub Co, 1996. ISBN 9810226063.
216. Bollerslev T. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity // Journal of Econometrics, Vol. 31, pp. 307-327, 1986.
217. Bowlin O.D., Martin J.D., Scott D.F. Guide to Financial Analysis. – N.Y.: McGraw Hill, 1990.
218. Buckley, J. Solving fuzzy equations in economics and finance // Fuzzy Sets & Systems, 1992, N 48.
219. Buckley, J. The Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets & Systems, 1987, N 21.

220. Buckley, J. list of publications. – On site:
<http://www.math.uab.edu/buckley/pubs.html>.
221. Buckley J. personal Internet homepage. – On site:
<http://www.math.uab.edu/buckley/>.
222. Chance, Don M. Modelling Asset Prices as Stochastic Processes. – На сайте: -
<http://www.cob.vt.edu/finance/faculty/dmc/Courses/TCHnotes/TN00-03.PDF>.
223. Chen S. An Empirical Examination of Capital Budgeting Techniques: Impact of Investment Types and Firm Characteristics // Eng. Economist, 40 (2), 1995.
224. Chesser, D.L. Predicting Loan Noncompliance // The Journal of Commercial Bank Lending, 56(12), 1974, 28-38.
225. Chopra V.K., Ziemba W.T. The Effects of Errors in Means, Variances, and Covariances on Optimal Portfolio Choice. – In: Worldwide Asset And Liability Modeling.– Cambridge University Press, 1998.
226. Chiu Ch.-Yu, Park Ch. S. Fuzzy Cash Flow Analysis Using Present Worth Criterion // Eng. Economist, 39 (2), 1994.
227. Couturier A., Fioleau B. Debt Level and Company Efficiency: Independence or Implication? An Evaluation of Fuzzy Implication // European Journal of Economic and Social Systems, 14, 1 (2002).
228. Dimitras A.I., Slowinski R., Susmaga R., Zopounidis C. Business Failure Prediction Using Rough Sets // European Journal of Operational Research 114, 1999.
229. Dimitras A.I., Zanakis S.H., Zopounidis C. A Survey of Business Failures with an Emphasis on Prediction Methods and Industrial Applications // European Journal of Operational Research 90, 1996.
230. Dimova L., Sevastjanov P., Sevastianov D. Fuzzy Capital Budgeting: Investment Project Valuation and Optimization // Chenstohova Tech. University Proceedings, 2001 . – Also on site: http://sedok.narod.ru/s_files/poland/DimSevSev2003.doc.
231. Dimova L., Sevastjanov P., Sevastianov D. On the Fuzzy Internal Rate of Return // Chenstohova Tech. University Proceedings, 2001 . – Also on site: http://sedok.narod.ru/s_files/poland/DimSevSev2003.doc.
232. Dixon R. Financial Management. – ACCA Longman Group UK Ltd, 1991.
233. Dourra H., Siy P. Investment Using Technical Analysis and Fuzzy Logic // Fuzzy Sets and Systems 127 (2002).
234. Dubois D., Prade H. Fuzzy Real Algebra: Some Results // Fuzzy Sets and Systems, 2, 1979.
235. Dubois D., Prade H. Fuzzy Sets and Systems. - N.Y., Academic Press, 1980.
236. Elton E.J., Gruber M.J. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. – John Wiley & Sons, 1991.
237. Engle, Robert F. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation // Econometrica, Vol. 50, pp. 987-1007, 1982.
238. Fama E.F. Efficient Capital Markets: A Review of Theory & Empirical Work // Journal of Finance, May 1970, pp. 383-417.
239. Fama E.F., French K. The Cross-Section of Expected Stock Returns // Journal of Finance, June, 1992, p.p. 427-465.
240. Fuzzy Sets in Decision Analysis, Operation Research and Statistics. – Kluwer Academic Publishers, 1998. ISBN 0792381122.

241. Fuzzy Sets in Management, Economy and Marketing /Ed. By Zopounidis C. and oth. – World Scientific Pub Co, 2002. ISBN 10247532.
242. GAAP: Interpretation and Application. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1988.
243. Gallacher W. The Options Edge. - N.Y.: McGraw-Hill Professional, 1998.
244. GARCH Toolbox. – On site:
<http://www.mathworks.co.uk/access/helpdesk/help/toolbox/garch/garch.shtml> .
245. Gimein, Mark. You Bought. They Sold. – На сайте:
http://www.fortune.com/index.t.html?channel=print_article.jhtml&doc_id=209015.
246. Gordon M.J. Dividends, Earnings and Stock Prices // Review of Economics and Statistics, May 1959, pp. 99-105.
247. Gourieroux C. ARCH Models and Financial Applications, Springer-Verlag, 1997.
248. Grable J., Lytton R.H. Financial risk tolerance revisited: the development of a risk assesment instrument // Financial Services Rewiew , 8, 1999, pp 163-181.
249. Graham B., Dodd D. Security Analysis. The Classic 1934 Edition. – McGraw-Hill Companies, 1996.
250. Greenspan, Alan. The Challenge of Central Banking in a Democratic Society. – On site: <http://www.federalreserve.gov/boarddocs/speeches/1996/19961205.htm>.
251. Haugen R.A. Modern Investment Theory. – Prentice Hall, 1997.
252. Hichens, R.E., Robinson, S.J.Q, and Wade, D.P. The directional policy matrix: tool for strategic planning // Long Range Planning, Vol. 11 (June 1978), pp. 8-15.
253. Hoppe R. It's Time We Buried Value-at-Risk. – On site:
<http://www.itrac.com/paper/BURYVAR.DOC> .
254. Hoppe R. personal Internet homepage. – On site:
<http://www.itrac.com/overview.htm> .
255. Hull, John C. Options, Futures and Other Derivative Securities . - Upper Saddle River, New Jersey, Prentice Hall, Inc., 1998.
256. Inflation rate historical data. – On site:
<http://www.econedlink.org/lessons/index.cfm?lesson=EM222> .
257. IndexFunds finance portal. – On site:
http://www.indexfunds.com/data/IndexScreener.php?id=3_Month_T-Bill.
258. International Accounting Standard IAS 32. Financial Instruments: Disclosure and Presentation. – International Accounting Standards Committee, 1995.
259. Jorion P. Value-at-Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risks. - McGraw-Hill Trade, 2000, ISBN: 0071355022.
260. Kahraman C., Ruan D., Tolga E.. Capital Budgeting Techniques Using Discounted Fuzzy versus Probabilistic Cash Fows // Information Sciences, 142, 2002.
261. Kaufmann A., Gupta M. Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. - Van Nostrand Reinhold, 1991. ASIN: 0442008996.
262. Kim H. Fundamental Analysis Worldwide: Investing and Managing Money in International Capital Markets. – John Wiley & Soms, 1996.
263. Krugman, Paul. Clueless In Crawford. – On site:
<http://www.nytimes.com/2002/08/13/opinion/13KRUG.html>.
264. Kuchta D. Fuzzy Capital Budgeting // Fuzzy Sets and Systems, 111, 2000.
265. Lai Y.-J., Ching – Lai H. Possibilistic Linear Programming for Managing Interest Rate Risk // Fuzzy Sets & Systems, 54, 1993.

266. Lattice Financial Portfolio Management. – On site:
<http://www.latticefinancial.com/porfoliomanagement.html> .
267. Lehman Brothers finance portal. – On site:
<http://www.lehman.com/fi/research.htm> .
268. Lev B. Financial Statement Analysis. A New Approach. – Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1974.
269. Liang P., Song F. Computer-Aided Risk Evaluation System for Capital Investment // Omega 22, 4, 1994.
270. Lintner J. The Valuation of Risk Assets and The Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets // Review of Economics and Statistics, February 1965, pp. 13-37.
271. Luskin D. Extremes. – On site:
<http://www.trendmacro.com/a/luskin/20020724luskin.asp> .
272. Luskin D. The New High Plato: Evaluation Conundrum. – On site:
<http://www.trendmacro.com/a/luskin/20020510luskin.asp>.
273. Markowitz H.M. Portfolio Selection // Journal of Finance, March 1952, pp. 77-91.
274. Markowitz H.M. Portfolio Selection. – Yale University Press, 1959.
275. Markowitz H.M. personal Internet homepage. – On site:
<http://cepa.newschool.edu/het/profiles/markow.htm> .
276. Mathieu-Nicott B. Determination and Interpretation of the Fuzzy Utility of an Act in an Uncertain Environment // In: Multiperson Decision Making Using Fuzzy Sets and Possibility Theory. – Kluwer Academic Publishers, 1990.
277. MGFS Industry Groups. – On site: <http://mgfs.com/> .
278. Modigliani F., Miller M.H. The Cost of Capital, Corporation Finance and The Theory of Investment // American Economic Review, June 1958, pp. 261-297.
279. Nahmias S. Fuzzy Variables in Fuzzy Environment // In: Advances in fuzzy set theory, NHCP, Amsterdam, 1979.
280. Nedovic L., Devedzic V. Expert system in finance – a cross-section on the field // Expert Systems with Applications, 23, 2002.
281. Option Adviser. – On site: <http://www.numa.com/derivs/ref/calculat/option/calc-opa.htm>.
282. Peray K. Investing in mutual funds using fuzzy logic. St. Lucie Press, USA, 1999.
283. Peray K. personal Internet homepage. – On site:
<http://ourworld.compuserve.com/homepages/peray/logicco.htm>.
284. Pundit Watch: Abby Cohen. – On site:
<http://www.smartmoney.com/pundits/index.cfm?story=cohen>.
285. Puplava J. Rogue. Waves & Standard Deviations. Part 1. – On site:
<http://www.financialsense.com/stormwatch/oldupdates/2002/0426.htm>.
286. Puri M.D., Raleski D.A. Fuzzy Random Variables // J. Math. Anal. Appl., 1986, v. 114.
287. Quick Stock Evaluation. – On site:
<http://www.quicken.com/investments/seceval/> .
288. Ramaswamy S. Portfolio Selection Using Fuzzy Sets Theory. – On site:
<http://www.bis.org/publ/work59.pdf>.
289. Rees B. Financial Analysis. – Prentice Hall, 1990.
290. Rima I.H. Development of Economic Analysis. – Richard I. Irwin, 1991.

291. Ross S.A., Westerfield R.W., Jordan B.D. Fundamentals of Corporate Finance. – Richard D.Irwin, 1991.
292. Sahakian C.E. The Delphi Method. – The Corporate Partnering Institute, 1997. (ISBN: 1891765051).
293. Samuelson R.A. Foundations of Economic Analysis. – Cambridge University, 1947.
294. Schumpeter J. A History of Economic Analysis. – N.Y.: Oxford University Press, 1954.
295. Schwager J.D., Turner S.C. A Study Guide for Fundamental Analysis. – John Wiley & Sons, 1996.
296. Sharpe W.F. A Simplified Model of Portfolio Analysis // Management Science, January 1963.
297. Sharpe W.F. personal Internet homepage. – On site: <http://www.stanford.edu/~wfs Sharpe/home.htm>.
298. Sharpe W.F. Sharpe Ratio. - On site: <http://www.stanford.edu/~wfs Sharpe/art/sr/sr.htm> .
299. Shimko, D. Bounds of Probability // Risk, 6, 1993, April, pp 33-37.
300. Siemens Business Services Russia web site. – On site: <http://www.sbs.ru/> .
301. SIGEF Association official website. - On site: <http://gandalf.fcee.urv.es/sigef/english/frame.html> .
302. Smith D.J. Incorporating Risk into Capital Budgeting Decisions Using Simulation // Management Decision, 32 (9), 1994.
303. Taffler R.J., Tisshaw H. Going, going, gone – four factors which predict // Accountancy, March 1977, pp. 50-54.
304. Takens F. Detecting strange attractors in fluid turbulence. – In: D.Rand and L.-S.Young, editors, Dynamical Systems and Turbulence, Springer, 1981.
305. Thomsett M. Mastering Fundamental Analysis. – Deaborn Trade, 1998.
306. Trippi R.R., Lee J.K. Artificial Intelligence in Finance & Investing: State-of-the-Art Technologies for Securities Selection and Portfolio Management. Irwin Professional Publishing, 1995. ISBN 1557388687.
307. UNIDO web site. – On site: <http://www.unido.org/>.
308. USA Consumer Price Index. – On site: <http://research.stlouisfed.org/fred/data/cpi.html>.
309. USA sector summary. – On site: http://biz.yahoo.com/p/s_peek.html .
310. USA treasures historical data. – On site: <http://www.federalreserve.gov/releases/h15/data/m/fp1m.txt>
311. Wall A. Study of Credit Barometrics – Federal Reserve Bulletin. Vol. 5 (March 1919), p.p. 229-243.
312. White G.I., Sondhi A.C., Fried D. The Analysis and Use of Financial Statements. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1994.
313. Worldwide Asset Liability Management /Ed. by J.Mulvey and P.Zemba. – N.Y.: John Wiley & Sons, 1998.
314. XJ Technologies web site. – On site: <http://www.xjtek.com>.
315. Yager R. Families of OWA Operators // Fuzzy Sets and Systems, 59, 1993.
316. Yager R.A. On the Measure of Fuzziness and Negation. Part 1. Membership in the Unit Interval // Int. J. Gen. Syst., 5, 1979

317. Yahho! Finance portal. – On site:
<http://finance.yahoo.com/q?s=^SPC&d=c&k=c1&a=v&p=s&t=my&l=off&z=m&q=l> .
318. Zadeh L.A. Fuzzy Sets as a Basis for a Theory of Possibility // Fuzzy Sets and Systems. - 1978. - Vol.1, №1.
319. Zadeh L.A. Toward a Perception-Based Theory of Probabilistic Reasoning with Imprecise Probabilities // Journal of Statistical Planning and Inference 105 (2002). – Also on site: http://sedok.narod.ru/s_files/poland/Zadeh.pdf .
320. Zimmerman H.-J. Fuzzy Sets Theory – and Its Applications. – Kluwer Academic Publishers, 2001. ISBN 0792374355.
321. Zopounidis C. Multicriteria Decision Aid in Financial Management // European Journal of Operational Research, 119, 1999.
322. Zopounidis C., Doumpos M. Multi-Group Discrimination Using Multi-Criteria Analysis: Illustrations from the Field of Finance // European Journal of Operational Research, 139, 2002.
323. Zopounidis C., Doumpos M., Matsatsinis N. On the Use of Knowledge-Based Decision Support Systems in Financial Management: a Survey // Decision Support Systems, 20, 1997.

Приложения

Приложение 1. Основы теории нечетких множеств

П1.1. Носитель

Носитель U – это универсальное множество, к которому относятся все результаты наблюдений в рамках оцениваемой квазистатистики. Например, если мы наблюдаем возраст занятых в определенных отраслях экономики, то носитель – это отрезок вещественной оси $[16, 70]$, где единицей измерения выступают годы жизни человека.

П1.2. Нечеткое множество

Нечеткое множество A – это множество значений носителя, такое, что каждому значению носителя сопоставлена степень принадлежности этого значения множеству A . Например: буквы латинского алфавита X, Y, Z безусловно принадлежат множеству $\text{Alphabet} = \{A, B, C, X, Y, Z\}$, и с этой точки зрения множество Alphabet – четкое. Но если анализировать множество «Оптимальный возраст работника», то возраст 50 лет принадлежит этому нечеткому множеству только с некоторой долей условности μ , которую называют функцией принадлежности.

П1.3. Функция принадлежности

Функция принадлежности $\mu_A(u)$ – это функция, областью определения которой является носитель U , $u \in U$, а областью значений – единичный интервал $[0,1]$. Чем выше $\mu_A(u)$, тем выше оценивается степень принадлежности элемента носителя u нечеткому множеству A . Например, на рис. П1.1 представлена функция принадлежности нечеткого множества «Оптимальный возраст работающего», полученная на основании опроса ряда экспертов.

Видно что возраст от 20 до 35 оценивается экспертами как бесспорно оптимальный, а от 60 и выше – как бесспорно неоптимальный. В диапазоне от 35 до 60 эксперты проявляют неуверенность в своей классификации, и структура этой неуверенности как раз и передается графиком функции принадлежности.

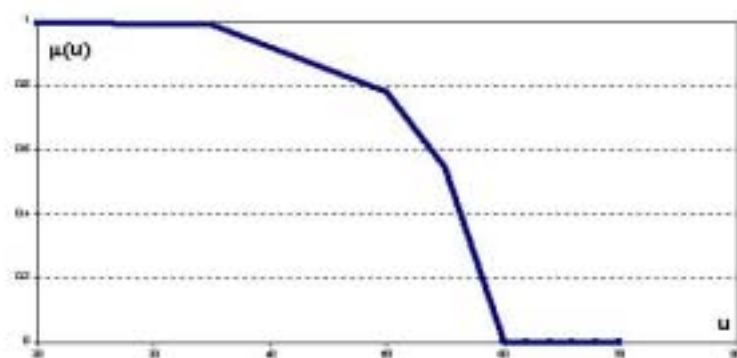


Рис. П1.1. Функция принадлежности нечеткого подмножества «Оптимальный возраст работника»

П1.4. Лингвистическая переменная

Заде [57] определяет лингвистическую переменную так:

$$\Omega = \langle \omega, T(\omega), U, G, M \rangle, \quad (\text{П1.1})$$

где ω - название переменной, T – терм-множество значений, т.е. совокупность ее лингвистических значений, U – носитель, G – синтаксическое правило, порождающее термы множества T , M – семантическое правило, которое каждому лингвистическому значению ω ставит в соответствие его смысл $M(\omega)$, причем $M(\omega)$ обозначает нечеткое подмножество носителя U .

К примеру, зададим лингвистическую переменную Ω = «Возраст работника». Определим синтаксическое правило G как определение «оптимальный», налагаемое на переменную Ω . Тогда полное терм-множество значений $T = \{ T_1 = \text{Оптимальный возраст работника}, T_2 = \text{Неоптимальный возраст работника} \}$. Носителем U выступает отрезок $[20, 70]$, измеряемый в годах человеческой жизни. И на этом носителе определены две функции принадлежности: для значения T_1 - $\mu_{T_1}(u)$, она изображена на рис. 3, для T_2 - $\mu_{T_2}(u)$, причем первая из них отвечает нечеткому подмножеству M_1 , а вторая – M_2 . Таким образом, конструктивное описание лингвистической переменной завершено.

П1.5. Операции над нечеткими подмножествами

Для классических множеств вводятся операции:

- **пересечение множеств** – операция над множествами A и B , результатом которой является множество $C = A \cap B$, которое содержит только те элементы, которые принадлежат и множеству A и множеству B ;

- **объединение множеств** - операция над множествами **A** и **B**, результатом которой является множество $C = A \cup B$, которое содержит те элементы, которые принадлежат множеству **A** или множеству **B** или обоим множествам;
- **отрицание множеств** - операция над множеством **A**, результатом которой является множество $C = \neg A$, которое содержит все элементы, которые принадлежат универсальному множеству, но не принадлежат множеству **A**.

Заде предложил набор аналогичных операций над нечеткими множествами через операции с функциями принадлежности этих множеств. Так, если множество **A** задано функцией $\mu_A(u)$, а множество **B** задано функцией $\mu_B(u)$, то результатом операций является множество **C** с функцией принадлежности $\mu_C(u)$, причем:

- если $C = A \cap B$, то $\mu_C(u) = \min(\mu_A(u), \mu_B(u))$; (П1.2)
- если $C = A \cup B$, то $\mu_C(u) = \max(\mu_A(u), \mu_B(u))$; (П1.3)
- если $C = \neg A$, то $\mu_C(u) = 1 - \mu_A(u)$. (П1.4)

П1.6. Нечеткие числа и операции над ними

Нечеткое число – это нечеткое подмножество универсального множества действительных чисел, имеющее *нормальную* и *выпуклую* функцию принадлежности, то есть такую, что а) существует такое значение носителя, в котором функция принадлежности равна единице, а также а) при отступлении от своего максимума влево или вправо функция принадлежности убывает.

Рассмотрим два типа нечетких чисел: трапециевидные и треугольные.

П1.6.1. Трапециевидные (трапезоидные) нечеткие числа

Исследуем некоторую квазистатистику и зададим лингвистическую переменную Ω = «Значение параметра **U**», где **U** – множество значений носителя квазистатистики. Выделим два терм-множества значений: T_1 = «**U** лежит в диапазоне примерно от **a** до **b**» с нечетким подмножеством M_1 и безымянное значение T_2 с нечетким подмножеством M_2 , причем выполняется $M_2 = \neg M_1$. Тогда функция принадлежности $\mu_{T_1}(u)$ имеет трапезоидный вид, как показано на рис. П1.2.

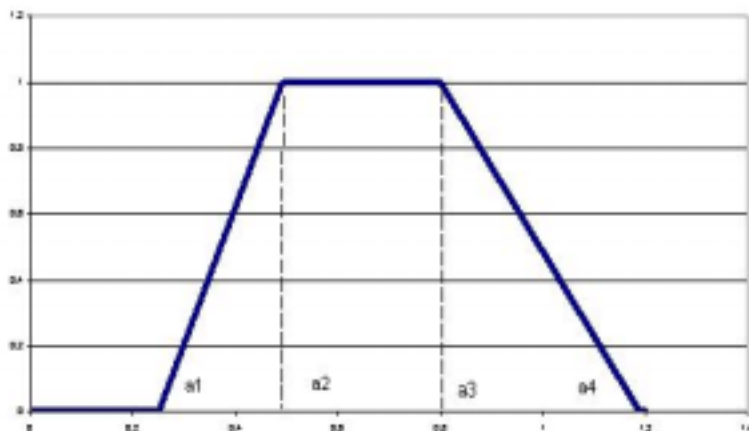


Рис. П1.2. Функция принадлежности трапецевидного числа

Поскольку границы интервала заданы нечетко, то разумно ввести абсциссы вершин трапеции следующим образом:

$$a = (a_1 + a_2)/2, \quad b = (b_1 + b_2)/2, \quad (\text{П1.5})$$

при этом отстояние вершин a_1 , a_2 и b_1 , b_2 соответственно друг от друга обуславливается тем, что какую семантику мы вкладываем в понятие «*примерно*»: чем больше разброс квазистатистики, тем боковые ребра трапеции являются более пологими. В предельном случае понятие «*примерно*» выражается в понятие «*где угодно*».

Если мы оцениваем параметр качественно, например, высказавшись «Это значение параметра является *средним*», необходимо ввести уточняющее высказывание типа «*Среднее значение — это примерно от а до b*», которое есть предмет экспертной оценки (нечеткой классификации), и тогда можно использовать для моделирования нечетких классификаций трапециевидные числа. На самом деле, это самый естественный способ неуверенной классификации.

П1.6.2. Треугольные нечеткие числа

Теперь для той же лингвистической переменной зададим терм-множество $T_1 = \{U \text{ приблизительно равно } a\}$. Ясно, что $a \pm \delta \approx a$, причем по мере убывания δ до нуля степень уверенности в оценке растет до единицы. Это, с точки зрения функции принадлежности, придает последней треугольный вид (рис. П1.3), причем степень приближения характеризуется экспертом.

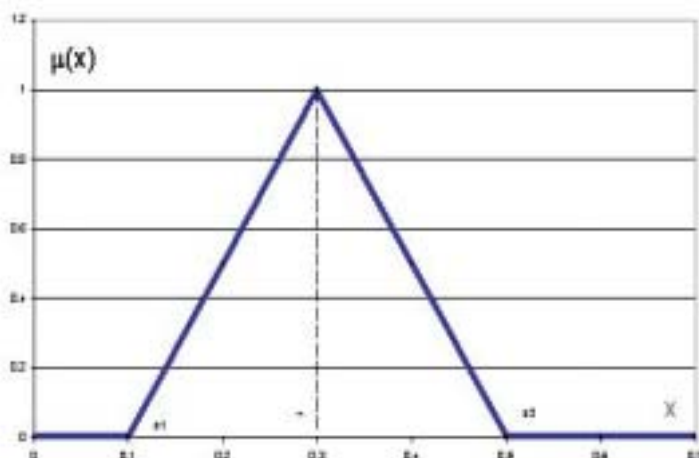


Рис. П1.3. Функция принадлежности треугольного нечеткого числа

Треугольные числа – это самый часто используемый на практике тип нечетких чисел, причем чаще всего - в качестве прогнозных значений параметра.

П1.6.3. Операции над нечеткими числами

Целый раздел теории нечетких множеств – мягкие вычисления (нечеткая арифметика) - вводит набор операций над нечеткими числами. Эти операции вводятся через операции над функциями принадлежности на основе так называемого **сегментного принципа**.

Определим *уровень принадлежности α* как ординату функции принадлежности нечеткого числа. Тогда пересечение функции принадлежности с нечетким числом дает пару значений, которые принято называть *границами интервала достоверности*.

Зададимся фиксированным уровнем принадлежности α и определим соответствующие ему интервалы достоверности по двум нечетким числам \underline{A} и \underline{B} : $[a_1, a_2]$ и $[b_1, b_2]$, соответственно. Тогда основные операции с нечеткими числами сводятся к операциям с их интервалами достоверности. А операции с интервалами, в свою очередь, выражаются через операции с действительными числами - границами интервалов (здесь рассмотрен простейший случай положительно определенных нечетких чисел):

- операция "сложения":

$$[a_1, a_2] (+) [b_1, b_2] = [a_1 + b_1, a_2 + b_2], \quad (\text{П1.6})$$

- операция "вычитания":

$$[a_1, a_2] (-) [b_1, b_2] = [a_1 - b_2, a_2 - b_1], \quad (\text{П1.7})$$

- операция "умножения":

$$[a_1, a_2] (\times) [b_1, b_2] = [a_1 \times b_1, a_2 \times b_2], \quad (\text{П1.8})$$

- операция "деления":

$$[a_1, a_2] (/) [b_1, b_2] = [a_1 / b_2, a_2 / b_1], \quad (\text{П1.9})$$

- операция "возведения в степень":

$$[a_1, a_2] (^) i = [a_1^i, a_2^i]. \quad (\text{П1.10})$$

Из существа операций с трапезоидными числами можно сделать ряд важных утверждений (без доказательства):

- действительное число есть частный случай треугольного нечеткого числа;
- сумма треугольных чисел есть треугольное число;
- треугольное (трапезоидное) число, умноженное на действительное число, есть треугольное (трапезоидное) число;
- сумма трапезоидных чисел есть трапезоидное число;
- сумма треугольного и трапезоидного чисел есть трапезоидное число.

Анализируя свойства нелинейных операций с нечеткими числами (например, деления), исследователи приходят к выводу, что форма функций принадлежности результирующих нечетких чисел часто близка к треугольной. Это позволяет аппроксимировать результат, приводя его к треугольному виду. И, если приводимость налицо, тогда *операции с треугольными числами сводятся к операциям с абсциссами вершин их функций принадлежности.*

То есть, если мы вводим описание треугольного числа набором абсцисс вершин (a, b, c), то можно записать:

$$(a_1, b_1, c_1) + (a_2, b_2, c_2) \equiv (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (\text{П1.11})$$

Это – самое распространенное правило мягких вычислений.

П1.7. Нечеткие последовательности, нечеткие прямоугольные матрицы, нечеткие функции и операции над ними

Нечеткая последовательность – это пронумерованное счетное множество нечетких чисел.

Нечеткая прямоугольная матрица – это дважды индексированное конечное множество нечетких чисел, причем первый индекс пробегает М строк, а второй – N столбцов. При этом, как и в случае матриц действительных чисел, операции над нечеткими прямоугольными матрицами сводятся к операциям над нечеткими компонентами этих матриц. Например,

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \otimes b_{11} \oplus a_{12} \otimes b_{21} & a_{11} \otimes b_{12} \oplus a_{12} \otimes b_{22} \\ a_{21} \otimes b_{11} \oplus a_{22} \otimes b_{21} & a_{21} \otimes b_{12} \oplus a_{22} \otimes b_{22} \end{pmatrix}, \quad (\text{П1.12})$$

где все операции над нечеткими числами производятся так, как они введены параграфом выше.

Поле нечетких чисел – это несчетное множество нечетких чисел.

Нечеткая функция – это взаимно однозначное соответствие двух полей нечетких чисел. В наших приложениях область определения нечеткой функции является осью действительных чисел, то есть вырожденным случаем поля нечетких чисел, когда их треугольные функции принадлежности вырождаются в точку с координатами (а, 1).

Нечеткую функцию уместно назвать по типу тех чисел, которые характеризуют область ее значений. Если поле значений – это поле треугольных чисел, то и саму функцию уместно назвать *треугольной*.

Например [100], прогноз продаж компании (нарастающим итогом) задан тремя функциями вещественной переменной: $f_1(T)$ – оптимистичный прогноз, $f_2(T)$ – пессимистичный прогноз, $f_3(T)$ – среднеожидаемые значения продаж, где T – время прогноза. Тогда лингвистическая переменная «Прогноз продаж в момент T » есть треугольное число $(f_1(T), f_2(T), f_3(T))$, а все прогнозное поле есть треугольная нечеткая функция (рис. П1.4), имеющая вид криволинейной полосы.

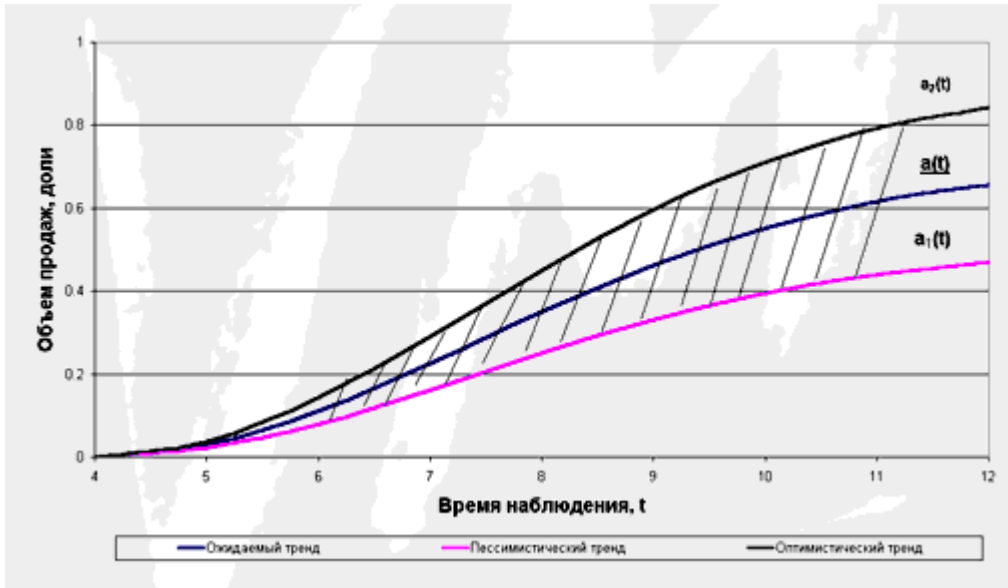


Рис. П1.4. Нечеткий прогноз продаж

Рассмотрим ряд операций над треугольными нечеткими функциями (утверждения приводятся без доказательства):

- **сложение:** сумма (разность) треугольных функций есть треугольная функция;
- **умножение на число** переводит треугольную функцию в треугольную функцию;
- **дифференцирование (интегрирование)** треугольной нечеткой функции проводится по правилам вещественного дифференцирования (интегрирования):

$$\frac{d}{dT} (f_1(T), f_2(T), f_3(T)) = \left(\frac{d}{dT} f_1(T), \frac{d}{dT} f_2(T), \frac{d}{dT} f_3(T) \right), \quad (\text{П1.13})$$

$$\int (f_1(T), f_2(T), f_3(T)) dT = \left(\int f_1(T) dT, \int f_2(T) dT, \int f_3(T) dT \right), \quad (\text{П1.14})$$

- функция, зависящая от нечеткого параметра, является нечеткой.

П1.8. Вероятностное распределение с нечеткими параметрами

Пусть имеется квазистатистика и ее гистограмма и пусть одна из возможных плотностей вероятностной функции распределения, приближающая квазистатистику, обозначается нами как $p(u, \aleph)$, где u – значение носителя, $u \in U$, $\aleph = (x_1, \dots, x_N)$ – вектор параметров распределения размерностью N .

Произведем гипотетический эксперимент. Оценим вид функции распределения $p(\bullet)$, производя вариацию всех параметров вектора \aleph . При этом зададимся критерием правдоподобия нашего распределения – унимодальной гладкой функцией без изломов и разрывов (например, квадратичной многомерной параболой) – и пронормируем значение

критерия. Например, если максимум правдоподобия имеет значение L , то вектор параметров \mathcal{N} приобретает значение, которое мы будем называть *контрольной точкой* или *точкой ожидания* с координатами (x_{1L}, \dots, x_{NL}) . Мы можем производить нормирование правдоподобия, задавшись некоторым процентом максимума правдоподобия, ниже которого наши вероятностные гипотезы бракуются. Тогда всем правдоподобным вероятностным гипотезам отвечает множество векторов \mathcal{N}' , которое в N -мерном фазовом пространстве представляет собой выпуклую область с нелинейными границами.

Впишем в эту область N -мерный параллелепипед максимального объема, грани которого сориентированы параллельно фазовым осям. Тогда этот параллелепипед представляет собой усечение \mathcal{N}' и может быть описан набором интервальных диапазонов по каждой компоненте

$$\mathcal{N}'' = (x_{11}, x_{12}; x_{21}, x_{22}; \dots, x_{N1}, x_{N2}) \in \mathcal{N}'. \quad (\text{П1.15})$$

Назовем \mathcal{N}'' *зоной предельного правдоподобия*. Разумеется, контрольная точка попадает в эту зону, то есть выполняется

$$x_{11} \leq x_{1L} \leq x_{12}, \dots, x_{N1} \leq x_{NL} \leq x_{N2}, \quad (\text{П1.16})$$

что вытекает из унимодальности и гладкости критерия правдоподобия.

Тогда мы можем рассматривать числа (x_{i1}, x_{iL}, x_{i2}) как треугольные нечеткие параметры плотности распределения, которая и сама в этом случае имеет вид нечеткой функции. А зона предельного правдоподобия тогда есть не что иное, как *нечеткий вектор*.

Мы видим, что полученное вероятностное распределение имеет не только частотный, но и субъективный смысл, так как зона предельного правдоподобия зависит от того, как мы бракуем вероятностные гипотезы. Представляется, что такое описание всецело отвечает природе квазистатистики, как мы ее здесь вводим. Чем хуже условия для выдвижения правдоподобных вероятностных гипотез, чем тяжелее обосновывать такое правдоподобие, - тем большее значение занимает фактор экспертной оценки. То вероятностное описание, что мы имеем в итоге, - это гибрид, который обещает быть плодотворным.

В качестве примера можно рассмотреть нормальный закон распределения с нечетким среднеквадратическим отклонением (рис. П1.5). Эта нечеткая функция не имеет полосового вида. И тут замое время заметить, что *функция с треугольными нечеткими параметрами в общем случае сама не является треугольной и к треугольному виду не приводится*.

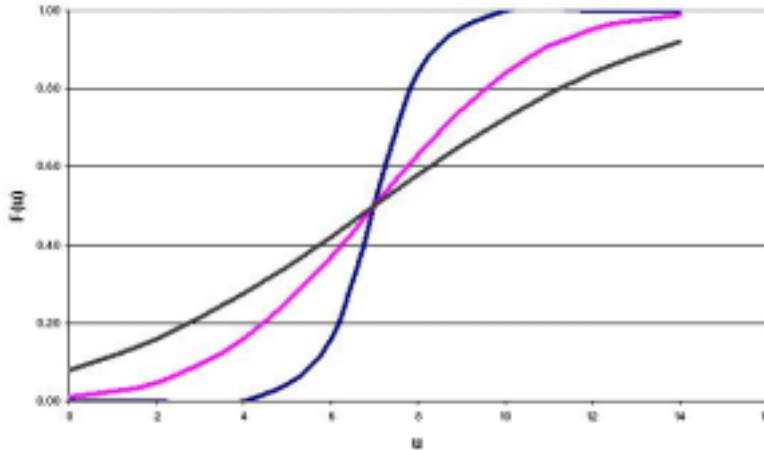


Рис. П1.5. Нормальный закон распределения с нечетким среднеквадратическим отклонением

Зато выполняется **нормировочное условие**:

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(u, \mathfrak{N}'') du = 1, \quad (\text{П1.17})$$

где правая часть представляет собой нечеткое число с вырожденной в точку функцией принадлежности. Интеграл же, не определенный для не четких функций общего вида, представляет здесь предел сумм

$$\int_{-\infty}^{+\infty} p(u, \mathfrak{N}'') du = \lim_{\Delta u \rightarrow 0} \sum_{(\Delta u)} (p(u, \mathfrak{N}'') + p(u + \Delta u, \mathfrak{N}'')) \frac{\Delta u}{2} \quad (\text{П1.18})$$

Приложим все сказанное к нечеткой оценке параметров доходности и риска фондового индекса. Пусть у нас есть квазистатистика доходностей (r_1, \dots, r_N) мощности N и соответствующая ей гистограмма (v_1, \dots, v_M) мощности M . Для этой квазистатистики мы подбираем двупараметрическое нормальное распределение $\varphi(\bullet)$ с матожиданием μ и дисперсией σ , руководствуясь критерием правдоподобия

$$F(\mu, \sigma) = - \sum_{i=1}^M \left(\frac{v_i}{\Delta r} - \varphi(r_i, \mu, \sigma) \right)^2 \rightarrow \max, \quad (\text{П1.19})$$

где r_i – отвечающее i -му столбцу гистограммы расчетное значение доходности, Δr – уровень дискретизации гистограммы.

Задача (П1.19) – это задача нелинейной оптимизации, которое имеет решение

$$F_0 = \max_{(\mu, \sigma)} F(\mu, \sigma), \quad (\text{П1.20})$$

причем μ_0, σ_0 – аргументы максимума $F(\mu, \sigma)$, представляющие собой контрольную точку.

Выберем уровень отсечения $F_1 < F_0$ и признаем все вероятностные гипотезы правдоподобными, если соответствующий критерий правдоподобия лежит в диапазоне от F_1 до F_0 . Тогда всем правдоподобным вероятностным гипотезам отвечает множество векторов \aleph' , которое в двумерном фазовом пространстве представляет собой выпуклую область с нелинейными границами.

Впишем в эту область прямоугольник максимальной площади, грани которого сориентированы параллельно фазовым осям. Тогда этот прямоугольник – зона предельного правдоподобия - представляет собой усечение \aleph' и может быть описан набором интервальных диапазонов по каждой компоненте

$$\aleph'' = (\mu_{\min}, \mu_{\max}; \sigma_{\min}, \sigma_{\max}) \in \aleph'. \quad (\text{П1.21})$$

Разумеется, контрольная точка попадает в эту зону, то есть выполняется

$$\mu_{\min} < \mu_0 < \mu_{\max}, \sigma_{\min} < \sigma_0 < \sigma_{\max} \quad (\text{П1.22})$$

что вытекает из унимодальности и гладкости функции правдоподобия.

Тогда мы можем рассматривать числа $\mu = (\mu_{\min}, \mu_0, \mu_{\max})$, $\sigma = (\sigma_{\min}, \sigma_0, \sigma_{\max})$ как треугольные нечеткие параметры плотности распределения $\varphi(\bullet)$, которая и сама в этом случае имеет вид нечеткой функции.

П1.9. Нечеткие знания

Назовем **формальным знанием** высказывание естественного языка, обладающее следующей структурой:

$$\text{ЕСЛИ } (A_1 \Psi_1 A_2 \Psi_2 \dots A_{N-1} \Psi_{N-1} A_N), \text{ ТО } B, \quad (\text{П1.23})$$

где $\{A_i\}$, B – атомарные высказывания (предикаты), Ψ_i – логические связки вида И/ИЛИ, N – размерность условия, причем атомарные высказывания – это

$$a \Theta X, \quad (\text{П1.24})$$

где a – определяемый объект (аргумент), Θ – логическая связка принадлежности вида ЕСТЬ/НЕ ЕСТЬ, X – обобщение (класс объектов). Также соблюдается правило очередности в рассмотрении фразы для понимания: сначала все связки И применяются к двум смежным предикатам, а затем все связки ИЛИ применяются к результатам предшествующих операций.

Например, классический вывод «Если Сократ человек, а человек смертен, то и Сократ смертен» можно преобразовать к структуре формального знания по следующим правилам:

- вводится два класса объектов $X_1 = \text{«Человек (Люди)»}$ и $X_2 = \text{«Смертный (-ая, -ое)»}$;
- рассматриваются два аргумента: $a_1 = \text{«Сократ»}$, $a_2 = \text{«Человек»} = X_1$.

Тогда наше знание имеет формулу

$$\begin{array}{l} \text{ЕСЛИ } a_1 \text{ ЕСТЬ } X_1 \text{ И } (a_2 = X_1) \text{ ЕСТЬ } X_2 \\ \text{ТО } a_1 \text{ ЕСТЬ } X_2 \end{array} \quad (\text{П1.25})$$

Очень часто в структуре знаний классы объектов являются нечеткими понятиями. Также высказывающиеся лица могут делать выводы, содержащие элементы неуверенности, оценочности. Это заставляет нас переходить от знаний в классическом понимании к знаниям нечетким.

Введем следующий набор лингвистических переменных со своим термножеством значений:

$$\Theta = \text{Отношение принадлежности} = \{\text{Принадлежит, Скорее всего принадлежит, Вероятно принадлежит,...., Вероятно не принадлежит, Скорее всего не принадлежит, Не принадлежит}\} \quad (\text{П1.26})$$

$$\Delta = \text{Отношение следования} = \{\text{Следует, Скорее всего следует, Вероятно следует,...., Вероятно не следует, Скорее всего не следует, Не следует}\} \quad (\text{П1.27})$$

$$\text{AND/OR} = \text{Отношение связи} = \{\text{И/ИЛИ, Скорее всего И/ИЛИ, Вероятно И/ИЛИ,....}\} \quad (\text{П1.28})$$

Вводя эти переменные, мы предполагаем, что они содержат произвольное число оттеночных значений, ранжированных по силе (слабости) в определенном порядке. Носителем этих переменных может выступать единичный интервал.

Тогда под **нечетким знанием** можно понимать следующий формализм:

$$\text{ЕСЛИ } (a_1 \Theta_1 X_1 \Psi_1 a_2 \Theta_2 X_2 \Psi_2 \dots a_N \Theta_N X_N) \Delta a_{N+1} \Theta_{N+1} X_{N+1}, \quad (\text{П1.29})$$

где a_i , X_i – значения своих лингвистических переменных, Θ_i – значение переменной принадлежности из Θ , Ψ_1 – значение переменной связи из **AND/OR**, Δ – терм-значение переменной следования из Δ .

Характерным примером нечеткого знания является высказывание типа: «Если *ожидаемое в ближайшей перспективе* отношение цены акции к доходам по ней *порядка 10*, и (*хотя и не обязательно*) капитализация этой компании *на уровне 10 млрд. долларов*, то, *скорее всего*, эти акции следует покупать». Курсивом обозначены все оценки, которые делают это знание нечетким.

Поскольку нечеткое знание определяется через лингвистические переменные, то и операции нечеткого логического вывода можно количественно определить на базе операций с соответствующими функциями принадлежности. Однако детальное рассмотрение этого вопроса мы опускаем.

С некоторых пор нечеткие знания начали активно применяться для выработки брокерских рекомендаций по приобретению (удержанию, продаже) ценных бумаг. Например, монография [282] рассматривает вопрос о целесообразности инвестирования в фондовые активы в зависимости от характера экономического окружения, причем параметры этого окружения являются нечеткими значениями. На сайте [283] автор вышеупомянутой монографии поддерживает бюллетень макроэкономических индикаторов и соответствующих условий инвестирования на тех или иных рынках.

На нечетких знаниях могут быть организованы специализированные экспертные системы, реализующие механизм нечетко-логического вывода. Простейший пример такого рода системы мы находим на сайте [281], где выработка опционной стратегии сопровождается нечеткой предварительной оценкой характера рынка. В этом смысле также представляет интерес работа [306].

П1.10. Нечеткие классификаторы и матричные схемы агрегирования данных

Определим в качестве носителя лингвистической переменной отрезок вещественной оси $[0,1]$. Любые конечномерные отрезки вещественной оси могут быть сведены к отрезку $[0,1]$ путем простого линейного преобразования, поэтому выделенный отрезок единичной длины носит универсальный характер и заслуживает отдельного термина. Назовем носитель вида $[0,1]$ **01-носителем**.

Теперь введем лингвистическую переменную «**Уровень показателя**» с термножеством значений «*Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень Высокий*». Для описания подмножеств термножества введем систему из пяти соответствующих функций принадлежности трапециевидального вида:

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x < 0.15 \\ 10(0.25 - x), & 0.15 \leq x < 0.25 \\ 0, & 0.25 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (\text{П1.30.1})$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(x - 0.25), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 1, 0.25 \leq x < 0.35 \\ 10(0.45 - x), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 0, 0.45 \leq x \leq 1 \end{cases} . \quad (\text{П1.30.2})$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.35 \\ 10(x - 0.35), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 1, 0.45 \leq x < 0.55 \\ 10(0.65 - x), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 0, 0.65 \leq x \leq 1 \end{cases} . \quad (\text{П1.30.3})$$

$$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.55 \\ 10(x - 0.55), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 1, 0.65 \leq x < 0.75 \\ 10(0.85 - x), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 0, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} . \quad (\text{П1.30.4})$$

$$\mu_5(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.75 \\ 10(x - 0.75), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 1, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases} . \quad (\text{П1.30.5})$$

Везде в (2.30) x – это 01–носитель. Построенные функции принадлежности приведены на рис. П1.6.

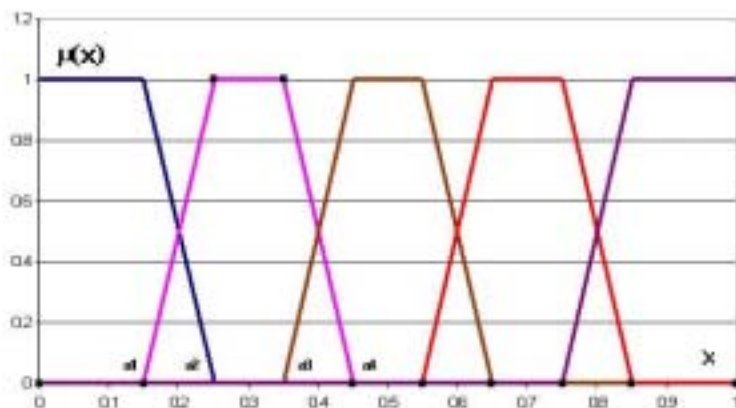


Рис. П1.6. Система трапецевидных функций принадлежности на 01-носителе

Введем также набор так называемых **узловых точек** $\alpha_j = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$, которые являются, с одной стороны, абсциссами максимумов соответствующих функций принадлежности на 01-носителе, а, с другой стороны, равномерно отстоят друг от друга на 01-носителе и симметричны относительно узла 0.5.

Тогда введенную лингвистическую переменную **«Уровень фактора»**, определенную на 01-носителе, в совокупности с набором узловых точек здесь и далее будем называть **стандартным пятиуровневым нечетким 01-классификатором**.

Сконструированный нечеткий классификатор имеет большое значение для дальнейшего изложения. Его суть в том, что если о факторе неизвестно ничего, кроме того, что он может принимать любые значения в пределах 01-носителя (принцип равнопредпочтительности), а надо провести ассоциацию между качественной и количественной оценками фактора, то предложенный классификатор делает это с максимальной достоверностью. При этом сумма всех функций принадлежности для любого x равна единице, что указывает на непротиворечивость классификатора.

Если при распознавании уровня фактора эксперт располагает дополнительной информацией о поведении фактора (например, гистограммой), то классификация фактора в общем случае не будет иметь стандартного вида, потому что узловые точки классификации и соответствующие функции принадлежности будут лежать несимметрично на носителе соответствующего фактора.

Также, если существует набор из $i=1..N$ отдельных факторов со своими текущими значениями x_i , и каждому фактору сопоставлен свой пятиуровневый классификатор (необязательно стандартный, необязательно определенный на 01-носителе), то можно перейти от набора отдельных факторов к единому агрегированному фактору A_N , значение которого распознать впоследствии с помощью стандартного классификатора. Количественное же значение агрегированного фактора определяется по формуле двойной свертки:

$$A_N = \sum_{i=1}^N p_i \sum_{j=1}^5 \alpha_j \mu_{ij}(x_i), \quad (\text{П1.31})$$

где α_j – узловые точки стандартного классификатора, p_i – вес i -го факторов в свертке, $\mu_{ij}(x_i)$ – значение функции принадлежности j -го качественного уровня относительно текущего значения i -го фактора. Далее показатель A_N может быть подвергнут распознаванию на основе стандартного нечеткого классификатора, по функциям принадлежности вида (П1.30).

Из формулы (П1.31) становится понятным назначение узловых точек в нечетком классификаторе. Эти точки выступают в качестве весов при агрегировании системы факторов на уровне их качественных состояний. Тем самым узловые точки осуществляют сведение набора нестандартных классификаторов (со своими несимметрично расположенными узловыми точками) к единому классификатору стандартного вида, с

одновременным переходом от набора нестандартных носителей отдельных факторов к стандартному 01-носителю.

Можно построить матрицу, где по строкам расположены факторы, а по столбцам – их качественные уровни. На пересечении строк и столбцов лежат значения функций принадлежности соответствующих качественных уровней. Дополним матрицу еще одним столбцом весов факторов в свертке p_i и еще одной строкой с узловыми точками α_j . Тогда для расчета агрегированного показателя A_N по (П1.31) в полученной матрице собраны все необходимые исходные данные. Поэтому предлагаемую здесь схему агрегирования данных целесообразно назвать **матричной**.

Матричные схемы на основе пятиуровневых классификаторов уже давно и довольно успешно применяются для комплексной оценки уровня функционирования многофакторных систем, в том числе и финансовых (например, финансов корпорации). Об этом речь будет идти в главах 3, 5 и 8 настоящей книги.

Все изложение данного параграфа базируется на пятиуровневом классификаторе. На самом же деле, уровней в классификаторе может быть произвольное число, и все определяется лишь удобством моделирования. Простейший классификатор – **бинарный** (хорошо-плохо, высоко-низко), но он представляется слишком грубым, т.к. не фиксирует характерного среднего положения, вокруг которого и группируется большинство количественных состояний в реальной жизни. Поэтому целесообразно говорить о **стандартном трехуровневом нечетком 01-классификаторе** (состояния *Низкий, Средний, Высокий*) с функциями принадлежности следующего вида (рис. П1.7):

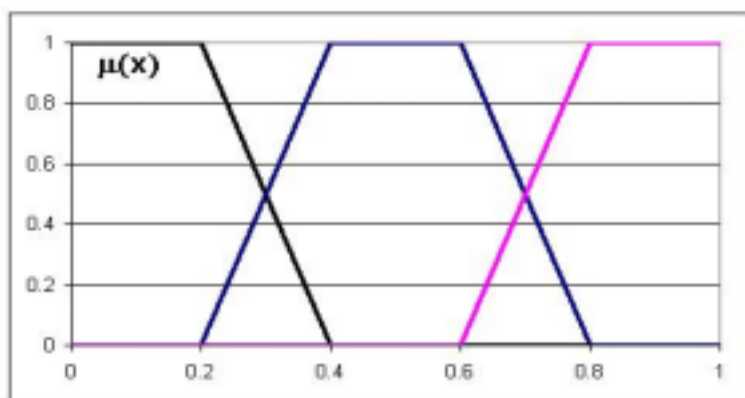


Рис. П1.7. Трехуровневая 01-классификация

$$\mu_1(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x < 0.2 \\ 5(0.4 - x), 0.2 \leq x < 0.4 \\ 1, 0.4 \leq x \leq 1 \end{cases} \quad (\text{П1.32.1})$$

$$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.2 \\ 5(x - 0.2), 0.2 \leq x < 0.4 \\ 1, 0.4 \leq x < 0.6 \\ 5(0.8 - x), 0.6 \leq x < 0.8 \\ 0, 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases} . \quad (\text{П1.32.2})$$

$$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.6 \\ 5(x - 0.6), 0.6 \leq x < 0.8 \\ 1, 0.8 \leq x \leq 1 \end{cases} . \quad (\text{П1.32.3})$$

Аналогично, матричная схема агрегирования данных на основе трехуровневых классификаторов базируется на формуле:

$$A_N = \sum_{i=1}^N p_i \sum_{j=1}^3 \alpha_j \mu_{ij}(x_i) . \quad (\text{П1.33})$$

Итак, изложение базовых формализмов теории нечетких множеств завершено.

**Приложение 2. Справочные материалы для оценки рейтинга
долговых обязательств субъектов РФ**

Таблица П2.1. Рейтинг относительной кредитоспособности субъектов РФ (АК&М)

	Субъект РФ	Сводный рейтинг по финансовым показателям	Сводный рейтинг по экономическим показателям	Интегрированный рейтинг
1	Москва	92.48	99.06	94.78
2	Санкт-Петербург	74.93	60.24	69.79
3	Тюменская область	57.39	74.20	63.27
4	Республика Татарстан	69.64	50.88	63.07
5	Ханты-Мансийский АО	64.78	55.94	61.69
6	Липецкая область	69.45	47.23	61.67
7	Ямало-Ненецкий АО	68.86	47.39	61.35
8	Свердловская область	69.14	42.38	59.77
9	Пермская область	64.89	49.02	59.34
10	Удмуртская Республика	64.09	47.87	58.41
11	Московская область	59.95	51.93	57.14
12	Астраханская область	59.17	50.49	56.13
13	Ленинградская область	59.95	48.90	56.08
14	Республика Саха (Якутия)	66.26	36.69	55.91
15	Краснодарский край	56.07	54.55	55.54
16	Ставропольский край	58.56	46.07	54.19
17	Республика Башкортостан	56.86	44.24	52.45
18	Республика Карелия	58.11	40.88	52.08
19	Республика Коми	57.58	41.08	51.80
20	Нижегородская область	58.54	38.54	51.54
21	Республика Мордовия	54.10	46.23	51.35
22	Волгоградская область	54.69	43.20	50.67
23	Хабаровский край	54.73	43.02	50.63
24	Саратовская область	55.67	39.28	49.94
25	Ростовская область	51.77	46.26	49.84
26	Калужская область	50.64	45.85	48.96
27	Омская область	55.04	33.94	47.65
28	Чувашская Республика	49.62	43.61	47.52
29	Новгородская область	48.27	45.31	47.24
30	Мурманская область	50.53	40.56	47.04

31	Пензенская область	57.33	27.75	46.98
32	Оренбургская область	48.99	41.81	46.47
33	Вологодская область	43.51	51.11	46.17
34	Иркутская область	53.25	32.95	46.14
35	Смоленская область	53.68	31.21	45.82
36	Псковская область	49.28	39.23	45.76
37	Владимирская область	48.27	40.17	45.43
38	Республика Алтай	47.74	39.65	44.91
39	Тульская область	48.90	37.45	44.89
40	Ярославская область	43.37	47.46	44.80
41	Курская область	53.74	26.97	44.37
42	Кировская область	50.33	32.22	43.99
43	Белгородская область	46.02	39.87	43.87
44	Приморский край	46.49	37.88	43.48
45	Тамбовская область	50.20	29.94	43.11
46	Новосибирская область	41.66	44.45	42.64
47	Тверская область	48.29	31.94	42.57
48	Воронежская область	48.69	30.69	42.39
49	Красноярский край	40.24	46.03	42.26
50	Республика Северная Осетия - Алания	41.52	43.03	42.05
51	Брянская область	50.51	25.60	41.79
52	Республика Дагестан	41.70	41.66	41.69
53	Сахалинская область	43.75	36.00	41.04
54	Архангельская область	44.35	34.32	40.84
55	Ульяновская область	49.27	23.49	40.25
56	Республика Калмыкия	46.18	29.14	40.22
57	Республика Марий-Эл	46.46	26.93	39.63
58	Калининградская область	37.18	42.26	38.96
59	Амурская область	48.70	20.27	38.74
60	Еврейская АО	44.90	26.41	38.43
61	Ивановская область	46.32	23.42	38.30
62	Республика Бурятия	41.84	31.22	38.13
63	Карачаево-Черкесская Республика	41.67	30.63	37.81
64	Усть-Ордынский Бурятский АО	39.34	34.60	37.68
65	Томская область	34.93	42.28	37.50
66	Костромская область	44.38	22.46	36.71

67	Кабардино-Балкарская Республика	48.41	10.77	35.24
68	Республика Тыва	36.87	25.17	32.78
69	Курганская область	33.83	23.64	30.26

Табл. П2.2. Финансовые и экономические показатели субъектов РФ по состоянию на 01 января 2002 г.

Region	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
Амурская область	10.17	-2.77	34.23	2057	1.34	41.62	10.38	70.85	50.7	625	22740
Архангельская область	33.97	0.57	45.7	2819	-0.66	40.76	-2.92	38.25	52.5	2210	30286
Астраханская область	12.34	-0.21	74.66	2105	-0.52	30.03	1.27	8.59	63	2074	23710
Балтийская область	50.08	1.99	81.64	3654	-6.12	31.89	2.49	32.53	60.4	4061	19847
Брянская область	4.51	-0.31	24.51	990	2.73	30.02	1.74	49.72	47.5	1065	17784
Владимирская область	13.26	-0.04	46.89	1811	3.24	58.46	1.28	31.58	61.2	3481	18021
Волгоградская область	33.46	-4.14	71.38	4536	2.07	34	0.38	26.15	61.6	9500	18022
Вологодская область	27.64	17.36	82.2	4635	-11.21	22.25	-0.61	15.26	66.1	14054	26803
Воронежская область	0.86	6.38	39.38	1857	-1.62	25.15	13.2	55.83	59.3	2994	20588
Еврейская автономная область	2.47	-0.05	13.93	224	4.37	55.75	1.92	49.52	47.9	-213	22770
Ивановская область	14.16	-0.14	31.3	1223	0.86	47.59	-0.63	66.04	55.3	589	12258
Иркутская область	24.19	3.26	75.67	7251	-1.21	28.5	1.83	46.24	53.1	15517	31907
Кабардино-Балкарская Республика	35.18	-6.45	26.3	964	1.94	24.88	-1.38	103.93	58.2	-47	18715
Калининградская область	76.87	-0.59	62.46	1878	-1.15	37.92	-1.72	28.38	61.3	4180	22587
Калужская область	18.71	1.24	44.14	1814	-0.82	24.81	-1.25	20.72	63.7	2251	18795
Карачаево-Черкесская Республика	12.64	1.32	11.44	167	0.36	49.23	1.59	53.95	59.6	33	14905
Кировская область	9.58	-1.5	47.94	2196	1.49	48.59	4.65	43.76	54.9	3514	17412
Костромская область	44.71	-2.2	43.73	908	-0.17	32.15	2.92	48.15	41.2	896	17377
Краснодарский край	7.04	0.58	65.8	7571	-1.44	36.46	0.49	19.21	73.8	23718	24003
Красноярский край	19.53	19.19	87.02	10823	-10.36	52.27	-4.58	27.17	56	63507	37755
Курганская область	61.97	-1.89	31.62	999	1.56	53.44	-6.87	43.46	39.9	1122	18970
Курская область	33.11	-3.61	66.89	2447	1.61	30.35	-0.1	46.6	47.2	2774	19974
Ленинградская область	29.11	0.92	82.08	5749	1.61	19.71	1.85	16.23	64.8	9031	20754
Липецкая область	5.92	-9.43	89.24	4004	1.63	22.97	2.28	17.87	61.5	11473	26303
Москва	15.13	-13.18	96.97	22660	3.82	0.12	0.18	10.05	62.3	325361	131428
Московская область	8.86	2.23	88.45	24169	-3.84	25.47	0.85	27.29	73.5	21089	29934
Мурманская область	16.69	1.05	76.82	2882	-9.51	40.54	3.61	46.25	64	3541	50085
Нижегородская область	51.96	-8.19	83.89	9424	3.14	30.25	-9.37	38.07	59.1	16563	23944
Новгородская область	35.79	0.57	61.85	1355	-0.58	31.38	1.79	17.88	59.4	2808	25938
Новосибирская область	25.78	12.22	65.99	6838	-4.53	26.92	2.78	36.68	70.3	6869	21013
Омская область	48.65	-8.38	63.9	5309	3.75	17.01	-0.45	32.12	49.5	5491	20903
Оренбургская область	83.49	-2.11	83.65	5415	-0.86	28.99	-4.16	23.56	57.5	5891	21282
Орловская область	1.83	-3.22	35.85	1475	3.21	21.74	1.08	49.56	51.4	1558	16134
Псковская область	2.88	-0.1	91.51	11874	2.43	36.52	-0.27	16.81	59.9	30409	33411
Приморский край	19.8	-3.23	36.7	3684	1.82	47.79	6.25	36.88	58.9	1116	25591
Псковская область	31.83	-3.46	35.74	1109	1.34	18.47	1.59	29.9	58.3	666	18641
Республика Алтай	24.59	-4.45	32.89	718	4.75	33.52	1.31	22.73	54.2	167	20496
Республика Башкортостан	8.84	2.62	62.65	15636	-3.05	29.7	-1.02	42.37	67.9	38413	28009
Республика Бурятия	28.07	-1.38	37.46	2112	1.13	52.63	7.73	34.1	46.6	1067	21182
Республика Дагестан	10.35	0	8.36	872	-0.37	43.39	1.22	32.59	65.1	783	14364
Республика Калмыкия	2.66	1.82	25.48	311	0.52	45.51	-5.77	57.85	59.2	96	16247
Республика Карелия	14.75	-0.42	71.36	3038	0.31	21.89	0.95	28.6	57.4	2381	31629
Республика Коми	37.1	-3.89	91.97	7235	4.09	31.84	2.1	30.7	53.7	12840	50046
Республика Марий Эл	13.66	-1.89	27.9	587	1.4	34.3	5.15	66.56	55.3	329	12628
Республика Мордовия	22.34	0.31	55.41	2802	-0.31	16.04	-0.12	11.78	59	1267	17952
Республика Саха (Якутия)	27.86	-5.25	71.55	23661	3.08	0.08	-0.75	33.28	47.5	12075	52397
Республика Северная Осетия - Алания	51.81	1.37	27.74	963	-0.1	23.22	0.97	27.89	61.5	144	29042
Республика Татарстан	7.06	-4.23	68.73	28291	5.86	17.74	-12.26	21.53	65.8	40567	28387
Республика Тыва	28.76	-3.32	5.32	155	3.37	48.88	2.01	41.56	41.5	-298	19125
Ростовская область	10.88	5.02	57.89	7349	-3.4	40.58	0.54	38.28	73.1	9399	25789
Санкт-Петербург	24.04	-6.83	95.2	47068	4.68	0.68	0.48	26.73	83	38910	41318
Саратовская область	31.2	-5.26	60.83	3882	3.24	17.01	3.62	32.19	58.4	7180	21549
Самаркандская область	32.59	1.91	47.19	2120	-3.4	36.23	2.92	44.45	56.8	5379	40345
Свердловская область	11.02	-5.85	86.75	14130	4.4	12.86	3.12	34.8	61.8	25536	27083
Смоленская область	28.44	-0.7	63.43	1765	1.86	21.58	6.17	39.27	48.8	2173	25492
Ставропольский край	9.25	1.26	54.48	4015	1.48	11.79	0.98	27.58	67.5	8844	19019
Тамбовская область	12.63	-1.41	44.62	1754	1.71	42.46	0.3	36.39	45.4	892	23404
Тверская область	22.99	0.86	51.84	2542	-0.77	36.37	4.23	38.77	51	2931	18996
Томская область	62.94	18.27	79.5	3700	-15.34	25.04	8.24	20.9	54.5	5580	31724
Тульская область	15.79	5.86	68.52	3645	-1.21	45.28	2.08	36	57.8	5515	21887
Тюменская область	34.08	2.28	95.15	13718	1.55	31.53	-2.91	11.46	64.9	215572	83595
Удмуртская Республика	6.05	-1.85	78.68	5278	2.73	24.9	0.83	15.09	61.5	13151	21996
Ульяновская область	39.08	-2.44	50.94	1795	1.58	23.62	1.25	59.09	48.7	1028	18253
Усть-Ордынский Бурятский АО	2.36	5.02	4.65	44	-2.8	47.06	1.82	50.19	65.5	10	8041
Хабаровский край	13.17	1.1	65.2	7900	-2.73	22.41	7.39	41.38	66.8	18520	32794
Ханты-Мансийский АО	2.24	0	98.64	41149	-5.44	38.53	-1.9	14.09	55.3	15346	113578
Чувашская Республика	17.72	-1.78	47.59	2257	1.42	45.66	1.62	28.98	65.6	2689	15984
Ямало-Ненецкий АО	10.88	-3.21	95.5	20860	2.42	23.93	-2.83	45.45	57.4	18847	128983
Ярославская область	86.27	3.53	85.52	4093	-0.7	38.09	-3.12	25.51	66.9	10219	26196

Табл. П2.3. Кластеризация значений факторов X1 – X11

Показатель	Уровень фактора:				
	в	св	с	сн	н
X1, %	<15	15-22	22-36	36-50	>50
X2, %	< (-4)	(-4) – (-2)	(-2) - 2	2 - 8	>8
X3, %	>76	67-76	40-67	31-40	<31
X4, млрд. руб	>10	8 - 10	4-8	2-4	<2
X5, %	>5	3-5	1-3	0-1	<0
X6, %	<18	18-24	24-36	36-42	>42
X7, %	<(-4)	(-4) – (-1)	(-1) - 5	5 - 8	>8
X8, %	<17	17-26	26-44	44-50	>50
X9, %	>64	60-64	52-60	48-52	<48
X10, млрд. руб	>22	20-22	10-20	5-10	<5
X11, тыс. руб. на жителя в год	>80	56-80	32-56	20-32	<20

Табл. П2.4. Веса факторов в итоговой оценке

Фактор	Вес	Фактор	Вес	Фактор	Вес
X1	0.1	X5	0.05	X9	0.125
X2	0.1	X6	0.05	X10	0.125
X3	0.1	X7	0.025	X11	0.075
X4	0.075	X8	0.175	Всего	1

Табл. П2.5. Результат распознавания уровней факторов

Регион	а1	а2	а3	а4	а5	а6	а7	а8	а9	а10	а11
Амурская область	В	ОВ	ОН	ОН	С	ОН	Н	Н	ОН	Н	ОН
Архангельская область	С	С	С	ОН	Н	ОН	ОВ	С	С	Н	ОН
Астраханская область	В	С	ОВ	ОН	Н	С	С	В	ОВ	Н	ОН
Белгородская область	Н	С	В	ОН	Н	С	С	С	ОВ	Н	Н
Брянская область	В	С	Н	Н	С	С	С	ОН	Н	Н	Н
Владимирская область	В	С	С	Н	ОВ	Н	С	С	ОВ	Н	Н
Волгоградская область	С	В	ОВ	С	С	С	С	С	ОВ	ОН	Н
Волгодонская область	С	Н	В	С	Н	ОВ	С	В	В	С	ОН
Воронежская область	В	ОН	ОН	Н	Н	С	Н	Н	С	Н	ОН
Еврейская автономная область	В	С	Н	Н	ОВ	Н	С	ОН	Н	Н	ОН
Ивановская область	В	С	ОН	Н	ОН	Н	С	Н	С	Н	Н
Иркутская область	С	ОН	ОВ	С	Н	С	С	ОН	С	С	ОН
Кабардино-Балкарская Республика	С	В	Н	Н	С	С	ОВ	Н	С	Н	Н
Калининградская область	Н	С	С	Н	Н	ОН	ОВ	С	ОВ	Н	ОН
Калужская область	ОВ	С	С	Н	Н	С	ОВ	ОВ	ОВ	Н	Н
Карачаевско-Черкесская Республика	В	С	Н	Н	ОН	Н	С	Н	С	Н	Н
Кировская область	В	С	С	ОН	С	Н	С	С	С	Н	Н
Костромская область	ОН	ОВ	С	Н	Н	С	С	ОН	Н	Н	Н
Краснодарский край	В	С	С	С	Н	ОН	С	ОВ	В	В	ОН
Красноярский край	ОВ	Н	В	В	Н	Н	В	С	С	В	С
Курганская область	Н	С	ОН	Н	С	Н	В	С	Н	Н	Н
Курская область	С	ОВ	С	ОН	С	С	С	ОН	Н	Н	Н
Ленинградская область	С	С	В	С	С	ОВ	С	В	В	ОН	ОН
Липецкая область	В	В	В	С	С	ОВ	С	ОВ	ОВ	С	ОН
Магadan	ОВ	В	В	В	ОВ	В	С	В	В	В	В
Магadanская область	В	ОН	В	В	Н	С	С	С	В	ОВ	ОН
Мурманская область	ОВ	С	В	ОН	Н	ОН	С	ОН	ОВ	Н	С
Ненецкая автономная область	Н	В	В	ОВ	ОВ	С	В	С	С	С	ОН
Новгородская область	С	С	С	Н	Н	С	С	ОВ	С	Н	ОН
Новосибирская область	С	Н	С	С	Н	С	С	С	В	ОН	ОН
Омская область	ОН	В	С	С	ОВ	В	С	С	ОН	ОН	ОН
Оренбургская область	Н	ОВ	В	С	Н	С	В	ОВ	С	ОН	ОН
Орловская область	В	ОВ	ОН	Н	ОВ	ОВ	С	ОН	ОН	Н	Н
Пермская область	В	С	В	В	С	ОН	С	В	С	В	С
Приморский край	ОВ	ОВ	ОН	ОН	С	Н	ОН	С	С	Н	ОН
Псковская область	С	ОВ	ОН	Н	С	ОВ	С	С	С	Н	Н
Республика Алтай	С	В	ОН	Н	ОВ	С	С	ОВ	С	Н	ОН
Республика Башкортостан	В	ОН	С	В	Н	С	ОВ	С	В	В	ОН
Республика Бурятия	С	С	ОВ	ОН	С	Н	ОН	С	Н	Н	ОН
Республика Дагестан	В	С	Н	Н	Н	Н	С	С	В	Н	Н
Республика Ингушетия	В	С	Н	Н	ОН	Н	В	Н	С	Н	Н
Республика Карелия	В	С	ОВ	ОН	ОН	ОВ	С	С	С	Н	ОН
Республика Коми	ОН	ОВ	В	С	ОВ	С	С	С	С	С	С
Республика Марий Эл	В	С	Н	Н	С	С	ОН	Н	С	Н	Н
Республика Мордовия	С	С	С	ОН	Н	В	С	В	С	Н	Н
Республика Саха (Якутия)	С	В	ОВ	В	ОВ	В	С	С	Н	С	С
Республика Северная Осетия - Алания	Н	С	Н	Н	Н	ОВ	С	С	ОВ	Н	ОН
Республика Татарстан	В	В	ОВ	В	В	В	В	ОВ	В	В	ОН
Республика Тыва	С	ОВ	Н	Н	ОВ	Н	С	С	Н	Н	Н
Ростовская область	В	ОН	С	С	Н	ОН	С	С	В	ОН	ОН
Санкт-Петербург	С	В	В	В	ОВ	В	С	С	В	В	С
Саратовская область	С	В	С	ОН	ОВ	В	С	С	С	ОН	ОН
Самарская область	С	С	С	ОН	Н	ОН	С	ОН	С	ОН	С
Свердловская область	В	В	В	В	ОВ	В	С	С	ОВ	В	ОН
Смоленская область	С	С	С	Н	С	ОВ	ОН	С	ОН	Н	ОН
Свердловский край	В	С	С	С	С	В	С	С	В	ОН	Н
Тамбовская область	В	С	С	Н	С	Н	С	С	Н	Н	ОН
Тверская область	С	С	С	ОН	Н	ОН	С	С	ОН	Н	Н
Томская область	Н	Н	В	ОН	Н	С	Н	ОВ	С	ОН	ОН
Тульская область	ОВ	ОН	ОВ	ОН	Н	Н	С	С	С	ОН	ОН
Тюменская область	С	ОН	В	В	С	С	ОВ	В	В	В	В
Удмуртская Республика	В	С	В	С	С	С	В	В	ОВ	С	ОН
Ульяновская область	ОН	ОВ	С	В	В	ОВ	С	В	ОН	В	В
Усть-Ордынский Бурятский АО	В	ОН	Н	Н	Н	Н	С	Н	В	Н	Н
Хакасия	В	С	С	С	Н	ОВ	ОН	С	В	С	С
Ханты-Мансийский АО	В	С	В	В	Н	ОН	ОВ	В	С	С	В
Чувашская Республика	ОВ	С	С	ОН	С	Н	С	С	В	Н	Н
Челябинская АО	В	ОВ	В	В	С	ОВ	ОВ	ОН	С	С	В
Ярославская область	Н	ОН	В	С	Н	ОН	ОВ	ОВ	В	С	ОН

Табл. П2.6. Финансовый, экономический и сводный рейтинги регионов

N	Region	Рейтинг 1.7	Рейтинг 8.11	Итоговый Рейтинг	Место в рейтинге АКМ
1	Москва	0.82	0.9	0.86	1
2	Республика Татарстан	0.86	0.74	0.8	4
3	Тюменская область	0.81	0.9	0.755	3
4	Санкт-Петербург	0.78	0.7	0.74	2
5	Свердловская область	0.86	0.62	0.74	8
6	Пермская область	0.7	0.74	0.72	9
7	Ханты-Мансийский АО	0.67	0.7	0.685	5
8	Липецкая область	0.76	0.59	0.675	6
9	Удмуртская Республика	0.66	0.66	0.66	10
10	Ямало-Ненецкий АО	0.79	0.49	0.64	7
11	Московская область	0.64	0.62	0.63	11
12	Ленинградская область	0.6	0.66	0.63	13
13	Краснодарский край	0.52	0.74	0.63	15
14	Республика Башкортостан	0.57	0.67	0.62	17
15	Вологодская область	0.48	0.71	0.595	33
16	Хабаровский край	0.56	0.6	0.575	23
17	Красноярский край	0.54	0.6	0.57	49
18	Республика Саха (Якутия)	0.74	0.4	0.57	14
19	Новгородская область	0.65	0.47	0.56	20
20	Ставропольский край	0.62	0.49	0.555	16
21	Астраханская область	0.55	0.56	0.555	12
22	Республика Коми	0.6	0.5	0.55	19
23	Волгоградская область	0.62	0.44	0.53	22
24	Ярославская область	0.41	0.64	0.525	40
25	Саратовская область	0.61	0.42	0.515	24
26	Оренбургская область	0.52	0.49	0.505	32
27	Ростовская область	0.48	0.52	0.5	26
28	Омская область	0.6	0.37	0.485	27
29	Республика Карелия	0.59	0.37	0.48	18
30	Республика Мордовия	0.47	0.48	0.475	21
31	Республика Алтай	0.5	0.44	0.47	38
32	Чувашская Республика	0.47	0.44	0.455	28
33	Мурманская область	0.53	0.38	0.455	30
34	Калужская область	0.45	0.46	0.455	26
35	Новосибирская область	0.38	0.52	0.45	46
36	Владимирская область	0.5	0.39	0.445	37
37	Иркутская область	0.46	0.4	0.43	34
38	Кировская область	0.51	0.34	0.425	42
39	Тульская область	0.43	0.42	0.425	39
40	Новгородская область	0.4	0.44	0.42	29
41	Приморский край	0.46	0.37	0.415	44
42	Белгородская область	0.43	0.39	0.41	43
43	Томская область	0.33	0.49	0.41	65
44	Республика Дагестан	0.36	0.44	0.4	52
45	Псковская область	0.46	0.34	0.4	36
46	Архангельская область	0.42	0.37	0.395	54
47	Сахалинская область	0.41	0.38	0.395	53
48	Ленинградская область	0.56	0.22	0.39	31
49	Смоленская область	0.45	0.32	0.385	35
50	Тамбовская область	0.48	0.27	0.375	45
51	Калининградская область	0.31	0.42	0.365	58
52	Тверская область	0.41	0.29	0.35	47
53	Амурская область	0.51	0.18	0.345	59
54	Республика Северная Осетия - Алания	0.26	0.42	0.34	60
55	Курская область	0.51	0.17	0.34	41
56	Кабардино-Балкарская Республика	0.45	0.2	0.325	67
57	Республика Бурятия	0.38	0.27	0.325	62
58	Республика Марий Эл	0.43	0.2	0.315	57
59	Усть-Ордынский Бурятский АО	0.32	0.3	0.31	64
60	Еврейская автономная область	0.42	0.2	0.31	60
61	Ивановская область	0.42	0.2	0.31	61
62	Республика Тыва	0.38	0.24	0.31	68
63	Брянская область	0.44	0.17	0.305	51
64	Воронежская область	0.38	0.23	0.305	48
65	Ульяновская область	0.46	0.16	0.305	55
66	Республика Калмыкия	0.4	0.2	0.3	56
67	Карачаев-Черкесская Республика	0.38	0.2	0.29	63
68	Костромская область	0.4	0.17	0.285	66
69	Курганская область	0.3	0.24	0.27	69

Приложение 3. Справочные материалы для оценки скоринга акций российских эмитентов

Таблица ПЗ.1. Исходные данные по состоянию на 11.02.2002

#	Ticker	Cap	P/S	P/E	P/B	ROA	ROE	ROIC	Liquidity
1	AFLT	388.7	0.29	7.14	3.77	10.23	52.8	27.3	-0.21
2	AHTC	23.6	1.06	16.65	1.06	3.83	6.37	4.36	-1.45
3	ALCO	27.1	0.89	8.54	0.95	8.23	11.17	10.8	0.04
4	ARHE	13.7	0.11	-1.08	0.1	-4.66	-9.36	-7.87	0.08
5	ASRE	13.1	0.33	-5.02	0.12	-2.5	-3.07	-3.06	0.38
6	AVAZ	673.1	0.24	-4.84	0.8	-5.4	-16.4	-7.88	-0.83
7	BEGY	142.3	0.3	3.27	0.33	6.35	10.25	9.55	0.13
8	BISV	71.1	1.25	10.16	0.97	7.34	9.58	8.44	-0.31
9	BYCM	14.3	1.76	9.22	1.11	9.47	12.07	14.63	0.01
10	CHMF	1139	0.65	3.57	0.91	21.78	25.65	24.2	0.78
11	CHNG	4.6	0.02	-0.24	0.01	-3.08	-4.98	-4.91	-0.05
12	DGEN	17.7	0.71	-45.66	0.06	-0.13	-0.13	-0.13	0.64
13	EESR	6168.6	6.61	17.24	1.22	6.29	7.08	6.92	0.32
14	ELCH	4.8	0.45	12.09	0.53	3	4.35	3.62	0.08
15	ELRO	55.8	1.2	8.93	1.13	10.39	12.7	11.93	0.09
16	ENCO	53.5	1.35	10.55	1.3	9.26	12.32	10.71	0.03
17	ESBL	22.4	2.7	14.6	1.63	6.75	11.14	7.65	-1.39
18	ESIR	32.1	0.89	20.01	1.28	4.1	6.37	5.17	-0.29
19	ESKG	19.2	1.26	9.42	1	8.42	10.62	8.83	-0.02
20	ESKK	28.3	0.67	19.5	0.73	2.75	3.76	3.26	-0.37
21	ESKM	28	0.78	4.67	0.82	12.5	17.49	14.55	0.14
22	ESKU	11	1.05	11.4	0.89	6.25	7.78	7.21	0.28
23	ESLP	17	1.04	143.3	0.99	0.4	0.69	0.44	-1.4
24	ESMO	153.8	1.54	50.19	1.91	2.74	3.82	3.51	-0.38
25	ESOB	21.7	0.81	13.9	0.83	4.61	5.96	5.68	-0.21
26	ESOM	21	0.75	116.94	0.72	0.44	0.62	0.53	-0.32
27	ESOR	10.3	1.02	9.33	0.72	6.41	7.77	6.97	0.04
28	ESPK	23.5	0.61	4.73	0.75	10.21	15.94	13.73	-0.05
29	ESTB	17	1.21	10.95	1.92	8.49	17.5	9.74	-3
30	ESTU	24.8	1.04	-100.66	0.79	-0.56	-0.79	-0.61	-1.81
31	ESTV	22.3	1.55	9.36	1.04	9.35	11.14	13.8	0.23
32	ESUL	8.4	0.61	18.02	0.43	2.06	2.36	2.27	0.07
33	ESVD	17.7	0.9	7.7	1.06	8.98	13.8	11.03	-0.71
34	ESVL	7.1	0.59	5.16	0.54	8.41	10.56	9.36	-0.28
35	GAZA	140.5	0.15	-0.77	0.71	-20.57	-92.06	-33.59	-0.68
36	GAZP	14107.2	2.19	8.34	0.63	5.18	7.57	5.68	-0.11
37	GUMM	102	1.41	8.22	2.97	26.85	36.18	36.11	0.64

Продолжение таблицы ПЗ.1

#	Ticker	Cap	P/S	P/E	P/B	ROA	ROE	ROIC	Liquidity
38	HTCM	31.7	0.5	4.55	1.38	13.24	30.22	15.89	-0.9
39	IRGZ	381.3	1.29	13.34	0.58	3.58	4.38	4.05	0.37
40	IVTL	12.4	0.9	20.78	1.38	0.03	1.04	27.54	-0.7
41	KABB	4.9	0.68	6.16	0.72	8.57	11.69	11.07	0.06
42	KCHS	7.8	0.5	33.44	0.57	1.25	1.71	1.58	-0.25
43	KGTS	10.9	1.6	8.4	0.9	6.95	10.7	7.05	-0.89
44	KOEN	19.2	0.12	-5.12	0.12	-1.48	-2.38	-2.34	-0.1
45	KOLE	50.4	0.4	28.33	0.25	0.71	0.87	0.86	0.15
46	KRNG	62.7	0.22	6.33	0.18	1.92	2.82	2.78	0.13
47	KUBE	50	0.27	7.23	0.35	2.35	4.81	4.66	-0.35
48	KUBN	101.8	1.38	7.93	1.58	14.07	19.88	16.5	-1.52
49	KZBE	115.2	0.29	18.61	0.23	0.86	1.22	1.02	0.1
50	LKOH	12078	0.93	3.91	3.47	45.21	88.76	66.83	0.04
51	LNTC	23.9	0.94	12.89	0.82	5.33	6.35	5.96	0.35
52	LSNG	291.1	0.67	10.69	0.55	3.74	5.12	5.01	-0.15
53	MGTS	578.8	2.64	41.73	1.43	2.23	3.42	2.42	-1.76
54	MSGNG	1144.8	0.92	17.86	0.65	2.79	3.66	3.27	0.22
55	MUEL	26.1	0.97	551.8	0.8	0.11	0.15	0.12	-0.13
56	NNGE	19.6	0.08	1.57	0.12	3.52	7.82	7.7	-0.04
57	NNSI	120.8	2.42	12.58	1.91	12.1	15.21	13.73	0.04
58	NVGT	8.7	0.85	6.72	0.87	10.73	12.78	12.16	0.35
59	NVNG	24.3	0.13	-1.63	0.13	-4.56	-7.73	-7.36	-0.05
60	PKBA	18.7	0.06	0.27	0.1	29.15	35.31	33.01	0.5
61	PMNG	71	0.23	2.76	0.23	4.78	8.33	8.29	0.09
62	PNZE	10	0.1	-11.51	0.12	-0.52	-1.08	-1.05	-0.01
63	PSEN	8.5	0.3	2.12	0.19	7.37	8.85	8.75	0.36
64	RTKM	832.2	1.4	15.75	1.75	4.23	11.14	5.14	-0.86
65	RTSE	53.2	0.32	48.05	0.21	0.32	0.43	0.35	0.14
66	SAGO	129.1	0.38	22.33	0.4	1.32	1.81	1.64	0.29
67	SARE	48.2	0.79	6.69	0.24	4.2	7.21		-0.73
68	SMSI	17.2	1.27	22.47	0.94	3.74	4.2	4.07	-0.02
69	SNGS	11846.8	2.54	5.51	2.08	35	37.78	37.47	0.85
70	SPTL	231.8	2.56	16.45	1.24	5.87	7.55	6.36	-0.29
71	SRES	30.1	1.17	21.23	1.45	4.88	6.83	5.6	-0.28
72	STRG	6	0.06	5.72	0.07	1.04	1.21	1.2	0.47
73	SVER	67.5	0.1	4.78	0.13	1.6	2.64	2.57	0.01

Окончание таблицы П3.1

#	Ticker	Cap	P/S	P/E	P/B	ROA	ROE	ROIC	Liquidity
74	SVIC	83.4	1.63	52.24	0.92	1.38	1.75	1.65	-0.62
75	SVIM	4	0.45	150.22	0.49	0.23	0.32	0.31	0.27
76	SVLN	53.5	1.28	27.63	1.48	5.11	7.12	5.88	-0.42
77	SVPN	6.8	0.58	6.04	0.56	7.58	9.33	8.38	-0.18
78	SVZK	5.7	0.22	3.49	0.29	4.33	8.31	5.1	-0.97
79	TATN	1132.9	0.34	1.7	0.66	22.02	38.94	26.58	0.1
80	TLEN	44.7	0.22	5.64	0.29	3.38	5.14	5	0.06
81	TMTK	22.2	0.93	5.25	0.77	12.57	14.67	13.89	0.21
82	TOME	34.8	0.39	12.07	0.17	1.36	1.44	1.44	0.64
83	TUTE	56.1	2.14	35.27	1.29	2.99	3.66	3.25	-0.43
84	UDMN	200.4	0.44	4.6	0.77	13.79	16.74	16.64	0.61
82	TOME	34.8	0.39	12.07	0.17	1.36	1.44	1.44	0.64
83	TUTE	56.1	2.14	35.27	1.29	2.99	3.66	3.25	-0.43
84	UDMN	200.4	0.44	4.6	0.77	13.79	16.74	16.64	0.61
85	URSI	120.7	1.94	25.68	1.29	3.13	5.04	3.37	-1.91
86	URTC	74.6	0.84	5.46	1.24	16.56	22.72	19.3	-0.13
87	VGEN	32.1	0.16	-1.65	0.24	-7.5	-14.71	-13.8	-0.04
88	VZCM	44.7	1.45	9.94	0.98	7.4	9.87	8.19	1.95
89	YARE	18	0.14	2.46	0.12	3.92	5.01	4.99	0.17
90	YATK	36.5	1.36	8.89	1.17	10.77	13.13	12.24	-0.01
91	YUKO	14898.3	2.93	7.85	8.82	32.44	112.36	55.95	-0.83

Таблица П3.2. Классификация уровней факторов

Наименование фактора	Диапазон значений для уровня:				
	<i>низкий</i>	<i>низкий-средний</i>	<i>средний</i>	<i>средний-высокий</i>	<i>высокий</i>
Cap	<50	50 - 100	100 - 300	300 - 500	>500
P/S	>1.8	1 – 1.8	0.6 - 1	0.3 – 0.6	<0.3
P/E	> 13 или <0	9-13	5-9	3-5	<3 и >0
P/B	>1.4	1-1.4	0.8-1	0.2-0.8	<0.2
ROA	<-5	-5 - 0	0 -7	7-13	>13
ROE	<-5	-5 - 0	0 - 13	13-16	>16
ROIC	<-5	-5 - 0	0-10	10-16	>16
Liquidity	<-0.5	-0.5 - 0	0 – 0.2	0.2 - 0.4	>0.4

Таблица ПЗ.3. Ранжирование для факторов Cap, P/S, P/E

Ticker	Cap			P/S			P/E		
	H	Cp	B	H	Cp	B	H	Cp	B
AFLT	0.000	0.557	0.444	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
AHTC	1.000	0.000	0.000	0.075	0.925	0.000	1.000	0.000	0.000
ALCO	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ARHE	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
ASRE	1.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.900	1.000	0.000	0.000
AVAZ	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
BEGY	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.135	0.865
BISV	0.578	0.422	0.000	0.313	0.688	0.000	0.290	0.710	0.000
BYCM	1.000	0.000	0.000	0.950	0.050	0.000	0.055	0.945	0.000
CHMF	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.285	0.715
CHNG	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
DGEN	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
EESR	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ELCH	1.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	0.773	0.228	0.000
ELRO	0.884	0.116	0.000	0.250	0.750	0.000	0.000	1.000	0.000
ENCO	0.930	0.070	0.000	0.438	0.563	0.000	0.388	0.613	0.000
ESBL	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESIR	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESKG	1.000	0.000	0.000	0.325	0.675	0.000	0.105	0.895	0.000
ESKK	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESKM	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.835	0.165
ESKU	1.000	0.000	0.000	0.063	0.938	0.000	0.600	0.400	0.000
ESLP	1.000	0.000	0.000	0.050	0.950	0.000	1.000	0.000	0.000
ESMO	0.000	1.000	0.000	0.675	0.325	0.000	1.000	0.000	0.000
ESOB	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESOM	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESOR	1.000	0.000	0.000	0.025	0.975	0.000	0.083	0.918	0.000
ESPK	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.865	0.135
ESTB	1.000	0.000	0.000	0.263	0.738	0.000	0.488	0.513	0.000
ESTU	1.000	0.000	0.000	0.050	0.950	0.000	1.000	0.000	0.000
ESTV	1.000	0.000	0.000	0.688	0.313	0.000	0.090	0.910	0.000
ESUL	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESVD	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESVL	1.000	0.000	0.000	0.000	0.967	0.033	0.000	1.000	0.000
GAZA	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
GAZP	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
GUMM	0.000	1.000	0.000	0.513	0.488	0.000	0.000	1.000	0.000
HTCM	1.000	0.000	0.000	0.000	0.667	0.333	0.000	0.775	0.225
IRGZ	0.000	0.594	0.407	0.363	0.638	0.000	1.000	0.000	0.000
IVTL	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
KABB	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KCHS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.667	0.333	1.000	0.000	0.000
KGTS	1.000	0.000	0.000	0.750	0.250	0.000	0.000	1.000	0.000
KOEN	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000

Окончание таблицы ПЗ.3

Ticker	Cap			P/S			P/E		
	H	Cp	B	H	Cp	B	H	Cp	B
KOLE	0.992	0.008	0.000	0.000	0.333	0.667	1.000	0.000	0.000
KRNG	0.746	0.254	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
KUBE	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
KUBN	0.000	1.000	0.000	0.475	0.525	0.000	0.000	1.000	0.000
KZBE	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
LKOH	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.455	0.545
LNTC	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.973	0.027	0.000
LSNG	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.423	0.578	0.000
MGTS	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
MSNG	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
MUEL	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
NNGE	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
NNSI	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.895	0.105	0.000
NVGT	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
NVNG	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
PKBA	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
PMNG	0.580	0.420	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
PNZE	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
PSEN	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
RTKM	0.000	0.000	1.000	0.500	0.500	0.000	1.000	0.000	0.000
RTSE	0.936	0.064	0.000	0.000	0.067	0.933	1.000	0.000	0.000
SAGO	0.000	1.000	0.000	0.000	0.267	0.733	1.000	0.000	0.000
SARE	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SMSI	1.000	0.000	0.000	0.338	0.663	0.000	1.000	0.000	0.000
SNGS	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SPTL	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
SRES	1.000	0.000	0.000	0.213	0.788	0.000	1.000	0.000	0.000
STRG	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
SVER	0.650	0.350	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.890	0.110
SVIC	0.332	0.668	0.000	0.788	0.213	0.000	1.000	0.000	0.000
SVIM	1.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	1.000	0.000	0.000
SVLN	0.930	0.070	0.000	0.350	0.650	0.000	1.000	0.000	0.000
SVPN	1.000	0.000	0.000	0.000	0.933	0.067	0.000	1.000	0.000
SVZK	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.245	0.755
TATN	0.000	0.000	1.000	0.000	0.133	0.867	0.000	0.000	1.000
TLEN	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
TMTK	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
TOME	1.000	0.000	0.000	0.000	0.300	0.700	0.768	0.233	0.000
TUTE	0.878	0.122	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
UDMN	0.000	1.000	0.000	0.000	0.467	0.533	0.000	0.800	0.200
URSI	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
URTC	0.508	0.492	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
VGEN	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000

VZCM	1.000	0.000	0.000	0.563	0.438	0.000	0.235	0.765	0.000
YARE	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
YATK	1.000	0.000	0.000	0.450	0.550	0.000	0.000	1.000	0.000
YUKO	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000

Таблица ПЗ.4. Ранжирование для факторов P/B, ROA, ROE

Ticker	P/B			ROA			ROE		
	H	Cp	B	H	Cp	B	H	Cp	B
AFLT	1.000	0.000	0.000	0.000	0.462	0.538	0.000	0.000	1.000
AHTC	0.150	0.850	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ALCO	0.000	1.000	0.000	0.000	0.795	0.205	0.000	1.000	0.000
ARHE	0.000	0.000	1.000	0.932	0.068	0.000	1.000	0.000	0.000
ASRE	0.000	0.000	1.000	0.500	0.500	0.000	0.614	0.386	0.000
AVAZ	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
BEGY	0.000	0.217	0.783	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
BISV	0.000	1.000	0.000	0.000	0.943	0.057	0.000	1.000	0.000
BYCM	0.275	0.725	0.000	0.000	0.588	0.412	0.000	1.000	0.000
CHMF	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
CHNG	0.000	0.000	1.000	0.616	0.384	0.000	0.996	0.004	0.000
DGEN	0.000	0.000	1.000	0.026	0.974	0.000	0.026	0.974	0.000
EESR	0.550	0.450	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ELCH	0.000	0.550	0.450	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ELRO	0.325	0.675	0.000	0.000	0.435	0.565	0.000	1.000	0.000
ENCO	0.750	0.250	0.000	0.000	0.623	0.377	0.000	1.000	0.000
ESBL	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESIR	0.700	0.300	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESKG	0.000	1.000	0.000	0.000	0.763	0.237	0.000	1.000	0.000
ESKK	0.000	0.883	0.117	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESKM	0.000	1.000	0.000	0.000	0.083	0.917	0.000	0.000	1.000
ESKU	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESLP	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESMO	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESOB	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESOM	0.000	0.867	0.133	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESOR	0.000	0.867	0.133	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESPK	0.000	0.917	0.083	0.000	0.465	0.535	0.000	0.020	0.980
ESTB	1.000	0.000	0.000	0.000	0.752	0.248	0.000	0.000	1.000
ESTU	0.000	0.983	0.017	0.112	0.888	0.000	0.158	0.842	0.000
ESTV	0.100	0.900	0.000	0.000	0.608	0.392	0.000	1.000	0.000
ESUL	0.000	0.383	0.617	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESVD	0.150	0.850	0.000	0.000	0.670	0.330	0.000	0.733	0.267
ESVL	0.000	0.567	0.433	0.000	0.765	0.235	0.000	1.000	0.000
GAZA	0.000	0.850	0.150	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
GAZP	0.000	0.717	0.283	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
GUMM	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
HTCM	0.950	0.050	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000

IRGZ	0.000	0.633	0.367	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
IVTL	0.950	0.050	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KABB	0.000	0.867	0.133	0.000	0.738	0.262	0.000	1.000	0.000
KCHS	0.000	0.617	0.383	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KGTS	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000

Окончание таблицы ПЗ.4

Ticker	P/B			ROA			ROE		
	H	Cp	B	H	Cp	B	H	Cp	B
KOEN	0.000	0.000	1.000	0.296	0.704	0.000	0.476	0.524	0.000
KOLE	0.000	0.083	0.917	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KRNG	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KUBE	0.000	0.250	0.750	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KUBN	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
KZBE	0.000	0.050	0.950	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
LKOH	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
LNTC	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
LSNG	0.000	0.583	0.417	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
MGTS	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
MSNG	0.000	0.750	0.250	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
MUEL	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
NNGE	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
NNSI	1.000	0.000	0.000	0.000	0.150	0.850	0.000	0.263	0.737
NVGT	0.000	1.000	0.000	0.000	0.378	0.622	0.000	1.000	0.000
NVNG	0.000	0.000	1.000	0.912	0.088	0.000	1.000	0.000	0.000
PKBA	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
PMNG	0.000	0.050	0.950	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
PNZE	0.000	0.000	1.000	0.104	0.896	0.000	0.216	0.784	0.000
PSEN	0.000	0.000	1.000	0.000	0.938	0.062	0.000	1.000	0.000
RTKM	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
RTSE	0.000	0.017	0.983	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SAGO	0.000	0.333	0.667	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SARE	0.000	0.067	0.933	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SMSI	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SNGS	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
SPTL	0.600	0.400	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SRES	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
STRG	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SVER	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SVIC	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SVIM	0.000	0.483	0.517	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SVLN	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SVPN	0.000	0.600	0.400	0.000	0.903	0.097	0.000	1.000	0.000
SVZK	0.000	0.150	0.850	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
TATN	0.000	0.767	0.233	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
TLEN	0.000	0.150	0.850	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
TMTK	0.000	0.950	0.050	0.000	0.072	0.928	0.000	0.443	0.557
TOME	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000

TUTE	0.725	0.275	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
UDMN	0.000	0.950	0.050	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
URSI	0.725	0.275	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
URTC	0.600	0.400	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
VGEN	0.000	0.067	0.933	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
VZCM	0.000	1.000	0.000	0.000	0.933	0.067	0.000	1.000	0.000
YARE	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
YATK	0.425	0.575	0.000	0.000	0.372	0.628	0.000	0.957	0.043
YUKO	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000

Таблица П3.5. Ранжирование факторов ROIC, Liquidity

Ticker	ROIC			Liquidity		
	H	Cp	B	H	Cp	B
AFLT	0.000	0.000	1.000	0.420	0.580	0.000
AHTC	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ALCO	0.000	0.867	0.133	0.000	1.000	0.000
ARHE	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ASRE	0.612	0.388	0.000	0.000	0.100	0.900
AVAZ	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
BEGY	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
BISV	0.000	1.000	0.000	0.620	0.380	0.000
BYCM	0.000	0.228	0.772	0.000	1.000	0.000
CHMF	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
CHNG	0.982	0.018	0.000	0.100	0.900	0.000
DGEN	0.026	0.974	0.000	0.000	0.000	1.000
EESR	0.000	1.000	0.000	0.000	0.400	0.600
ELCH	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ELRO	0.000	0.678	0.322	0.000	1.000	0.000
ENCO	0.000	0.882	0.118	0.000	1.000	0.000
ESBL	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESIR	0.000	1.000	0.000	0.580	0.420	0.000
ESKG	0.000	1.000	0.000	0.040	0.960	0.000
ESKK	0.000	1.000	0.000	0.740	0.260	0.000
ESKM	0.000	0.242	0.758	0.000	1.000	0.000
ESKU	0.000	1.000	0.000	0.000	0.600	0.400
ESLP	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESMO	0.000	1.000	0.000	0.760	0.240	0.000
ESOB	0.000	1.000	0.000	0.420	0.580	0.000
ESOM	0.000	1.000	0.000	0.640	0.360	0.000
ESOR	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESPK	0.000	0.378	0.622	0.100	0.900	0.000
ESTB	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
ESTU	0.122	0.878	0.000	1.000	0.000	0.000
ESTV	0.000	0.367	0.633	0.000	0.850	0.150
ESUL	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
ESVD	0.000	0.828	0.172	1.000	0.000	0.000
ESVL	0.000	1.000	0.000	0.560	0.440	0.000

GAZA	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000
GAZP	0.000	1.000	0.000	0.220	0.780	0.000
GUMM	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
HTCM	0.000	0.018	0.982	1.000	0.000	0.000
IRGZ	0.000	1.000	0.000	0.000	0.150	0.850
IVTL	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
KABB	0.000	0.822	0.178	0.000	1.000	0.000
KCHS	0.000	1.000	0.000	0.500	0.500	0.000
KGTS	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000

Окончание таблицы П3.5

Ticker	ROIC			Liquidity		
	H	Cp	B	H	Cp	B
KOEN	0.468	0.532	0.000	0.200	0.800	0.000
KOLE	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KRNG	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
KUBE	0.000	1.000	0.000	0.700	0.300	0.000
KUBN	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
KZBE	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
LKOH	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
LNTC	0.000	1.000	0.000	0.000	0.250	0.750
LSNG	0.000	1.000	0.000	0.300	0.700	0.000
MGTS	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
MSGNG	0.000	1.000	0.000	0.000	0.900	0.100
MUEL	0.000	1.000	0.000	0.260	0.740	0.000
NNGE	0.000	1.000	0.000	0.080	0.920	0.000
NNSI	0.000	0.378	0.622	0.000	1.000	0.000
NVGT	0.000	0.640	0.360	0.000	0.250	0.750
NVNG	1.000	0.000	0.000	0.100	0.900	0.000
PKBA	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
PMNG	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
PNZE	0.210	0.790	0.000	0.020	0.980	0.000
PSEN	0.000	1.000	0.000	0.000	0.200	0.800
RTKM	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
RTSE	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SAGO	0.000	1.000	0.000	0.000	0.550	0.450
SARE	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000
SMSI	0.000	1.000	0.000	0.040	0.960	0.000
SNGS	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
SPTL	0.000	1.000	0.000	0.580	0.420	0.000
SRES	0.000	1.000	0.000	0.560	0.440	0.000
STRG	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
SVER	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
SVIC	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
SVIM	0.000	1.000	0.000	0.000	0.650	0.350
SVLN	0.000	1.000	0.000	0.840	0.160	0.000
SVPN	0.000	1.000	0.000	0.360	0.640	0.000
SVZK	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000

TATN	0.000	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000
TLEN	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
TMTK	0.000	0.352	0.648	0.000	0.950	0.050
TOME	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
TUTE	0.000	1.000	0.000	0.860	0.140	0.000
UDMN	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000
URSI	0.000	1.000	0.000	1.000	0.000	0.000
URTC	0.000	0.000	1.000	0.260	0.740	0.000
VGEN	1.000	0.000	0.000	0.080	0.920	0.000
VZCM	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	1.000
YARE	0.000	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000
YATK	0.000	0.627	0.373	0.020	0.980	0.000
YUKO	0.000	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000

Таблица ПЗ.6. Функция принадлежности нечетко-множественной оценки бумаги

Значение A_N	Значения функций принадлежности для подмножеств переменной «Оценка бумаги»:				
	ОН	Н	Ср	В	ОВ
0-0.15	1	0	0	0	0
0.15-0.25	$(0.25-A_N)$	$(A_N-0.15)$	0	0	0
0.25-0.35	0	1	0	0	0
0.35-0.45	0	$(0.45-A_N)$	$(A_N-0.35)$	0	0
0.45-0.55	0	0	1	0	0
0.55-0.65	0	0	$(0.65-A_N)$	$(A_N-0.55)$	0
0.65-0.75	0	0	0	1	0
0.75-0.85	0	0	0	$(0.85-A_N)$	$(A_N-0.75)$
0.85-1.0	0	0	0	0	1

Таблица П3.7. Результирующая оценка бумаги

Ticker	Среднеожидаемый уровень факторов:								A_N	Оценка бумаги
	Cap	P/S	P/E	P/B	ROA	ROE	ROIC	Liquidity		
AFLT	0.633	0.800	0.500	0.200	0.662	0.800	0.800	0.374	0.562	B-CP
AHTC	0.200	0.478	0.200	0.455	0.500	0.500	0.500	0.200	0.315	H
ALCO	0.200	0.500	0.500	0.500	0.562	0.500	0.540	0.500	0.463	CP
ARHE	0.200	0.800	0.200	0.800	0.220	0.200	0.200	0.500	0.343	H
ASRE	0.200	0.770	0.200	0.800	0.350	0.316	0.316	0.770	0.410	CP-H
AVAZ	0.800	0.800	0.200	0.500	0.200	0.200	0.200	0.200	0.362	CP-H
BEGY	0.500	0.800	0.760	0.735	0.500	0.500	0.500	0.500	0.621	B-CP
BISV	0.327	0.406	0.413	0.500	0.517	0.500	0.500	0.314	0.414	CP-H
BYCM	0.200	0.215	0.484	0.418	0.624	0.500	0.732	0.500	0.449	CP-H
CHMF	0.800	0.500	0.715	0.500	0.800	0.800	0.800	0.800	0.726	B
CHNG	0.200	0.800	0.200	0.800	0.315	0.201	0.205	0.470	0.346	H
DGEN	0.200	0.500	0.200	0.800	0.492	0.492	0.492	0.800	0.432	CP-H
EESR	0.800	0.200	0.200	0.335	0.500	0.500	0.500	0.680	0.445	CP-H
ELCH	0.200	0.650	0.268	0.635	0.500	0.500	0.500	0.500	0.408	CP-H
ELRO	0.235	0.425	0.500	0.403	0.670	0.500	0.597	0.500	0.468	CP
ENCO	0.221	0.369	0.384	0.275	0.613	0.500	0.536	0.500	0.407	CP-H
ESBL	0.200	0.200	0.200	0.200	0.500	0.500	0.500	0.200	0.272	H
ESIR	0.200	0.500	0.200	0.290	0.500	0.500	0.500	0.326	0.322	H

Продолжение таблицы П3.7

Ticker	Среднеожидаемый уровень факторов:								A_N	Оценка бумаги
	Cap	P/S	P/E	P/B	ROA	ROE	ROIC	Liquidity		
ESKG	0.200	0.403	0.469	0.500	0.571	0.500	0.500	0.488	0.442	CP-H
ESKK	0.200	0.500	0.200	0.535	0.500	0.500	0.500	0.278	0.335	H
ESKM	0.200	0.500	0.550	0.500	0.775	0.800	0.728	0.500	0.534	CP
ESKU	0.200	0.481	0.320	0.500	0.500	0.500	0.500	0.620	0.418	CP-H
ESLP	0.200	0.485	0.200	0.500	0.500	0.500	0.500	0.200	0.319	H
ESMO	0.500	0.298	0.200	0.200	0.500	0.500	0.500	0.272	0.336	H
ESOB	0.200	0.500	0.200	0.500	0.500	0.500	0.500	0.374	0.346	H
ESOM	0.200	0.500	0.200	0.540	0.500	0.500	0.500	0.308	0.339	H
ESOR	0.200	0.493	0.475	0.540	0.500	0.500	0.500	0.500	0.450	CP
ESPK	0.200	0.500	0.541	0.525	0.661	0.794	0.687	0.470	0.516	CP
ESTB	0.200	0.421	0.354	0.200	0.575	0.800	0.500	0.200	0.366	CP-H
ESTU	0.200	0.485	0.200	0.505	0.466	0.453	0.463	0.200	0.310	H
ESTV	0.200	0.294	0.473	0.470	0.618	0.500	0.690	0.545	0.459	CP
ESUL	0.200	0.500	0.200	0.685	0.500	0.500	0.500	0.500	0.380	CP-H
ESVD	0.200	0.500	0.500	0.455	0.599	0.580	0.552	0.200	0.425	CP-H
ESVL	0.200	0.510	0.500	0.630	0.571	0.500	0.500	0.332	0.447	CP-H
GAZA	0.500	0.800	0.200	0.545	0.200	0.200	0.200	0.200	0.321	H
GAZP	0.800	0.200	0.500	0.585	0.500	0.500	0.500	0.434	0.518	CP
GUMM	0.500	0.346	0.500	0.200	0.800	0.800	0.800	0.800	0.581	B-CP
HTCM	0.200	0.600	0.568	0.215	0.800	0.800	0.795	0.200	0.487	CP

IRGZ	0.622	0.391	0.200	0.610	0.500	0.500	0.500	0.755	0.467	CP
IVTL	0.200	0.500	0.200	0.215	0.500	0.500	0.800	0.200	0.321	H
KABB	0.200	0.500	0.500	0.540	0.579	0.500	0.554	0.500	0.469	CP
KCHS	0.200	0.600	0.200	0.615	0.500	0.500	0.500	0.350	0.360	CP-H
KGTS	0.200	0.275	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.200	0.392	CP-H
KOEN	0.200	0.800	0.200	0.800	0.411	0.357	0.360	0.440	0.374	CP-H
KOLE	0.202	0.700	0.200	0.775	0.500	0.500	0.500	0.500	0.403	CP-H
KRNG	0.276	0.800	0.500	0.800	0.500	0.500	0.500	0.500	0.514	CP
KUBE	0.200	0.800	0.500	0.725	0.500	0.500	0.500	0.290	0.466	CP
KUBN	0.500	0.358	0.500	0.200	0.800	0.800	0.800	0.200	0.492	CP
KZBE	0.500	0.800	0.200	0.785	0.500	0.500	0.500	0.500	0.457	CP
LKOH	0.800	0.500	0.664	0.200	0.800	0.800	0.800	0.500	0.642	B-CP
LNTC	0.200	0.500	0.208	0.500	0.500	0.500	0.500	0.725	0.401	CP-H
LSNG	0.500	0.500	0.373	0.625	0.500	0.500	0.500	0.410	0.458	CP
MGTS	0.800	0.200	0.200	0.200	0.500	0.500	0.500	0.200	0.362	CP-H
MSNG	0.800	0.500	0.200	0.575	0.500	0.500	0.500	0.530	0.466	CP
MUEL	0.200	0.500	0.200	0.500	0.500	0.500	0.500	0.422	0.353	CP-H
NNGE	0.200	0.800	0.800	0.800	0.500	0.500	0.500	0.476	0.589	B-CP
NNSI	0.500	0.200	0.232	0.200	0.755	0.721	0.687	0.500	0.424	CP-H
NVGT	0.200	0.500	0.500	0.500	0.687	0.500	0.608	0.725	0.512	CP
NVNG	0.200	0.800	0.200	0.800	0.226	0.200	0.200	0.470	0.339	H
PKBA	0.200	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.800	0.710	B
PMNG	0.326	0.800	0.800	0.785	0.500	0.500	0.500	0.500	0.611	B-CP
PNZE	0.200	0.800	0.200	0.800	0.469	0.435	0.437	0.494	0.399	CP-H

Окончание таблицы ПЗ.7

Ticker	Среднеождаемый уровень факторов:								A_N	Оценка бумаги
	Cap	P/S	P/E	P/B	ROA	ROE	ROIC	Liquidity		
PSEN	0.200	0.800	0.800	0.800	0.519	0.500	0.500	0.740	0.630	B-CP
RTKM	0.800	0.350	0.200	0.200	0.500	0.500	0.500	0.200	0.374	CP-H
RTSE	0.219	0.780	0.200	0.795	0.500	0.500	0.500	0.500	0.414	CP-H
SAGO	0.500	0.720	0.200	0.700	0.500	0.500	0.500	0.635	0.464	CP
SARE	0.200	0.500	0.500	0.780	0.500	0.500	0.800	0.200	0.456	CP
SMSI	0.200	0.399	0.200	0.500	0.500	0.500	0.500	0.488	0.355	CP-H
SNGS	0.800	0.200	0.500	0.200	0.800	0.800	0.800	0.800	0.614	B-CP
SPTL	0.500	0.200	0.200	0.320	0.500	0.500	0.500	0.326	0.346	H
SRES	0.200	0.436	0.200	0.200	0.500	0.500	0.500	0.332	0.311	H
STRG	0.200	0.800	0.500	0.800	0.500	0.500	0.500	0.800	0.548	CP
SVER	0.305	0.800	0.533	0.800	0.500	0.500	0.500	0.500	0.529	CP
SVIC	0.400	0.264	0.200	0.500	0.500	0.500	0.500	0.200	0.331	H
SVIM	0.200	0.650	0.200	0.655	0.500	0.500	0.500	0.605	0.405	CP-H
SVLN	0.221	0.395	0.200	0.200	0.500	0.500	0.500	0.248	0.298	H
SVPN	0.200	0.520	0.500	0.620	0.529	0.500	0.500	0.392	0.452	CP
SVZK	0.200	0.800	0.727	0.755	0.500	0.500	0.500	0.200	0.522	CP
TATN	0.800	0.760	0.800	0.570	0.800	0.800	0.800	0.500	0.733	B

TLEN	0.200	0.800	0.500	0.755	0.500	0.500	0.500	0.500	0.499	CP
TMTK	0.200	0.500	0.500	0.515	0.779	0.667	0.695	0.515	0.510	CP
TOME	0.200	0.710	0.270	0.800	0.500	0.500	0.500	0.800	0.472	CP
TUTE	0.237	0.200	0.200	0.283	0.500	0.500	0.500	0.242	0.290	H
UDMN	0.500	0.660	0.560	0.515	0.800	0.800	0.800	0.800	0.649	B-CP
URSI	0.500	0.200	0.200	0.283	0.500	0.500	0.500	0.200	0.324	H
URTC	0.348	0.500	0.500	0.320	0.800	0.800	0.800	0.422	0.523	CP
VGEN	0.200	0.800	0.200	0.780	0.200	0.200	0.200	0.476	0.336	H
VZCM	0.200	0.331	0.430	0.500	0.520	0.500	0.500	0.800	0.467	CP
YARE	0.200	0.800	0.800	0.800	0.500	0.500	0.500	0.500	0.593	B-CP
YATK	0.200	0.365	0.500	0.373	0.689	0.513	0.612	0.494	0.458	CP
YUKO	0.800	0.200	0.500	0.200	0.800	0.800	0.800	0.200	0.524	CP

Приложение 4. Справочные материалы для оценки рейтинга корпоративных обязательств российских эмитентов

Таблица П4.1. Исходные данные по состоянию на 11.02.2002 г.

Эмитент	Баланс (по данным неконсолидированной отчетности)								Отчет о прибыли и убытках (неконсолид.)				
	Внеоборотные активы a1	Оборотные активы a2	Всего активов A=a1+a2	Капитал и резервы B	Долгосрочные обязательства C	Краткосрочные обязательства D	Всего пассивов L=C+D	Чистая выручка S	Себестоимость продаж C0	Прибыль от продаж C1	Балансовая прибыль EBIT	Чистая (нераспределенная) прибыль P1	
Первый эшелон													
EESR	258	467	302,7	262,3	25,8	14,6	302,7	23,9	7,7	16,2	30,3	22,7	
LKOH	70,8	88,5	151,3	76	29,8	45,5	151,3	104,3	80,3	30,2	24,8	17,6	
SGMS	285,1	178,2	463,3	489,7	0	23,6	463,3	40,3	24,7	12,8	13,4	10,0	
TATN	88,3	48,2	117,5	73,7	11,1	32,7	117,5	44,2	38,1	6,2	5,5	4,4	
YUKO	66	68,4	151,4	25	38,8	90,6	151,4	12,9	7,6	2,6	6,6	6,0	
GAZP	1536	802,6	2137,6	1666	215,1	357,5	2137,6	297,6	108,4	43,8	25,1	16,1	
Второй эшелон													
ALFT	6,3	12,1	18,4	6,3	1	11,1	18,4	20,6	16	1,9	1,9	1,5	
AVAZ	67,2	28,6	96,8	44,1	22,2	30,5	96,8	49	41,2	6,7	3,9	2,9	
CHMF	19,6	38,3	49,9	37,9	3,6	8,4	49,9	24,6	30	4,1	0	-1,1	
IRGZ	28,1	7,1	36,2	33	0,2	3	36,2	6,2	5,6	0,6	-0,1	-0,2	
MGTS	19,6	3,2	22,8	16,3	2,5	4,9	22,8	4,9	2,9	1,3	0,6	0,6	
MSGS	99,6	18,3	117,9	102,6	2,6	12,7	117,9	23,6	22,5	1,2	-0,4	-0,8	
RTKM	22,1	14,6	36,7	17,5	8,1	11,1	36,7	10	5,1	4,1	2,1	1,6	

Таблица П4.2. Уровни факторов

Эмитент		Показатели					
		X1	X2	X3	X4	X5	
Первый эшелон							
	EESR	87%	69%	8%	295%	7%	
	LKOH	50%	43%	69%	29%	12%	
	SGNS	95%	87%	9%	40%	2%	
	TATN	63%	34%	36%	13%	4%	
	YUKO	16%	31%	8%	79%	4%	
	GAZP	73%	41%	14%	15%	1%	
Второй эшелон							
	ALFT	34%	8%	112%	9%	8%	
	AVAZ	46%	-3%	51%	7%	3%	
	CHMF	76%	72%	49%	-6%	-2%	
	IRGZ	91%	58%	17%	-4%	-1%	
	MGTS	67%	-53%	21%	21%	3%	
	MSGG	87%	31%	20%	-4%	-1%	
	RTKM	48%	24%	27%	31%	4%	

Таблица П4.3. Классификатор уровней факторов

Наименование фактора	Диапазон значений для уровня:				
	Низкий(н)	Низкий-средний(сн)	Средний(с)	Средний-высокий(св)	Высокий(в)
X1	<15%	15%-25%	25%-45%	45%-65%	>65%
X2	<0%	0%-9%	9%-30%	30%-45%	>45%
X3	<10%	10%-20%	20%-35%	35%-65%	>65%
X4	<7%	7%-12%	12%-20%	20%-40%	>40%
X5	<0%	0%-1%	1%-8%	8%-30%	>30%

Таблица П4.4. Нечеткое значение уровня факторов

Эмитент	Уровни показателей				
	X1	X2	X3	X4	X5
Первый эшелон					
EESR	ОВ	ОВ	ОН	ОВ	С
LKOH	В	В	ОВ	В	В
SGNS	ОВ	ОВ	ОН	ОВ	С
TATN	В	В	В	С	С
YUKO	Н	ОН	ОН	ОВ	С
GAZP	ОВ	В	Н	С	Н
Второй эшелон					
ALFT	С	Н	ОВ	Н	В
AVAZ	В	ОН	В	Н	С
CHMF	ОВ	ОВ	В	ОН	ОН
IRGZ	ОВ	ОВ	Н	ОН	ОН
MGTS	ОВ	ОН	С	В	С
MSGN	ОВ	В	С	ОН	ОН
RTKM	В	С	С	В	С

Таблица П4.5. Классификатор оценки рейтинга облигации

Значение A_N	Значения функций принадлежности для подмножеств переменной «Оценка бумаги»:				
	ОН	Н	Ср	В	ОВ
0-0.15	1	0	0	0	0
0.15-0.25	$(0.25-A_N)*10$	$(A_N-0.15)*10$	0	0	0
0.25-0.35	0	1	0	0	0
0.35-0.45	0	$(0.45-A_N)*10$	$(A_N-0.35)*10$	0	0
0.45-0.55	0	0	1	0	0
0.55-0.65	0	0	$(0.65-A_N)*10$	$(A_N-0.55)*10$	0
0.65-0.75	0	0	0	1	0
0.75-0.85	0	0	0	$(0.85-A_N)*10$	$(A_N-0.75)*10$
0.85-1.0	0	0	0	0	1

Таблица П4.6. Результаты рейтинга облигаций

Эмитент	Итоговый рейтинг	Распознавание рейтинга					Торговая рекомендация
		ОН	Н	С	В	ОВ	
Первый звонок							
EESR	0.650	0	0.000	0.001	0.999	0	Покупать
LKOH	0.670	0	0.000	0.000	1.000	0	Покупать
SGNS	0.650	0	0.000	0.001	0.999	0	Покупать
TATN	0.579	0	0.000	0.714	0.286	0	Держать
YUKO	0.357	0	0.929	0.071	0.000	0	Продавать
GAZP	0.581	0	0.000	0.688	0.312	0	Держать
Второй звонок							
ALFT	0.517	0	0.000	1.000	0.000	0	Держать
AVAZ	0.300	0	0.620	0.380	0.000	0	Продавать
CHMF	0.574	0	0.000	0.762	0.238	0	Держать
IRGZ	0.536	0	0.000	1.000	0.000	0	Держать
MGTS	0.472	0	0.000	1.000	0.000	0	Держать
MSNG	0.464	0	0.000	1.000	0.000	0	Держать
RTKM	0.536	0	0.000	1.000	0.000	0	Держать

Приложение 5. Подробное изложение метода прогнозирования фондовых индексов на основе нечеткой модели

П5.1. Классификация экономических регионов и индексов. Обозначения

Все индексы, которые нам следует прогнозировать и наблюдать, подразделяются на три большие группы:

- Индексы долговых обязательств (к ним относим государственные облигации, облигации субъектов региона, банковские депозиты, корпоративные обязательства и эмиссионные ипотечные ценные бумаги);
- Индексы акций (к ним относим собственно акции с высокой и низкой капитализацией (1-ый и второй эшелоны соответственно), а также паи взаимных индексных фондов – разрешенные активы для пенсионных инвестиций по законодательству РФ);
- Индексы макроэкономических факторов (к ним относим валовый внутренний продукт, инфлятор, кросс-курс валюты по отношению к рублю, а также PE Ratio).

Также мы предполагаем, что существует взаимно однозначное соответствие между индексом и экономическим регионом, который мы далее будем называть держателем индекса. Предполагаем, что все бумаги или тенденции, участвующие в формировании того или иного индекса, выпущены или имеют место на географической территории региона – держателя индекса. Выделяем следующие регионы, представляющие интерес для исследований:

- США и Канада (US);
- Россия (RU);
- Европейский союз (EC);
- Англия (GB);
- Япония (JAP);
- Регион развивающихся стран (EMM).

В нашей диссертационной работе приводится пример прогнозирования индексов только для региона US.

В зависимости от типа индекса, варьируются применяемые модели и методики прогнозирования. Изложим эти модели и методики последовательно, от фазы к фазе процесса прогнозирования, как они перечислены в п. 4.1.4. настоящей диссертационной работы.

В процессе изложения математических соотношений будем применять следующие обозначения. Точка после символа (A^\bullet) означает, что рассматривается треугольное нечеткое число или нечеткая функция (последовательность). Во всех прочих случаях по умолчанию предполагаются действительные числа, функции, параметры. Для

треугольного числа A^* A_{\min} , A_{av} , A_{\max} – минимальное, среднее и максимальные значения числа.

Также мы обозначаем:

- t – дискретное прогнозное время (где каждый отсчет соответствует временному интервалу – кванту дискретизации), $t_{\text{нач}}$ – начальный отсчет прогноза, $t_{\text{кон}}$ – конечный отсчет прогноза, ΔT – размер кванта дискретизации (по умолчанию 1 квартал);
- $x_{A,B,N}$ – доли активов акций облигаций и нефондовых активов в обобщенном инвестиционном портфеле соответственно; Δx – размер ребалансирования доли соответствующего актива при переходе к следующему временному отсчету прогноза; K_1^* , K_2^* – нечеткие параметры в модели инвестиционной динамики, при оценке прогноза по Δx ;
- r^* , σ^* – финальная (конечная) доходность по индексу и риск (среднеквадратическое отклонение) – треугольные нечеткие числа; $r^{*\prime}$, $\sigma^{*\prime}$ – то же, но в пересчете индекса с национальной валюты на рубли;
- $R^*(t)$ – расчетный коридор доходности по индексу – треугольная нечеткая последовательность;
- a_i , b_{ij} – параметры модели рациональной динамики инвестиций (таблицы 4.10 и 4.11);
- Δr^*_{ij} – матрица расчетных премий за риск по всем перечисленным видам долговых обязательств – матрица треугольных нечетких чисел;
- $P^*(t+1)$ – прогнозное значение индекса – треугольная нечеткая функция; $P^{*\prime}(t+1)$ – то же, но в пересчете индекса с национальной валюты на рубли;
- $E^*(t+1)$ – прогнозное значение темпов роста объемов корпоративной прибыли из расчета на одну среднюю акцию, участвующую в формировании индекса акций первого эшелона (для США – S&P500, для России – RTS) – треугольная нечеткая функция;
- $GDP^*(t+1)$ – прогнозный размер темпа прироста валового внутреннего продукта – треугольная нечеткая функция;
- $I^*(t+1)$ – прогнозный размер темпа инфляции – треугольная нечеткая функция;
- $J^*(t+1)$ – прогнозный размер кросс-курса национальной валюты относительно рубля – треугольная нечеткая функция;
- $PE^*(t+1)$ – прогноз по индексу PE Ratio – треугольная нечеткая функция; $\Lambda^*(t+1)$ – прогнозный множитель для фактора PE Ratio; $PE_{\text{уст}}$ – уставочное (рациональное) значение для индекса, определяемое по таблице 4.10;
- α^* , β^* – нечеткие параметры в уравнении линейной регрессии $f^*(t) = \alpha^* \times t + \beta^*$;
- γ^* , δ^* – нечеткие факторы эластичности одного параметра относительно другого;
- Z^* – коэффициент приведения расчетной доходности индекса акций первого эшелона к тому же для второго эшелона – треугольное нечеткое число;

- $Sh^*(t+1)$ - прогнозное значение модифицированного показателя Шарпа по обобщенному инвестиционному портфелю из акций и облигаций – треугольная нечеткая функция.

П5.2. Модель и методика для фазы 1 (старт)

Для этой фазы мы устанавливаем начальное и конечное прогнозное время ($t_{нач}$ и $t_{кон}$ соответственно), фиксируются известные действительные значения $I(t_{нач})$, $GDP(t_{нач})$, $PE(t_{нач})$, - и по таблице 4.10 принимается решение о стартовом размещении капитала:

$$x_A(t_{нач}) = x_{A0}, x_B(t_{нач}) = x_{B0}, x_N(t_{нач}) = x_{N0}. \quad (П5.1)$$

В ходе моделирования обнаружилось, что когда на рынке доминируют отзывные тенденции, стартовое размещение активов вырождено, и невозможно отследить динамику портфеля, чувствительность его долей к колебаниям экзогенных факторов. Поэтому в модели нагляднее в любом случае стартовать с контрольной портфельной точки (по 50% акций и облигаций в портфеле). Если отзывные тенденции перетока капитала сохранятся, то портфель быстро выродится, и это можно будет наблюдать в динамике.

Для всех индексов, отвечающих данному экономическому региону, устанавливается их стартовое значение $P(t_{нач})$.

Привязка дискретного времени к непрерывному осуществляется таким образом, что значения индексов и параметров для дискретного времени соответствуют значениям последнего торгового дня соответствующего квартала.

По обобщенному инвестиционному портфелю устанавливаются текущие значения доходностей и рисков модельных классов акций и облигаций $r(t_{нач})$ и $\sigma(t_{нач})$, а также значение модифицированного показателя Шарпа $Sh(t_{нач})$ на основании анализа недавних исторических данных (достаточно последнего квартала истории перед прогнозом; оценка $Sh(t_{нач})$ берется тогда как среднее по трем месяцам предшествующей истории обобщенного инвестиционного портфеля).

Устанавливается текущее прогнозное время $t = t_{нач}$, и процесс переходит на фазу 2 – анализ макроэкономических тенденций.

П5.3. Модель и методика для фазы 2

В силу существенной нестационарности макроэкономических процессов (допущение экспертной модели) мы не беремся прогнозировать их с помощью известных методов авторегрессионного анализа, как, скажем, в моделях ALM [266]. Взамен мы предлагаем искать их в форме полосы с прямолинейными границами вида.

$$f^*(t) = \alpha^* \times (t - t_{\text{нач}}) / 4 + \beta^*, t \in [t_{\text{нач}} + 1, t_{\text{кон}}] \quad (\text{П5.2})$$

При этом α^* и β^* выбираются на основе дополнительных соображений экспертной модели. В частности, ожидаемый рост инфляции в США на среднесрочную перспективу означает, что $\beta^* > (0, 0, 0)$. В России, наоборот, $\beta^* = (0, 0, 0)$, т.к. не ожидается роста темпов инфляции, но диапазон колебаний этих темпов достаточно широк.

По завершении этой фазы прогнозирования мы имеем оценки $GDP^*(t)$ (ВВП), $I^*(t)$ (инфляция), $J^*(t)$ (валюта), $t \in [t_{\text{нач}}, t_{\text{кон}}]$. Также мы прогнозируем $E^*(t)$ (корпоративный доход) по известной формуле Фишера для связи процентных ставок:

$$1 + E^*(t) = (1 + GDP^*(t)) (1 + I^*(t)), \quad (\text{П5.3})$$

и процесс переходит на фазу 3 – анализ ожидаемой инвестиционной динамики.

П5.4. Модель и методика для фазы 3

Для шага прогнозирования $(t+1)$ мы должны на шаге (t) оценить инвестиционные тенденции по таблице 4.11, чтобы правильно определить направления перетока капитала за время $[t, t+1]$. При этом входом в таблицу служат значения $I_{av}(t)$ и $PE_{av}(t)$. Таким образом, мы формируем упреждающее воздействие на инвестиционный портфель с упреждением на один шаг относительно плановой макроэкономической динамики.

Так, для входной ситуации №4, которую мы распознаем как призывно-промежуточная при стартовом инвестировании и как призывную при перетоке капиталов, мы прогнозируем увеличение размера капиталов, инвестированных в акции и облигации, и соответствующий рост уровня кумулятивных индексов. Сразу же отметим, что уровень индекса облигаций является **низкоэластичным** фактором в отношении объемов операций, а уровень индекса акций – **высокоэластичным** фактором. Это обусловлено тем, что процентные ставки по облигациям колеблются в достаточно узких пределах; снизу они ограничены уровнем инфляции (или предельно приближены к ней), а сверху – уровнем прибыльности корпораций, позволяющим надежно обслуживать накопленную кредиторскую задолженность без существенного ухудшения своего финансового состояния (при минимальном уровне риска банкротства). Хотя для справедливости отметим, что резкое падение курсов акций вызвало настолько мощный переток денег в облигации США, что столь низкого уровня процентных ставок не отмечалось с 1960 года. Но эту тенденцию здесь мы рассматриваем как временную. Рано или поздно ставки выравниваются, потому что большая часть капиталов, сейчас осевших в облигациях США, перетечет за рубеж.

Далее процесс прогнозирования переходит на фазу 4 – прогноз расчетного коридора доходности по индексу.

П5.5. Модель и методика оценки расчетного коридора доходности по индексу облигаций (фаза 4)

В силу низкой эластичности индекса облигаций к рыночным объемам торгов мы решаем пренебречь этой эластичностью в нашей модели и построить прогноз доходности по облигациям на базе матрицы премий за риск (таблица П5.1). Значения в матрице определяются нами на основе дополнительных макроэкономических соображений экспертной модели.

Таблица П5.1. Премии за инвестиционный риск по облигациям

Экономический регион	Валюта региона	Размер премии за риск к уровню инфляции (измененный на базе национальной валюты)				
		govt	muni	bank	corp	mortgage
USA	USD	Δr^{\bullet}_{11}	Δr^{\bullet}_{12}	Δr^{\bullet}_{13}	Δr^{\bullet}_{14}	Δr^{\bullet}_{15}
RU	RUR	Δr^{\bullet}_{21}	Δr^{\bullet}_{22}	Δr^{\bullet}_{23}	Δr^{\bullet}_{24}	Δr^{\bullet}_{25}
EC	E	Δr^{\bullet}_{31}	Δr^{\bullet}_{32}	Δr^{\bullet}_{33}	Δr^{\bullet}_{34}	Δr^{\bullet}_{35}
GB	GBP	Δr^{\bullet}_{41}	Δr^{\bullet}_{42}	Δr^{\bullet}_{43}	Δr^{\bullet}_{44}	Δr^{\bullet}_{45}
JAP	JPY	Δr^{\bullet}_{51}	Δr^{\bullet}_{52}	Δr^{\bullet}_{53}	Δr^{\bullet}_{54}	Δr^{\bullet}_{55}
EMM	USD	Δr^{\bullet}_{61}	Δr^{\bullet}_{62}	Δr^{\bullet}_{63}	Δr^{\bullet}_{64}	Δr^{\bullet}_{65}

Приведенная модель премий за риск является стационарной и действует на всем интервале прогнозирования.

И расчетный коридор доходности по j-му типу обязательств, эмиттированных в i-ом экономическом регионе, определяется формулой:

$$R_{B^{\bullet}}{}_{ij}(t) = I^{\bullet}_{ij}(t) + \Delta r^{\bullet}_{ij} \quad . \quad (\text{П5.4})$$

П5.6. Модель и методика оценки расчетного коридора доходности по индексу акций первого эшелона (фаза 4)

Высокая эластичность фактора текущей доходности по акциям (на уровне торгового дня, недели итд) по фактору роста или спада объема торгов вызывает существенные ценовые колебания индекса. Однако при рассмотрении модели рационального поведения инвестора мы отмечаем, что бурная динамика котировок на уровне среднесрочной перспективе элиминируется тем, что вступает в действие фактор переоцененности/недооцененности акций. И, таким образом, индекс акций в среднесрочной перспективе формирует циклический тренд вокруг своих средних значений, обусловленных рациональным уровнем PE Ratio. Поэтому мы принимаем решение не моделировать **объемную** эластичность доходности индекса акций, а учесть ее в модели косвенно на уровне эластичности по фактору PE Ratio.

Упомянутая модель эластичности имеет вид:

$$R_A^{\bullet}(t) = \begin{cases} (PE_{уст} - PE_{av}(t)) \times \gamma_1^{\bullet}, & \text{при } PE_{уст} > PE_{av}(t) \\ (PE_{уст} - PE_{av}(t)) \times \gamma_2^{\bullet}, & \text{при } PE_{уст} < PE_{av}(t) \end{cases} \quad (П5.5)$$

где

$$PE_{уст} = \begin{cases} (b_{11} + b_{12})/2, & \text{для ситуаций } 1, 2, 3 \\ (b_{21} + b_{22})/2, & \text{для ситуаций } 4, 5, 6 \\ (b_{31} + b_{32})/2, & \text{для ситуаций } 7, 8, 9 \end{cases} \quad \text{таблиц 4.10 и 4.11,} \quad (П5.6)$$

$$\gamma_{1,2}^{\bullet} = \gamma_{1,2\ k}^{\bullet} \text{ для } k\text{-ой ситуации таблиц 4.10 и 4.11,} \quad (П5.7)$$

и эти параметры определяются на основе дополнительных соображений экспертной модели.

В том, что коэффициент эластичности скачкообразно изменяется при переходе PE через уставочное значение, мы отражаем **асимметричность** инвестиционного выбора в преломлении на тип инвестора. Так, консервативный инвестор, почувствовав неладное и минимизируя риски, выводит активы **быстрее**, чем если бы он вводил их при улучшении инвестиционного климата. Наоборот, агрессивный инвестор будет быстрее покупать, чем продавать, т.е. не минимизировать риски, а максимизировать прибыль. В глазах же инвестора промежуточного типа рациональные темпы прилива-отлива капитала совпадают; из контрольной портфельной точки он побежит влево или вправо по линии эффективной границы с одной и той же скоростью, если текущее значение PE Ratio будет симметрично ложиться справа или слева от уставки, соответственно.

Линейный вид модели (П5.5) по умолчанию предполагает отсутствие глубоких колебаний текущего PE Ratio от своего уставочного значения, т.к. при наличии эффективных средств распознавания рыночной ситуации (а у нас все эти средства описаны) инвестор будет оперативно корректировать свою инвестиционную стратегию, и колебания индекса PE Ratio не будут сильноволатильными.

То есть модель предполагает детальную настройку на инвестиционную ситуацию (инвестиционную тенденцию). Потому что в реальности рациональный инвестор очень пристально следит за макроэкономической ситуацией, и его решения по управлению фондовым капиталом являются точными (**дифференцированными**) и оперативными (**алертными**), что и отражено в модели.

Модель (П5.5) предполагает механизм саморегуляции рынка в режиме **отрицательной обратной связи**. Согласно соотношениям, переоценка индекса влечет отрицательную доходность и спад уровня, что, в свою очередь, приводит к недооценке и

возникновению положительной доходности. Все вместе это порождает цикличное поведение, циклический тренд.

П5.7. Модель и методика оценки расчетного коридора доходности по индексу акций второго эшелона (фаза 4)

На фондовых рынках наблюдается тенденция, когда акции с низкой капитализацией ориентируются на тенденции акций с высокой капитализацией. Особенно это справедливо для технически слабых фондовых рынков, когда обращающиеся на нем акции не имеют «собственного слова», то есть отвязаны от своих фундаментальных характеристик, и не существует на рынке игроков, которые могли бы привести в соответствие фундаментальные параметры акции и ее цену. Так, российский фондовый рынок живет и еще некоторое время будет жить с оглядкой на рынок американский, следуя в фарватере американской динамики, а акции, эмиттированные в российской глубинке, долго еще будут оглядываться на динамику акций гигантов отечественной индустрии.

Парадоксально, но в краткосрочной перспективе корреляция индексов акций первого и второго эшелона близка к нулю. Связано это с тем, что акции второго эшелона обращаются быстрее акций первого эшелона и также быстро изменяются в цене. Если рассмотреть корреляцию этих акций на долгосрочной основе, элиминировав низкочастотные колебания индексов, то такая корреляция будет стремиться к единице по тенденции.

Поэтому справедливо будет считать, что на уровне монотонного фондового портфеля в среднесрочной перспективе существует линейная зависимость между расчетной доходностью акций первого и второго эшелона:

$$R_{A2}^{\bullet}(t) = R_{A1}^{\bullet}(t) \times Z^{\bullet}. \quad (\text{П5.8})$$

Косвенно наш вывод подтверждают и результаты моделирования при помощи программы **SBS Portfolio Optimization System** (рис. П5.1). Видно, что кривизна параболы эффективной границы невелика (даже при нулевой корреляции), а по мере роста корреляции эта парабола будет только спрямляться.

Итак мы получили прогноз расчетного коридора доходности для всех типов фондовых индексов, и теперь процесс переходит на фазу 5 – оценка доходности и риска индексов и ребалансировка портфеля.



Рис. П5.1. Модельный портфель из акций первого и второго эшелонов

П5.8. Модели и методики для фазы 5

Мы ищем симметричные квазистатистические оценки для доходности и риска фондовых индексов, потому что в условиях существенной неопределенности и рационального инвестиционного выбора эти оценки являются наиболее правдоподобными (равновесными). Такие оценки говорят о том, что при инвестиционно равновесном выборе в оценках доходности и риска отсутствуют **смещения**, в противном случае (например, при несимметричном риске предполагается возможность переоценки (недооценки) индекса).

Расчетный коридор доходности в нашей модели связан с нечеткими оценками доходности и риска следующим простым соотношением **упреждения**:

$$R^*(t) = r^*(t+1) + \frac{\sigma^*(t+1)}{2}. \quad (\text{П5.9})$$

Упреждение здесь в том, что мы на базе расчетного коридора, полученного на текущем интервале прогнозирования, формируем оценки уже для последующего интервала прогнозирования. Диапазон половинного среднеквадратического отклонения в (П5.9) – это диапазон **рационального доверия** к тем оценкам, которые попадают в соответствующий расчетный коридор (в предположении нормального распределения разброса с нечеткими параметрами распределения). Если уровень доверия ниже, то коридор шире, и им захватываются фактически неправдоподобные сценарии развития событий. Наоборот, если доверие выше, то коридор уже, и в него не попадают уже вполне правдоподобные оценки.

При переходе от (П5.9) к записи в действительных числах возникает система трех линейных алгебраических уравнений с тремя неизвестными (времененно, для удобства представления, снимем в формулах зависимость от времени):

$$\begin{cases} r_{\max} + \sigma_{\max}/2 = R_{\max} \\ r_{\min} - \sigma_{\max}/2 = R_{\min} \\ r_{\max} + r_{\min} = 2R_{av} \end{cases} \quad (П5.10)$$

Система (П5.10) является вырожденной и требует дополнительного условия для решения. Таким условием могут служить уравнения оценочной балансировки:

$$\frac{r_{\max}}{\sigma_{\max}} = \frac{r_{\min}}{\sigma_{\min}} = \frac{R_{\max}}{R_{\max} - R_{\min}} \quad , \quad (П5.11)$$

для $R_{\max} > 0, R_{\min} > 0$,

$$\frac{r_{\max}}{\sigma_{\min}} = \frac{r_{\min}}{\sigma_{\max}} = \frac{R_{\min}}{R_{\max} - R_{\min}} \quad , \quad (П5.12)$$

для $R_{\max} < 0, R_{\min} < 0$, и

$$\frac{r_{\max}}{\sigma_{\max}} = -\frac{r_{\min}}{\sigma_{\min}} = \frac{R_{\max}}{R_{\max} - R_{\min}} \quad , \quad (П5.13)$$

для смешанного случая $R_{\max} > 0, R_{\min} < 0$.

Соотношения (П5.11) - (П5.13) выражают ту суть, что соотношение доходности и риска по индексам в максимальном и минимальном варианте зависит только от соотношения максимума и минимума доходности в расчетном коридоре. Тогда все параметры модели находятся по формулам: для $R_{\max} < 0$ и $R_{\min} < 0$

$$\begin{aligned} r_{\min} &= \frac{2R_{\min}^2}{3R_{\min} - R_{\max}} \\ r_{\max} &= 2R_{av} - r_{\min} \\ r_{av} &= R_{av} \\ \sigma_{\max} &= r_{\min} \times \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\min}} \\ \sigma_{\min} &= r_{\max} \times \frac{\sigma_{\max}}{r_{\min}} \\ \sigma_{av} &= \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2} \end{aligned} \quad (П5.14)$$

Для $R_{\max} > 0$ и $R_{\min} > 0$

$$\begin{aligned}
r_{\max} &= \frac{2R_{\max}^2}{3R_{\max} - R_{\min}} \\
r_{\min} &= 2R_{\text{av}} - r_{\max} \\
r_{\text{av}} &= R_{\text{av}} \quad , \\
\sigma_{\max} &= r_{\max} \times \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max}} \\
\sigma_{\min} &= r_{\min} \times \frac{\sigma_{\max}}{r_{\max}} \\
\sigma_{\text{av}} &= \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}
\end{aligned}
\tag{П5.15}$$

а для смешанного случая ($R_{\max} > 0$ и $R_{\min} < 0$)

$$\begin{aligned}
r_{\max} &= \frac{2R_{\max}^2}{3R_{\max} - R_{\min}} \\
r_{\min} &= 2R_{\text{av}} - r_{\max} \\
r_{\text{av}} &= R_{\text{av}} \quad , \\
\sigma_{\max} &= r_{\max} \times \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max}} \\
\sigma_{\min} &= -r_{\min} \times \frac{\sigma_{\max}}{r_{\max}} \\
\sigma_{\text{av}} &= \frac{\sigma_{\max} + \sigma_{\min}}{2}
\end{aligned}
\tag{П5.16}$$

Таким образом, оценки $r^*(t+1)$ и $\sigma^*(t+1)$ по всем фондовым индексам экономического региона нами получены. Фактически это означает, что можно ежеквартально решать оптимизационную задачу для обобщенного инвестиционного портфеля из акций и облигаций и определять рациональную траекторию скольжения своей портфельной точки от границы к границе по ходу прогнозирования (фаза 6 прогнозирования).

П5.9. Модели и методики для фазы 6

Рассмотрим вариант скольжения эффективной границы обобщенного инвестиционного портфеля (отрисовывается только средняя линия границы) от шага к шагу прогноза в условиях ухудшения инвестиционной обстановки (рис. П5.2)

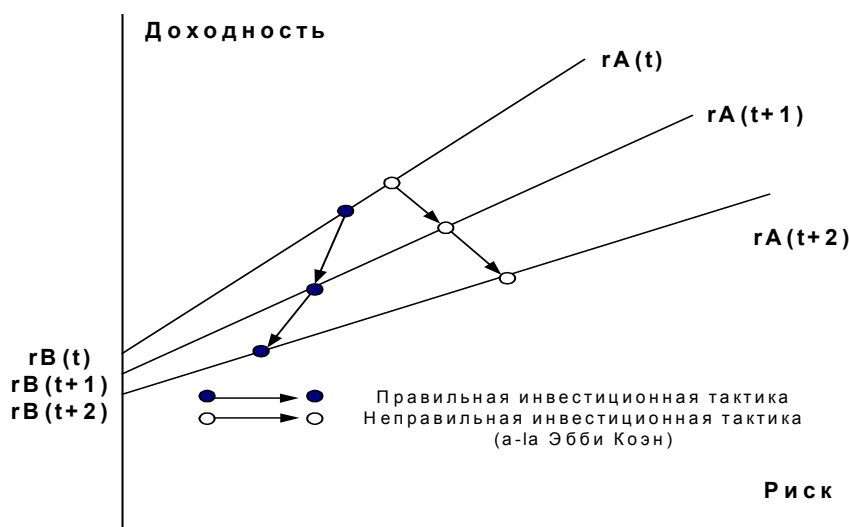


Рис. 5.2. Управление фондовым портфелем во времени

Если действовать, как посоветовала в 2001 г. Эбби Козн, то ничего делать не нужно, только поддерживать фиксированный баланс активов. Такая тактика на падающем рынке вызывает только дополнительные убытки, рост риска портфеля, и больше ничего.

Наоборот: следует освобождаться от акций в несколько раз быстрее, чем они падают, переливаясь в облигации или вообще уходя с рынка. Тем самым достигается опережающее снижение портфельного риска и реализуется консервативный инвестиционный выбор. Выбор Эбби Козн в этом случае оказывается незаконно-агрессивным, **анти-оптимальным**; **градиент** ее выбора (приращение доходности к приращению риска) во всех точках ее инвестиционной траектории отрицателен. Наш градиент во всех точках положителен, и более того: он растет.

Эти соображения оперативного порядка зафиксированы нами в модели с помощью модифицированного показателя Шарпа:

$$Sh^*(t+1) = \frac{r_A^*(t+1) - r_B^*(t+1)}{\sigma_A^*(t+1)}. \quad (П5.17)$$

Выражение (П5.17) - это не классический показатель Шарпа, потому что в числителе вычитается осредненная доходность по всему классу облигаций, а не доходность одних гособлигаций. Но смысл этого показателя очень значим: он выражает экономическую эффективность инвестиций в обобщенный инвестиционный портфель из всех акций и всех облигаций в пределах данного экономического региона. Мы говорим, что по мере снижения экономической эффективности портфеля (преимущественно за счет падения доходности акций) доля акций в портфеле должна снижаться опережающими темпами. То есть условие сохранения оптимальности при движении справа налево по границе — это условие положительного градиента (при движении слева направо градиент может быть любым):

$$\frac{r_{av}(t) - r^*(t+1)}{\sigma_{av}(t) - \sigma^*(t+1)} > (0,0,0), \quad (П5.18)$$

где

$$\begin{aligned} r^*(t) &= Sh^*(t) \times \sigma^*(t) + r_B^*(t) = (r_A^*(t) - r_B^*(t)) \times x_A(t) + r_B^*(t) \\ \sigma^*(t) &= x_A(t) \times \sigma_A^*(t) \end{aligned} \quad (П5.19)$$

Из (П5.18) и (П5.19) прямым следствием является:

$$x_A(t+1) \leq \min(x_A(t) \frac{\sigma_A(t)}{\sigma_{Amax}(t+1)}, \frac{(r_{Aav}(t) - r_{Bav}(t)) \times x_A(t) + (r_{Bav}(t) - r_{Bmax}(t))}{r_{Amax}(t+1) - r_{Bmin}(t+1)}), x_A(t) - \Delta x_{пл}), \quad (П5.20)$$

для сценариев вывода капитала из акций по отзывным тенденциям, и

$$x_A(t+1) \geq \max(x_A(t) \frac{\sigma_A(t)}{\sigma_{Amin}(t+1)}, \frac{(r_{Aav}(t) - r_{Bav}(t)) \times x_A(t) + (r_{Bav}(t) - r_{Bmin}(t))}{r_{Amin}(t+1) - r_{Bmax}(t+1)}), x_A(t) + \Delta x_{пл}), \quad (П5.21)$$

для сценариев инвестирования капитала в акции по призывным тенденциям. По выжидательным тенденциям для акций изменения доли их в портфеле не происходит. В (П5.20) и (П5.21) $\Delta x_{пл}$ - это плановый приток или отток капитала, который вступает в действие, если остальные расчетные значения в формулах приобретают неоптимальные или недопустимые по граничным условиям значения.

Таким образом, мы получили целевое значение доли акций в портфеле на прогнозный период времени, определяемое по (П5.20) – (П5.21).

Рациональные размеры долей облигаций (B) и выводимого капитала (N) определяются на основании данных таблицы П5.2 о рациональных перетоках капитала (обозначения: $|\Delta x_A(t)| = |x_A(t+1) - x_A(t)|$, $|\Delta x_B(t)| = |x_B(t+1) - x_B(t)|$). Из таблицы П5.2 видно, что когда перетока по акциям нет, то за основу при выборе очередного перетока берутся значения перетока по облигациям на предыдущем шаге моделирования. И, во избежание расходимости процесса формирования портфеля, всякий новый переток в таких случаях в два раза меньше предыдущего (поскольку доходность по облигациям низка, существенного изменения характеристик обобщенного инвестиционного портфеля ожидать не приходится). Такой способ организации перетоков обусловлен нестабильностью тенденций, связанных с выжидательным выбором по акциям, неустойчивым равновесием выжидательных состояний. А там, где нестабильность, там резкие движения недопустимы, потому что можно получить неожиданные чувствительные убытки.

Таблица П5.2. Схема инвестиционных переходов

Номер входной ситуации по табл. 4.10	Рациональные перетоки капитала: + приток, - отток, 0 – нет движения		
	A	B	N
1	$+\Delta x_A(t)$	$-\Delta x_A(t)$	0
2	0	0	0
3	$-\Delta x_A(t)$	0	$+\Delta x_A(t)$
4	$+\Delta x_A(t)$	$+\Delta x_B(t-1)/2$	$-\Delta x_A(t)/2 - \Delta x_B(t-1)/2$
5	0	$+\Delta x_B(t-1)/2$	$-\Delta x_B(t-1)/2$
6	$-\Delta x_A(t)$	$+\Delta x_A(t)$	0
7	0	$+\Delta x_B(t-1)/2$	$-\Delta x_B(t-1)/2$
8	$-\Delta x_A(t)$	0	$+\Delta x_A(t)$
9	$-\Delta x_A(t)$	$-\Delta x_B(t-1)/2$	$+\Delta x_A(t) + \Delta x_B(t-1)/2$

Итак, фаза 5 процесса завершена, и начинается фаза 6 – прогнозирование индексов и фактора PE Ratio.

П5.10. Модель и методика для фазы 7

Прогноз индекса проводится по формуле

$$P^*(t+1) = P_{av}(t) \times (1 + R^*(t) \times \Delta T), \quad (\text{П5.22})$$

а прогноз фактора PE Ratio – по формуле, в соответствии с (П5.3):

$$PE^*(t+1) = PE_{av}(t) \times \Lambda^*(t), \quad (\text{П5.23})$$

где

$$\Lambda^*(t) = \frac{(1 + R_A^*(t) \times \Delta T)}{(1 + GDP^*(t)) \times (1 + I^*(t))}, \quad (\text{П5.24})$$

$R_A^*(t)$ - расчетный коридор доходности по индексу акций.

Особенностью формул (П5.22) - (П5.24) является элиминирование промежуточной неопределенности при построении прогнозной оценки, так как мы считаем, что на прогнозные величины влияют в первую очередь ожидаемые средние значения индексов, полученные на предыдущих временных интервалах прогнозирования. То есть в нашей экспертной модели прогнозная неопределенность имеет период действия (и влияния на оценки) ровно один прогнозный квартал. Если бы принцип элиминирования в оценках не

соблюдался, то тогда наш прогноз оказался бы «зашумленным» накопленными размытыми оценками.

Также (П5.24) выражает самую суть наших модельных допущений о рациональном выборе. Рациональное значение $\Lambda^*(t) = 1$, при совпадении текущего значения PE Ratio с уставочным, говорит нам о том, что система инвестиционного выбора находится в равновесии, и весь рост доходов по акциям обеспечен соответствующим ростом валового внутреннего регионального продукта. Если обеспечение прироста акций реальными ценностями (прибылью корпораций) не происходит в полном объеме, то акции начинают переоцениваться, «перегреваться», и запускается механизм снижения текущей доходности по индексу (через эластичность вида (П5.5)).

После реализации фазы 7 процесс переходит на техническую фазу 8 (ветвление процедуры прогнозирования).

П5.11. Модель и методика для фазы 8

Прогнозное время увеличивается на единицу, и проверяется условие $t > t_{\text{кон}}$. Если условие выполняется, то процесс собственно прогнозирования завершен, и начинается реализация фазы 9. Если прогнозирование не завершено, то оно возобновляется, начиная с фазы 3.

П5.12. Модель и методика для фазы 9

На этой фазе полученный прогноз по индексам претерпевает поправку на кросс-курс национальной валюты экономического региона по отношению к российскому рублю. Эта коррекция проводится по формуле:

$$P^{\bullet\backslash}(t) = P^{\bullet}(t) \times J^{\bullet}(t). \quad (\text{П5.25})$$

П5.13. Модель и методика для фазы 10

На этой фазе строится оценка расчетного коридора финальной доходности по индексу, скорректированному фазой выше. Соотношение для расчетного коридора финальной доходности:

$$R^{\bullet\backslash} = \frac{P^{\bullet\backslash}(t_{\text{кон}}) - P^{\bullet\backslash}(t_{\text{нач}})}{P^{\bullet\backslash}(t_{\text{нач}}) \times (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}})}. \quad (\text{П5.26})$$

П5.14. Модель и методика для фазы 11

На этой фазе получается итоговая оценка доходности и риска фондового индекса, которая может быть взята за основу в ходе портфельной оптимизации, если горизонт инвестирования совпадает с периодом прогнозирования. Все оценки получаются по формулам (П5.9)-(П5.16), с заменой расчетного коридора $R^*(t)$ на параметр R^* .