

Опубликовано на нашем сайте: 3 марта 2003 г.

Оптимизация фондовых портфелей с использованием нечетко-множественных описаний¹

Недосекин А.О., старший консультант Сименс Бизнес Сервисез Россия, к.т.н.

E-mail: Alexey.Nedosekin@siemens.com

URL: http://sedok.narod.ru/sc_group.html

Аннотация

В докладе излагается подход к оптимизации модельных (индексных) портфелей и реальных портфелей на их основе, с использованием результатов теории нечетких множеств. Изложены: метод оценки нечетких параметров доходности и риска фондового индекса, модифицированный метод Марковица и метод скоринга акций. Изложение сопровождается примерами.

Содержание

Введение	2
1. Выбор модельных классов и их индексирование	3
2. Нечеткие множества и возможности моделирования на их основе	10
3. Нечетко-множественная оценка доходности и риска индексов	11
4. Нечетко-множественная оптимизация модельного портфеля	15
5. Бенчмарк-риск	21
6. Наполнение модельного портфеля реальными активами	22
7. Краткое описание программного решения «Система оптимизации фондового портфеля»	28
Заключение	35
Перечень цитируемых источников	39

¹Доклад в Высшей школе экономики на семинаре «Количественный анализ в экономике»

Введение

Настоящее сообщение основано на материалах моей докторской диссертационной работы (планируемый срок защиты – май 2003 года, Санкт-Петербургский Университет экономики и финансов), а также на двух монографиях [1,2]. Излагаемые здесь модели и методы портфельной оптимизации получили внедрение в Пенсионном фонде РФ (Управление актуарных расчетов, начальник д.э.н. проф. Соловьев А.К.) в качестве методологии и программного решения «Система оптимизации фондового портфеля», о чем речь пойдет далее.

Моя работа по созданию методов портфельной оптимизации отмечена грантом Международного научного фонда экономических исследований академика Федоренко Н.П. за 2002 год [3]. Основанием для присуждения гранта послужили публикации на моем персональном сайте в Интернет [4].

Перейдем теперь к изложению заявленной темы. 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:

А. Выбор перечня модельных классов, в рамках которых будет проводиться инвестирование, и их конструктивное описание. Под **модельными классами или модельными активами (model assets)** мы здесь понимаем совокупность ценных бумаг, сгруппированных по определенному классификационному признаку (функциональному, отраслевому, региональному итп). Примеры модельных классов: бумаги с фиксированным доходом, акции иностранных государств, акции российских нефтяных компаний, облигации зарубежных корпораций итп.

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 (за исключением задачи хеджирования портфеля, которая не укладывается в рамки этого доклада).

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, эмиттированные 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 итд).
- Рынок бумаг развивающихся стран (Восточная Европа, Южная Азия, Ближний Восток итд)

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* - индекс доходности трехмесячных облигаций казначейства США;
- **Domestic Govt Bonds** - *Lehman Brothers Govt Bond*;
- **Domestic Large Cap** – *S&P 500 Index*.

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 перфоманс индекса биржи РТС, можно просто растеряться (см. рис. 1)



Рис. 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 мы здесь не рассматриваем как модельные. Также мы не рассматриваем 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. В качестве индекса корпоративных акций первого эшелона можно рассматривать индексы РТС (валютный и технический), индекс ММВБ-10, а также композитный индекс РБК - 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 средует упомянуть индекс агентства АК&М.

Вся эта скудость неприятно контрастирует с изобилием, представленном на сайте Казахстанской фондовой биржи KASE – 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. Эти 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 развитости 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 наши ближайших соседей.

По результатам договорного взаимодействия с Пенсионным Фондом РФ компания Siemens Business Services выработала и поставила в рамках своего программного продукта «Система оптимизации фондового портфеля» более 20 индексов, описывающих поведение соответствующего числа модельных классов (таблица 1).

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 выработкой индексов активов, разрешенных для инвестирования, несомненно, будет продолжена. Она законодательно вменена уполномоченным на это органам управления фондовым рынком (в рамках Закона РФ «Об инвестировании накопительной составляющей для финансирования трудовых пенсий в РФ» [5]). Продолжится работа и над формированием индексов активов, не разрешенных для инвестирования в них накопительной составляющей трудовых пенсий.

Таблица 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

2. Нечеткие множества и возможности моделирования на их основе

Когда мы сталкиваемся с потоком исходных данных, не обладающих свойством статистической однородности, то мы не имеем научных оснований для того, чтобы называть собранные данные статистикой. Где нет статистики, там нет и классической статистической вероятности. Поэтому борьба с неопределенностью в интерпретации исходных данных должна идти иными путями.

Одним из возможных таких путей является обоснование научной категории квазистатистики [1]. *Квазистатистика* – это 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.

Тогда, если мы признаем за собранными данными свойство квазистатистики, тогда мы можем попытаться идентифицировать закон наблюдений, параметры которого будут обладать формой **треугольных нечетких чисел**. То есть, когда мы высказываемся «*x приблизительно равно a*», мы пытаемся на основе дополнительных соображений построить функцию принадлежности носителя x нечеткому подмножеству «Приближенное равенство a ». Простейший вид этой функции – треугольный, с максимумом в точке $(a, 1)$.

Нечеткие числа могут сыграть важную роль в распознавании состояний экономических объектов. Пусть, например, мы располагаем квазистатистикой некоторого фактора (например, зафиксированной в фирме гистограммы) и хотим установить принадлежность текущего уровня этого фактора состояниям «Очень низкий, Низкий, Средний, Высокий, Очень Высокий». Сами состояния сформулированы нечетко, поэтому эксперт будет затрудняться с точной классификацией. Выразить свою неуверенность эксперт может, используя формализмы **трапециевидных нечетких чисел**. Верхнее основание трапеции выражает абсолютную уверенность эксперта в принадлежности уровня фактора выбранному состоянию, нижнее основание

– все возможные уровни фактора, которые могут принадлежать выбранному состоянию (т.е. эксперт абсолютно уверен в непринадлежности уровней за рамками нижнего основания трапеции выбранному состоянию). Стягивают два основания трапеции боковые ребра, которые выражают растущую неуверенность эксперта в классификации уровня фактора, по мере перехода от верхнего основания трапеции к нижнему.

В прогнозировании рыночных тенденций удобно использовать такой формализм, как **треугольные нечеткие функции**. Область определения этих функций – ось действительных чисел, область значений – поле треугольных нечетких чисел. Если интерпретировать область определения треугольных функций как ось времени, то прогноз рыночных тенденций может быть сформирован как нечеткая функция, с границами оптимистичного, пессимистичного и наиболее ожидаемого прогнозов как обычных функций.

Используя перечисленные формализмы теории нечетких множеств, удалось построить методы оценки риска банкротства предприятия, оценки риска инвестиций, методы оценки инвестиционной привлекательности ценных бумаг. Подробнее об этом [1,2].

3. Нечетко-множественная оценка доходности и риска 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 [6]:

$$\frac{dS(t)}{S(t)} = \mu dt + \sigma z(t), \quad (1)$$

где $z(t)$ – стандартный винеровский процесс (броуновское движение, случайное блуждание) с коэффициентом сноса 0 и коэффициентом диффузии 1.

В приращениях запись (1) приобретает вид

$$\frac{\Delta S(t)}{S(t)\Delta T} = \mu + \sigma \frac{z(t)}{\Delta T}, \quad (2)$$

Из (1) – (2) следует, что доходность, как ее понимает модель винеровского процесса, имеет *нормальное распределение* с матожиданием μ и среднеквадратическим отклонением σ . Обозначим плотность этого распределения $\varphi(r, \mu, \sigma)$, 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:

$$S(t) = S(t_0) \times (1+r(t) \times (t-t_0)), \quad (3)$$

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 $\varphi(r, \mu, \sigma)$ с треугольно-нечеткими параметрами μ, σ . Подробно такое нормальное распределение описано в [1,2].

Оценим треугольные параметры μ, σ по принципу максимума правдоподобия. Пусть у нас есть квазистатистика [1,2] 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

$$F(\mu, \sigma) = - \sum_{i=1}^M \left(\frac{v_i}{\Delta r} - \varphi(r_i, \mu, \sigma) \right)^2 \rightarrow \max, \quad (4)$$

где r_i – отвечающее i -му столбцу гистограммы расчетное значение доходности, Δr – уровень дискретизации гистограммы.

Задача (4) – это задача нелинейной оптимизации, которое имеет решение

$$F_0 = \max_{(\mu, \sigma)} F(\mu, \sigma), \quad (5)$$

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

$$\mathcal{N}'' = (\mu_{\min}, \mu_{\max}; \sigma_{\min}, \sigma_{\max}) \in \mathcal{N}'. \quad (6)$$

Назовем \mathcal{N}'' зоной предельного правдоподобия. Разумеется, контрольная точка попадает в эту зону, то есть выполняется

$$\mu_{\min} < \mu_0 < \mu_{\max}, \sigma_{\min} < \sigma_0 < \sigma_{\max}, \quad (7)$$

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 $-5 \div +15$ процентов годовых следующей гистограммой с уровнем дискретизации 2% годовых мощностью $M=10$ интервалов (таблица 2):

Таблица 2. Гистограмма квазистатистики

Расчетная доходность r_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) 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 3 сведены значения критерия правдоподобия, и в ней курсивом выделены значения, удовлетворяющие выбранному нами критерию правдоподобия.

Таблица 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:

$$\mathcal{N}''_1 = (7.5, 8.0; 2.5, 3.5), \quad \mathcal{N}''_2 = (7.0, 8.0; 3.0, 3.5), \quad (8)$$

причем контрольная точка попадает в оба эти прямоугольника. Точное же решение этой задачи, разумеется, единственное:

$$\mathfrak{N}'' = (6.8, 8.3; 2.3, 3.8), \quad (9)$$

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. Нечетко-множественная оптимизация модельного портфеля

Исторически первым методом оптимизации фондового портфеля был метод, предложенный Марковицем. 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

$$S_{i0} = W_{i0} \times n_i; \quad (10)$$

- 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

$$x_i = \frac{S_{i0}}{S}, \quad \sum_{i=1}^N x_i = 1, \quad i=1, \dots, N; \quad (11)$$

- 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 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

$$r = \sum_{i=1}^N x_i \times r_i, \quad (12)$$

а стандартное отклонение портфеля σ -

$$\sigma = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N x_i \times x_j \times \rho_{ij} \times \sigma_i \times \sigma_j \right)^{\frac{1}{2}}. \quad (13)$$

Задача управления таким портфелем имеет следующее описание: определить вектор $\{x_i\}$, максимизирующий целевую функцию r вида (12) при заданном ограничении на уровень риска σ , оцениваемый (13):

$$\{x_{opt}\} = \{x\} \mid r \rightarrow \max, \sigma = \text{const} \leq \sigma_M, \quad (14)$$

где σ_M - риск бумаги с максимальной среднеожидаемой доходностью. Запись (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 (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 (14), то можно получить зависимость максимальной доходности от σ вида

$$r_{\max} = r_{\max}(\sigma) \quad (15)$$

Выражение (3.15), 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 (3.12) – (3.13) **записываются в нечетко-множественной форме**, и задача квадратичной оптимизации также решается в этой форме. Решением задачи является эффективная граница в виде нечеткой функции полосового вида.

Каждому отрезку на эффективной границе, отвечающей абсциссе портфельного риска, соответствует нечеткий вектор оптимальных портфельных долей.

И, наконец, если нам заданы контрольные нормативы по доходности и риску (бенчмарк модельного портфеля), которые нам следует соблюсти в нашем портфеле, увеличивая доходность и одновременно снижая риск. Если бенчмарк попадает в полосу эффективной границы, то возникает дабл-риск (по факторам доходности и волатильности), что модельный портфель «не переиграет» бенчмарк. Этот риск можно оценить по методу Недосекина-Воронова из [1].

Итак, изложение модифицированного подхода Марковица завершено. Далее по тексту статьи мы считаем, что имеем дело с квазистатистикой модельных индексов в портфеле, которая моделируется нами 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.

Таблица 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

Нам следовало бы еще оценить корреляцию двух индексов. Но, как я покажу далее, в нашем случае этого не потребуется. 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 только решаем оптимизационную задачу, сколько ищем аналитический вид эффективной границы в координатах «риск-доходность».

Запишем (12) – (13) в частном виде

$$r = x_1 \times r_1 + x_2 \times r_2 \quad (16)$$

$$\sigma^2 = x_1^2 \times \sigma_1^2 + 2x_1x_2 \times \sigma_1 \times \sigma_2 \times \rho_{12} + x_2^2 \times \sigma_2^2 \quad (17)$$

$$x_2 = 1 - x_1 \quad (18)$$

Все «постоянные» коэффициенты в (16) - (17) являются треугольными нечеткими числами. Можно было бы как-то отличить треугольные параметры от обычных скалярных, вводя специальную запись, но, честно говоря, мне не хочется загромождать формулы. И, поскольку в нашем случае $\sigma_2 \gg \sigma_1$, то имеет место приближенное равенство:

$$\sigma = x_2 \times \sigma_2, \quad (19)$$

и справедливо

$$r = \frac{r_2 - r_1}{\sigma_2} \times \sigma + r_1 - \quad (20)$$

уравнение эффективной границы в виде полосы с прямолинейными границами (см. рис. 4).

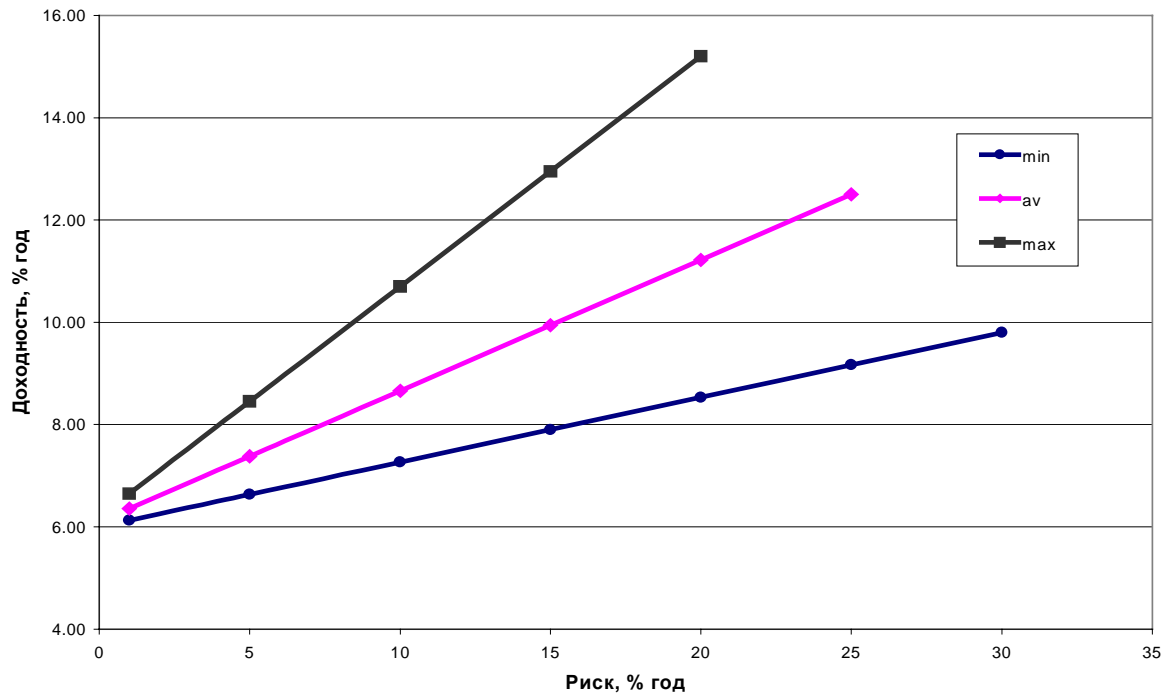


Рис. 4. Эффективная граница в виде полосы с линейными границами

Коэффициент пропорциональности в (20) есть не что иное, как хорошо известный в портфельном менеджменте показатель Шарпа – отношение доходности индекса (за вычетом безрисковой составляющей доходности) к волатильности индекса. Только в нашем случае он имеет нечеткий вид, сводимый к треугольному по правилу:

$$\left(\frac{\Gamma_{2min} - \Gamma_{1max}}{\sigma_{2max}}, \frac{\Gamma_{2av} - \Gamma_{1av}}{\sigma_{2av}}, \frac{\Gamma_{2max} - \Gamma_{1min}}{\sigma_{2min}} \right) \quad (21)$$

В таблицу 5 сведены границы для модельного класса облигаций в структуре модельного портфеля для различных уровней риска.

Таблица 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.

5. Бенчмарк-риск

Инвестор, вкладывая деньги, всегда ставит перед собой определенную инвестиционную цель (например, накопить денег на обучение детей). Процесс такого накопления долгосрочен и требует поэтапного контроля доходности инвестиций. Например, инвестор поставил своей целью иметь доход не хуже 8% годовых с риском не хуже 10%. Это и есть бенчмарк.

Поглядев на эффективную границу и заглянув в таблицу 5, инвестор формирует модельный портфель, заполняя его на 50% - 60% облигациями. Он ожидает разброс доходности, оцениваемый (3.20), от 7.27% до 10.7% годовых. Нижняя граница разброса лежит ниже бенчмарка, - значит, существуют ненулевые шансы не выполнить инвестиционный план.

Каковы эти шансы? На этот вопрос дает ответ метод Недосекина-Воронова из [1], где риск срыва плана (применительно к нашему случаю) оценивается формулой

$$\delta = \frac{r^* - r_{\min}}{r_{\max} - r_{\min}} \left(1 + \frac{r_{\text{av}} - r^*}{r^* - r_{\min}} \ln \frac{r_{\text{av}} - r^*}{r_{\text{av}} - r_{\min}} \right), \quad (22)$$

где $r^*=8\%$ - бенчмарк, ($r_{\min} = 7.27\%$, $r_{\text{av}} = 8.66\%$, $r_{\max} = 10.70\%$) – параметры треугольного числа ожидаемой доходности модельного портфеля. И расчеты по (3.22) дают $\delta = 19.3\%$. Много это или мало? Все зависит от предпочтений инвестора. Возможно, ему покажется, что риск велик, и он сочтет свой финансовый план чрезмерно напряженным. В то же время надо обратить внимание на то, что бенчмарк ниже ожидаемого среднего, поэтому шансы на исполнение плано весьма велики.

6. 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 с использованием нечетко-множественных описаний [2]. 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 N активов проранжировать по убыванию, то соответствующие веса компонент портфеля также расположатся по убыванию, а их веса в портфеле можно оценить по схеме Фишберна:

$$p_i = \frac{2(N-i+1)}{(N+1)N}, i = 1..N. \quad (23)$$

Приведем краткое изложение метода скоринга акций на примере технологического сектора акций США [7]. Прежде всего построим классификатор уровней по набору выбранных показателей для комплексной оценки инвестиционной привлекательности акций (табл. 6), применительно к экономическим условиям США в 2003 году:

Таблица 6. Нечеткий классификатор факторов

Уровень показателя	Диапазон значений для факторов:					
	P/E для Cap		Cap, млн. \$	ROE %	D/Eq	P/B
	< 1 млрд	> 1 млрд				
Очень низкий(ОН)	30 - ∞	45 - ∞	0-50	< 0	> 1	> 4.5
ОН-Н	25-30	40-45	50-100	0 – 5%	0.7 – 1	4 - 4.5
Низкий (Н)	20-25	30-40	100-300	5 - 10%	0.4 – 0.7	3.5 - 4
Н-Ср	15-20	25-30	300-500	10-15%	0.3 – 0.4	3 - 3.5
Средний (Ср)	10-15	20-25	500-1000	15 - 25%	0.2 – 0.3	2.5 - 3
Ср-В	7-10	15-20	1000-3000	25-30%	0.15 – 0.2	2 - 2.5
Высокий (В)	5-7	10-15	3000-5000	30-35%	0.1 – 0.15	1.5 - 2
В – ОВ	5-5	10-10	5000-10000	35-40%	0.05 - 0.1	1 - 1.5
Очень высокий (ОВ)	2-5	5-10	Свыше 10000	>40%	0 – 0.05	<1

Ранжируя выбранные пять факторов (соотношение цена-доход P/E, капитализация Cap, доходность собственного капитала ROE, коэффициент финансовой автономии D/E и коэффициент переоценки активов P/B) по значимости для комплексной оценки, мы приходим к системе предпочтений вида:

$$P/E \} Cap \} ROE = D/E = P/B, \quad (24)$$

что приводит к выбору весов показателей в комплексной оценке по Фишберну:

©Недосекин А.О. Оптимизация фондовых портфелей с использованием нечетко-множественных описаний

$$p_1 = \frac{1}{3}, p_2 = \frac{4}{15}, p_3 = p_4 = p_5 = \frac{2}{15}, \sum_{i=1}^5 p_i = 1 \quad (25)$$

Тогда, по аналогии с тем, как это сделано в [1,2], получим комплексный показатель A_N для каждой бумаги методом двойной свертки:

$$A_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij}, \quad (26)$$

где i – индекс отдельного показателя для их общего числа $N=5$, j – индекс уровня показателя для общего числа уровней $M=5$, λ_{ij} – ранг i -го показателя по своему j -ому уровню, определяемый функциями принадлежности соответствующих трапезовидных нечетких чисел (абсциссы их вершин определяются таблицей 1),

$$\alpha_j = 0.2 \times j - 0.1 \quad - \quad (27)$$

это абсциссы максимумов функций принадлежности терм-множества лингвистической переменной «**Оценка бумаги**». Тогда среднеожидаемый ранг j -го уровня, взвешенный по всем N показателям, оценивается формулой

$$y_j = \sum_{i=1}^N p_i \lambda_{ij}, \quad (28)$$

и справедливо

$$A_N = \sum_{j=1}^M \alpha_j y_j. \quad (29)$$

Получив оценку A_N , мы можем произвести ее распознавание по таблице 7:

Таблица 7. Функция принадлежности для интегрального показателя «Оценка 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	$(0.25-A_N)*10$	$(A_N-0.15)*10$	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

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)». Именно такая система торговых рекомендаций предлагается сайтом **Zaks.com**.

Установим взаимно однозначное соответствие введенных нами лингвистических переменных на уровне подмножеств: ОН – SS, Н – MS, Ср – Н, 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 подмножествам значений.

Итак, мы произвели все необходимые расчеты по формулам (24) – (29), исследовав квазистатистику по сектору Technology в январе 2003 года (493 корпорации, по которым имелась в наличии вся необходимая исходная информация). Мы поместили книгу Excel с расчетом по адресу: http://sedok.narod.ru/s_files/2003/Y_2.xls.

Агрегированным результатом нашего скоринга является сводная таблица 8:

Таблица 8. Результаты скоринга сектора Technology

Факторы	Распределение факторов по уровням				
	ОН	Н	С	В	ОВ
Cap	33%	24%	25%	12%	6%
P/E	37%	22%	26%	12%	3%
ROE	13%	48%	27%	4%	7%
D/E	9%	16%	12%	10%	52%
P/B	16%	8%	19%	30%	27%
Summary	26%	23%	23%	13%	14%

Гистограмма результирующего фактора по отобранным корпорациям представлена на рис. 5.

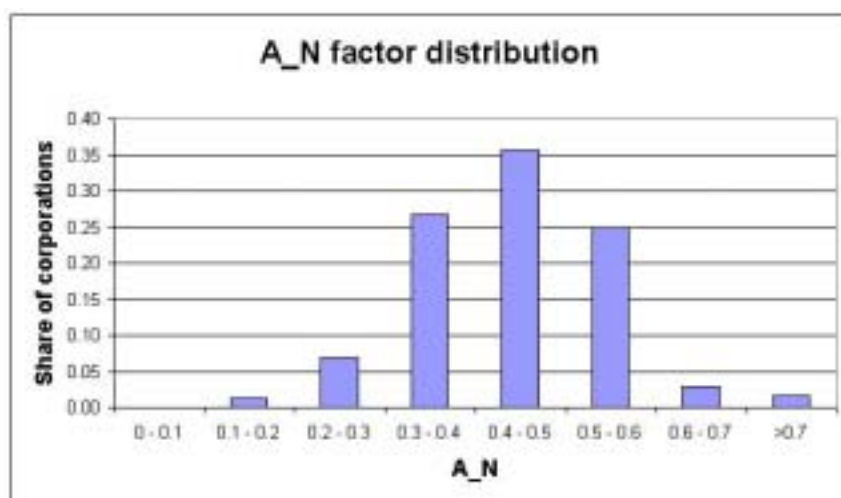


Рис. 5. Гистограмма для фактора A_N

Из полученных данных следует, что львиная доля предприятий группируется в пределах 0.3 – 0.5 по фактору A_N, что характеризует инвестиционную привлекательность сектора Technology как нечто промежуточное между **низкой и средней**. Если точнее, то мы получили показатель A_N для сектора, равный **0.431**. Распознавание по таблице 7 дает: 80 к 20 за то, что значение фактора все же **среднее**. Из этого, впрочем, не вытекает для сектора ничего хорошего. Выводы неутешительны:

- Торговая рекомендация для сектора – Hold, с динамикой вниз к Moderate Sell.
- Из 493 обследованных эмитентов сектора скоринг выше 0.65 (когда вырабатывается торговый приказ Moderate Buy) **имеют**

всего 6 компаний. Если поставить дополнительное ограничение на капитализацию не ниже 5 млрд долл., то остается один победитель со скорингом $A_N=0.706$: EDS – Electronic Data Systems. Будем следить за этой бумагой. Мы не ждем от нее резких падений. Более того: ей есть куда расти. У корпорации были крупные проблемы в сентябре 2002 года (поговаривали даже о банкротстве), но после перехода в диапазон реалистичных цен (от 72 до 12 долл.) и после того, как Пентагон дал EDS подряд на переоборудование электронных систем ВВС и ВМФ США, дела пошли в гору. В воздухе пахнет войной с Ираком (пишем эти слова 29.01.2003), и на этой беде кое-кто может неплохо приподняться; почему не EDS? Сегодня компания стоит 16.85\$ за акцию (29.01.2003). Запомним этот отсчет.

- Но в целом рынок сектора Tech по всей видимости ждет неприятное будущее. Мы ожидаем глубокой коррекции NASDAQ вниз до уровня, например, 1000 – 1100. Это должно быть второе капитальное падение рынка после июля 2002 года; но другого пути нет. Вернуть инвестиционную привлекательность этому рунку можно только двумя путями: кардинально увеличив прибыли корпораций или снизить цены. Первое малореально; остается второе.

Таблица 8 представляет собой нечто вроде фазового портрета сектора, подобие карты. Из нее видно, какие проблемы для сектора являются ключевыми. Во-первых, низкая прибыльность корпораций сектора, которая загоняет в красный угол сразу два фактора: P/E и ROE. Во-вторых, свыше 50% корпораций сектора обладают низкой капитализацией (менее 500 млн долл.), - а, следовательно, возникает повышенный риск инвестиций в акции этих эмитентов (на фоне продолжающейся рецессии экономики США). Правда, все карты может спутать специфика военного времени. Если компании, работающие на войну, оживятся, то это оживление по традиции почувствует весь рынок. Однако для мирных времен такая картина может спровоцировать лишь одну реакцию – вывод капиталов.

7. Краткое описание программного решения «Система оптимизации фондового портфеля»

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.

7.1. Модуль работы с инвестиционными профайлами

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 6.

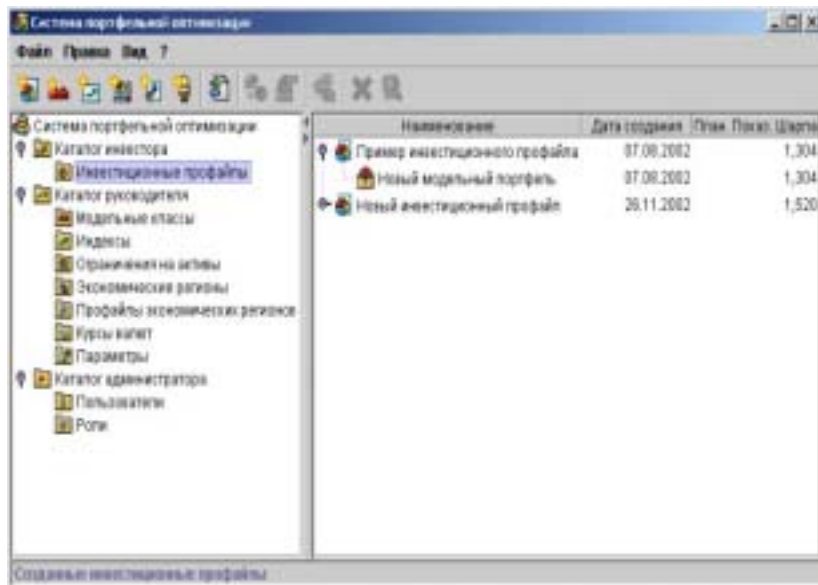


Рис. 6. Экран модуля работы с инвестиционными профайлами

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.

7.2. Модуль создания инвестиционного профайла и модельных портфелей

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 7.

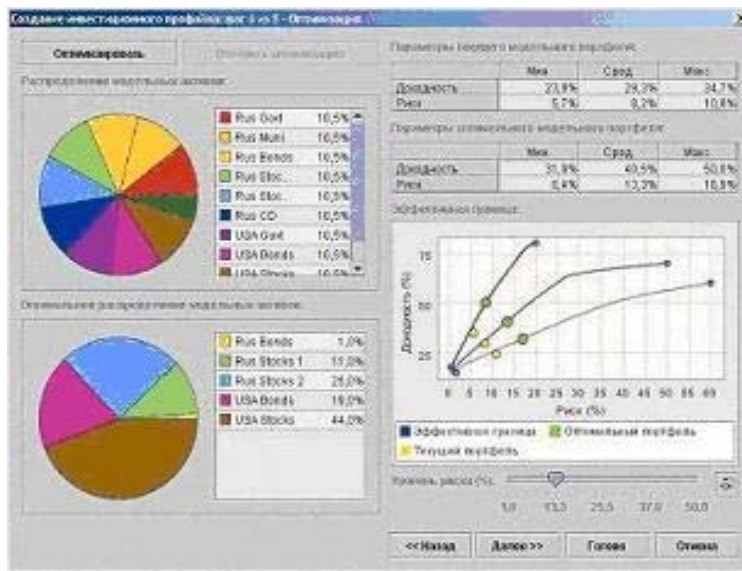


Рис. 7. Экран модуля работы с инвестиционными профайлами

Функциональность модуля позволяет:

- создавать инвестиционный профайл 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 перфоманса модельных индексов, гистограммы распределения доходности, плоского сечения функции правдоподобия;
- предоставлять графический результат оптимизации в форме размытой эффективной границы в форме полосы;
- 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 ребалансинг 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 перфомансов) и перспективно-прогнозно (на основе треугольных нечетких функций) тертя 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 перфоманса портфеля с перфомансом 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.

7.3. Модуль данных по индексам и модельным классам

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 8.

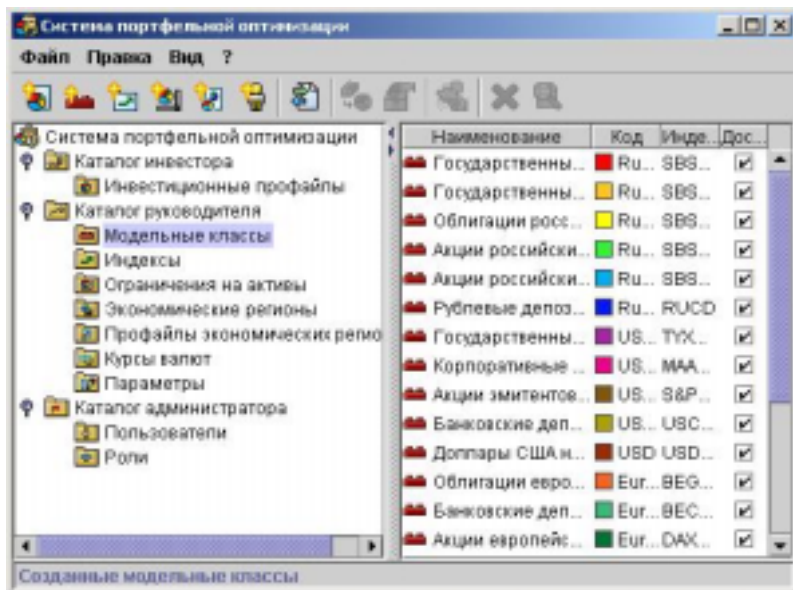


Рис. 8. Экран модуля данных по индексам и модельным классам

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.

7.4. Модуль работы с профайлами экономического региона

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 9.

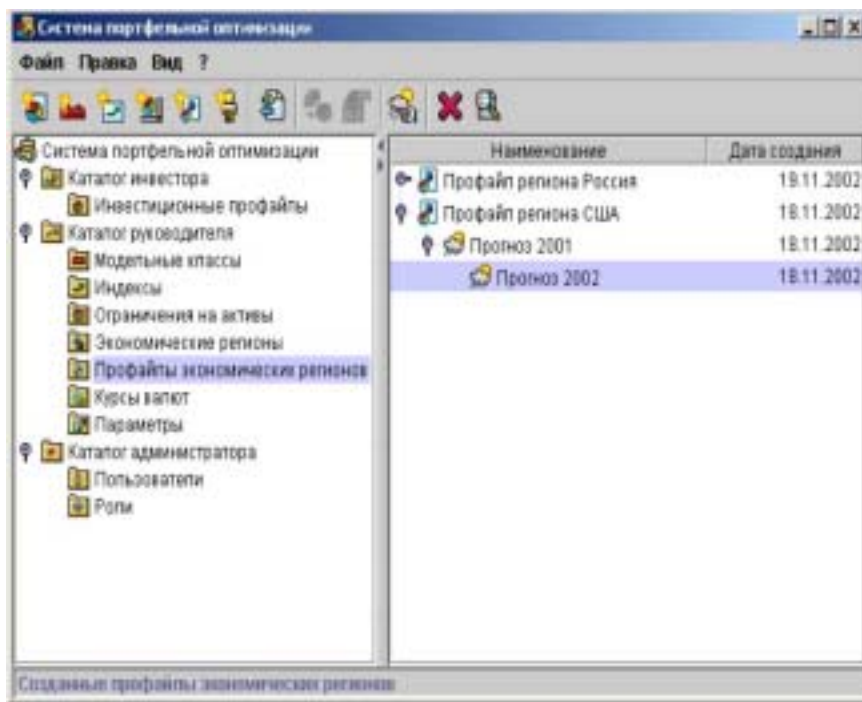


Рис. 9. Экран модуля работы с профайлами экономического региона

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.

7.5. Модуль создания профайлов экономического региона

Один из экранов модуля программы представлен на рис. 10.

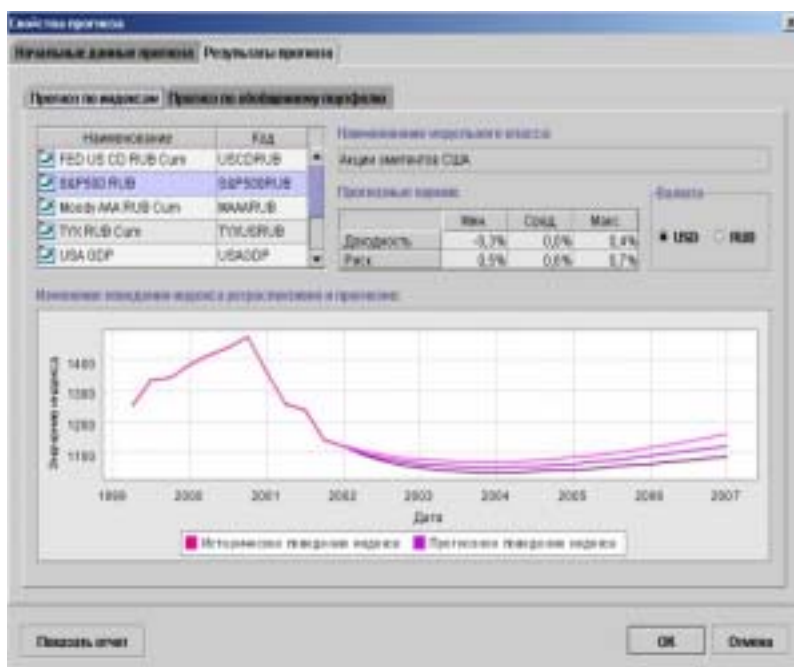


Рис. 10. Экран модуля создания профайлов экономического региона

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;
- 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.

Заключение

В настоящем докладе я не смог остановиться подробно на формальной стороне нечетко-множественных описаний. Ознакомиться с этими описаниями можно поцитируемым монографиям, которые доступны всем пользователям Интернета.

Настоящий доклад посвящен исследованию операций фондового менеджмента, осуществляющихся в расплывчатых информационных условиях. Условия фондовой деятельности были и будут расплывчатыми всегда (надеюсь, этот тезис не нуждается в каких-то специальных доказательствах). Тем не менее, фондовый рынок существовал и будет существовать, решения как принимались, так и принимаются. А вот что ляжет в основу этих решений, и в какой степени интуитивная основа фондовых решений может быть рационализирована, стать предметом научного изучения, - это как раз и есть предмет моего нынешнего рассмотрения.

Иногда фондовые решения бывают вынужденными. Например, вынужденность имеет место в случае инвестиций Пенсионного фонда РФ. Кажутся несовместимыми (не только мне, но и руководству ПФР) две вещи: консервативный характер пенсионных накоплений, требующий повышенной сохранности, и агрессивный характер инвестиционной деятельности на фондовой рынке, сопровождающейся повышенным риском убытков. Тем более это противоречие очевидно для развивающейся страны (такой, как Россия), когда даже государственные ценные бумаги обладают риском неисполнения обязательств по ним (что и было успешно продемонстрировано в августе 1998 года).

Однако природа пенсионных сбережений такова, что они просто обязаны быть инвестированы на фондовом рынке, дабы экономика страны получила низкопроцентный источник денежных средств для развития. Результатом такого развития является добавочный валовый внутренний продукт, который впоследствии должен быть перераспределен между будущими пенсионерами. И другого долгосрочного инвестиционного механизма, обеспечивающего будущие пенсионные выплаты, гарантированные от инфляционного обесценения, в обществе капиталистического типа не существует. Поэтому пенсионные накопления все равно будут инвестированы на фондовом рынке, и задача менеджеров всех уровней – не потерять активы и не позволить им обесцениться. Продвинутым менеджерам, их будущим – надеюсь, что успешным – решениям и адресована моя книга.

Во всех своих научных работах последних пяти лет я стараюсь показать и доказать, 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 успевают 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 растраженными 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 дискредитированным 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 своих ранних работах, на примере метода комплексного финансового анализа корпорации, мне 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. Там же 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 как в предыдущей книге, так и в этой монографии.

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 монографиях [1,2]), 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 и прогнозирования фондовых индексов (подробно об этом в главе «Прогнозирование фондовых индексов» монографии [2]).

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. Полагаю, это лучшая рекомендация моим научным исследованиям. Помимо этого, разработанные модели легли в основу ряда компьютерных программ для финансового менеджмента, что позволяет воспроизводить и использовать результаты моих научных работ в практике управления финансами.

Перечень цитируемых источников

1. Недосекин А.О. Нечетко-множественный анализ рисков фондовых инвестиций. СПб, Типография «Сезам», 2002. – Также на сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
2. Недосекин А.О. Фондовый менеджмент в расплывчатых условиях. СПб, Типография «Сезам», 2003. – Также на сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
3. Победители конкурсов грантов и стипендий Международного научного фонда экономических исследований академика Н.П.Федоренко 2002 г. – На сайте: <http://www.cemi.rssi.ru/rus/index.htm> .
4. Недосекин А.О. Персональная страница в Интернете. – На сайте: http://sedok.narod.ru/sc_group.html .
5. Закон РФ «Об инвестировании средств для финансирования накопительной части трудовой пенсии в РФ». – На сайте: <http://www.akdi.ru/gd/proekt/088075GD.SHTM>.
6. Chance, Don M. Modeling Asset Prices as Stochastic Processes. – На сайте: - <http://www.cob.vt.edu/finance/faculty/dmc/Courses/TCHnotes/TN00-03.PDF>.
7. Недосекин А.О. Скоринг акций технологического сектора США (2003 год). – На сайте: http://sedok.narod.ru/s_files/2003/Art_300103.zip .