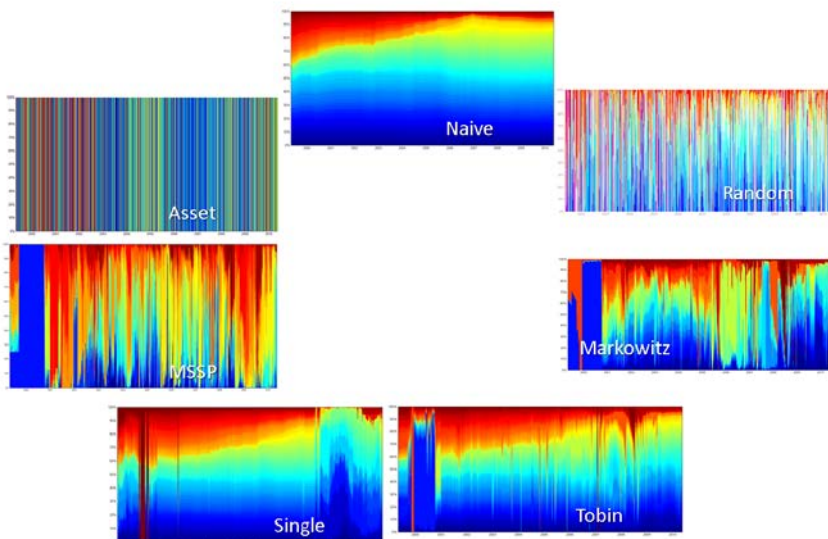


СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МЕТОДИ И МОДЕЛИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ (НА ПРИМЕРА НА БЪЛГАРСКА ФОНДОВА БОРСА)



Публикацията съдържа резултати от изследване, финансирано със средства от фонд НИД на УНСС, договор № НИД - 57/2009 г.

© Ангел Марчев, мл.

© ИЗДАТЕЛСКИ КОМПЛЕКС – УНСС

Изп. директор: Зоя Симова, тел. 81-95-551

УНИВЕРСИТЕТ ЗА НАЦИОНАЛНО И СВЕТОВНО СТОПАНСТВО
София, Студентски град "Христо Ботев"

СЪДЪРЖАНИЕ

| | |
|--|-----------|
| Използвани означения..... | 9 |
| Увод | 11 |
| Глава I. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ | 15 |
| 1. Задачи на глава I..... | 15 |
| 2. Съществуваща инвестиционна теория..... | 16 |
| 2.1. Дефиниции на основните понятия от гледна точка на инвестиционната теория..... | 16 |
| 2.2. Развитие на теорията за инвестиционни портфейли | 21 |
| 2.2.1. <i>Предварителни бележки</i> | 21 |
| 2.2.2. <i>Традиционни методи</i> | 22 |
| 2.2.3. <i>Класически методи</i> | 26 |
| 2.3. Оценка на представянето на инвестиционни портфейли | 37 |
| 2.3.1. <i>Предварителни бележки</i> | 37 |
| 2.3.2. <i>Конвенционални методи</i> | 38 |
| 2.3.3. <i>Асиметрични методи</i> | 39 |
| 2.4. Критики към съществуващата теория за инвестиционни портфейли | 39 |
| 2.4.1. <i>Използвани измерители</i> | 39 |
| 2.4.2. <i>Понятието рационален инвеститор</i> | 41 |
| 2.4.3. <i>Пазарните фрикции</i> | 42 |
| 2.4.4. <i>Функциониране на пазара</i> | 43 |
| 2.4.5. <i>Емпирични изследвания</i> | 44 |
| 3. Управлението на инвестиционни портфейли от гледна точка на кибернетичната теория на управлението | 45 |
| 3.1. Кибернетика - възникване и развитие..... | 45 |
| 3.2. Основни понятия..... | 47 |
| 3.3. Обща схема на процеса на управление на инвестиционни портфейли... .. | 50 |
| 3.4. Инвестиционният портфейл като обект за управление..... | 53 |
| 3.5. Инвеститорът като субект на управление | 59 |
| 3.6. Пазарните условия като околна среда..... | 61 |
| 3.7. Изследвания, използващи кибернетичен подход при управлението на инвестиционен портфейл | 61 |
| 4. Моделиране и прогнозиране в процеса на управление на инвестиционни портфейли | 63 |
| 4.1. Моделиране. Аналитични и симулационни модели | 63 |
| 4.2. Симулационно моделиране на сложни системи | 64 |

| | |
|---|-----------|
| 4.3. Етапи при изграждане на симулационен модел..... | 65 |
| 4.4. Прогнозиране | 67 |
| 5. Самоорганизация и многоредни селекционни процедури в процеса на управление на инвестиционни портфейли..... | 69 |
| 5.1. Основни концепции..... | 69 |
| 5.2. Принципи на многоредната селекция..... | 70 |
| 6. Методологически принципи на изследването | 72 |
| 7. Изводи от глава I | 74 |
| Глава II. МЕТОДИКА ЗА СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ НА ОСНОВАТА НА КИБЕРНЕТИЧНАТА ТЕОРИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕТО | 75 |
| 8. Задачи на глава II | 75 |
| 9. Моделиране на инвестиционния процес - видове модели на инвеститори | 75 |
| 10. Структурна схема и основни блокове в универсален модел на инвеститор | 78 |
| 10.1. Обща схема..... | 78 |
| 10.2. Блок "Оценител на цели" | 80 |
| 10.2.1. Описание на блока | 80 |
| 10.2.2. Структура на блок "Оценител на цели" | 80 |
| 10.3. Блок "Информация за портфейла" | 82 |
| 10.3.1. Описание на блока | 82 |
| 10.3.2. Структура на блок "Информация за портфейла" | 82 |
| 10.4. Блок "Информация за околната среда" | 83 |
| 10.4.1. Описание на блока | 83 |
| 10.4.2. Структура блок "Информация за околната среда" | 83 |
| 10.5. Блок "Предиктор" | 84 |
| 10.5.1. Описание на блока | 84 |
| 10.5.2. Структура на блок "Предиктор" | 84 |
| 10.6. Блок "Генератор на решения" | 85 |
| 10.6.1. Описание на блока | 85 |
| 10.6.2. Структура на блок "Генератор на решения" | 85 |
| 10.7. Блок "Компютърен модел" | 85 |
| 10.7.1. Описание на блока | 85 |
| 10.8. Блок "Избор на решение" | 86 |
| 10.8.1. Описание на блока | 86 |
| 10.8.2. Структура на блок "Избор на решение" | 86 |
| 10.9. Блок "Реализация на управляващите въздействия" | 87 |
| 10.9.1. Описание на блока | 87 |

| | |
|--|------------|
| 10.9.2. Структура на подсистема "Реализация на управляващите въздействия" | 87 |
| 10.10. Блок "Самоусъвършенстване" | 88 |
| 10.10.1. Описание на блока | 88 |
| 10.10.2. Структура на блок "Самоусъвършенстване" | 89 |
| 11. Сравнителен емпиричен анализ на модели на инвеститори (за управление на инвестиционни портфейли) | 89 |
| 11.1. Концепция за състезание на модели на инвеститори | 89 |
| 11.2. Характерни черти..... | 89 |
| 11.3. Основна цел..... | 91 |
| 11.4. Класификационна схема на моделите на инвеститори..... | 91 |
| 12. Методика за сравнителен емпиричен анализ на модели на инвеститори | 92 |
| 13. Компютъризирана симулационна среда за сравнителен емпиричен анализ на модели за управление на инвестиционни портфейли | 94 |
| 13.1. Общо описание на алгоритъма | 94 |
| 13.2. Последователност на работа на алгоритъма..... | 95 |
| 13.2.1. Фаза за предварителна подготовка на масиви и променливи..... | 95 |
| 13.2.2. Фаза за подготовка на симулационната среда..... | 96 |
| 13.2.3. Фаза за историческа симулация..... | 98 |
| 13.2.4. Фаза за заключителни операции | 100 |
| 13.3. Блок-схема на алгоритъма | 101 |
| 13.4. Програмна реализация..... | 102 |
| 14. Многоредна селекционна процедура за генериране на инвестиционни портфейли | 103 |
| 14.1. Общо описание | 103 |
| 14.2. Последователност на работа на процедурата | 103 |
| 14.3. Блок-схема на процедурата..... | 111 |
| 14.4. Програмна реализация..... | 113 |
| 15. Изводи от глава II..... | 113 |
| Глава III. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ..... | 114 |
| 16. Задачи на глава III..... | 114 |
| 17. Подготовка на използваната в изследването емпирична база | 115 |
| 17.1. Прототип на емпиричната база..... | 115 |
| 17.2. Описание на първичната емпирична база..... | 117 |
| 17.3. Формиране на използваната в изследването емпирична база..... | 118 |
| 17.3.1. Недостатъци на данните..... | 118 |

| | |
|---|------------|
| 17.3.2. Избор на инвестиционните инструменти, включени в изследването..... | 118 |
| 17.3.3. Изключване на краевите ефекти в данните..... | 120 |
| 17.3.4. Допълване на първичните данни | 121 |
| 17.4. Структура на данните в използваната емпирична база..... | 123 |
| 18. Общи характеристики на използваните в изследването модели | 124 |
| 18.1. Списък на използваните модели на инвеститори | 124 |
| 18.2. Методи за оценка на резултатите | 125 |
| 18.3. Общи допускания | 127 |
| 18.3.1. Анкетни проучвания относно особеностите на българския инвеститор | 127 |
| 18.3.2. Общи допускания относно инвеститора..... | 127 |
| 18.3.3. Допускания относно борсовата среда | 130 |
| 18.3.4. Допускания относно пазарните фрикции | 130 |
| 18.4. Основни параметри..... | 132 |
| 18.5. План на експериментите (табл. 18.5-1)..... | 134 |
| 19. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "един инвестиционен инструмент" | 135 |
| 19.1. Постановка на експериментите | 135 |
| 19.2. Структурно описание на модела | 135 |
| 19.3. Направени допускания и специфични особености..... | 136 |
| 19.4. Програмна реализация..... | 138 |
| 19.5. Проведени експерименти | 138 |
| 19.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Един инвестиционен инструмент" | 139 |
| 20. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "наивна диверсификация" | 141 |
| 20.1. Постановка на експериментите | 141 |
| 20.2. Структурно описание на модела | 141 |
| 20.3. Направени допускания и специфични особености..... | 142 |
| 20.4. Програмна реализация..... | 143 |
| 20.5. Проведени експерименти | 143 |
| 20.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Наивна диверсификация" | 143 |
| 21. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "случаен портфейл" | 146 |
| 21.1. Постановка на експериментите | 146 |
| 21.2. Структурно описание на модела | 146 |
| 21.3. Направени допускания и специфични особености | 147 |
| 21.3.1. Основна хипотеза | 147 |
| 21.3.3. Генериране на случайни решения | 147 |

| | |
|---|-----|
| 21.3.3. Генератори за случайни числа..... | 148 |
| 21.4. Програмна реализация..... | 149 |
| 21.5. Проведени експерименти | 149 |
| 21.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Случаен портфейл" | 149 |
| 22. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "модел на Марковиц" | 152 |
| 22.1. Постановка на експериментите | 152 |
| 22.2. Структурно описание на модела | 152 |
| 22.3. Направени допускания и специфични особености | 153 |
| 22.3.1. Използване на метода за максимизация на условното очакване (<i>expectation conditional maximization – ECM</i>) | 154 |
| 22.3.2. Използване на метода за квадратичнопрограмиране (<i>interior-point-convex method - IPCM</i>)..... | 155 |
| 22.3.3. Индивидуална склонност към риск на инвеститора..... | 156 |
| 22.4. Програмна реализация..... | 157 |
| 22.5. Проведени експерименти | 158 |
| 22.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Модел на Марковиц" | 158 |
| 23. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "Модел на Тобин" | 160 |
| 23.1. Постановка на експериментите | 160 |
| 23.2. Структурно описание на модела. | 160 |
| 23.3. Направени допускания и специфични особености. | 161 |
| 23.3.1. <i>Определяне на структурата на портфейла</i> | 162 |
| 23.3.2. <i>Определяне на нивото на безрискова доходност</i> | 162 |
| 23.4. Програмна реализация..... | 163 |
| 23.5. Проведени експерименти | 163 |
| 23.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Модел на Тобин" | 164 |
| 24. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "едноиндексен модел" | 166 |
| 24.1. Постановка на експериментите | 166 |
| 24.2. Структурно описание на модела | 166 |
| 24.3. Направени допускания и специфични особености..... | 167 |
| 24.3.1. <i>Общ средно-претеглен борсов индекс</i> | 167 |
| 24.3.2. <i>Изчисляване на линейна регресия между всеки ИИ и общия борсов индекс</i> | 168 |
| 24.3.3. <i>Изчисляване на вариационно – ковариационната матрица</i> | 169 |
| 24.3.4. <i>Генериране на решения и избор</i> | 169 |
| 24.4. Програмна реализация..... | 171 |
| 24.5. Проведени експерименти | 171 |

| | |
|--|------------|
| 24.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Едноиндексен модел" | 172 |
| 25. Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "многоредна селекционна процедура" | 173 |
| 25.1. Постановка на експериментите | 173 |
| 25.2. Структурно описание на модела | 173 |
| 25.3. Направени допускания и специфични особености | 174 |
| 25.3. Програмна реализация | 176 |
| 25.4. Проведени експерименти | 176 |
| 25.5. Анализ и изводи от експериментите с модел "Многоредна селекционна процедура" | 177 |
| 26. Съпоставителен анализ на резултатите от проведените експерименти | 178 |
| 26.1. Формулиране на изводи и препоръки, относно използването на методи и модели за управление на инвестиционни портфейли в условията на българския фондов пазар | 178 |
| 26.1.1. Класации по основните критерии на изследването | 178 |
| 26.1.2. Открити зависимости | 181 |
| 26.1.3. Изводи относно търговията на БФБ | 183 |
| 26.1.4. Изводи относно допусканията за моделите на инвеститор | 184 |
| 26.1.5. Изводи относно методиката на изследване | 187 |
| 26.2. Насоки за по-нататъшна работа | 187 |
| 26.2.1. Насоки за по-нататъшни експерименти с разработените модели | 187 |
| 26.2.2. Евристичен синтез на нови модели за управление на инвестиционни портфейли чрез комбиниране на вече разгледаните модели | 188 |
| 26.2.3. Възможни модификации на синтезираните модели | 190 |
| 27. Изводи от глава III | 191 |
| Заклучение | 193 |
| Информационни източници | 197 |

ИЗПОЛЗВАНИ ОЗНАЧЕНИЯ

Номерация на главите: Основните смислови единици в текста са три глави, обозначени с римски цифри. Всяка от тях е написана така, че да съответства на частите на едно цялостно научно изследване (теоретическа част, методическа част и емпирическа част) и същевременно да може да се представи като самостоятелен научен текст. Затова в началото и в края на всяка глава са представени специални раздели съответно наречни "Задачи на глава..." и "Изводи от глава...".

Номерация на разделите: Всички раздели в монографията са номерирани в нарастваща последователност, независимо от главата, към която принадлежат. Разделите могат да включват подраздели, номерирани последователно в рамките на раздела. Примери: 5.2., 16.3.1. По този начин се избягва излишното добавяне на допълнителен индекс за номера на главата в номерацията на разделите.

Номерация на таблиците, фигурите и формулите: Включва и номера на раздела. В рамките на един раздел номерацията е в нарастваща последователност, по отделно за таблиците, фигурите и формулите. Примери: Табл. 6-1, Фиг. 16.3.1-2, Формула 5.2-2. Така недвусмислено се свързва съдържанието на фигурите, таблиците и формулите със съответния раздел.

Номерация на информационните източници: В нарастваща последователност, приблизително по реда на употреба в текста, независимо от главата и подредба по други признаци. Номера от 201, 202 и т. н. са заделени за авторските публикации.

Номерата на цитираните източници в текста са оградени в квадратни скоби. Примери: [18], [1, 4, 11], [15, стр. 235]

Използвани абривиатури:

| | |
|----------|--|
| АД - | Акционерно Дружество |
| БВП - | Брутен Вътрешен Продукт |
| БГ40 - | наименование на борсов индекс на Българска фондова борса |
| БФБ - | Българска фондова борса |
| БФП - | Български Фондов Пазар |
| ДЦК - | Държавни Ценни Книжа |
| ИИ - | Инвестиционен/ни инструмент/и |
| КФН - | Комисия за финансов надзор |
| САЩ - | Съединени Американски Щати |
| МАТЛАБ - | Матрична Лаборатория (MATrix LABoratory - MATLAB, наименование на среда за моделиране и алгоритмичен език) |

| | |
|------------|--|
| МОКА - | Модел за Оценка на Капиталови Активи (Capital Asset Pricing Model - САРМ) |
| ФГВБ - | Фонд за Гарантиране на Влоговете в Банките |
| ЗОДФЛ - | Закон за Облагане на Доходите на Физическите Лица |
| САРМ - | Capital Asset Pricing Model (Модел за оценка на капиталови активи - МОКА) |
| СОБОС - | Client Order-Book Online System (Система за онлайн търгуване на БФБ) |
| ЕСМ - | Expectation Conditional Maximization (Метод за максимизация на условното очакване) |
| GUI - | Grafic User Interfase (графичен потребителски интерфейс) |
| ІРСМ - | Interior Point Convex Method (Метод на вътрешната точка, метод за оптимизация) |
| LPM - | Lower Partial Moment (Долен частичен момент) |
| LVCF - | Last Value Carried Forward Imputation (Последна наблюдавана стойност) |
| MIT - | Massachusetts Institute of Technology |
| NASDAQ - | National Association of Securities Dealers Automated Quotation (организиран пазар в САЩ) |
| SIMULINK - | част от MATLAB, интерактивна система за моделиране на многомерни динамични системи |
| SOFIX - | наименование на борсов индекс на Българска фондова борса |

УВОД

Инвестирането (и респективно управлението на инвестиционни портфейли) е постоянно извършвана и много важна дейност, измервана със стотици трилиони долари оборот и многопосочно влияние върху всички процеси в съвременното общество.

Кибернетиката като наука за управлението предлага принципно нови идеи, подходи, принципи и методи с ефективност, доказана в много области на човешката дейност.

Основната идея на настоящата монография е да се посочат възможности за обогатяване на съществуващата инвестиционна теория и практика на основата на кибернетичната теория за управлението и прехвърляне на кибернетични идеи, принципи и методи от областта на инвестирането.

Основната авторска теза в такъв случай може да се формулира така: Използването на кибернетични идеи, принципи и методи (и особено на симулационното компютърно моделиране) в управлението на инвестиционни портфейли разширява полето за научни изследвания и приложни разработки и предлага нови възможности за повишаване на ефективността на инвестиционната дейност.

Основната цел на монографията е да се изследва и моделира процесът на управление на инвестиционни портфейли от кибернетична гледна точка на основата на данни за българския фондов пазар (Българска фондова борса).

Задачите на монографията, следващи от тази цел и разпределени по нейните глави са както следва:

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ.

1.1. Да се направи преглед на информационните източници по засегнатата в монографията тематика (съществуваща инвестиционна теория, кибернетична теория на управлението, моделиране и прогнозиране на сложни системи, процеси на самоорганизация в сложните системи, многоредни селекционни процедури за целенасочен синтез на нови системи и пр.).

1.2. Да се изясни същността на основните понятия, използвани в монографията и да се предложат работни дефиниции за тях.

1.4. Да се направят необходимите теоретични разглеждания, насочени към преформулиране (преразглеждане) на процеса на управление на инвестиционни портфейли в термините на кибернетичната теория за управлението.

1.5. Да се формулират методологическите основи (принципи) на разработката (интердисциплинарност, системен подход, емпирично базиран индуктивен подход, самоорганизация и т.н.).

ГЛАВА II. МЕТОДИКА ЗА СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ НА ОСНОВАТА НА КИБЕРНЕТИЧНАТА ТЕОРИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕТО

2.1. Да се разработи структурна схема и описание на основните блокове в универсален модел на инвеститора, позволяващ да се обхванат (и моделират) широк клас инвеститорски модели (всеки модел на конкретен инвеститор да се получава като частен случай на универсалния модел, подбирайки специфичен вариант за някой/всеки от блоковете му).

2.2. Да се разработи методика за сравнителен емпиричен анализ на различни модели на инвеститори (методика за организиране на конкурентно "състезание" между различни модели на инвеститори, оценявани по еднакви критерии и опериращи в една и съща инвестиционна среда).

2.4. Да се разработят необходимите алгоритми и съответното програмно осигуряване за компютъризирана симулационна среда, позволяваща висока степен на автоматизация при провеждането на сравнителния емпиричен анализ ("състезание") между модели на различни инвеститори.

2.5. Да се разработят необходимите алгоритми и съответното програмно осигуряване за многоредна селекционна процедура за автоматизирано генериране на нови (по-ефективни) инвестиционни портфейли на основата на "оцелелите най-добри" от предходните фази на селекция.

ГЛАВА III. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ (ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ)

3.1. Да се подготви емпирична база данни за сравнителен анализ на различни модели на инвеститори (за управление на инвестиционни портфейли) на основата първични реални данни от Българска фондова борса за периода от 1.01.1998г. до 30.04.2011г.

3.2. Да се извърши необходимия статистически анализ и преработка на първичните данни: филтриране на първичните данни; определяне правилата за попълване на липсващите данни; отчитане на всички корпоративни събития (изплащане на дивиденди, увеличаване на капитала с права, увеличаване на капитала с резерви, промяна на номиналната стойност на ИИ и др.); разработване на нов общ средно-претеглен борсов индекс, обхващащ целия период и всички търгувани инвестиционни инструменти; и преодоляване на всички други практически проблеми, свързани с формирането на унифицирана емпирична база от данни.

3.3. Да се направи обоснован избор на критериите за оценка и сравнение на експериментиранияте модели на инвеститори.

3.4. Да се определи списъка модели на инвеститори, подлежащи на сравнителен анализ, направените при техния синтез допускания и техните варируеми параметри.

3.5. Да се проведат анкетни проучвания, за уточняване на направените допускания, необходими за разработването на симулационните модели на инвеститори.

3.6. Да се разработят специфичните алгоритми (и съответната им програмна реализация) на определените за експериментирани модели.

3.7. Да се проведат серия от симулационни експерименти с определените модели при различни стойности на варируемите им параметри.

3.8. Да се представят резултатите от проведените експерименти в удобен за анализ вид.

3.9. Да се направят експериментално базирани констатации, анализи, изводи, предложения и насоки за по-нататъшни изследвания.

Първичната емпирична база на изследването съдържа всички достъпни данни за пълният набор от инвестиционни инструменти, листирани за търгуване на Българска фондова борса за периода от 27.11.1997 г. до 30.04.2011 г. В резултат от предварителна подготовка и изследване на емпиричната база е подготвена преработена емпирична база, използвана във всички симулационни експерименти (наричана по нататък 'използвана база данни').

Изследователска методика. Основната насока на изследване е експериментален сравнителен анализ на различни модели на инвеститори, опериращи в една и съща инвестиционна среда. За целта са разработени алгоритми (и съответното им програмно осигуряване) за компютъризирана симулационна среда. Всички модели на инвеститори биват тествани на унифицираната състезателна писта от данни. Тестването се прави за всяко наблюдение с всички инвестиционни възможности, достижими в съответния момент, използвайки всички възможни модификации на модела. Така че същността на изследването е състезанието на модели на инвеститори въз основата на исторически данни. С течение на състезанието, най-добрите модификации на модели се избират чрез прагов подбор. Като най-важни елементи на изследователската методика могат да се посочат:

- кибернетичен подход към разглежданите проблеми;
- симулационно компютърно моделиране;
- сравнителен емпиричен анализ ("състезание") между модели на различни инвеститори;
- многоредна селекционна процедура за автоматизирано генериране на инвестиционни портфейли.

Основно допускание е, че всеки от моделите на инвеститор може да се разглежда като съставен от стандартизирани блокове съответстващи на фазите на управление на портфейл. Всяка модификация на всеки модел може да се представи като модификация на универсален модел на инвеститор.

Съществените ограничения възникват от наличните динамични редове за Българска фондова борса, които имат редица неперфектности: недос-

татъчни реални данни, липсващи стойности, краевни ефекти, липса на съществена информация за номинални стойности и ликвидационни дялове на инвестиционните инструменти. Според наличните данни минималната стъпка на експериментиране може да бъде от един ден, а в резултат от използвани методи за оценка на междинни променливи минималният брой на наблюдения на отчитаната предистория трябва да е по-голям от броя на използваните инвестиционни инструменти.

Предмет на монографията са симулационните модели на различни инвеститори, експерименталното сравнение между тях и синтеза на инвестиционни портфейли чрез многоредни селекционни процедури.

Обект на монографията е портфейлът от инвестиционни инструменти, търгувани на организиран пазар – Българска фондова борса.

Обхват на монографията. Монографията обхваща някои от традиционните и класическите теории и подходи за управление на инвестиционни портфейли. Също така в обхвата влизат всички съществени идеи и концепции от кибернетичната теория на управлението. Основните методически аспекти са компютърното моделиране и многоредната селекция. Емпиричното изследване обхваща управлението на инвестиционни портфейли в български условия.

Извън обхвата на монографията са оставени:

- приложение на разработения апарат (методика, алгоритми и програми) в пазарни условия, различни от българските;
- синтез на аналитични математически описания;
- разглеждането на инвестиционният процес от гледна на организационната теория за управлението;
- Модел за оценка на капиталови активи и всички негови модификации;
- всички постмодерни подходи за управление на портфейл;
- използването на редица авангардни методи като невронни мрежи, размита логика, фрактална теория на хаоса и др.

Всички те могат да са предмет на бъдещи изследвания.

Авторът би искал да изкаже благодарност на Българска фондова борса АД за предоставените данни и за показаната ангажираност към научно изследователската дейност в България.

Глава I. ТЕОРЕТИЧНИ ОСНОВИ НА УПРАВЛЕНИЕТО НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ

1. ЗАДАЧИ НА ГЛАВА I

1.1. Да се направи преглед на информационните източници по засегнатата в монографията тематика (съществуваща инвестиционна теория, кибернетична теория на управлението, моделиране и прогнозиране на сложни системи, процеси на самоорганизация в сложните системи, многоредни селекционни процедури за целенасочен синтез на нови системи и пр.).

1.2. Да се изясни същността на основните понятия, използвани в монографията и да се предложат работни дефиниции за тях.

1.4. Да се направят необходимите теоретични разглеждания, насочени към преформулиране (преразглеждане) на процеса на управление на инвестиционни портфейли в термините на кибернетичната теория за управлението.

1.5. Да се формулират методологическите основи (принципи) на разработката (интердисциплинарност, системен подход, емпирично базиран индуктивен подход, самоорганизация т.н.).

Инвестирането (респ. управлението на инвестиционни портфейли) е постоянно извършвана и много важна дейност, измервана със стотици трилиони долари оборот и многопосочно влияние върху всички процеси в съвременното общество.

Кибернетиката като наука за управлението предлага принципно нови идеи, подходи, принципи и методи с ефективност, доказана в много области на човешката дейност.

Основната идея на монографията е да се посочат възможности за обогатяване на съществуващата инвестиционната теория и практика на основата на кибернетичната теория за управлението и прехвърляне на идеи, принципи и методи от едната в другата област.

Настоящата глава има предназначението да създаде теоретична база за такова прехвърляне.

2. СЪЩЕСТВУВАЩА ИНВЕСТИЦИОННА ТЕОРИЯ

2.1. Дефиниции на основните понятия от гледна точка на инвестиционната теория

Понятийната база на съществуващата инвестиционна теория е много добре развита и представена в много информационни източници [1 – 31, 34, 63 - 67, и др.], в това число и на български език [виж например 23]. Независимо от това, между различните автори и школи съществуват значителни терминологични различия, което налага да се приеме набор от работни дефиниции за нуждите на монографията. Там, където е приета съществуваща дефиниция е посочен съответния източник. Всички останали дефиниции са авторски, синтезирани на основата на съществуващите източници, но с отчитане потребностите на монографията.

Инвестиране (investing/investment). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: 'Инвестиционният процес е верига от разсъждения и действия на един индивид, започвайки с обмисляне на инвестицията и завършвайки с формиране на поръчка "купувам/продавам" за инвестиционни активи като акции или облигации' [34, стр. 858]; "Жертва (sacrifice) на определена настояща стойност за получаване (вероятно несигурно) бъдеща стойност" [3, стр. 1013]; "Инвестиране в широк смисъл означава жертва (sacrifice) на текущи долари за бъдещи долари. В общия случай се разглеждат два различни аспекта: време и риск. Жертвата се предприема сега и е сигурна. Ползата идва по-късно, ако изобщо идва, и размерът ѝ е по принцип несигурен." [2, стр. 1]; "Ангажирането на ресурси за едни или други фондове, или едни или други активи, които ще бъдат държани до определен бъдещ период" [1, стр. 680]; "Ангажиране на средства в очакване на положителна норма на възвращаемост" [63, стр. 2].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: инвестиране е процес на съзнателно временно отказване от разполагане с притежавани ресурси при преследване на бъдещи отплати или бъдещи цели и при поемане на определени рискове. Важният фактор в случая е неопределеността от бъдещи събития, което е в контраст със сигурността на настоящите действия. Никой от бъдещите резултати не гарантира компенсирането на направените в настоящия момент разходи и на ограниченията на инвеститора, наложени от неговите решения.

Инвеститор (investor). Изхождайки от предходната дефиниция, инвеститор е лице (физическо или юридическо), което целенасочено използва финансови (или други) ресурси за инвестиция и преследва бъдещи ползи.

Предполага се (без да има изчерпателни доказателства за това), че инвеститорът действа рационално като истински Homo Economicus [79].

Инвестиционни инструменти (Investment instruments, securities). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "Легално представено право за получаване на определени бъдещи ползи при определени условия" [3, стр. 1022]; "Финансовите активи са документи, представящи индиректно собственост върху реални активи, държани от някой друг" [63, стр. 6]; "Ценната книга е инструмент, който може да бъде търгуван свободно и лесно на добре развит пазар" [64, стр. 40].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: инвестиционни инструменти са възможности за инвестиция (инвестиционни активи), търгувани свободно на пазар, който излъчва публично достатъчно съществена информация. Инвестиционните инструменти могат да бъдат нефинансови (които не се разглеждат в настоящата монография) и финансови. Финансовите инвестиционни инструменти се делят на дялови (акции), дългови (облигации) и деривативни (производни). Освен основните видове може да се обособи и отделен клас хибридни инвестиционни инструменти, към който могат да причислят такива, които при определени условия се конвертират от един основен вид в друг (например конвертируема облигация). В зависимост от физическата си форма всички финансовите инструменти могат да бъдат налични и безналични.

Акцията (share). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "Акцията представя дялов капитал или състояние на собственост в корпорация" [2, стр. 279]; "... собственост на дялове в корпорация" [34, стр. 56]; "Акциите обозначават (denote) дялов капитал (собственост) в корпорация." [1, стр. 238]

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: акция е оразмерен и стандартизиран титул за собственост на идеална част от бизнес организация, даващ икономически и управленски права на собственика ѝ.

Облигация (bond). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "Дълговият инструмент представя задължението на издателя да плаща лихви и да възстанови главницата." [1, стр. 150]; "Облигацията е задължение на издателя да плаща на собственика съгласно правила, определени при издаването на облигацията." [64, стр. 50].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: облигация е оразмерен и стандартизиран титул за кредит, отпуснат от собственика ѝ на дадена бизнес организация. Облигацията дава само икономически права на собственика ѝ.

Дериватив (derivative). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "Инструмент, който образува стойността си на основата на стойността на базовата ценна книга." [63, стр. 404]; "Дериватите са инструмент на политиката по управление на риска, използват се главно за поемане или отдаване на риск при приемлива цена, независимо дали става дума за управленски цели, за намаляване на разходите или за подобряване на доходността." [66, стр. 440]. "Дериватив обикновено се дефинира като финансов инструмент, чиято стойност зависи от стойността на друг, по-базов основополагащ актив, който типично е акция или дял от компания" [139, стр. 13].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: дериватив е целенасочено създаден финансов инструмент, чиято цена зависи от движението на пазарно формирана цена на даден базов актив. Базовият актив може да бъде акция, инвестиционен портфейл, стока, право, валута или всичко друго, което има цена в резултат на това, че се търгува на някакъв пазар. Деривативите се използват основно за прехвърляне на инвестиционен риск.

Взаимен инвестиционен фонд (mutual fund). Взаимен фонд е инвестиционно дружество от отворен тип, което дава възможност да се акумулира паричен ресурс от големи групи хора, притежаващи общи инвестиционни цели и еднопосочни финансови интереси. От една страна фондът набира средства, като всеки от инвеститорите закупува определен брой дялове. От друга страна набраните по този начин средства се влагат в набор от различни видове финансови инструменти. Взаимният фонд е инвестиционен портфейл, от който (древните) инвеститори могат да закупят идеална част. Отговорността за управлението на инвестиционния портфейл, както и за всички други операции на фонда носи инвестиционния мениджър [126, с. 304].

Индексен фонд е вид взаимен фонд, композиран така, че да дава възвръщаемост, близка до тази на даден индекс или портфейл, конструиран от важни за пазара финансови активи. Индексните фондове са пасивно управлявани - управлението на портфейла се извършва на основата на предварително и ясно дефинирани правила. Най-често те са заложени в компютърен алгоритъм, който обективно и на основата на данните от пазара определя инвестиционните решения на фонда.

Организиран пазар (organized market). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "Организираният пазар е централизирано физическо място, където се търгува по набор от правила и регулации." [2, стр. 46]; "Организираните пазари са физически пазари, където агенти на купувачите и продавачите оперират чрез процес на търгуване (auctioning)." [63, стр. 22]; "Механизъм за подпомагане на обмена на финансови активи чрез свързване на купу-

вачите и продавачите." [2, стр. 839]; "... позволява бизнес организациите и правителството да набират необходимите им средства като продават инвестиционни инструменти" [1, стр. 56].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: организиран пазар е централизирана локация за свободен обмен на капитали под формата на инвестиционни инструменти при определени правила за търговска, информационна и друга равнопоставеност между всички участници – продавачи и купувачи, емитенти и инвеститори, посредници и пр.

Инвестиционен портфейл (investment portfolio). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "... комбиниране на инвестиционни инструменти в общ комплект (портфейл) според предпочитанията и нуждите на инвеститора.' [34, стр. 2]; 'Всички инвестиционни инструменти притежавани от инвеститор и разглеждани като група' [1, стр. 7]; 'Наборът от инвестиционни инструменти.' [3, стр. 167]; 'Инвестиционните инструменти, всеки с присъщи риск и доходност, в комбинация правят портфейл.' [63, стр. 2].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: инвестиционен портфейл е комбинация от инвестиционни инструменти, притежавани от инвеститор. Всички лица притежават (съзнателно или не) / (целенасочено или не) портфейл от някакъв вид. В настоящото изследване, фокусът ще бъде върху портфейли, комбиниращи финансови инвестиционни инструменти, търгувани на организирани финансови пазари и съзнателно притежавани от инвеститори. Основната причина за използване на инвестиционен портфейл е да се подобряват условията за инвестиране, като чрез него се получат такива свойства (стойности на съществени променливи), които са недостижими от всеки един инвестиционен инструмент по отделно. Най-често (но не единствено) разглежданите съществени променливи са риск и доходност.

Доходност (възвръщаемост, return, return on asset, return on investment). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: "... процентното изменение в богатството за един период спрямо друг.' [25, стр. 389]; "... общият финансов резултат възникнал от инвестицията за един първоначално инвестиран долар. Финансов резултат в случая трябва да се разбира в широк смисъл, включващ както парични преразпределения, така и капиталово нарастване.' [34, стр. 773]; 'Измерването на реална (историческа) доходност е необходимо за инвеститорите, за да оценят колко добре са се справили или колко добре са се справили инвестиционните мениджъри от тяхно име.' [1, стр. 114];

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: доходност е относителният размер на промяната в стойността на инвестицията, настъпил за разглеждания период от време.

Риск (risk). В литературата понятието риск в инвестиционен контекст се разглежда в два аспекта – от гледна точка на количествената му оценка и от гледна точка на психологическата склонност за неговото поемане. Първият смисъл на понятието се обобщава от следните дефиниции: ‘... възможни отклонения от очакваната доходност.’ [67, стр. 237]; ‘Измерител за несигурността на резултатът от дадено събитие. Колкото по-голямо разнообразието на възможните резултати, ..., толкова по-голям е рискът.’ [65]. Вторият смисъл на понятието се обобщава от следните дефиниции: ‘несигурност относно бъдещите доходности.’ [34, стр. 123]; ‘Вероятността реалните резултати от инвестицията да се различават от очакваните резултати.’ [1, стр. 11].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: рискът е свързан с факта, че реалните бъдещи резултати ще са различни от желаните резултати. Количествената оценка на риска представлява стойност, измерваща степента на различие между бъдещите реални резултати и желаните резултати. В по-нови източници рискът се свързва с разликата между желани и негативни резултати [24]. Склонността за поемане на риск е индивидуален показател, специфичен за всеки инвеститор.

Ликвидност (liquidity). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: ‘... е размерът на разходите и лекотата, с която актив може да бъде превърнат в пари, т.е. да бъде продаден.’ [34, стр. 253]; ‘... възможността инвеститорите да конвертират инвестиционните си инструменти в пари на цена близка до цената на предишната сделка, приемайки, че от тогава не се е появила някаква съществена нова информация.’ [2, стр. 46]; ‘Лекотата с която един актив може да бъде закупен или продаден бързо с относително малка промяна в цената.’ [1, стр. 680].

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: ликвидност на инвестиционен инструмент е свързано с възможността за трансформирането му в друг инвестиционен инструмент или парична стойност без съществена загуба на стойност (включително и пълна загуба на стойност). Липсата на ликвидност се изразява във времеви закъснения на транзакцията или дефицит на алтернативни инвестиции за транзакция.

Диверсификация (diversification, portfolio effect). Понятието е разгледано в множество източници, като основните смислови насоки се обобщават от следните дефиниции: ‘Инвестициите се правят в разнообразни активи, така че експозицията към риск на всеки отделен инвестиционен инструмент е ограничена.’ [34, стр. 150]; ‘Процес на добавяне на инвестиционни инстру-

менти в портфейла за да се намали уникалния риск и от там общия риск на портфейла.' [2, стр. 836]; 'Влиянието на дадена инвестиция върху общата фирмена композиция от риск към доходност. Фирмата трябва да разглежда не само индивидуалните инвестиционни характеристики на даден проект, но и как този проект кореспондира с целия портфейл от дейности.' [65, стр. 687]; 'Дисперсията на доходността от портфейл може да бъде намалена чрез включване на допълнителни активи в портфейла.' [64, стр. 151].

'От гледна точка на централната пределна теорема, [разпределението на] сумата на идентични и независими случайни величини с ограничена дисперсия асимптотически клонят към Гаусово разпределение. '[66, стр. 19]. Така дадената дефиниция всъщност казва, че колкото повече инвестиционни инструменти ("независими случайни величини") се включват в портфейла, толкова разпределението на доходите на целия портфейл ще наподобява нормално ("Гаусово") разпределение или с други думи ще се намалява неопределеността на целия портфейл произтичаща от разнообразните разпределения на отделните ИИ.

Обобщавайки всичко по-горе, в настоящия текст се използва следната работна дефиниция: диверсификация е подобряването на отношението риск към доходност чрез разпределяне на средства в определен брой инвестиционни инструменти, включени в портфейла.

2.2. Развитие на теорията за инвестиционни портфейли

2.2.1. Предварителни бележки

Научната мисъл и инвестиционната практика са създали значителен брой подходи, методи, модели, процедури и стратегии за управление на инвестиционни портфейли. В настоящото изложение понятията подход, метод, процедура, стратегия за управление на инвестиционен портфейл, свързани с теоретически приноси на различни автори се обобщени в понятието метод за управление на портфейл.

В зависимост от етапа на развитие на теоретичната си концепция методите за подбор, оценка и управление на портфейла могат да се обособят в следните групи:

Традиционни методи. Базираны са на интуитивни, или наивни, или традиционни, или субективни концепции за управление на инвестиционен портфейл (например: технически анализ, наивна диверсификация и пр.)

Класически методи. (Modern Portfolio Theory) Разработени са от много изследователи за периода от 1952 г. (започвайки с основополагащата статия на Хари Марковиц [9]) до приблизително 1990 г. (официално удостояване на Марковиц, Шарп и Милър с Нобелова награда по икономика за приноса им в

теорията на инвестирането). В настоящата разработка са разгледани трите най-съществени метода от гледна точка на дребния инвеститор. Така основните моменти от МОКА и неговите модификации не са представени.

Посткласически методи. Разработката им започва в края на 80-те години след големия борсов срив през м. октомври 1987 и е свързана с необходимостта от въвеждането на нови статистически и числени методики за проверка, коригиране и подобрене на теорията. След връчването на нобеловата награда на Марковиц, Шарп и Милър, в световен мащаб се интензивира изследователската дейност по темата, привличайки специалисти от разнообразни сфери на познание. Това води до принципно нови евристични предложения и трансфер на методологии от други науки. Основни представители на този клас методи (без да има претенции за изчерпателност) са:

- Максимизиране на средно-геометричната доходност [94, стр. 213];
- С критерий за сигурност (safety first criterion) [94, стр. 216];
- Стохастична доминация [94, стр.222];
- Въвеждане на критерий на третия момент [94, стр. 230];
- Портфейлни мрежи [93];
- Портфейл, оптимален по растежа си [64, стр. 417] и др.

Авангардни методи. Тези, които се намират в процес на разработка по настоящем. Развитието им е свързано със силно подобрените възможности на компютърната техника, но и с все по-явната конвергенция на научните полета. Повечето от тези методи стъпват върху философия за комплексност и нелинейност на зависимостите в Света и в много случаи произхождат от познания, добити от естествените науки. Така например съществуват авангардни методи базирани на теория на хаоса и фрактали, генетични алгоритми, невронни мрежи, размити множества и размита логика и др [виж напр. 139, стр. 137-160; 213]

2.2.2. Традиционни методи

В настоящата монография е обърнато внимание на четири метода от тази група. Два от тях са традиционните подходи за субективен подбор на инвестиционни инструменти, един по един – това са фундаментален анализ и технически анализ.

При другите два философията е по-близка до портфейлната, макар че са произлезли от прагматични традиционни схващания на инвеститорите. При тях инвестициите се подбират в комбинация (а не по отделно) в преследване на комбинирани свойства на инструментите. Това са наивната диверсификация и случайният подбор.

Фундаментален анализ на инвестиционните инструменти. При фундаменталния анализ се търси логическа връзка между динамиката на цената

на инвестиционния инструмент и икономическата конюнктура. Разглеждат се основни икономически и пазарни фактори като годишна печалба, изплатени дивиденди, отношения между цена на акция и печалба, макроикономическите показатели и други. Фундаменталния анализ се състои в последователното изследване на все по-фокусирана част от икономиката:

Макроикономически анализ – За да се определи подходящата цена за инвестиционните инструменти, емитирани от даден стопански субект (фирма), трябва да се прогнозира финансовото бъдеще и съответно паричните потоци, които може да се очакват. Тъй като перспективите на фирмата са свързани с тези на цялата икономика, то оценъчните анализи трябва да отчитат стопанската среда в която работи фирмата. Макроикономическият анализ включва анализ на глобалната икономика, външен макроикономически анализ и анализ на въздействията върху търсене и предлагане за икономиката, в която оперира целевата компания. Разглеждат се показатели и фактори за брутен вътрешен продукт, заетост в икономиката, инфлация, лихвени равнища, бюджетен дефицит, настроения на потребителите, шокови събития върху търсенето и предлагането, фискалната политика, монетарната политика, икономическите цикли.

Отраслов анализ и анализ на чувствителността към бизнес циклите. Изследва се целия отрасъл (ако е необходимо подотрасли) от икономиката, засягащ изследвания стопански субект (фирма).

Индивидуален фундаментален анализ. Подробно изследване на всеки аспект от дейността на фирмата. За да се добие представа за бъдещото движение на цената на инвестиционните инструменти е необходимо да се изясни актуалното финансово състояние, историческото развитие и бъдещите тенденции за развитие на фирмата. Информацията, от която се нуждае този анализ, се съдържа във финансово-счетоводните данни.

Основният подход е сравнението с останалите анализирани обекти от съответния етап на анализа. Възможно е също да бъде проведено сравнение с т.нар. бенчмаркови показатели – общоприети като стандарт за съответната област.

Технически анализ на динамични редове. Техническият анализ се абстрахира от икономическата логика и разглежда цената на анализирания инвестиционен инструмент като динамичен числов ред, опитвайки се да открие регулярна околичествена зависимост в него. Вниманието се фокусира върху историческите данни за движение на цената, търгувания обем, тренд и др. Те се използват за преизчисление на разнообразни аналитични показатели относно инвестиционния инструмент в динамика.

Много често техническият анализ е отъждествяван с т.нар. чартизъм, тъй като той се базира основно на графичното представяне на динамичните редове и изчислените показатели. Методите на техническия анализ са приложими при обработката на данни за ценни книги, индекси, стоки или всеки

друг търгуем инструмент, търгуван на организиран, ликвиден пазар, но при който няма нормативни ценови ограничения и цената се влияе от единствено от законите на търсенето и предлагането.

Теоретическите основи на техническия анализ, положени в теорията на Чарлз Дау, са изградени върху следните постулати:

- Цената оценява всичко;
- Движението на цените не е напълно случайно;
- "Какво" е по-важно от "Защо".

Цената оценява Всичко. Техническият анализ приема, че в цената на даден инвестиционен инструмент е отразена цялата съществена информация за него. Следователно цената е справедливата оценка на инвестицията и може да се използва за основа при анализа. В крайна сметка пазарната цена отразява сумарното знание на всички участници на пазара.

Движението на цените не е напълно случайно. Макар да има периоди, през които цените се движат относително случайно, като цяло те следват тенденции. Възможно е да се идентифицира тренд, да се търгува и/или инвестира съобразно него и да се печели от правилното предвиждане.

"Какво" е по-важно от "Защо". Концентрирайки се върху цената, техническият анализ представлява един доста директен подход. При него се разчита на само на два вида информация: "Каква е сегашната цена?" и "Какво е било движението на цената досега?". Поради комплексния характер на пазара се счита, че логическото обяснение на зависимостите влияещи върху цената е нееднозначно, а резултатите от него за съмнителни. В крайна сметка цената е резултат от законите на търсенето и предлагането и цената на един инструмент е само това, което някой е готов да плати за него.

Основен недостатък както при фундаменталния, така и при техническия анализ е, че в крайна сметка решаващо значение имат субективното мнение на анализатора т.е. и двата подхода само предоставят данни, с които анализаторът да може да приложи предишния си опит. Резултатите от техническия и от фундаменталния анализ са отворени за интерпретация – двама различни анализатори, разглеждайки един и същ инструмент, биха открили различни зависимости, тенденции и възможни развития, подкрепяйки ги с различни логически правилни разсъждения. Широко е разпространено мнението, че макар и да се базира на количествени методи, самият анализ е по-скоро изкуство от колкото наука.

Наивна диверсификация. Традиционното мислене на инвеститорите използва концепциите за риск и доходност доста свободно. Въпреки че те като цяло имат понятие за риска, той традиционно не е оценяван количествено. Интуитивно се знае, че е необходимо диверсифициране за да се разп-

редели риска между повече инвестиционни инструменти и че с увеличение на броя им, ще намалява общият риск на портфейла.

В портфейла, съставен по метода на наивната диверсификация, се включват възможно най-голям брой инвестиции. Очаква се реализирането на риска да засегне само част от инвестициите. Диверсификацията намалява риска, защото инвестициите реагират по различен начин на съществените фактори, а цените им не се движат еднакво, едностранно и едновременно. Често явление при наивната диверсификация е еднаквия дял от средства, които се влага в различните инвестиции, за да се опрости съставянето на портфейла.

Типичният основен недостатък при наивната диверсификация е липсата на каквото и да е било метод за избор на оптимална структура на портфейла.

Подбор на случаен портфейл. Този подход е продиктуван от идеята за перфектността на инвестиционните пазари. Понятието перфектен пазар става актуално с популяризирането на теориите на изследователите Южийн Фама [14] и Бъртън Малкиел [12]. В общи линии двамата стигат до извода, че в условията на все по-развити средства за комуникация и информация, цените на инвестиционните инструменти зависят във все по-малка степен от историческото им развитие. Концепцията за перфектен пазар може да бъде отнесена към всеки финансов пазар [1].

Движението на цените, разглеждано като случайно Брауново движение (Random Walk) [15] е изследвано още от Морис Кендал [16] през 1953. Но идеята е развита в цялостен вид от Малкиел в книгата му през 1973 година.

Издига се тезата, че предходните движения и трендове на цената на един финансов инструмент или на целия пазар не могат и не бива да се използват за прогнозиране на бъдещите промени. Приема се, че цените на финансовите инструменти се движат случайно и непредсказуемо т.е. вероятността цената на един финансов инструмент да се повиши за следващия период е равна на вероятността да се понижи. Цените на финансовите инструменти са независими една от друга и имат еднакви вероятностни разпределения, т.е. предоставят еднакъв шанс за печалба или загуба.

Едно от основните следствия от тези допускания е, че е невъзможно да се получи по-висока доходност от тази на пазара без да се поеме допълнителен риск. Ето защо най-добрият подход е да се инвестира в широка извадка от случайно подбрани инвестиционни инструменти. По този начин на практика се инвестира в нещо близко до пазарния индекс и се разчита на предвиждане на движението на целия пазар. Много често това се организира като индексен фонд. Малкиел отрича техническия анализ и фундаменталния анализ като чиста загуба на време и като недоказани методи за получаване на по-висока доходност от тази на целия пазар.

Хипотеза за перфектен пазар (Efficient Market Hypothesis) [15]. Хипотезата е формулирана от Южийн Фама. Смесът ѝ е, че е невъзможно да се

"победи" пазара, тъй като в цените вече е включена и отразена цялата съществена информация, от която зависи промяната им. Безсмислено е да се търсят подценени инвестиционни инструменти или да се предвиждат тенденции на пазара по какъвто и да е метод, защото пазарът е принципиално непрогнозируем. Всяка сделка на инвестиционни инструменти е по-скоро "игра на шанс", отколкото резултат от инвестиционни умения. Ако пазарът е перфектен, то цените отразяват цялата информация и няма начин да се закупи (продаде) подценен (надценен) инвестиционен инструмент, от който да спечели.

Теорията за перфектност на пазарите има много опоненти [виж напр. 17], особено сред инвестиционните посредници и консултантите. Основният контраргумент е, че инвеститорите основават своите очаквания на информацията за предходни периоди – пазарни цени, финансови показатели и прочие. Но тъй като е прието, че движението на цените главно зависи от очакванията на инвеститорите, следва да се приеме, че от информацията за минали периоди зависи бъдещето развитие на пазара.

Хипотезата за перфектен пазар важи във все по-голяма степен, при все по-развит пазар. При инвестиране на развиващ се пазар (например българския), вътрешните зависимости между участниците на пазара са относително по-прости и по-лесни за прогнозиране. Така хипотезата в по-малка степен важи при развиващи се пазари, а подходът за подбор на случаен портфейл е по-неуспешен.

Друга особеност, с която инвеститорът трябва да се съобразява при използването на подхода за подбор на случаен портфейл е, че подходът има по-добър шанс за успех в по-дългосрочен инвестиционен хоризонт. Малкиел дори препоръчва на инвеститорите да не преразглеждат портфейлите си дори в наглед тежки пазарни условия (виж напр. [80]).

2.2.3. Класически методи

Модел на Марковиц. Хари Марковиц [9, 10] е първият разработил идеята за диверсификация на портфейла в научен вид. С количествени методи той доказва защо и как диверсификацията намалява риска в даден инвеститорски портфейл. Марковиц пръв разработва количествена мярка за риск на портфейл и пръв изчислява очакваните риск и доходност за даден портфейл. Неговият модел се базира на очакваната доходност и риск на инвестиционните инструменти.

Марковиц доказва едно основно твърдение: При правилно управление, рискът на един портфейл е по-малък от средно претегления риск на отделните инструменти от портфейла. Точно в това се очертава най-големия принос на Марковиц към портфейлната теория. Той за пръв път насочва вниманието не към броя на инструментите, а към типа на инструментите, в които се инвестират.

тира и на взаимовръзките между тях. За пръв път пакетът от инвестиции, който формира един инвеститор, може с пълно основание да се нарече портфейл, защото той вече не е просто субективно подбрано множество, а съвкупност от внимателно определени инструменти на базата на взаимната им обвързаност.

Също така Марковиц пръв представя концепцията за "оптимален портфейл". Той го дефинира като портфейл, характеризиращ се с най-малкия риск за дадено ниво на очакван доходност или като портфейл с най-голям очакван доходност при дадено ниво на риск. В настоящото изложение е предпочетено използването на понятието "оптимален портфейл", като превод на английския термин "efficient portfolio" (оригинално използван от изследователите на теорията за портфейла). Следвайки същата логика, понятието "efficient frontier" е използвано със своя български превод "граница на оптималните портфейли".

Рационалното поведение изисква инвеститора да се стреми към оптимални портфейли. Така той би получил максимална очаквана доходност при заложено ниво на риск или минимално ниво на риск при зададена очаквана доходност. За да се определи набор от оптимални портфейли, е необходимо да се определи очаквания доходност и стандартното отклонение за всеки портфейл.

Марковиц прави някои основни допускания при разработването на своя модел, според които инвеститорът:

- 1) харесва доходността и не харесва риска
- 2) действа рационално при изработването на решения
- 3) решава на основата на максимизиране на очакваната полезност.

Моделът генерира оптимални портфейли, основани на набор от входни данни, осигурени от инвеститора (или анализатора):

1. Очаквана доходност за всеки разглеждан финансов инструмент.
2. Стандартно отклонение (или дисперсията) на доходностите, като мярка за риска за всеки финансов инструмент.
3. Ковариация (или корелацията) като оценка на взаимната зависимост между нивото на доходностите от различните финансови инструменти.

Класическият начин за описване очакваната доходност от даден инвестиционен инструмент е чрез математическо очакване на набор потенциални доходности за съответния ИИ (виж например [1, стр. 570]; [34, стр. 150]; [23, стр. 38]; [63, стр. 81]; или дори [10], където същият подход е онагледен с конкретни числени стойности). Така взимайки вероятностното разпределение за различните потенциални доходности от произволен инструмент, може да се изчисли очакваната му доходност (2.2.3-1).

$$E(R_i) = \sum_{k=1}^m (P_k) PR_k$$

$$\sum_{k=1}^m (P_k) = 1 \quad \dots(2.2.3-1)$$

P_k – вероятност за получаване на всяка потенциална доходност

PR_k – потенциална доходност от даден инструмент

m – брой потенциални доходности от даден инструмент

За да се измери риска на даден инструмент, се използва дисперсия или стандартно отклонение за очакваните доходности (2.2.3-2).

$$VAR(R_i) = \delta_i^2 = \sum_{k=1}^m (PR_k - E(R_i))^2 P_k \quad \dots(2.2.3-2)$$

$$SD(R_i) = \delta_i = \sqrt{\sum_{k=1}^m (PR_k - E(R_i))^2 P_k}$$

Очакваната доходност от даден портфейл се изчислява като средна претеглена от очакваните доходности на всички инструменти включени в него. Използваните тегла представляват дяловете на инвестираните средства в даден инструмент. Сумата на теглата на всички инструменти трябва да е 100 % от общо инвестираните средства в портфейла (2.2.3-3).

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i \cdot E(R_i) \quad \dots(2.2.3-3)$$

W_i – дял на инвестираните средства в инструмент i

$E(R_i)$ – очакван доход от инструмент i

n – брой използвани инструменти

Независимо от броя на инвестиционните инструменти включени в даден портфейл или дела от общо инвестираните средства вложени във всеки инструмент, очакваната доходност от портфейла е винаги средна претеглена от очакваните доходности от всеки индивидуален инструмент.

В модела на Марковиц рискът се измерва чрез дисперсия или стандартно отклонение на доходността от портфейла, аналогично на формула 2.2.3-2 в случая с индивидуалния инструмент. Но "въпреки че очакваната доходност от портфейл е средна претеглена от очакваните доходности от индивидуалните инвестиции, включени в портфейла, рискът не е средна претеглена величина от индивидуалните рискове" [1, с. 573] (2.2.3-4).

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i \cdot E(R_i), \quad \dots(2.2.3-4)$$

НО

$$VAR(R_p) \neq \sum_{i=1}^n W_i \cdot VAR(R_i)$$

Именно поради (2.2.3-4) инвеститорите могат да намаляват общия риск на портфейла. Общият риск зависи не само от средни претеглени рискове на инструментите в портфейла, но също и от взаимните зависимости (ковариациите) между доходностите от отделните инструменти. Ето защо "рискът на портфейла е функция от риска на всеки индивидуален инструмент и ковариациите между доходностите от индивидуалните инструменти (2.2.3-5).

$$VAR(R_p) = \sum_{i=1}^n W_i^2 \cdot VAR(R_i) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i \cdot W_j \cdot COV(R_i, R_j); i \neq j \quad \dots(2.2.3-5)$$

W_i – относителен дял на ИИИ i

$VAR(R_i)$ – дисперсия на доходността от инструмент i

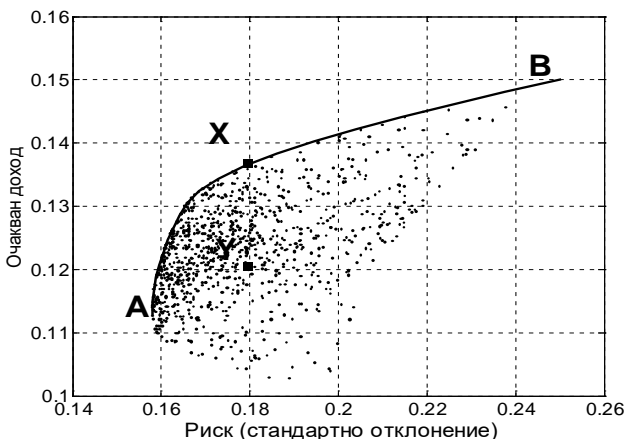
n – брой използвани инструменти

$COV(R_i, R_j)$ – ковариация между доходностите от инструменти i и j

Първото събираемо на (2.2.3-5) представлява претегления риск на всички индивидуални инструменти от портфейла. Втората част, претеглените зависимости (ковариация) между доходностите от инструментите, може да приема положителна стойност, отрицателна стойност или нула. Този израз изчисляващ ковариация (2.2.3-5) може да е толкова важен, колкото изразът, изчисляващ рисковете на отделните инструменти. С прибавяне на нови инструменти в портфейла, средната ковариация между тях е все по-важна от присъщите им индивидуални рискове.

След поясняване на методите за изчисляване на риск и доходност на портфейл, вече може да се конструират оптимални портфейли чрез модела на Марковиц.

На фигура 2.2.3-1 са изброени чрез точки възможни портфейли, характеризирани с присъщите за всеки от тях риск и очакван доходност. В теорията това е известно като набор от осъществими портфейли – възможни за конструиране портфейли, но не задължително предпочитани. Осъществимите портфейли според Марковиц са само такива, чиято сума на теглата на инструментите, включени в тях, е равна на 100%



Фигура 2.2.3-1. Граница на оптимални портфейли

Разбира се, границата на оптималните портфейли в общия си случай е известна като граница на оптималност по Парето [79]. Тя се дефинира като набор от възможни решения на функция при наличието на много критерии, при който подобрението по един критерий става само за сметка на влошаването на някой от другите критерии. Докато подобрението по даден критерий не влошава другите критерии се счита, че решението не принадлежи на границата на оптималност на Парето. В тази връзка понятието оптималност и оптимален портфейл се използва в смисъла на оптимален при дву-критериалната оптимизация между максимум доходност и минимум риск.

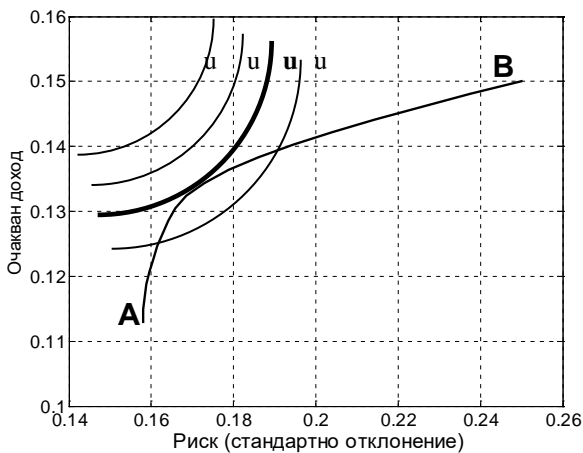
Обикновено в такъв случай се прилага принципа на необходимото външно допълнение, според който се налага да се въведе допълнително условие към вече определените критерии, за да се избере едно окончателно решение. Така и при моделът на Марковиц, който не предлага един оптимален портфейл, а набор от оптимални портфейли, се прилага принципът за необходимото външно допълнение. За да се избере портфейл, който да задоволи личните предпочитания на инвеститора се използват фамилии от криви на безразличие, които се предполага, че са известни на инвеститора. Тези криви (фигура 2.2.3-2) описват индивидуалните предпочитания на инвеститора относно риска и доходността.

Оптималният портфейл е допирната точка между най-високата крива на безразличие за инвеститора и кривата на оптималните портфейли. Този портфейл максимизира полезността за инвеститора, тъй като кривите на безразличие отразяват предпочитаната от инвеститора полезност. На фигура 2.2.3-2

криви U1 и U2 са недостижими (извън полето на възможните портфейли), а U4, макар и достижима навлиза в полето на неоптималните портфейли. Кривата U3 е най-високата крива на безразличие, която се допира до кривата на оптималните портфейли.

Следва да се отбележи, че по-консервативните инвеститори (предпочитат по-малък риск) биха избрали портфейл от лявата част на границата на оптимални портфейли. Обратно, агресивните инвеститори биха търсили портфейл от дясната част на кривата, преследвайки по-високи доходности (заедно с по-голям риск).

Практическото приложение на модела за избор на портфейл на Марковиц изисква огромен брой оценки за ковариациите между доходностите на всички двойки от ценни книжа, от които инвеститорът избира. Тези оценки трябва да бъдат въведени в програмата за математическа оптимизация, нуждаеща се от много мощен компютър, недостъпен по времето на разработката на модела. В тази връзка възниква въпросът дали има начин да се опрости изчислителната процедура.



Фиг. 2.2.3-2. Избор на оптимален портфейл чрез криви на безразличие.

Именно тук на помощ идва идеята за Едноиндексния модел. Той непосредствено облекчава огромните изчисления и предлага съществено нови представи за природата на систематичния и несистематичния риск [виж напр. 2, с. 188-190].

Едноиндексен модел. Уилиам Шарп започва работа върху оценката на капиталови активи и модерната теория на портфейл през 1960 г. През 1961 г.

той разработва нов модел за оценка на капиталови активи, който използва силното допускане, че рискът на един инвестиционен инструмент може да бъде дихотомизиран в две части: 1) част, свързана с корелацията с други инструменти, и 2) част, свързана с напълно уникални за дадения инструмент фактори. Това допускане, което Шарп оригинално нарича "диагонален модел", по-късно придобива популярност под името "едноиндексен модел" [4].

Ковариациите между доходностите от инвестиционните инструменти проявяват склонност да бъдат положителни, защото икономическите фактори, влияещи върху дейността на много икономически субекти (които са същевременно и емитенти на инвестиционни инструменти) са едни и същи. Промените в тези фактори предизвикват промени в очакваните доходности на целия фондов пазар. За последващи анализи е целесъобразно да се (1) идентифицират и подберат съществените фактори, влияещи в най-голяма степен върху движението на цените на финансовите инструменти или (2) да се обобщят съществените фактори в малко на брой макро- фактори, за които има достатъчно наблюдения.

Според едноиндексния модел всички фактори могат да бъдат групирани в един общ макро- фактор, при допускане, че той обобщава фондовия пазар. Допуска се и че останалата специфична неопределеност в очакваните доходности от инструментите е несъществена.

Разграничението между макроикономическите фактори и специфични фактори може да се представи с общ модел за доходност от инвестиционен инструмент (2.2.3-6).

$$R_i = A_i + M + \varepsilon_i \quad \dots(2.2.3-6)$$

R_i – очаквана доходност от инструмент i
 A_i – очаквана доходност от инструмент i като се отчитат само специфични фактори
 M – влияние на макро – фактор
 ε_i – влияние на необяснени с модела фактори

Различните финансови инструменти имат различна чувствителност към макро- факторите.

Моделът (2.2.3-7) е известен като факторен модел на доходността от инвестиционен инструмент. Бета коефициентът (β_i) е показател за еластичността на финансовия инструмент по отношение на динамиката на макро- фактор. Най-често за макро- фактор се използва "пазарен портфейл", включващ всички рискови финансови инструменти в икономиката [5] или поне широк борсов среднопретеглен индекс. по този начин се и изпълнява изискването факторът да обобщава целия фондов пазар. Така моделът добива популярност като едноиндексен модел.

$$R_i = A_i + \beta_i \cdot F + \varepsilon_i \quad \dots(2.2.3-7)$$

F – макро – фактор

β_i – чувствителност на доходността от инструмент *i* спрямо макро – фактора

Следващата стъпка е да бъдат изведени моделите за очаквана доходност (2.2.3-8), дисперсия (2.2.3-9) и ковариация (2.2.3-10) за всеки отделен инвестиционен инструмент.

Изчисленията по този начин се съкращават значително в сравнение с модела на Марковиц [виж напр. 1, с. 586]. За да се решат моделите са необходими оценки за A_i , β_i и $VAR(\varepsilon_i)$, които могат да бъдат получени чрез регресионни и/или вероятностни подходи. С получените данни може да се определят оптималните портфейли по модела на Марковиц.

$$E(R_i) = A_i + \beta_i \cdot E(R_m) \quad \dots(2.2.3-8)$$

$E(R_m)$ – очаквана доходност за целия пазар / индекс

β_i – чувствителност на доходността от инструмент *i* спрямо целия пазар / индекс

$$VAR(R_i) = \beta_i^2 \cdot VAR(R_m) + VAR(\varepsilon_i) \quad \dots(2.2.3-9)$$

$VAR(R_m)$ – дисперсия за доходността от целия пазар / индекс

$VAR(\varepsilon_i)$ – дисперсия за необяснените от модела отклонения на доходността на инструмент *i*

$$COV(R_i, R_j) = \beta_i \cdot \beta_j \cdot VAR(R_m) \quad \dots(2.2.3-10)$$

Едноиндексният модел представя всъщност двата източника на риск за всеки инвестиционен инструмент (фигура 2.2.3-3):

- 1) Систематичен риск (пазарен риск, недиверсифицируем риск).
- 2) Несистематичен риск (уникален риск, диверсифицируем риск).

Диверсификация отстранява уникалния риск на един отделен инвестиционен инструмент, така че подходяща мярка за риска е бета коефициента (β) (2.2.3-11). Чрез него се измерва систематичния (пазарния) риск. Той показва приноса на инвестиционния инструмент към риска на диверсифициран портфейл.

$$\beta_i = \frac{COV(R_i, R_m)}{VAR(R_m)} \quad \dots(2.2.3-11)$$

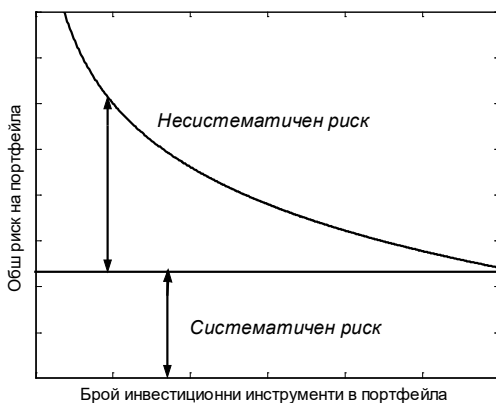
Бета коефициентът на портфейл е средната претеглена стойност на β коефициентите на инструментите, включени в него (2.2.3-12).

$$\beta_p = \sum_{i=1}^k \beta_i w_i, \quad \dots(2.2.3-12)$$

β_p - бета коефициент на портфейл p

k - брой ИИ, включени в портфейл p

Модел на инвестиционен портфейл с включен безрисков актив. (Модел на Тобин). През 1958 Джеймс Тобин [5] представя идеята за прерастване на инвестиционните решения във финансови. Разработката на Тобин е своеобразен преход между теорията на Марковиц и Модела за оценка на капиталовите активи, разработен по-късно от Уилям Шарп.



Фигура 2.2.3-3. Систематичен и несистематичен риск

Тобин прави нов поглед върху същността на модела на Марковиц, допълвайки теорията с инвестирането в безрискови финансови инструменти. В следствие от това се разширява понятието "границата на оптималните портфейли", въведено от Марковиц, като се видоизменя в линия на капиталовия пазар (Capital Market Line).

Съществен момент е дефиниране на понятието безрисков финансов инструмент. Рисков е всеки финансов инструмент, чиято бъдеща доходност е несигурна и непредсказуема. На теория всички финансови инструменти са рискови. В практиката обаче се счита, че съществуват финансови инструменти чиито доходности са сигурни и предсказуеми за непосредствения бъдещ период от време. Обикновено за безрисков финансов инструмент се приемат краткосрочните (с матурирети до 3 месеца) държавни ценни книжа на САЩ.

Конструирание на комбиниран портфейл от безрисков финансов инструмент и даден рисков оптимален портфейл по модела на Марковиц е показано в (2.2.3-17) и (2.2.3-18).

Тъй като става дума за безрисков инструмент може да се приеме, че дисперсията (като мяра за риска) му е равна на нула. Освен това ковариацията на безрисковия инструмент с всички останали рискови портфейли/инструменти е равна на нула, тъй като в случая доходността на безрисковия инструмент е константна, а доходностите на всички останали ИИ са променливи. Следователно рискът на такъв комбиниран портфейл е линейна функция от риска на рисковия портфейл и неговия относителен дял в комбинирания (2.2.3-19).

$$E(R_c) = W_f \cdot E(R_f) + W_p \cdot E(R_p)$$

E(R_c) – очаквана доходност от комбинирания портфейл
W_f – относително тегло на безрисковия финансов инструмент
в комбинирания портфейл ... (2.2.3-17)

W_p – относително тегло на безрисковия финансов инструмент в комбинирания портфейл (1 – W_f)
E(R_f) – очаквана доходност от безрисковия финансов инструмент
E(R_p) – очаквана доходност от рисковия портфейл

$$VAR(R_c) = W_f^2 \cdot VAR(R_f) + W_p^2 \cdot VAR(R_p) + COV(R_f, R_p)$$

VAR(R_c) – дисперсия от доходността от комбинирания портфейл ... (2.2.3-18)
VAR(R_f) – дисперсия от доходността от безрисковия финансов инструмент
VAR(R_p) – дисперсия от доходността от рисковия портфейл
COV(R_f, R_p) – ковариация между дохода от безрисковия финансов инструмент и дохода от рисковия портфейл

$$VAR(R_c) = W_p^2 \cdot VAR(R_p)$$

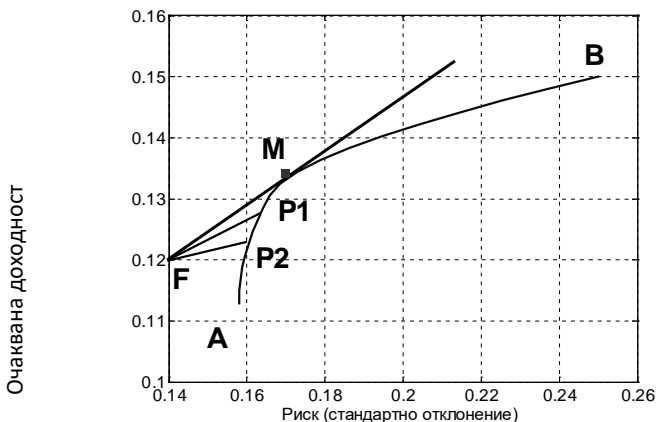
... (2.2.3-19)

На фигура 2.2.3-4 графично е представено комбинирането на безрисков инструмент с рисков портфейл. Точка F изобразява безрисковия инструмент (рискът му е равен на нула). Кривата АВ изобразява границата на оптималните портфейли по модела на Марковиц. По принцип в комбинирания портфейл могат да се включат разнообразни рискови портфейли от АВ, пряко видими от точка F (например P1, P2, M).

Според метода на Тобин, рационално избрания рисков портфейл за комбиниране е портфейл М, получен от допирателната права от безрисков инструмент F. Когато се комбинира рисков портфейл и безрисковия инструмент,

се съставя комбиниран портфейл, лежащ по отсечката FM. Колкото дялът на безрисковия инструмент е по-голям, толкова комбинирания портфейл се доближава към точка F и обратно. Ясно е, че изборът зависи от индивидуалните предпочитания на инвеститора относно риска и доходността.

Ако е изпълнено изискването границата на оптималните портфейли AB да е получена от всички рискови инструменти в икономиката, тогава портфейл M е т.нар. пазарен портфейл. Това е равновесен портфейл, който се образува при перфектното функциониране на капиталовия пазар. Представява комбинация от всички рискови инструменти, представени в икономиката като всеки един от тях се включва в пазарния портфейл с относителен дял, равен на относителния му дял в икономиката [66, стр. 50]. Пазарният портфейл може да се разглежда и като идеалният пазарен индекс, съдържащ дела на всяка капиталова инвестиция в икономиката [25, стр. 717].



Фиг. 2.2.3-4. Комбиниране на рисков портфейл с безрисков инструмент

Въвеждането на безрисков инструмент води до подобряване на резултатите от инвестиране. Портфейлите, лежащи на FM превъзхождат всички лежащи на AM, включително всички портфейли принадлежащи на FP1 и FP2.

2.3. Оценка на представянето на инвестиционни портфейли

2.3.1. Предварителни бележки

В съществуващата литература този въпрос е разгледан на много места и от много автори. Отличен източник е например [23]. В настоящия раздел в значителна степен се следва именно този източник. Всички цитирания на оригиналните публикации са по [23]. В тази част не са разглеждани тривиалните измерители на представянето като реална доходност или пазарна стойност на портфейла. Също така съвсем накратко са представени Value at Risk и декомпозиране на доходността, тъй като те не намират приложение по-нататък в разработката.

Управлението на даден инвестиционен портфейл е свързано с постигането на определени инвестиционни цели. След като е избрана портфейлна структура и е преминал определен период се прави оценка на представянето на портфейла. Оценяването на представянето е обратната връзка в процеса на управление на инвестиционния портфейл.

Основните променливи при оценяване на представянето на портфейла са доходността и рискът. Но тъй като става дума за две различни по своята същност понятия се налага изследователят да търси способи за съпоставяне на набор от решения в дву-критериален контекст. В това се изразява и най-полезната функция на измерителите за представяне на портфейла – те компресират задачата до едномерна. Така за всяка структура на портфейла може да се изчисли едно конкретно число и то да се съпостави с останалите.

Така ‘оценката за доходност (след коригиране за риск) е единственият рационален начин инвеститорите да съпоставят алтернативни инвестиции... Измерването на реална (историческа) доходност е необходима за инвеститорите, за да оценят колко добре са се справили или колко добре са се справили инвестиционните мениджъри от тяхно име.’ [1, стр. 114]

Value at Risk (VaR) [130, 131] е метод, който изчислява вероятната максимална загуба общо за портфейла при субективно определени от инвеститора ниво на доверителност и на времеви хоризонт. VaR съчетава оценката на риска на инвестиционните инструменти в единен измерител - потенциалната загуба, измерена в пари. Такъв единен паричен измерител на риска е удобна база за сравнение между отделните алтернативи, с ясен икономически смисъл. По своята същност VaR е асиметричен измерител.

Методите за декомпозиране на доходността са свързани с разбиването на доходността на портфейла по компоненти. Могат да се посочат два известни модела. Първият е на Фама [20], а вторият на *Бринсън, Худ и Бибауър* [21].

2.3.2. Конвенционални методи

Коефициент на Шарп. През 1966 г. Шарп [18] предлага коефициент за оценка на рисковопретеглена доходност (оригинално предназначен за оценяване на взаимни фондове). Съпоставя свръхдоходността, получена като разлика между портфейлната доходност и безрисковата доходност, с поетия риск. Колкото повече риск се поема толкова по-висока доходност над безрисковата трябва да се реализира (2.3.2-1).

Разглеждан отделно коефициентът на Шарп няма точен икономически смисъл. Получените стойности се използват за съпоставка. По-висока положителна стойност на коефициент на Шарп е показател за по-добро представяне на портфейла. [25; 316]

$$Sa = \frac{r_p - r_f}{\sigma_p} \quad \dots(2.3.2-1)$$

където:

Sa - коефициент на Шарп

r_p - доходност на портфейла

r_f - безрискова доходност

σ_p - риск на портфейла

Информационно съотношение. Информационното съотношение (Information ratio) представлява свръхдоходността получена при съпоставката на доходността на портфейла с доходността на еталонен портфейл, съотнесена към стандартното отклонение на тази свръхдоходност (формула (2.3.2-1). [26, стр. 1117].

Същевременно числителят и знаменателят на показателя могат да се разглеждат и като самостоятелни показатели [127, стр. 123]. Числителят е известен като Алфа на Йенсен и оценява "доколко инвеститорът съзнателно допринася за доходността на даден портфейл" [23, стр. 1193]. Знаменателят е известен като tracking error и измерва колко близко се движи стойността на портфейла в сравнение с тази на еталонния портфейл.

$$Ir = \frac{r_p - r_b}{\sigma_{(r_p - r_b)}} \quad \dots(2.3.2-2)$$

където:

Ir - информационно съотношение

r_b - доходност на еталонен портфейл

2.3.3. Асиметрични методи

Съществуват критики към конвенционалните измерители, които налагат създаването на алтернативни измерители на портфейлното представяне.[23, стр. 1202]:

1. Конвенционалните се базират на допускането за нормално разпределени доходности на портфейла. На практика, обаче, при разпределението на доходността на инвестициите се наблюдава статистически значима асиметрия и ексцес.

2. Конвенционалната дефиницията за риск не съвпада с поведението на инвеститорите, които се стремят да избегнат само отрицателните отклонения от очакваната доходност, а не всички отклонения като цяло.

Коефициент на Сортино. През 1994 г. Сортино и Прайс [24] предлагат нов измерител на портфейлното представяне. В сравнение с коефициента на Шарп има две подобрения: (формула (2.3.3-1))

- Вместо ниво на безрискова доходност се избира предварително зададена от инвеститора целева доходност.
- Вместо дисперсия на отклоненията от целевата доходност, за оценка на риска се използва само долния частичен момент, т.е. използват се само тази част отклоненията, които са под целевата доходност.

$$O = \frac{r_p - \tau}{\sqrt[2]{LPM_\tau}}, \quad \dots(2.3.3-1)$$

където:

O - коефициент на Сортино

τ - целева доходност, определена от инвеститора

LPM_τ - долен частичен момент при целева доходност τ

2.4. Критики към съществуващата теория за инвестиционни портфейли

2.4.1. Използвани измерители

Основните критики, които могат да се отправят към Класическите методи са свързани с допускането, че доходностите от различните инвестиционни инструменти са случайни величини с нормално честотно разпределение.

Множество емпирични изследвания показват [81, 82, 83, 84, 85], че в условията на развит борсов пазар доходностите не са нормално разпределени, а по-скоро са с Т-разпределение с около четири степени на свобода. На фиг.

2.2.3-1 е показан нагледен пример за вида на разпределението на доходностите на развит борсов пазар. Често се наблюдават разпределения с тежки опашки, при които големи промени в доходностите (3 до 6 стандартни отклонения от средната) се случват по-често от очакваните според нормалното разпределение [97].

Насим Талеб силно критикува класическите методи заради допускането за нормално разпределение на доходностите [101, с. 279]. В съществуващата теория за класическите методи не е изяснен случаят с екстремални стойности в доходностите. Ако не е натрупван предишен опит за дадено генерално събитие, като ликвидна криза или рязка промяна на технологиите, няма начин да се изчислява вероятността за случването им. Макар редки, тези събития носят големи последствия. Ако търсим аналогия с инженерната практика, това би означавало, инженерите от дадена атомна централа, да не предвидят вероятността за авария на реактора, освен ако вече не са се случили няколко подобни аварии със същия тип реактор [95, стр. 67].

Може да се отбележи и друга слабост на класическите методи във връзка с финансовите кризи – корелациите на инвестиционните инструменти зависят от системните взаимовръзки между икономическите организации. Така например при война или общ пазарен срив, всички ИИ стават позитивно корелирани, защото цените им падат. С други думи методът на инвестиране (разчитащ на негативно корелирани ИИ) спира да работи в най-неподходящия за това момент, когато инвеститорът най-силно се нуждае от диверсификация на рисковете.

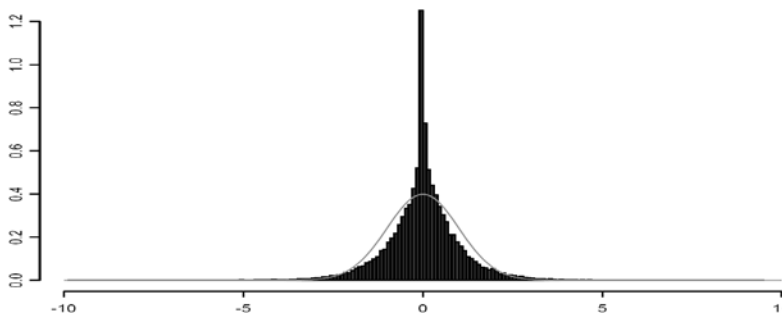
Дори при отслабване на допускането за нормално разпределение на доходностите от ИИ към допускане че разпределението им е само симетрично [98][99], дефинирането на риска като отклонение на реалната доходност от очакваната стойност е неточно. Инвеститорите се интересуват само от отрицателните отклонения на доходностите. Затова се налага въвеждането на асиметричните измерители, при които рискът се дефинира като вероятност за получаване на по-ниска от очакваната доходност. Това е и по-близко до интуитивната представа за риск, която е асиметрична по принцип.

Освен това измерителят дисперсия на доходностите няма собствен и ясен икономически смисъл. Този измерител има значение само когато се съпоставя дисперсиите на други портфейли и то при положение, че не се забравя неговата нелинейност.

2.4.2. Понятието рационален инвеститор

Рационалността на инвеститора в най-тесен смисъл, както е предложена от Марковиц [9-10] е обект на критика. Той допуска, че инвеститорът цели да максимизира икономическата ползност за себе си т.е. да спечели възможно най-много финансова стойност, без да се съобразява с други фактори и последствия.

Така дефинираната рационалност на инвеститора не отчита възможните лични, стратегически, социални, и други измерения на инвестиционното решение. Така например са приравнени поведенията на инвеститорите с различен инвестиционен хоризонт.



Фиг. 2.4.1-1 Разпределение на ежечасови десеозонирани доходности на индекса S&P 500 съпоставени с нормално разпределение [91, стр. 101].

Също така в реалните пазари съществува асиметрия на информацията и възможността инвеститорът да няма достатъчно точна оценка за риска или очакваната доходност, поради асиметрия на информацията не се отчита в тясното разбиране за рационален инвеститор. Не се обясняват и случаите на ‘стадно’ поведение, типично за времена на пазарна паника и пазарен бум.

Донякъде надстройваща концепция е т. нар "prospect theory", разработена от Канеман и Тверски [108]. В резултат от проведените от тях експерименти за личния избор на индивида в различни симулирани ситуации, те стигат до извода, че съществуват и други фактори (поне един – страх от загуба), които биха накарали инвеститорът да поема риск.

Друга научна област – поведенчески финанси – издига алтернативни допускания за финансовите пазари, базирани на анализите на психологически аспекти на инвеститора (виж например [100]).

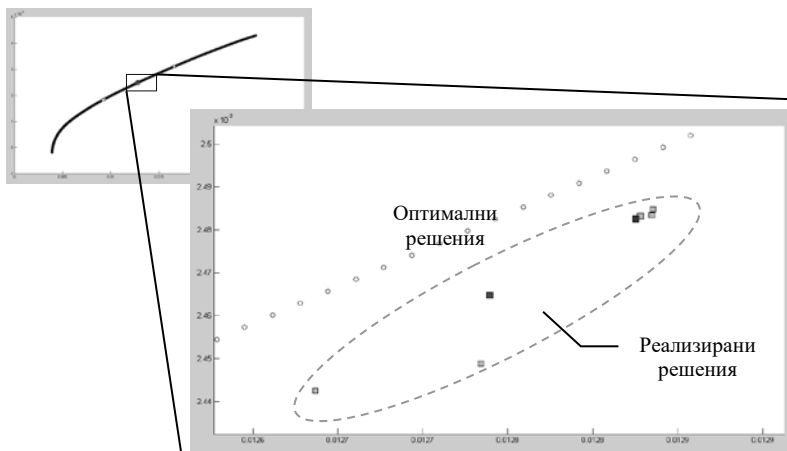
Основният извод от наблюденията на поведението на инвеститорите е, че или принципно те са ирационални/не-рационални или (което е може би по-правилно) концепцията за рационален инвеститор би трябвало да бъде предефинирана и разширена.

2.4.3. Пазарните фрикции

Другата основна линия на критики към класическите методи е неотчитането на пазарните фрикции (пазарния вискозитет). Това е акумулираният ефект върху доходността от брокерски комисионни, пазарния спред, инфлация в икономиката, данъци върху капиталови печалби, данъци върху лихви/дивиденди и други. Така например има съществена разлика между получаването на доходности от дивиденди и от ценови разлики. Друг пример – типичната нискорискова, нискодоходна инвестиция в широк спектър ДЦК и парични сметки може да се превърне лесно в губеща в резултат от действието на инфлацията и данъците.

Към пазарните фрикции трябва да се причисли и целочислеността на задачата. Тя се изразява в това, че най-малкият възможен търгуван обем е цял брой единици от емисия на даден инвестиционен инструмент.

На фиг. 2.4.3-1 е показан реален пример за ефектите на пазарните фрикции при реализирането на оптимална портфейлна структура. От изпъкнала гладка граница (набор от оптимални решения, получени по модела на Марковиц) се получава прекъсната графика, състояща се само от точки, определящи портфейли с цяло число акции. Вискозитетните фактори допълнително избухват решенията надолу и надясно (повече риск и по-малко доход).



Фиг. 4.3-1. Различия между оптимални и реализирани решения.

Освен това инвестирането в някои взаимни фондове (които по дефиниция са портфейли) могат да повтарят структурата на дадени портфейли (което значи, че

ще осигуряват същия очаквани доход), но ще имат по-ниски транзакционни разходи (съответно по-висока доходност) т.е. ще са по-нагоре в графиката.

Друг тип пазарна фрикция е закъснението между задаване на пазарни поръчки и изпълнението им. Това закъснение съответно води до разлика между зададената за изпълнение поръчка и реално осъществената транзакция.

Освен това условно зададена поръчка (напр. лимитирана поръчка) може да не се изпълни изобщо, заради това, че никога не достига подходящи условия за нейното изпълнение или поради липса на ликвидност.

Съществуват и редица трудности за реализиране на теоретичната концепция на класическите методи в работещ симулационен модел, като избор на оптимизационен алгоритъм. Макар че се появяват подобрения на оптимизационните алгоритми (виж например [96]), все още остават затрудненията, свързани с липсващи данни, особено в случаите на развиващи се пазари.

2.4.4. Функциониране на пазара

Недостатъците на методите относно допусканията за функциониране на пазара са в три насоки – равноправен достъп на инвеститорите, използвания фактор за обобщаването на целия пазар и използвания инвестиционен инструмент с безрискова доходност.

Равнопоставен достъп на всички инвеститори означава, че информацията е симетрично разпределена между инвеститорите, но и че ликвидността на различните инвестиционни инструменти е безкрайна. На практика особено в развиващите се пазари и двете допускания не са изпълнени.

Основен пропуск при използването на обобщен фактор за пазара, е че някои изследователи приемат борсов индекс с непостоянна изчислителна схема (като например Dow Jones Industrial Average или SOFIX за БФБ) за обобщаващ целия пазар. Правилният фактор би трябвало да бъде общ среднопретеглен индекс на всички ИИ, търгувани на пазара.

Във връзка с безрисковия инвестиционен инструмент, необходим при метода на Тобин, могат да се посочат редица аргументи против съществуването на такъв финансов инструмент. От хипотетическа гледна точка краткосрочните ДЦК са безрискови, тъй като рискът от неизпълнение на паричните задължения на държавата (поне в краткосрочен план) се покрива с емисионната ѝ политика. Но при това положение дори инвестицията в краткосрочни ДЦК на икономически стабилна държава е обект на инфлационен риск. Също така практиката е показала, че дори икономически най-стабилните държави могат да внесат определено ниво на риск. (за повече виж [92]). Освен това безрисковата доходност може да бъде осигурена от друг инвестиционен инструмент с по-висока доходност от тази на краткосрочните ДЦК (виж раздел 23.3.2).

2.4.5. Емпирични изследвания

Провеждани са съществен брой емпирични изследвания за проверка валидността на портфейлната теория или отделни нейни допускания. В табл. 2.4.5-1 са посочени основни характеристики за най-известните от тях, както са описани в [102] и [34].

Широко популяризираните изследвания на Българския фондов пазар почти няма. Почти пълен списък са източниците [109 - 115]. При това всички проведени са с ограничен обхват – за отделни сегменти или за конкретни периоди.

Табл. 2.4.5-1

Известни емпирични изследвания

| Изследване | Пазар | Бр. набл. | Бр. ИИ | Особености |
|----------------------------|-------|-------------|-------------------|---|
| Шарп & Купър (1972) | NYSE | 36 годишни | Вариращ брой | Реинвестирани дивиденди, 5 годишна предистория |
| Милър & Шолс | NYSE | 10 годишни | 631 акции | Генератор на случайни доходности за статистическа валидация |
| Блек, Йенсен & Шолс (1972) | NYSE | 35 годишни | 500 акции | Дву-етапна регресия |
| Фама & Макбет (1973) | NYSE | 391 месечни | 20 портфейла | Дву-етапна регресия |
| Макдоналд | NYSE | 10 годишни | 123 взаимни фонда | Проверка за средната успеваемост на портфейлните мениджъри |

Основни изводи за разгледаните емпирични изследвания:

1. Няма добре структурирани и последователно проведени изследвания на Българския фондов пазар.
2. Нито едно от изследванията не правено с обхват по-голям от няколко стотин наблюдения.
3. Многопериодните изследвания, изучаващи портфейлната инвестиция в динамика са рядкост.
4. При провежданите експерименти не се отчитат пазарните фрикции.
5. При моделиране на явленията се използва най-често математически апарат на диференциални уравнения, т.е. се приема, че явленията са непрекъснати процеси. Така неотчитането на дискретността на време-

то води до драматични отклонения между реални резултати и очаквани според модела.

6. Много често се включват само инвестиционни инструменти, които са листирани на борсата към момента на провеждане на изследването, без да се отчита фактът, че към определен минал момент инвеститорът е можел да избира и измежду съществуващи тогава, но вече де листирани инструменти. Така инвестиционните портфейли изкуствено се защитават от неудобни за изследователи инвестиции.
7. Няма реализирани изследвания, проверяващи възможността за автоматизация на процеса на управление на портфейла.
8. В подходите на изследванията липсва системност при анализа на методите, не се допуска съвместимост на техните подсистеми и така се пропуска възможност за лесно експериментирание на различни методи като компоненти на цялостен модел
9. Всички изследвания са провеждани адхок без да се направи опит за създаване на унифицирана опитна постановка на експеримента, която да позволи множество бъдещи изследвания.

3. УПРАВЛЕНИЕТО НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА КИБЕРНЕТИЧНАТА ТЕОРИЯ НА УПРАВЛЕНИЕТО

3.1. Кибернетика - възникване и развитие

Кибернетиката е наука, която разглежда общите закономерности, управлението и връзките в сложните динамични системи, като се занимава с информационната същност на процесите, протичащи в тези системи. Кибернетиката има ясно определен предмет на изследване (управленските процеси), разработена терминология, области на изследване и методология.

Кибернетиката има широк спектър на изследване, но основната цел е да се изучат и дефинират функциите и процесите на т. нар кибернетични системи. Кибернетичната система е сложна целенасочена система с обратна връзка, при която цикълът на управление включва управленски въздействия, снемане на данни за обекта на управление и околната среда, съпоставяне с желаните цели състояния и т.н.

Кибернетиката дава подход за изследване на структурата и функционалността на всякакъв тип системи, включително и социални системи като бизнес управлението и организационното адаптиране, с цел да предложи подходи за повишаване на тяхната ефективност.

Понятието кибернетика е изведено за пръв път от Ампер [51]. В неговата систематизацията на науките, той нарича "бъдещата наука за управление" кибернетика.

Кибернетиката е дефинирана по-късно от Норбърт Винер [52], като изследване на управлението и комуникацията в живите организми и машините. Стафорд Биър [124] нарича кибернетиката "науката за ефективна организация", а Гордън Паск [55] разширява областта на познанието ѝ, така че да включва всички информационни потоци "от всички медии" - от звездите до мозъка. По-философска дефиниция дава Луис Кофинял, който характеризира кибернетиката като "изкуството на осигуряване на ефикасност от действията" [125].

Основните концепции, които се разглеждат от кибернетиката са обратна връзка, черна кутия, обучение, когнитивност, адаптация, управление на обществени явления, емергентност, комуникация, ефективност, взаимообвързаност. Всички те се разглеждат в конкретен аспект от научни направления като инженерните науки или биологията, но при кибернетиката не се разглеждат в контекста на конкретния организъм или устройство.

Кибернетиката намира успешно приложение в други области на човешкото познание като физиологията, неврологията, социологията, организационното управление и пр. [123]. В настоящия текст под кибернетичен подход се разбира широко понятие, включващо научните достижения на близките по философия научни области:

- Кибернетика (Cybernetics). Разработва принципите за изграждане, функциониране и анализ на системите за управление с различно предназначение. Всяка система, се състои от управляваща и управлявана система, свързани чрез информационни и други връзки (подсистеми).
- Обща теория за системите (General systems theory) е замислена като универсален език между различните области на знанието. Основната характеристика е интердисциплинарност, дефинирана като възможност за прехвърляне на идеи, принципи и методи от едни области в други. Основен автор е Людвиг фон Берталанфи [54]. Например: важната дейност като инвестирането да се подпомогне с доказано ефективните методи на кибернетиката, като се прехвърлят идеи, подходи и методи и се преформулират инвестиционните задачи в термини на кибернетиката.
- Теория за автоматичното регулиране (Control theory) дава концепция за автоматизирано изработване на решение и управление в рамките на системи от различен вид (отворени, затворени, динамични, статични и пр.).
- Теория на информацията. Изследва информацията като основен ресурс при процесите на управление в три аспекта: количествен (статис-

тически), семантически (смилов) и прагматически (полезностен). Основоположник на теорията е Клод Шенън [53]

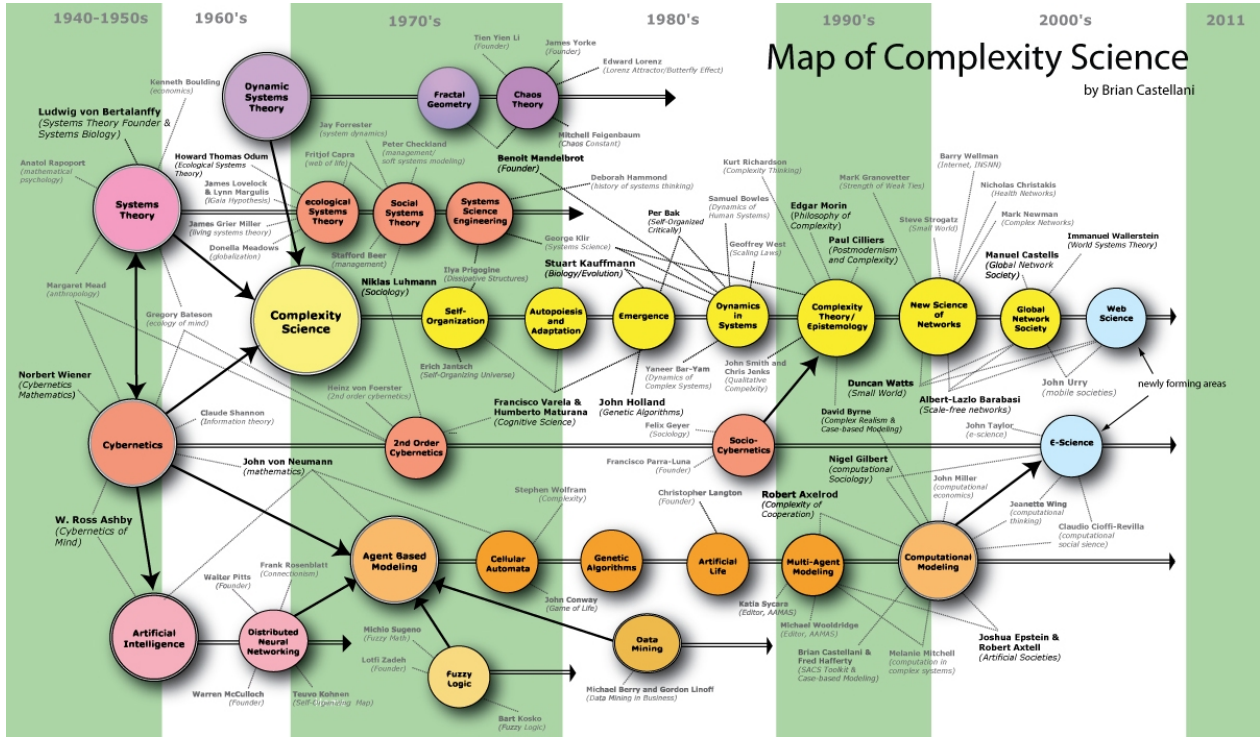
- Теория на изследването на операциите. Занимава се с количественото обосноваване на оптималните решения. Разработва принципите за организиране и провеждане на изследването на целенасочените организирани дейности с оглед получаване на най-добър резултат според определен показател. Основни методи са използване на критерии на ефективност, математическо моделиране на процесите, приложни математически и логически методи, план на експеримента и др.
- Системна динамика. Изучава поведението и характеристиките на сложните системи (особено бизнес системите) във времето в хода на компютърни симулации. Основоположник е Джей Форестър от MIT [132].

Исторически, кибернетиката и сродните ѝ научни области трябва да се разглеждат в най-широк план, постепенно прераствайки в по-общото название Науки, изучаващи сложни системи (Фиг. 3.1-1). На фигурата са обособени шест етапа от развитието на тези науки:

1. Класическа школа – първоначално изясняване на принципите на кибернетиката, теорията на системите и науките, занимаващи се с изкуствен интелект. Формиране на изследователско общество на поредицата Мейси (Масу) конференции с интердисциплинарен характер.
2. Теории за изследване на динамиката на протичане на процеси и явления в разнообразни среди и контексти.
3. Нова школа на комплексните науки – основно свързана с т.нар. кибернетика от втори ред, която има съществени методологически и епистемологически различия. Изследователят вече се разглежда като част от изследваната система с последващите влияния от негова страна.
4. Изследване на активни системи, при които обектът на управление има някаква степен на самопознание и интелект, може да се адаптира към управляващите въздействия.
5. Модерно развитие на разнообразно оформилите се научни направления.
6. Някои примери за потенциални нови области на изследване.

3.2. Основни понятия

Понятиятният апарат, свързан с кибернетичната теория на управлението и използван в настоящата работа е базиран на [61, 62], където той е разработван в продължение на десетилетия. Тук ще бъдат посочени само най-необходимите за монографията понятия.



Фиг. 3.1-1. Карта на науките, изучаващи сложни системи [121]

Управлението е целенасочен процес на формиране на управляващи въздействия върху управляваната подсистема (обекта за управление) от страна на управляващата, основан на наличната информация за поведението на обекта и за действието на околната среда, насочен към промяна на състоянието на обекта и постигане на определени цели.

Управляваща система (субект на управлението) е всеки, преобразувател на информация (мозък, машина, жив организъм, колектив от хора), който целенасочено събира, съхранява, търси, извлича и преработва информация, взема решения, изработва управляващи въздействия и предава информация за тях до изпълнителните органи.

С помощта на управляващите въздействия фактичното поведение на обекта за управление се привежда в съответствие с преследваните цели. Предаването на информация се осъществява от управляващата система, свързана с управляваната система чрез определени канали за връзка. Съвкупността от управляваната и управляващата система и каналите за връзка се нарича система за управление или кибернетична система.

Всички управляващи системи работят в съответствие със закона на Ашби [36] за необходимото разнообразие, който гласи, че само управляваща система с достатъчно вътрешно разнообразие, може да ограничи разнообразието в управляваната система. Най-важното следствие е, че управлението в кибернетичната система може да се осъществи само с достатъчно сложна управляваща система, която да е в състояние да обхване цялото множество от възможни състояния на управляваната система, т.е. да може да обработва по-голямо количество информация от информацията, получавана от обекта на управление.

Кибернетичната система може да има много нива от йерархично свързани равнища. Многостепенността (йерархията) и обратната връзка на кибернетичните системи им придават изключително висока жизненост и устойчивост срещу смущаващите въздействия на околната среда. Изследването на системите за управление позволява да се разкрият възможностите за автоматизацията на управлението и пътищата за изграждане на автоматични системи за управление (много характерни и широко използвани в инженерната практика).

Когато управляваната система е с голямата сложност и с вероятностен характер на закономерностите, описващи работата ѝ, не е възможно всички процеси да се опишат математически и целият процес на управлението да бъде автоматизиран. В такъв случай е възможно да се автоматизират само отделни процеси в управляващата система и се говори за автоматизирани системи за управление.

В рамките на широкия спектър от идеи, подходи и методи на кибернетиката най-голяма практическа ползност за инвестиционната дейност имат: идентификацията (т.е. синтез на математическо описание) и моделирането на сложни

системи; анализ и прогнозиране на динамични редове и принципите на самоорганизация и адаптивност на управляващите системи (виж раздел 4 и 5).

Важно да се отбележи е, че кибернетичният подход не е алтернатива на някой от моделите за управление на портфейл, а по-скоро обединяваща база, даваща възможност за прилагане на различни модели. Използването на кибернетичния подход може да се обоснове поне поради по три причини:

- Ако кибернетичния подход се разглежда от гледна точка на неговата обобщаваща терминологична база като "универсален език" на науката, то при превеждане от един "език" в друг се получава нова гледна точка за изследваните явления, обусловена от новата философията.
- До момента преразглеждане на понятия от инвестирането в кибернетиката не е правено в такава степен (виж справката в раздел 3.7).
- Не на последно място основоположникът на класическата теория за инвестиционен портфейл Хари Марковиц, всъщност не е финансист (или икономист), а неговият научен произход е от изследването на операциите. Преразглеждането на инвестиционната теория от гледна точка на кибернетиката всъщност е възвръщане към основите ѝ.

3.3. Обща схема на процеса на управление на инвестиционни портфейли

Инвестиционният процес (отчитайки посочените по-горе дефиниции) може да бъде разглеждан като процес на управление, протичащ в системата за управление, състояща се от подсистеми, преобразуващи информация, и връзки между тях под формата на информационни потоци (фигура 3.3.-1). В случая с управлението на инвестиционен портфейл се приема, че върху всеки канал на информация (всяка стрелка) и върху всяка подсистема (всеки блок) влияят външни въздействия и са налице чисти закъснения в предаването на информацията.

На фиг. 3.3-1 а) е показана най-простата схема на система за управление, при която има управляваща система (в случая "Инвеститор") и управлявана система (в случая "Портфейл"). В този най-прост случай, процесът на управление протича като в рамките на един управленски цикъл последователно се реализират следните стъпки (информационни транзакции и трансформации):

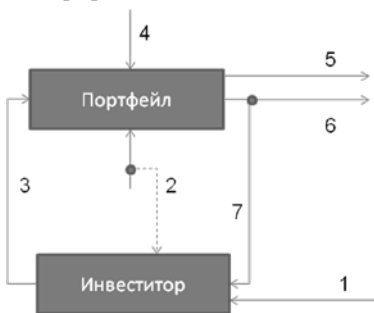
1. Задаване/перазглеждане на цели от система с по-високо ниво в йерархията спрямо управляващата системата.
2. Отчитане на наблюдаваните въздействия от околната среда (пазарни фактори), влияещи върху обекта за управление. Например може да се отчитат данни за БВП или други макроикономически показатели, като измерители за систематичен риск на съответния клас ИИ.

3. Изработване на управляващи въздействия, изработени в резултат от входящата информация към управляващата система. В случая представляват поръчки за изпълнения на борсови сделки (при определени условия) за съответните ИИ.
4. Ненаблюдаваните въздействия от околната среда влияят на обекта на управление по принципно непредвидим за управляващата система начин (т.е. управляващата система работи в условията на неопределеност).
5. В резултат от управляващите въздействия и въздействията от околната среда (наблюдавани и ненаблюдавани), определени аспекти в поведението на обекта за управление се характеризират с несъществени променливи, които се пренебрегват и не се отчитат по-нататък. Освен това е възможно други аспекти в поведението на обекта за управление да се характеризират с променливи (ненаблюдаеми променливи), за които по силата на различни причини управляващата система не получава информация (т.е. работи в условията на непълна информираност).
6. В резултат от управляващите въздействия и въздействията от околната среда (наблюдавани и ненаблюдавани), съществените аспекти в поведението на обекта се характеризират със съществени наблюдавани променливи, чийто стойности са важна информация за управляващата система.
7. Стойностите на съществените променливи се предават към управляващата система по каналите за обратна връзка и се съхраняват за по-нататъшна преработка. На тази основа се оценява поведението на обекта, съпоставя се с целите, разработват се алтернативи и се вземат решения за управляващи въздействия върху обекта за управление, с което започва нов управленски цикъл.

На фиг. 3.3-1 б) е показана по-сложна схема на система за управление, при която управляващата система е разширена с компютърен модел. Той е компютърна реализация на модел на обекта на управление и околната среда, и позволява провеждането на симулационни експерименти. При използването на компютърен симулационен модел, към вече описаните стъпки се добавят и:

8. Захранване на компютърния модел с информация. Това е същата информация за съществените променливи на обекта за управление и за външните въздействия, която използва управляващата система "Инвеститор". Освен това е необходимо да се добавят допускания и ограничения за модела и критерии за избор на решенията.
9. Генериране на решения на основата на симулационни експерименти. Експериментите с модела позволяват на управляващата система да подбира възможни оптимални решения на задачата за управление на портфейла и да изработи за управляващи въздействия (поръчки за борсови сделки).

а) Обобщена система за управление на портфейл



б) Управление на инвестиционен портфейл с компютърен модел



в) Автоматизирана система за управление на инвестиционен портфейл



г) Управлението на инвестиционен портфейл като черна кутия



Легенда:

1. Цели
2. Наблюдавани въздействия от околната среда (пазарни фактори)
3. Управляващи въздействия
4. Ненаблюдавани въздействия от околната среда
5. Несъществени променливи
6. Съществени променливи
7. Обратна връзка
8. Входящи данни за компютърния модел
9. Предложения за управляващи въздействия
10. Настройка на вътрешната структура и/или стойности на параметрите на компютърния модел

Фиг. 3.3-1. Управлението на портфейл като кибернетична система

На фиг. 3.3-1 в) е показана още по-сложна схема на система за управление, при която управляващата система е допълнително разширена с автономен адаптивен блок за настройка на компютърния модел. Приема се, че той работи непрекъснато и автономно и отчита всички информационни потоци в процеса на управление: данните от портфейла, от средата, целите, решенията от предходния управленски цикъл, решенията представени от компютърния модел. В резултат на работата на този блок, се появява нова информационна трансформация:

10. Структурна и параметрична адаптация на компютърния модел, т. е. целесъобразен подбор на вътрешната структура на компютърния модел и/или настройка на стойности на параметрите му. Въвеждането на адаптивен блок за настройка осигурява функционалностите самообучение и самоорганизация на управляващата система.

На фиг. 3.3-1 г) е показано как би изглеждала системата от гледна точка на дребен частен инвеститор, инвестиращ чрез инвестиционен посредник. В този случай цялата сложност на системата за управление на портфейл, включително всички системи, подсистеми и информационни потоци се затваря в черна кутия, т.е. инвеститорият не се интересува от сложността на техните взаимовръзки (което съответства на делегиране на правомощия за доверително управление в съществуващата инвестиционна практика). Така той става управляваща система от по-високо ниво в йерархията. Затваряне на сложност в черна кутия е още един удобен прием, използван от кибернетичния подход.

3.4. Инвестиционният портфейл като обект за управление

Управлявана система (обект за управление, управлявана подсистема). Управляваната система осъществява основната функция на цялата система, с което се постига поставената пред системата цел. Управляваната система в настоящата монография е инвестиционен портфейл – изкуствено създадена система от динамично променящо се подредено множество от наименовани комбинирани, взаимосвързани, инвестиционни инструменти, образуващи единно цяло. Портфейлът има свойството себеподобие т.е. портфейлът като цяло може да се разглежда като ИИ.

Количествено представяне. Системата "Портфейл" може да се представи като вектор, с компоненти, отразяващи количеството на всеки от инвестиционните инструменти, участващи в портфейла. Портфейлът се състои от $k+1$ на брой позиции, включително парична позиция $s(t)$, където k е броят ИИ търгувани на пазара. За специалния случай на паричната позиция, една единица се дефинира като една парична единица от съответната валута (3.4-1).

$$QC(t) = |q_1(t) \quad \dots \quad q_i(t) \quad \dots \quad q_k(t) \quad c(t)| \quad \dots(3.4-1)$$

където:

$QC(t)$ - количествена структура на портфейла, с включена парична позиция, към момент (t)

$q_i(t)$ - брой единици от i -ия ИИ, включени в портфейла към момент (t)

$c(t)$ - размер на парична позиция в портфейла към момент (t)

Променливи. Системата "Портфейл" се характеризира с три набора от променливи (виж фиг. 3.4-1):

- Два вида входящи променливи – постъпващи от управляващата система и постъпващи от околната среда:
 - управляващи въздействия, получавани от управляващата система "Инвеститор". Те са под формата на вектор $U(t)$, състоящ се от k подредени коригиращи стойности. Всяка от тях коригира (се сборува със) стойността в настоящата структура на портфейла на съответния ИИ. Ако знакът на дадена коригираща стойност е отрицателен, управляващото въздействие е продажба на този ИИ. (3.4-2)
 - въздействия от околната среда са основно под формата на вектор $P(t)$, състоящ се от k подредени пазарни цени, където k е брой на ИИ, търгувани на пазара. (3.4-4)
- Вътрешните променливи са:
 - количествена структура на портфейла (вектор $Q(t)$), измерена в брой притежавани единици от всеки ИИ. Броят задължително е цяло число, което е основната причина за дискретизация. Ако броят е отрицателно число, това означава, че е поета къса позиция. (3.4-3)

$$U(t) = |\Delta q_1(t) \quad \Delta q_2(t) \quad \dots \quad \Delta q_i(t) \quad \dots \quad \Delta q_k(t)| \quad \dots(3.4-2)$$

$$Q(t) = U(t) + Q(t-1)$$

$$q_i(t) = \Delta q_i(t) + q_i(t-1)$$

$$\Delta q_i(t) \in \mathbb{Z}$$

където:

$U(t)$ - набор от управляващи въздействия в момент (t)

$Q(t)$ - количествена структура на портфейла, без включена парична позиция, към момент (t)

$\Delta q_i(t)$ - коригираща стойност за i -ия ИИ към момент (t)

\mathbb{Z} - множество на целите числа

$$Q(t) = \begin{vmatrix} q_1(t) & q_2(t) & \dots & q_i(t) & \dots & q_k(t) \end{vmatrix} \quad \dots(3.4-3)$$

$$q_i(t) \in \mathbb{Z}$$

- пазарно оценена структура – пазарна оценка за всяка позиция по отделно (вектор $M(t)$), необходима за изчисляването на изходящите променливи. За да се изчисли $M(t)$ се отчитат пазарните цени на всички ИИ към момента (вектор $P(t)$), които се умножават с ново-получената структура на портфейла. (3.4-4)

$$P(t) = \begin{vmatrix} p_1(t) & p_2(t) & \dots & p_i(t) & \dots & p_k(t) \end{vmatrix}$$

$$M(t) = Q(t) \cdot P(t)^T \quad \dots(3.4-4)$$

$$m_i(t) = [\Delta q_i(t) + q_i(t-1)] \cdot p_i(t)$$

$$M(t) = \begin{vmatrix} m_1(t) & m_2(t) & \dots & m_i(t) & \dots & m_k(t) \end{vmatrix}$$

където:

$P(t)$ - вектор на пазарните цени

$p_i(t)$ - пазарна цена на i -ия ИИ към момент (t)

$M(t)$ - пазарно оценена структура към момент (t)

$m_i(t)$ - пазарно оценена коригирана позиция за i -ия ИИ към момент (t)

- Съществените изходящи променливи от портфейла се отчитат от управляващата система "Инвеститор" при изработване на управляващите въздействия:
 - пазарна стойност – сума от пазарните оценки на всички ИИ в портфейла (3.4-5);

$$Mv(t) = \sum_{i=1}^k m_i(t) \quad \dots(3.4-5)$$

$Mv(t)$ - пазарна стойност на портфейла към момент (t)

- теглова структура – относителни тегла на ИИ в портфейла, като сумата от тях е равна на 1.00 или 100% от инвестираната сума (k -мерен вектор от тегла с обща сума 1.00) (3.4-6);

$$w_i(t) = \frac{q_i(t)}{Mv(t)}$$

$$w_i(t) \in [0,1]; \sum_{i=1}^k w_i(t) = 1 \quad \dots(3.4-6)$$

$$W(t) = |w_1(t) \quad w_2(t) \quad \dots \quad w_i(t) \quad \dots \quad w_k(t)|$$

където:

$w_i(t)$ - относително тегло i -ия ИИ в портфейла към момент (t)

$W(t)$ - теглова структура

- реална доходност – относителна промяна на пазарната стойност спрямо предходен момент (3.4-7);

$$r_i(t) = \frac{m_i(t)}{m_i(t-1)} - 1 \quad \dots(3.4-7)$$

$$R(t) = |r_1(t) \quad r_2(t) \quad \dots \quad r_i(t) \quad \dots \quad r_k(t)|$$

където:

$r_i(t)$ - доходност на i -ия ИИ към момент (t)

$R(t)$ - вектор от доходности на ИИ в портфейла към момент (t)

- парична позиция е балансираща променлива, която се получава като разлика между пазарната стойност от предходен момент и сумата на компонентите на пазарната структура от настоящия момент (3.4-8).

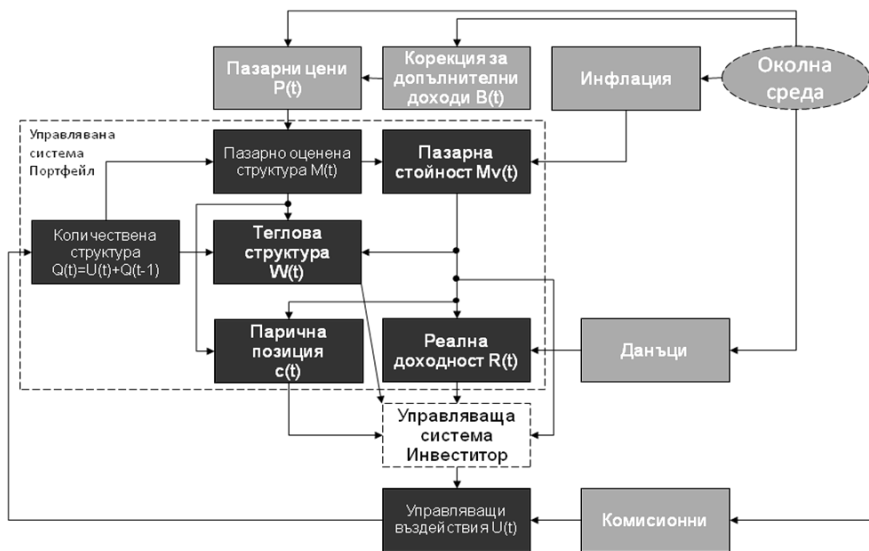
$$c(t) = Mv(t-1) - \sum_{i=1}^k m_i(t) \quad \dots(3.4-8)$$

Подсистеми. Подсистеми на инвестиционния портфейл могат да бъдат други (съставни) портфейли, или отделни инвестиционни инструменти като всеки от тях може да се разглежда като портфейл от една позиция с тегло 1.00 (синоними са "единичен портфейл", "примитивен портфейл").

Елемент. Елемент на управляваната система "Портфейл" е един наименован (или номериран) инвестиционен инструмент, характеризиран количествено със стойността на съответния компонент на вектора $QC(t)$.

Състояние на системата. Състоянието на системата "Портфейл" се характеризира от набор от стойности на съществените променливи (например стойности за риск и възвръщаемост) в определен момент от време.

Поведение на системата. Поведението на системата е съвкупност от последователно заемани състояния в последователни моменти от време.

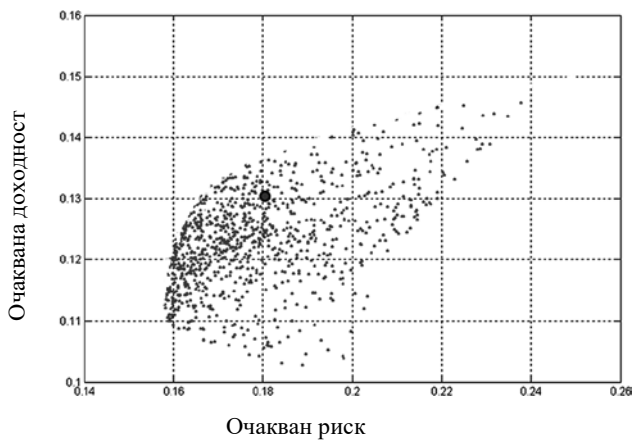


Фиг. 3.4-1. Входни, вътрешни и изходни променливи на обекта за управление "Портфейл" и влияние на околната среда

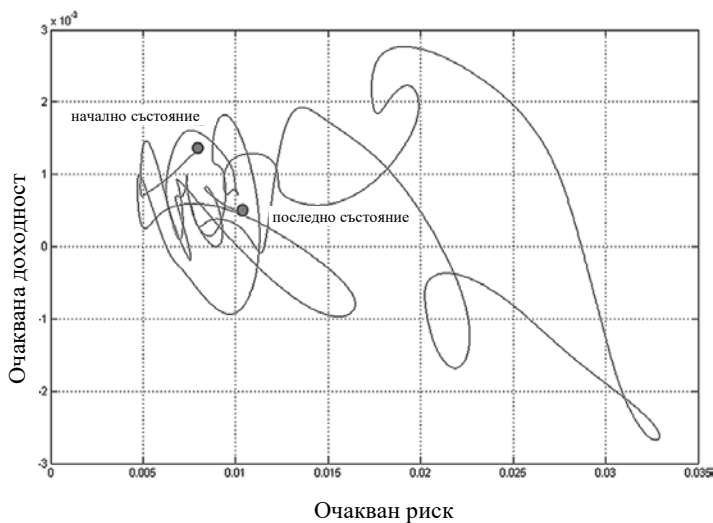
Пространство на състоянията е пространство, в което на всяка координатна ос е съпоставена една съществена променлива, характеризираща обекта за управление. Пространството на състоянията на инвестиционните портфейли може да бъде представено графично (виж Фиг. 3.4-1, Фиг. 3.4-2). А също така и символно $\langle S, I, G \rangle$, където поведението на наблюдаваният портфейл е наборът от последователни състояния S , започвайки от първоначално състояние I и насочено към крайното състояние G . Концепцията за разглеждане на инвестиционния портфейл в рамките на пространство на състоянията е внедрена от Марковиц, взаимствайки я от теорията за изследване на операциите [122, с. 255].

Системата "Портфейл" притежава типичните системни свойства:

- **Цялостност.** Това свойство означава, че системата функционира като единно цяло, намиращо се във взаимодействие с околната среда (от която е изкуствено отделена за целите на изследването). В конкретния случай портфейлът се разглежда като набор от ИИ, третирани като единно цяло.



Фиг. 3.4-1. Пространство на състоянията на системата "Портфейл"



Фиг. 3.4-2. Поведение на системата "Порфейл"
(поведение на индекса NASDAQ, за периода 1998-2003)

- **Делимост.** Системата може да се разделя по различни начини на еднородни или разнородни подсистеми. Всяка система може да се разглежда като подсистема на друга система от по високо ниво. В конкретния случай всеки портфейл може да се разгледа като състоящ се множество подсистеми (суб-портфейли), всеки един от тях състоящ се от множество други. Такова деление може да продължи до портфейл състоящ се от един ИИ – такъв портфейл се нарича примитивен портфейл. За целите на изследването не е смислено да се дели по-нататък след достигането на примитивен портфейл. Когато един портфейл се разглежда като съставен от други портфейли, той се нарича "производен портфейл". Така всеки портфейл, който не е примитивен се нарича "производен портфейл".
- **Емергентност.** Свойствата на системата като цяло не се свеждат до свойствата на отделните елементи. Сумата от свойствата на подсистемите не дава свойствата на системата. Системата притежава свойства, които не са присъщи за която и да е подсистема. В конкретния случай портфейлът като цяло има свойства, различни от свойствата на подсистемите му. Например ефектът на диверсификация се обяснява като емергентно свойство на портфейла.
- **Взаимносвързаност.** Системата е комплекс от взаимосвързани и взаимодействащи си подсистеми. Връзките между тях правят от множеството елементи единно цяло, наречено система. В конкретния случай връзките между подсистемите на портфейла са определени от съществуващите взаимовръзки между реалните икономически субекти – емитенти на ИИ.

3.5. Инвеститорът като субект на управление

Субект на управление (управляваща система, управляваща подсистема). Основно предназначение на управляващата система е да осигури целенасочено поведение на управляваната система при наличието на смущаващи въздействия. Управляваща система е инвеститор с предварително дефинирано множество от състояния на портфейла. Управлението на портфейл е процес на преобразуване на информация. Инвеститорът преобразува изходящата от портфейла информация и информацията за желаните състояния на портфейла в управляващи въздействия (пазарни поръчки). Обектът за управление е сложна система, тъй като отразява много сложна среда, от която е изкуствено отделен от нея в рамките на разглеждането. Следователно според закона на Ашби [36] за необходимото разнообразие, управляващата система трябва да е също да е достатъчно сложна – по-сложна от обекта за управление.

ние. Освен това трябва да работи автоматизирано, за да има възможност да реагира в реално време на промените на средата (виж по-долу).

Йерархия. Управляващата система се състои от подсистеми от по-ниски нива (например: инвеститор – блок за избор на решение – блок за систематизиране на възможните алтернативи).

Алгоритъм за управлението. Алгоритъм за управление е съвкупност от правила, по които информацията за обекта и за околната среда се преработва във управляващи въздействия. Алгоритъма за управлението на системата портфейл е определен от стратегията на инвеститора за управление на портфейла, целяща доближаване до желаните резултати (целиви състояния, целиви траектории, целиви области в пространството на състоянията), чрез наблюдаване на управляваната система и съответно подаване на управляващи въздействия. Продължителността на управленския цикъл (респ. период на преразглеждане, такт на преразглеждане) е присъща характеристика на алгоритъма за управление и показва колко често инвеститорият преразглежда състоянието на портфейла си.

Оптимално управление. По-доброто състояние на системата означава по-добро състояние по отношение на целите на създателя на системата. Под оптимално управление на портфейл се разбира такава съвкупност от управляващи въздействия (в границите на допустимите), която обезпечава най-изгодното значение на критерия за оптималност за инвеститора. При това трябва да се знае, че управляващите въздействия могат да се изменят само в определени граници, наречени област на допустимо управление.

Управление в реално време. Управление в реално време – е възможно ако управляващата система успява да получи необходимата информация, да я обработи, да генерира и реализира управляващите въздействия към обекта на управление достатъчно бързо, така че адекватно да отработва постъпващата информация от околната среда и да може да се справи с настъпващите промени. Системата се управлява в реално време, ако времето, необходимо за един управленски цикъл е по кратко от най-краткия интервал от време, за който могат да се случат съществени промени, засягащи системата.

Чувствителността на системата към промени с различен интензитет има пряка връзка с избрания период на преразглеждане на съществените променливи. Промените, настъпващи във времеви период след момента на преразглеждане се отчитат, при следващия момент на преразглеждане. Минималният такт на преразглеждане е равен на минималната стъпка на дискретизация на входящите данни.

При задачата за управление на портфейл, конструкторът на управляващата система избира такта за преразглеждане. Може да се приеме, че понятието "такт на преразглеждане" съответства на понятието "инвестиционния хоризонт" на инвеститора. За да може да се каже, че управлението на портфейл е

в реално време, трябва времето на изработване и реализиране на едно решение за управление на портфейл, да е по-кратък от инвестиционния хоризонт.

В рамките на настоящото изследване се приема, че инвеститора не преразглежда портфейла си по-често от един път на ден, но по принцип тактът на преразглеждане на портфейла може да се намали до технически възможния минимум за съответната борса. Директно следствие от това допускане е допускането, че цената на затваряне в края на предходния период е равна на цената на отваряне на настоящия период (което в действителност не винаги е изпълнено).

Освен това, такова допускане означава, че инвестиционните стратегии с честоти на преразглеждане по-кратки от един търговски ден, не се моделират и не се разглеждат в настоящето изследване. Това е свързано и с факта, че периода на преразглеждане на компютърната симулация ще е по-голям от времето за реакция на микропромените на цените, на които типично повечето стратегии за търговия "в рамките на деня" разчитат. Например High-frequency trading [128] или pairs trading [129] са подходи, при които има множество възможности за ниско-рискова мини-печалба, само ако транзакциите се изпълняват в рамките на няколко секунди.

3.6. Пазарните условия като околна среда

Управляваната система (портфейл) е изкуствено и целенасочено отделена от околната среда. Околната среда са инвестиционните финансови пазари. Тя е комплексна система, постоянно променяща се от поведението на много взаимозависими активни подсистеми (лица, действащи по своята свободна воля) и разнообразните нелинейни взаимодействия между тях.

Околната среда влияе по един и същ за всички инвеститори начин главно чрез промените на пазарните цени на различните ИИ. Освен чрез цените, от фиг.3.4-1 се вижда, че околната среда влияе и чрез множество пазарни фрикции. Описаните във фигурата фрикции не са изчерпателен списък. Така например може да се отчетат и чистото закъснение, породено от външни въздействия върху управляващите въздействия и достъпността на даден ИИ и пр.

3.7. Изследвания, използващи кибернетичен подход при управлението на инвестиционен портфейл

В литературата все още няма много известни изследвания, прилагачи кибернетичен подход при управлението на портфейли. Типичните изследвания са насочени към прехвърляне на опита при решаване на стандартни за-

дачи от теорията за автоматизирано управление към управлението на инвестиционен портфейл.

Така в [88] е представено управлението на портфейл като пример за всяка от четирите централни задачи автоматичното регулиране:

1) обща задача за управление – прилагане на кое управляващо въздействие най-много подобрява представянето на обекта;

2) задача за идентификация на система – съпоставяне на избраните решения с получените резултати и получаване на повече информация за обекта на управление;

3) задача за опростяване на модела – намаляване на сложността на реалната система при моделирането ѝ така, че да се запази колкото възможно по-близо подобие;

4) задача за верификация на модел – проверка дали изработения модел е адекватен, дали управляващите въздействия водят до приемливи резултати и пр.

Редица концепции, свързани с борсовите инвестиции са обяснени като проста система с обратна връзка в [107]. Управленските въздействия са получени от трансформация на инвестираната сума, като функция на времето.

В [104] е представена архитектура на управляваща система на портфейл и нейното приложение за динамична оптимизация (т.е. за оптимално управление във времето) на инвестиционен портфейл.

По подобен начин като задача за оптимално управление е разгледано управлението на портфейл в няколко изследвания. Сред първите по време от тях са [86, 87]. В [120] оптималното управление на портфейл е представено като задача за изработване на решение, която максимизира по много критерии функция за система с неизвестна динамика. Отчитат се само имплицитна информация от бъдещия тренд на системата. Задачата е как да се определи оптимална последователност от настройки на портфейла, че да се оптимизира функцията на полезност на края на всеки период.

В [105] задачата е формулирана като динамична оптимизация с квадратичен критерий, целящ да делинеаризира инвестиционна стратегия, базирана на обратна връзка.

Като вид оптимално управление, но със стохастични методи е разгледано управлението на портфейл в [90,106].

В [89] е представена идеята за робастно управление на портфейл, при което твърдо заложен алгоритъм постига стабилно представяне на инвестиционния портфейл в рамките на определени граници за неопределеността на системата.

Точно обратно на робастното управление в [103] е представена адаптивна управляваща система, която изменя своите характеристики, за да реагира на новополучените данни от портфейла.

4. МОДЕЛИРАНЕ И ПРОГНОЗИРАНЕ В ПРОЦЕСА НА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ

4.1. Моделиране. Аналитични и симулационни модели

По въпросите на моделирането като метод за научно познание, съществува обширна литература [32, 33, 45, 46, 49, 50, 60, 62, 117, 118, 124, 132 и др.]. Много автори предлагат различни определения за "модел" и "моделиране" и още повече предлагат различни класификации на видовете модели. Важно е да се разграничат два основни класа модели: аналитични и симулационни.

Необходимо е да се отбележи и че често в литературата вместо термините "симулация", "симулационен модел", "симулационно моделиране" се срещат съответните им синоними: "имитация", "имитационен модел", "цифрово моделиране"; "имитационна система", "електронна симулация", "машинна симулация" и по-тесните по смисъл термини: "статистическо моделиране", "метод Монте Карло" и други. Аналогично, вместо "аналитичен модел" се използва "математически модел", "дедуктивен модел" "оптимизационен модел" и др.

Изложението в настоящия раздел основно следва източници [32, 33, 60], като с желание за краткост на изложението тук са представени само най-важните дефиниции и пояснения в силно съкратена форма.

"Математическият модел е идеализирано, приблизително описание на съществените страни на изучаваната система, представено чрез математични символи и изрази." [60, стр. 15]

"Симулационните модели не използват явно описание на зависимости между входовете и изходите. Това са математически модели в широк смисъл, изградени от описанията (моделите) на елементите на изучаваната система, между които се установяват основните взаимодействия, съществуващи между елементите на реалната система. Това позволява да се имитира функционирането на реалната система, като се отчита и действието на случайните фактори върху нейните елементи. Показателите на качеството, които представляват интерес, са изходните величини (или прости преобразования на такива величини) на някои от елементите.

Симулационните модели са по-гъвкаво и детайлизирано описание на системата (проблема) от математичния модел, тъй като предоставят полезна информация не само за входните и изходните величини, но и за междинни взаимодействия между елементите на системата. Тяхното създаване обаче е по-скъпо и продължително, а използването им е свързано със значителни разходи на машинно време и често предполага наличието на специални програмни системи и езици за симулиране." [60, стр. 18]

Аналитичните модели се изграждат на основата на дедуктивния подход който предполага, че съществените фактори и общия вид на математическото описание на моделирания процес се определят от изследователя на основата на априорни знания и допускания за моделирани системи. Тяхното основно предимство е наличието на аналитична общност на полученото решение, което е валидно за широк клас моделирани системи.

Аналитичните модели описват точно системата само в случаите, когато са получени явни и прости зависимости, свързващи търсените величини с параметрите на системата и началните условия. Ако, обаче, изследваната система е достатъчно сложна, то наложените допускания за получаване на аналитическото решение на задачата, пренебрегнат конкретни особености на системата. Така създаденият модел строго казано вече не описва реалната система, а описва друга абстрактна и идеализирана система, до някъде подобна на реалната. Въвеждането на влиянието на случайните фактори при аналитичните модели води до значителни и не винаги преодолими трудности. По тази причина вероятностните аналитични модели се използват за изучаване на сравнително прости системи, а изследването на сложни случайни процеси се провежда като правило чрез симулационни модели.

4.2. Симулационно моделиране на сложни системи

Симулационното моделиране (СМ) е числен метод на математическото моделиране, заключаващ се в симулация на процеси, чрез възпроизвеждане на елементарните явления и актове на процеса в последователност, отразяваща реалните взаимовръзки и взаимозависимости. Позволява да се изследват сложни системи от произволен тип. Дава възможността за отчитане на нелинейности, динамика, вероятностна природа на явленията.

При симулационните модели (за разлика от аналитичните) не е необходимо да се получи математическо описание на системата в явен вид, а е достатъчно да се намерят правдоподобни математически описания за отделните блокове в модела. Този тип моделиране е близък до директния експеримент. "Аналитичният модел се решава, докато симулационният се проиграва." [33].

Изграждането на симулационни модели в значителна степен се базира на индуктивен (или емпиричен) подход, при който синтезът на математически описания става на основата на база данни от наблюдения за входните и изходните стойности на съществените променливи на блоковете в модела.

Полученото решение от симулационното моделиране, винаги носи частен характер, отговаряйки на фиксирани значения на параметрите на системата, входната информация и началните условия. Независимо от това, симулационното моделиране е най-ефективният метод за изследване на сложни сис-

теми (понякога и практически единствено достъпното средство за получаване на необходимата информация за поведението на системата).

Като правило СМ, се прилага в тези случаи, когато аналитичното решение на проблема е невъзможно, а непосредственото експериментирание с реалната система по едни или други причини е нецелесъобразно. Подобни ситуации възникват, преди всичко, при изучаването на т. нар. сложни системи, в които е трудно или невъзможно предварително да се предскажат последствията от едни или други управляващи решения, структурни или функционални изменения, а също така различни въздействия от страна на околната среда.

Следователно, най-важното предимство на симулационните модели е, че те дават възможност да се решават задачи, нерешими по друг начин, чрез извършване на експерименти с модела вместо с реалната система.

Следвайки [32, 33] и адаптирайки към нуждите на монографията може да се каже, че:

Симулационен модел на дадена (стопанска) система представлява целесъобразно изградена изкуствена система, която:

1. Отразява най-съществените страни на моделираната система, като:

- описва най-съществените (за целите на изследването) елементи и връзки в моделираната система;
- има поведение, достатъчно близко (за целите на изследването) до поведението на моделираната система.

2. Дава възможност за получаване на нова информация за моделираната система, като:

- позволява да се проследи поведението ѝ в бъдещи или минали периоди, при ускорен мащаб на времето;
- замества в известен смисъл (за целите на изследването) моделираната система и позволява да се извършат числени експерименти с модела вместо с моделираната система. [по 33].

4.3. Етапи при изграждане на симулационен модел

Подробна методика за автоматизирано изграждане на симулационни модели (включително необходимата теория, алгоритми, програмно осигуряване, примери и пр.) е разработена в [32, 33, 62]. Резюмирайки съдържанието ѝ в сбита форма могат да се посочат следните етапи:

1. Изграждане на концептуален модел

Формулира се постановка изследването. Подробно се описва моделираната система. Основните блокове на модела се определят и описват. Съставя се списък на променливите в модела. Разработва се блок-схема на модела. Определят се наблюдаваните променливи. Определят се критериите за оцен-

ка на адекватността на отделните блокове в модела и на модела като цяло. Тества се концептуалният модел и се документира. Концептуалният модел се изменя, уточнява и усъвършенства непрекъснато, в зависимост от получените в следващите етапи резултати, събраната информация, натрупаният опит и пр.

2. Събиране на информация за реалната система

Събира се информация от съществуващите норми и документи, информационни източници и експерти познаващи системата. Подготвя се емпиричната база с данните, необходими за модела (вкл. за синтез на отделните блокове). Липсата на пълна информация е обичайно явление, поради което налага изменения на концепцията на модела.

3. Математическо описание на блоковете в модела;

Математическото описание на даден блок може да представлява отделно уравнение, система от уравнения или изчислителна процедура. За всеки блок съществуват по няколко различни хипотези за математическите им описания. Предварително се прави анализ на реалните данни за изследвания блок. Проучва се съществуващата теория за начална ориентация. Математическото описание на всеки блок се определя: на основата на нормативна база, експертни мнения или чрез синтез по количествен метод. Проверява се адекватността на полученото математическо описание.

4. Програмна реализация на модела.

Целесъобразно е всички блокове на модела да се програмират самостоятелно и да се вметят в една неизменна структура, независеща от изграждания модел, която осигурява за всеки блок от модела да има по няколко хипотези. Съставя се на блок-схема на програмата и пълен списък на променливите и масивите. Проверява се за възможно използване на готови програмни блокове или се програмира на алгоритмичен език (вкл. тестване и изчистване на грешките). Програмата се документира.

5. Настройка на коефициентите и подбор на блоковете в модела

Определят се смислените комбинации от хипотези за блоковете на модела. Съставяне на списък на настройваните коефициенти и предварителна оценка на стойностите им по априорни данни, съобразени с ограниченията. Подбират се блоковете в модела и се настройват коефициентите на модела. Документират се синтезираните модели.

6. Оценка на адекватността на модела.

Оценката за адекватност трябва да бъде комплексна т.е. да се базира на голям брой различни критерии. Ако моделът е неадекватен – преход към етап 1. Ако се докаже адекватността му, моделът е готов и може да се пристъпи към неговото използване.

7. Експерименти с модела и използване на резултатите на моделирането.

Съставя се план на експериментите, включващ тип на експериментите и възможни стойности на варираните параметри. Освен сведения за изследваната система, резултатите от експериментите могат да дадат полезни съображения за бъдещо усъвършенстване на модела.

4.4. Прогнозиране

Прогнозата представлява научно обоснована вероятностна оценка за бъдещето (за бъдещо явление; за бъдещо развитие на процес; за бъдещи последици), позволяваща предвиждането на тенденциите в развитието на икономическите процеси, пораждани от действието на обективните икономически закони и конкретните условия [по 62].

Процесът на прогнозиране започва с осъзнаването на нуждата да се вземат решения, които зависят от бъдещи и неизвестни стойности на някакви променливи.

Съществуват над 250 метода за прогнозиране на различни процеси и явления [133]. Класификации на методите за прогнозиране са направени например в [47, 48, 62, 133, 134].

Извън традиционните класификации, заслужават да се отбележат така наречените «авангардни» методи за прогнозиране. Те се използват при синтезирането на прогнозиращи функции за уникални нужди, когато липсват достатъчен брой наблюдения, или по принцип не са изпълнени условията за прилагане на някой метод. За тези случаи изследователи, теоретици и практики от всички научни школи и направления предлагат голям брой алтернативни или допълващи методи за прогнозиране. Авангардните методи нямат обща методика и се считат в общ клас, само защото са различни от останалите класове методи за прогнозиране. Изчерпателен списък не може да бъде посочен, но някои от тях се базират на фрактален анализ, разпознаване на образи, теория на хаоса, генетични алгоритми, размити множества, многоредна селекция, невронни мрежи, експертни системи и още много други.

С развитието на изчислителната техника, екстраполационните методи за прогнозиране на динамични редове придобиват все по-голяма употреба. Те се базират на идеята за синтез на прогнозираща функция (т. е. математическо описание на разглеждания процес) на основата исторически данни с последваща екстраполация на бъдещите стойности на процеса с помоща на синтезираната прогнозираща функция. При това съществено е допускането, че действалите в миналото закономерности (за периода на отчитаната предистория) ще се запазят и за в бъдеще (поне за периода на прогнозиране).

Един динамичен ред представлява последователност от числени стойности, характеризиращи определен процес (показател) в последователни периоди или моменти от време.

Когато прогнозиращата функция се използва за изчисляване на бъдещите стойности на динамичния ред, се говори за екстраполиране. Когато се изчисляват междинни стойности на динамичния ред, се говори за интерполиране.

Необходимо е обяснението на понятията "ex post" и "ex ante" ("ex ante" – преди факта; "ex post" – след факта). Прогнозиращите функции се синтезират за да дават информация за определен бъдещ период от време. Те прогнозират "ex ante" събития, т.е. събития, очаквани да се случат в бъдеще. От друга страна ако е необходимо да се направи проверка за точността на прогнозиране на функцията е необходимо да се използват "ex post" стойности.

Тъй като историческите данни са известни, много често е удобно да се използват "ex post" стойности като приблизителни на "ex ante", т. е. прави се допускането за запазване на действалите закономерности и за определен бъдещ период (с достатъчна за целите на изследването точност) и се поема определен риск, че това допускане може да бъде нарушено.

Синтезът на прогнозираща функция за един динамичен ред включва следните етапи:

1) Определяне на съществените фактори (ако се използва многофакторна прогнозираща функция) и дълбочината на отчитаната предистория (т. е. лаговите променливи);

2) Определяне видът на прогнозиращата функция (т.е. общия вид на математическото описание на прогнозиращия процес);

3) Оценка на параметрите в прогнозиращата функция по подходящ метод;

4) Предположение за неизменост на действащите закономерности за периода на прогнозиране;

5) Оценка на точността на прогнозиране и проверка на синтезираната прогнозираща функция.

В зависимост от направените избори за 1), 2) и 3), могат да се използват много различни по вид и сложност прогнозиращи функции, синтезирани по много различни начини [47, 48, 62, 133, 134 и др.]. Всички те могат да се отнесат като съдържание на блока "Предиктор" в универсалния модел на инвеститор, предлаган в раздел 10.

5. САМООРГАНИЗАЦИЯ И МНОГОРЕДНИ СЕЛЕКЦИОННИ ПРОЦЕДУРИ В ПРОЦЕСА НА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ

5.1. Основни концепции

Има три основни и важни концепции, на които трябва допълнително да се обърне внимание и те са основните причини за избор на кибернетичния подход при процеса на управление на инвестиционен портфейл – самообучение, самоорганизация, автоматизация на управлението.

Самообучението е процес на настройка на вътрешните параметри на управляващата система чрез някакъв алгоритъм или процедура, така че резултатите от цялата система за управление се подобряват в хода на нейното функциониране. Свойствата за самообучение на управляващата система в настоящето изследване се въвеждат главно чрез блок за настройка на параметри [виж раздел 10.10.]. Неговото предназначение е да варира целенасочено стойностите на параметрите на компютърния модел, чрез който се изработват инвестиционните решения. Подобен блок за настройка може да бъде внедрен и при повечето от подсистемите на управляващата система. Някои модели на инвеститори се базират на концепцията на самообучение като например инвеститор, базиран на изкуствена невронна мрежа.

Самоорганизация е процес на преподреждане и промяна на вътрешната структура (подсистемите и връзките между тях) на управляващата система чрез някакъв алгоритъм или процедура, така че съществените резултати от системата за управление се подобряват. В изследването реструктурирането на управляващата система се извършва чрез т.нар. евристична самоорганизация, експериментирайки с разнообразни конфигурации. Намерението е по този начин да се произведат набор от правила за автоматизирана самоорганизация.

Необходимостта за самоусъвършенстване (самоорганизация и/или самообучение) следва от това, че всяка инвестиционна стратегия има "срок на годност", след който са настъпили съществени промени в околната среда (промяна на макрофактори, промяна на очакванията и поведението на другите участници на пазара, промяна на нормативна база и пр.) За да продължи успешно процесът на инвестиране, трябва да се адаптира структурата или стойностите на параметрите на управляващата система към новите условия. С други думи: нестационарността на околната среда може (и трябва) да се компенсира чрез механизми за самоусъвършенстване на управляващата система.

Автоматизацията е минимизиране (но не пълна липса) на независима, външна за управляващата система интелектуална намеса в процеса на управление на портфейл, което се постига главно чрез компютързация на управ-

ляващата система. Автоматизацията е същината на кибернетичния подход. Автоматизацията подпомага (или направо осъществява) самоорганизацията и самообучението. Използването на автоматизирано управление на портфейл кореспондира на все по-бързо променящата се околна инвестиционна среда и на ускореното развитие на комуникационни и изчислителни възможности на съвременния компютър. Автоматизацията е необходима заради високата комплексност на управляващата система, но и заради необходимостта от бързо вземане на решение. В тази връзка е достатъчно да се отбележи само един факт: 70% от общия търгуем обем на американския пазар се пада на тъй наречените "сделки с висока честота" (high frequency trades), изпълнявани за максимум от няколко милисекунди [135].

5.2. Принципи на многоредната селекция

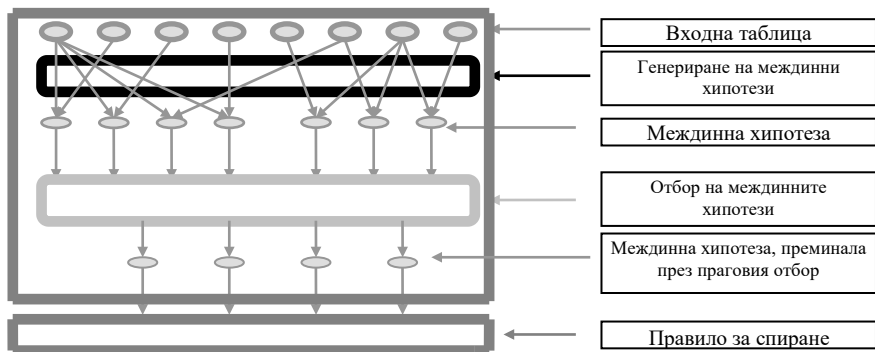
Принципно нов подход към задачата за автоматизиран синтез на математически описания е подходът на многоредната селекция. При този подход математическите описания се синтезират в хода на т. нар. "многоредна селекционна процедура", аналогична на насочената селекция в генетиката и биологията [136, 137, 32 и др.].

В най-общият си вид базовото понятие, с което многоредната селекция оперира е "хипотеза". В този смисъл хипотезата включва математическо описание във вид на уравнение или функционална зависимост, подреден набор от стойности на съществени променливи, логически проверими твърдения и др.

Основното предимство на този подход е, че позволява преглеждането и оценяването на огромен брой "перспективни, борещи се за оцеляване" хипотези чрез високо автоматизирана процедура. Освен това могат да се задават различни критерии за отбор и съответно да се синтезират функции с предвабително зададени свойства.

В хода на тази автоматизирана процедура се решава както задачата за оценка на параметрите, така и за отбора на съществените фактори и лагови променливи и отбора на най-подходящия вид на математическо описание. Основният недостатък е използването на много сложни алгоритми и програмно осигуряване.

В най-общият си вид многоредната селекционна процедура включва (фиг. 5.2-1):



Фиг. 5.2-1. Обща схема на многоредна селекционна процедура.

1. Въвеждане на първоначални данни. Началните данни се разделят на две части – обучаваща последователност и контролна последователност. Обучаващата се използва за определяне на стойностите на математическите описания. Контролната се използва за оценка на точността на получения модел по предварително определен критерий.
2. Генериране на "поколение" от "конкуриращи се" хипотези. Всяко генерирано математическо описание се разглежда като потенциално описание на обекта, като същевременно се конкурира с останалите ("борейки се за съществуване"). Особено характерно е, че след всеки ред от селекцията не се подбира едно единствено описание на обекта, а се извършва прагов отбор на определен брой добри описания (принцип на неокончателното решение).
3. Отбор на фиксиран брой "добри" хипотези на базата на определен критерий. Отбраните математически описания в дадено поколение се използват за генериране на нови по-сложни уравнения от следващото поколение, от които отново се отбират определен брой "най-добри" и т.н. (принцип на неокончателното решение).
4. Генериране на ново "поколение" по-сложни хипотези на основата на отбраните "добри" от предишното поколение и т.н. Характерно е, че видът на търсеното математическо описание не е предварително известно. Видът на описанието се уточнява последователно на няколко етапа (редове на селекция). На всеки етап се въвеждат нови междинни математически описания, които в неявен вид включват в себе си все по-сложни комбинации от първоначалните хипотези.
5. Правило за спиране. Селекционната процедура завършва при удовлетворяване на определени условия (правило за спиране). С оглед

съкращаване на изчислителната работа, може да се използват и допълнителни критерии (критерии за максимално разнообразие, критерии за коефициента на корелация и други).

В настоящата работа концепцията за многоредна селекционна процедура се използва за синтез на инвестиционни портфейли [виж раздел 14.] и като основа на идеята за "състезание между модели на инвеститори", лансирана в раздел [11.].

6. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИ ПРИНЦИПИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Кибернетиката представя един нетрадиционен "нов" възглед при изучаването на процеса на управление на инвестиционен портфейл. Бидейки интердисциплинарна, науката кибернетика (заедно с близките ѝ теория на автоматичното управление и обща теория на системите) е особено подходяща за решаване на комплексни и интердисциплинарни задачи като управлението на инвестиционни портфейли. Още повече самият фундамент на кибернетиката стъпва на идеята за самоорганизация и еволюционна адаптация, които точно отговарят на комплексния и силно променлив характер на свободните пазари.

Предложеното в настоящата разработка изследване има своите епистемологически корени в няколко направления:

- **Интердисциплинарност.** От направените до тук разглеждания е видно, че изследването не е базирано на една единствена сфера на познанието, а по-скоро е в зоната на застъпване на няколко – заемайки идеи от финансовия икономикс в обществените науки, теорията на автоматичното управление в инженерните науки, биологията, генетиката и други.
- **Индуктивен подход.** В изследването се подхожда по принципа от частно към общо. Не се възприема предварително дефинирана хипотеза, освен интуитивно признатите, че съществуват някои модели за управление на инвестиционни портфейли, които ще се представят по-добре от други и че всеки модел може да бъде подразделен на процедурни блокове, които съответстват на етапите на управление на портфейл. Очаква се в процеса на изследването да възникнат широк спектър хипотези и че те ще бъдат тествани със широк спектър новооткрити факти и взаимовръзки.
- **Емпиризъм.** Противоположно на доминиращата доктрина в науката за инвестиране, настоящото изследване е насочено към доказване, отхвърляне и откриване на нови факти и принципи, изцяло на базата на съществуващи данни от обективната действителност. Същевременно

се прави компромис с това, че не се цели получаването на формално аналитично решение

- **Изчерпателност.** В изследването се полагат специални усилия за експериментиране с всички използвани (и налични) данни, по предварително разписана процедура за всяка стъпка за всяко наблюдение. Изчерпателно са приложени познатите модели за управление на инвестиционни портфейли, а също и някои нововъвеждащи се.
- **Системен подход.** Разглеждане на явленията като система, т.е. като съвкупност от взаимосвързани и взаимодействащи подсистеми и елементи.
- **Самоорганизация (чрез насочена селекция).** Всички модификации на всички модели се състезават по между си по унифицирана "състезателна писта" от данни. Използвайки прагов критерий се селектират най-добрите модификации и модели, за да бъдат използвани за генериране на ново поколение модификации и модели (като се подбират стойностите на техни параметри и чрез комбиниране на техните блокове). Очаква се че този подход би "отгледал" модели, които са възможно най-добри за явлението от обективната действителност, описано от експерименталните данни. Принципът на самоорганизация се използва и като база за синтез на инвестиционни портфейли.
- **Евристика.** След като всеки модел е тестван с реални данни и покъсно дисектиран в отделни блокове, експериментът ще премине в следваща фаза: евристично комбиниране на блоковете на различни модели в нови неизучавани още модели.
- **Комплексност.** Нерестриктираната (но регламентирана) среда на финансовите пазари е комплексна система, отразяваща действията на много взаимнозависими активни подсистеми (лица, действащи по своята свободна воля) и разнообразните взаимодействия между тях.
- **Дискретизация.** Господстващата доктрина сред изследователите на инвестиционните портфейли в момента е непрекъснатост на времето. Използвания в настоящата работа подход като идея е дискретен – процесите се разглеждат като съставени от дискретни стойности, заемани в дискретни моменти от време. Това кореспондира с наличните борсови данни, които са принципиално дискретни. Същевременно този подход е продукуван и от универсалната концепция за прекъснатост във веригите от събития.
- **Математически апарат.** Използваният математически апарат е от матричните операции, като най-подходящ при работа с големи масиви от данни. Навсякъде променливите се разглеждат като количествени наблюдения от динамично променящ се ред.

В този методологически вид, подобно изследване не е провеждано. От друга страна отделни елементи от методологията са вече използвани в предишни изследвания:

- Дисекцията на подетапи на процеса на управление на портфейл;
- Използване на адаптивни методи за генериране и избор на инвестиционни решения;
- Портфейлът разглеждан като съставени от други портфейли;
- В някаква степен автоматизирано структуриране на инвестиционни портфейли, но по твърдо заложен алгоритъм, имат индексните фондове.

Евристичното прекомбиниране не е използвано и не е предлагано до сега. Така се създава фронт за множество изследвания, при които ще се съвместяват до сега некомбинирани идеи чрез многоредна селекция на модели на инвеститори.

7. ИЗВОДИ ОТ ГЛАВА I

Глава I представлява начална част и същевременно теоретическа обосновка на цялостното изследване. Направен е преглед на информационните източници на съществуваща инвестиционна теория. Изяснена е същността и работните дефиниции на основните понятия, използвани в монографията.

За по-пълно разбиране на смисъла на инвестиционния портфейл са разглеждани известните теории от инвестиционната наука. Специално място е отделено на методите за оценка на представянето на инвестиционни портфейли, тъй като те са от особена важност за изследването.

Направен е критичен анализ на проведени емпирични изследвания за управление на портфейл от други автори и са обобщени основните пропуски, за да бъдат отчетени при изследването по-нататък в монографията.

Другият основен фокус на главата е кибернетичният подход при управлението на инвестиционни инструменти. Направени са необходимите теоретични разглеждания, насочени към преразглеждане на процеса на управление на инвестиционни портфейли в термините на кибернетичната теория за управлението.

Етап на изследването е изграждане на комплексен симулационен модел за състезателно съпоставяне на подходите за управление на инвестиционен портфейл. Ето защо е подробно разглеждан въпросът за моделиране в процеса на управление на инвестиционни портфейли, като основен метод на кибернетическия подход.

В края на главата са формулирани методологическите основи на разработката.

Глава II. МЕТОДИКА ЗА СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ НА ОСНОВАТА НА КИБЕРНЕТИЧНАТА ТЕОРИЯ ЗА УПРАВЛЕНИЕТО

8. ЗАДАЧИ НА ГЛАВА II

2.1. Да се разработи структурна схема и описание на основните блокове в универсален модел на инвеститора, позволяващ да се обхванат (и моделират) широк клас инвеститорски модели (всеки модел на конкретен инвеститор да се получава като частен случай на универсалния модел, подбирайки специфичен вариант за някой/всеки от блоковете му).

2.2. Да се разработи методика за сравнителен емпиричен анализ на различни модели на инвеститори (методика за организиране на конкурентно "състезание" между различни модели на инвеститори, оценявани по еднакви критерии и опериращи в една и съща инвестиционна среда).

2.3. Да се разработят необходимите алгоритми и съответното програмно осигуряване за компютъризирана симулационна среда, позволяваща висока степен на автоматизация при провеждането на сравнителния емпиричен анализ ("състезание") между модели на различни инвеститори.

2.4. Да се разработят необходимите алгоритми и съответното програмно осигуряване за многоредна селекционна процедура за автоматизирано генериране на нови (по-ефективни) инвестиционни портфейли на основата на "оцелелите най-добри" от предходните фази на селекция.

9. МОДЕЛИРАНЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИЯ ПРОЦЕС - ВИДОВЕ МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ

Научната мисъл и инвестиционната практика са сътворили значителен брой подходи, методи, модели, процедури и стратегии за управление на инвестиционен портфейл (за които по-долу е представена класификационна схема). Прилагането им следва да се разглежда като систематичен процес, състоящ се от няколко фази.

Раздробяването на процеса открива възможности за евристично комбиниране на вариантите на различни фази в нови "комбинирани" (и неизучавани) подходи. Възможна разбивка е например: целеполагане, набиране на данни, структуриране на данни, статистически тестове, налагане на ограничения, прогнозиране, разработване на осъществими решения, избор на опти-

мални решения, реализирани на решението, намиране на обратна връзка, отчитане на въздействията от обкръжаващата среда и пр.

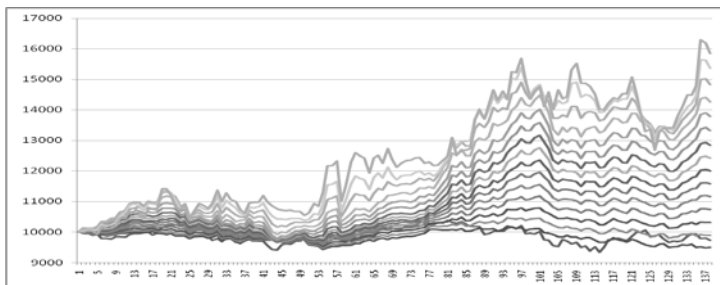
За целите на настоящото изследване е необходимо въвеждането на допълнително понятие – модел на инвеститор, свързано с концепцията за съответствие на различните подходи (виж по-долу), за която е необходимо уеднаквяване до някаква степен на методите. Модел на инвеститор е изкуствено създадена абстрактна система, симулираща поведението на инвеститор, следващ конкретна предварително дефиниран алгоритъм за управление на обекта Портфейл. За експериментирание с такъв модел са необходими:

Принципиален модел на инвеститор. Това е теоретичното описание на алгоритъма за управление на инвестиционния портфейл. Първообраз е на управляващата система инвеститор. Основната идея в изследването е да се моделират разнообразни концепции за управление на портфейл. Това означава превод на всеки познат теоретичен модел в частен случай на обобщената система за управление, описана в раздел 10 (виж фиг. 10.1-1). Един такъв частен случай може да се нарече "агент" или просто "инвеститор". Например: "Агент използващ подхода на Марковиц" или "Инвеститор базиран на подхода на Марковиц". Различните инвеститори са "привърженици" на различни принципиални модели.

Компютърен модел на инвеститор. Това е софтуер, изграден да съответства на принципиалния модел на инвеститор, като в същото време се състои от блокове кореспондиращи на обобщена блок-схема на система за управление, състояща се от структурни блокове. Всеки блок може да има варианти т.е. различни методи за изпълнение на основните му функции (вкл "нулев" вариант, когато даден принципен модел няма съответния блок). Всеки метод, т.е. вариант на блок от модела може да има определен брой параметри. Всеки параметър може да има различни числени стойности.

Компютърният модел позволява структурни и параметрични експерименти. Структурните експерименти се изразяват в избор на модел на инвеститор и/или избор на вариант на блок в модела на определен инвеститор. Параметричните експерименти се състоят в провеждане на серия експерименти с един и същ модел на инвеститор и един и същ набор варианти на блоковете в него при различни стойности на параметъра. Параметърът, чиято стойност се изменя в течение на експериментите е варируем параметър.

Блок за тестване на инвестиционна стратегия. Симулира поведението на управляваната система портфейл в съответствие с принципиалния модел на даден инвеститор, при дадена база от данни. Допълнително може да бъде програмиран така, че да демонстрира вероятностен характер чрез симулиране на стохастичните свойства на реални данни, повлияни от ненаблюдавани външни фактори. Ако се използват реални данни изследването е историческа симулация, ако се използват симулирани данни изследването е стохастична симулация.



Фиг. 9.1-1. Историческа симуляция на 15 портфейла, конструирани по модела на Марковиц

База данни. Съдържа набор от симулирани или исторически данни, които са необходими за блока за тестване на инвестиционна стратегия. Съдържа и информация за инвестиционните инструменти (елементи на системата портфейл) и за други влияещи външни фактори (обкръжаваща среда).

Данните могат да бъдат симулирани и/или исторически в зависимост изследователския подход, като историческите се използват при тестване на разнообразни инвестиционни стратегии, а симулираните могат да бъдат използвани за валидиране на даден модел на инвеститор. В идеалния случай базата данни трябва да е пълнообхватна – да съдържа всички наблюдения за всички инвестиционни инструменти, търгувани на всички достъпни регламентирани пазари. Реално, обаче, данните са неперфектни и съществуват големи предизвикателства свързани с липсващи данни, особено за развиващ се пазар като Българска фондова борса (БФБ), затова използваните в изследването данни трябва предварително да бъдат:

- Ограничени във времето – постановяване на начална и крайна дата за изследването. Някои от началните месеци от наличните наблюдения за БФБ може да бъдат изключени (по установен общ критерий) поради недостатъчни търгувани обеми.
- Аргументирано подбрани емисии на инвестиционни инструменти в зависимост от пълнотата на данните в динамика и в статика (за всеки такт от време). Т.е. необходими са възможно най пълни динамични редове от (по възможност) всички характеризиращи показатели за дадена емисия.
- Интерполирани – някои от подбраните динамични редове от данни могат да бъдат допълнени със симулирани данни на мястото на липсващите данни.

- Унифицирани – получената база от данни е еднаква за всеки модел на инвеститор и не се променя в рамките на изследването. Всички наблюдения са с унифицирани маркери за време. Така получената база от данни е унифицирана "писта" от данни за състезаване на модели на инвеститори и техни модификации ("състезателна писта").

Класификация. Предлага се следната класификация на моделите на инвеститори, в която те са класифицирани по етап на развитие на теоретичната концепция, на която са базирани:

Традиционни модели на инвеститор – симулацията е базирана на някой от традиционните методи за управление на инвестиционен портфейл (например: наивна диверсификация).

Класически модели на инвеститор – разработени по някой от класическите метод за управление на инвестиционен портфейл.

Постмодерни модели на инвеститор – симулират някой от постмодерните методи за управление на инвестиционен портфейл.

Авангардни модели на инвеститор са такива, които симулират някой от авангардните методи за управление на портфейл.

Комбиниранни модели ще бъдат тези, които са получени при комбинирането на блоковете на два или повече модели на инвеститори.

Селектирани модели са тези, които са подбрани като най-добри (по определени критерии) от множеството от всички модели от предходно споменатите групи, чрез евристична многоредна селекционна процедура (виж раздел 11.). Като едно от намеренията на изследването е да бъдат подбрани модели на инвеститори, възможно най-подходящи за опериране на БФБ.

10. СТРУКТУРНА СХЕМА И ОСНОВНИ БЛОКОВЕ В УНИВЕРСАЛЕН МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР

10.1. Обща схема

Този раздел разглежда архитектурата на управляващата система ("Инвеститор") и информационните потоци, движещи се между подсистемите ѝ. Описанието им е същевременно и проект за реализиране на модел в среда Simulink.

Много важно допускане за последващия текст е, че всички информационни канали се считат за зашумени и подлежащи на чисто закъснение. Авторът счита, че това е задължително допускане, за изследванията на обществените явления като инвестиционен пазар.

Фази в процеса на управление на портфейл. Процесът на управление на портфейл може да се анализира в последователни фази, подредени в управленски цикъл. Всяка фаза е представена от подсистема в структурата на управляващата система инвеститор (виж. Фиг. 10.1-1, Фиг. 10.1-2).

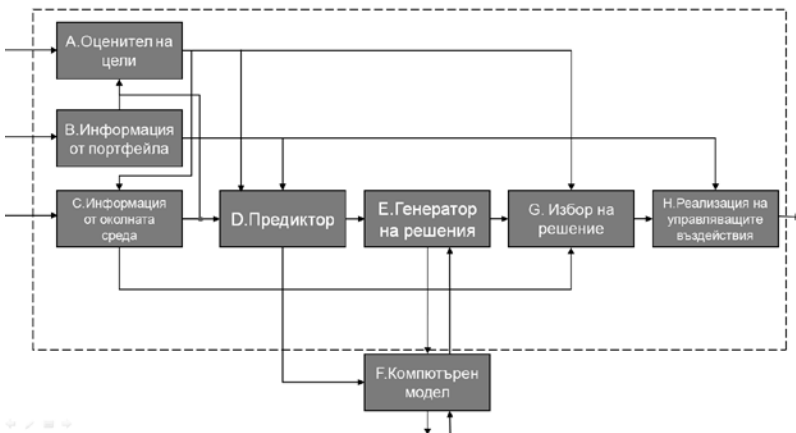


Фиг. 10.1-1. Управляващата система "Инвеститор" като преобразувател на информация

Управлението на портфейл е процес на преобразуване на информация. Ето защо подсистемите на управляващата система могат да се групират в както следва (фиг. 10.1-1):

- Входящ слой подсистеми, които взаимодействат с влизащите в системата информационни потоци. Този набор от подсистеми "кодира" информацията във вид, разбираем за останалите.
- Скрит (вътрешен) слой подсистеми, които използват и преобразуват информацията по най-добрия начин, необходим за функциите на процеса за управление на портфейл.
- Изходящ слой подсистеми, които излъчват (кодират обратно, декодират) необходимата информация, така че управляваната система "Портфейл" да получи разбираеми управляващи въздействия.

Разделянето на управляващата система по-нататък във функционални подсистеми, кореспондиращи на фазите от управление на портфейла води до описаната по-долу архитектура (фиг. 10.1-2).



Фиг. 10.1-2. Архитектура на управлящата система "Инвеститор"

10.2. Блок "Оценител на цели"

10.2.1. Описание на блока

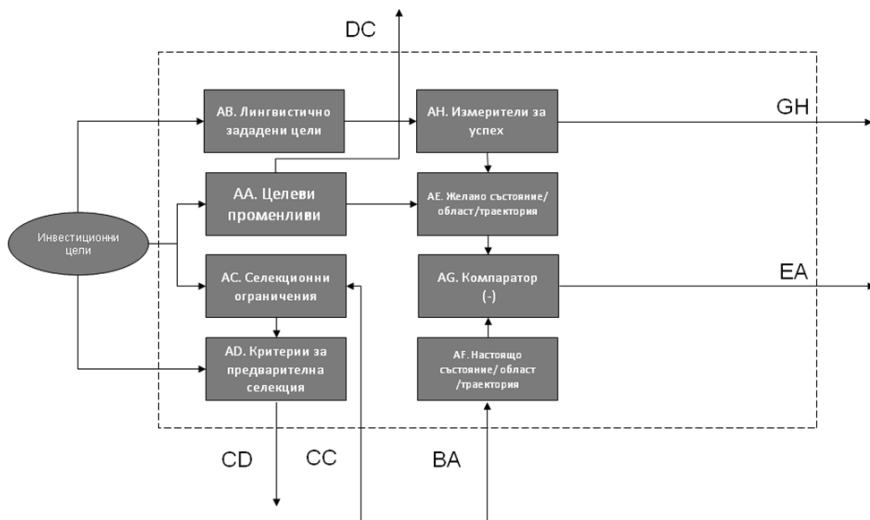
Тази подсистема обработва поставените цели. Цел е желано състояние (конфигурация) на съществените променливи. След първия управленски цикъл блокът изпълнява, допълнителна функция – съпоставка между настоящо и желано състояние. Критерии за оценка на представянето на портфейл могат да бъдат използвани за дефиниране на целта. Много подходящ за целта е коефициент на Сортино (или негова модификация), тъй като той естествено е целево ориентиран, съпоставяйки постигната с предварително определена целева доходност.

10.2.2. Структура на блок "Оценител на цели"

Информацията за инвестиционните цели всъщност е доста разнообразна. Очаква се, че пълното описание на набор зададени инвестиционни цели включва информация за (фиг. 10.2.2-1):

- Кои променливи трябва да се отчитат при оценяването на успеха от процеса на управление на портфейла (т.е. кои са целевите променливи);
- Какви трябва да се желаните стойности на целевите променливи (които могат да бъдат изпратени към подсистема D. за прогнозиране на очаквани стойност);
- Какви са нормативните ограничения за структурата на портфейла;

- Какви са критериите за предварителна селекция на инвестиционните инструменти, ако такава е необходима. В такъв случай теглата на извадените инвестиционни инструменти ще са винаги равни на 0



Фиг.10.2.2-1. Структура на блок "Оценител на цели"

Измерителите за успех са математическо описание на начина за изчисление и допустимите отклонения. Знаейки измерителите за успешно управление на портфейл, могат да се изведат желаните цели. Те могат да са желани състояния (равновесно състояние, точка в геометрически смисъл), желани области (предполага се области на Парето) и/или желани траектории (ако е желан например режим за оптимално управление или за следящо управление) в пространството на състояния на портфейла.

Например моделът на Канеман-Тверски е алтернатива на популярната теория за очакваната полезност и по същество изчислява функция на полезност на инвеститора. Следователно в универсалния модел на инвеститор този модел ще е в блока за избор на решения, като ще е отразен и от блока "Оценител на цели" (подблок АЕ "Желано състояние, траектория, област").

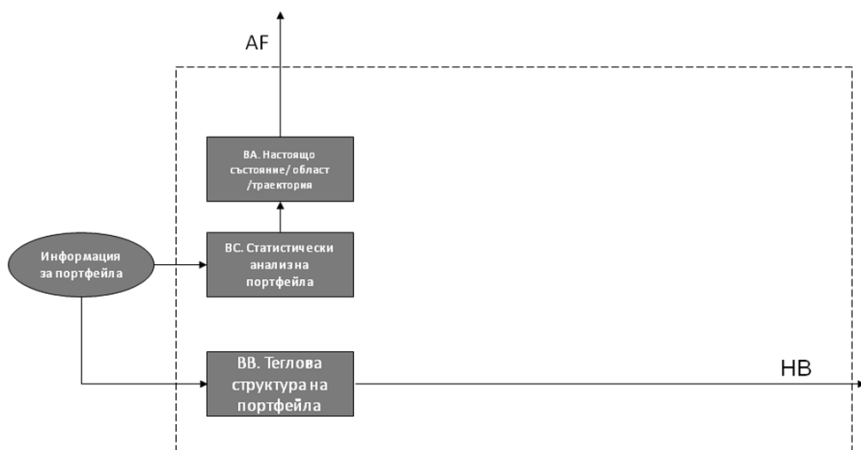
Друг важен процес в подсистемата е съпоставката между информацията от обратната връзка (информацията за портфейла, идваща от подсистема В.) и желаните цели. Подсистемата за съпоставка между желано и настоящо състояние (област, траектория) е функционално еквивалентна на суматор. Резултатът се изпраща към подсистемата за генериране на решения (Е).

Важна функция има подсистема "AG. Компаратор (-)", която съпоставя желаното състояние, траектория или област със настоящото състояние, траектория или област и определя дали разликите са приемливи, или се налагат коригиращи управленски въздействия.

10.3. Блок "Информация за портфейла"

10.3.1. Описание на блока

Тази подсистема отчита обратната връзка от управляваната система. Тя получава, натрупва и систематизира информация относно поведението и структурата на портфейла.



Фиг. 10.3.2-1. Структура на блок "Информация от портфейла"

10.3.2. Структура на блок "Информация за портфейла"

Информацията от портфейла се състои от няколко изчислени стойности (фиг. 10.3.2-1):

- портфейлната структура (както е дефинирана по-горе – вектор от $k+1$ стойности). Портфейлната структура се препраща директно към подсистема Н. за да се използва като основа за компенсиращи управленски (въз-) действия.
- настоящо състояние на целевите променливи, зададени в подсистема А.

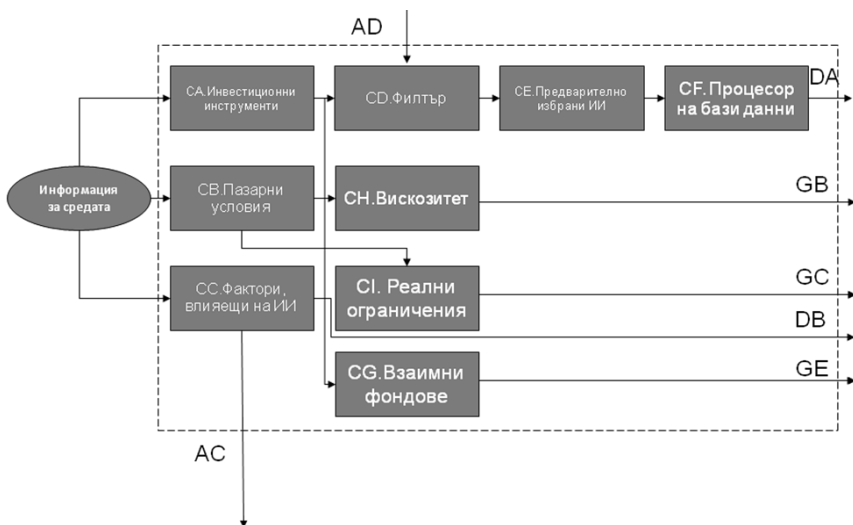
10.4. Блок "Информация за околната среда"

10.4.1. Описание на блока

Тази подсистема обработва информация, постъпваща от наблюдаваните външни фактори, които въздействат на процеса за управление на портфейл. Тя получава, натрупва, системизира информация относно околната среда – пазарни условия, ограничения, достъпни инвестиционни възможности.

10.4.2. Структура блок "Информация за околната среда"

Информацията от околната среда се набира в три различни класа (фиг. 10.4.2-1) – за всички инвестиционни инструменти (напр. списък на всички достъпни), за пазарните условия (напр. брокерски комисионни) и за наблюдаеми смущаващи фактори на средата, влияещи върху управляваната система (напр. данни за БВП).



Фиг. 10.4.2-1. Структура на блок "Информация от околната среда"

Инвестиционните инструменти може да бъдат филтрирани, използвайки критериите за предварителна селекция, зададени от подсистема А. Всички съществени данни за избраните инвестиционни инструменти се събират в база данни. Взаимните фондове са под специално внимание, тъй като те са възможна по-евтина алтернатива на някои структури на портфейл. В случай

на дублиране на дадена структура на портфейла, се използва съответен взаимен фонд като заместител (в случай на дублиране, взаимния фонд е винаги доминиращо решение, защото винаги ще има по-ниски транзакционни разходи).

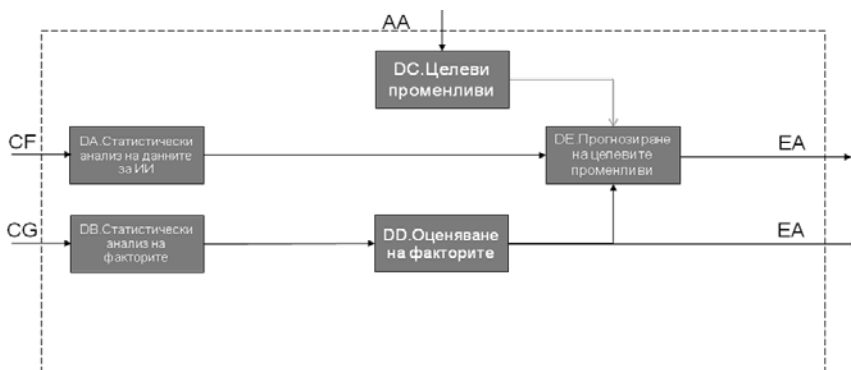
Основният резултат от информацията за пазарните условия е задаването на набора фактори на пазарния вискозитет (като например моделите за формиране на транзакционни разходи и прочие). Те са много важни за процеса на валидация и дискретизация на оптималните стойности в подсистема G. Друг резултат е набор е реални ограничения за избор на портфейлна структура.

Някои модели за избор на портфейл изискват информация за фактори като лихвени проценти, инфлация, специфични данни за дадена компания и други. Така че и такава информация се набира при необходимост.

10.5. Блок "Предиктор"

10.5.1. Описание на блока

Прогнозира или оценява очаквани стойности на съществените променливи на достъпните инвестиционни възможности и външни наблюдавани фактори. Статистически анализ на настоящата портфейлна структура също е необходим.



Фиг. 10.5.2-1. Структура на блок "Предиктор"

10.5.2. Структура на блок "Предиктор"

Тази подсистема функционира за да произведе необходимите очаквани бъдещи стойности на съществените променливи. Някои методи за прогнозиране (напр. регресионните методи) изискват данни за независими променливи (фактори). Ето защо е необходима връзката DD. към DE. (фиг. 10.5.2-1).

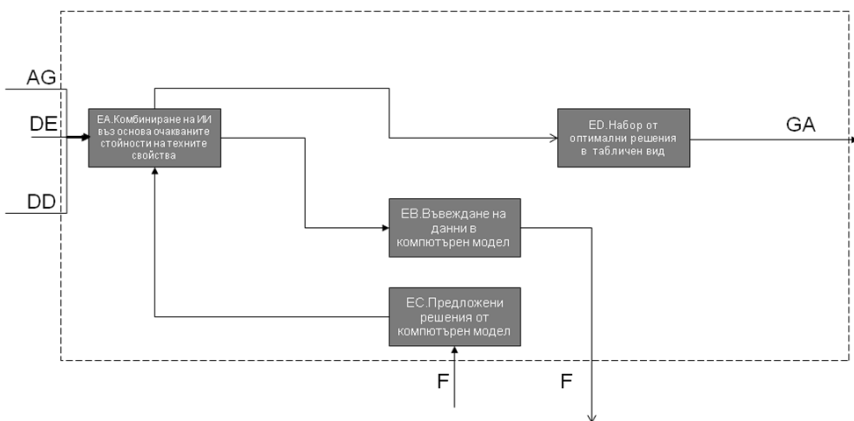
10.6. Блок "Генератор на решения"

10.6.1. Описание на блока

Тази подсистема дефинира и калкулира набор от осъществими състояния на портфейла във вид на комбинации от множество примитивни портфейли.

10.6.2. Структура на блок "Генератор на решения"

След като цялата необходима информация е подготвена в необходимия вид, тази подсистема генерира набор от възможни решения. Един от основните компоненти на цялата система за управление е подсистема ЕА. (фиг. 10.6.2-1). Тя съдържа метода, алгоритъма, подхода за генериране на множество оптимални решения.



Фиг. 10.6.2-1. Структура на блок "Генератор на решения"

В повечето случаи тази подсистема изисква дву-посочна комуникация с компютърния модел, като първоначално натрупаните данни просто се пренасочват към него, а после се разглеждат изчислените предложения за решения.

10.7. Блок "Компютърен модел"

10.7.1. Описание на блока

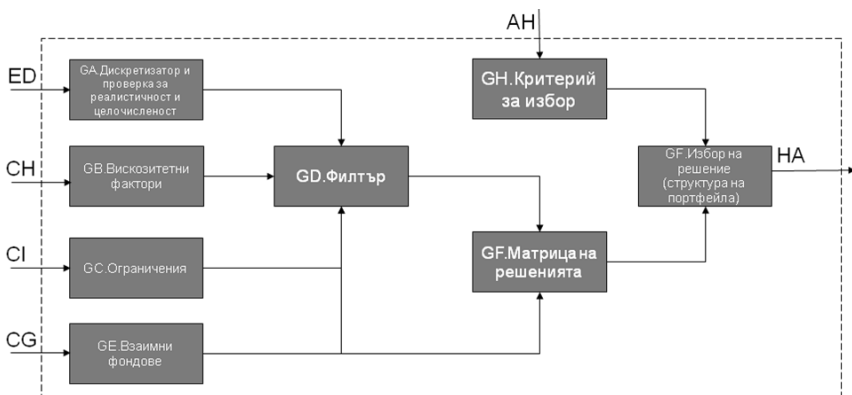
Тази система е разширение на управляващата система, което отговаря на необходимостта от външен модел за симулиране на възможни решения на портфейла. Представява компютърна реализация на модел на инвеститора и

средата, с който се провеждат експерименти. Компютърният модел използва същата информация за съществените променливи, за външните въздействия, добавя ограничения, критерии за избор и изисквания (които отразяват и целите, но и математическия апарат на съответната стратегия) от инвеститора. В обратната посока генерира възможни оптимални решения на задачата.

10.8. Блок "Избор на решение"

10.8.1. Описание на блока

Тази подсистема решава и избира структурата на портфейла. За подходящи се считат само оптималните според даден критерий решения от всички възможни. Необходимо е използването на процедури за решаване на многокритериални оптимизационни задачи и прилагане на принципа на необходимото външно допълнение. Важна променлива, която трябва да се отчете тук е рационалността и склонността към поема не на риск (и към други съществени променливи) на инвеститора.



Фиг. 10.8.2-1. Структура на блок "Избор на решение"

10.8.2. Структура на блок "Избор на решение"

Също много важна е подсистемата GA. (фиг. 10.8.2-1). Предложените решения от подсистема E. са оптимални. Въпреки че достигането на една идеално решение изглежда желано, в повечето случаи такова решение е нереалистично заради целочислеността на задачата. Затова всички реализуеми възможни портфейли, се получават възможно най-близки до оптималните. Освен това инвестирането в някои взаимни фондове (които по дефиниция са

портфейли) могат да дублицират структурата на дадени портфейли (което значи, че ще дублицират очаквания им доход), но ще имат по-ниски транзакционни разходи т.е. ще са по-нагоре в графиката.

Така че за да се открие осъществимо решение, решенията се филтрират. В резултат на което се получава матрица на решенията, в която всеки ред представлява възможно решение с няколко колони от информация за стойностите за критерии за решение (зададени в подсистема А.). В матрицата може да присъстват няколко решения представени като взаимни фондове, които да доминират генерирани от системата решения.

10.9. Блок "Реализация на управляващите въздействия"

10.9.1. Описание на блока

Тази подсистема излъчва и реализира управленски въздействия към управляваната система "Портфейл". След съпоставка между желаната и настоящата структури на портфейла, разликите се превеждат в пазарни поръчки.

Няколко реални ограничения биха повлияли на реализацията на решението, правейки го суб-оптимално:

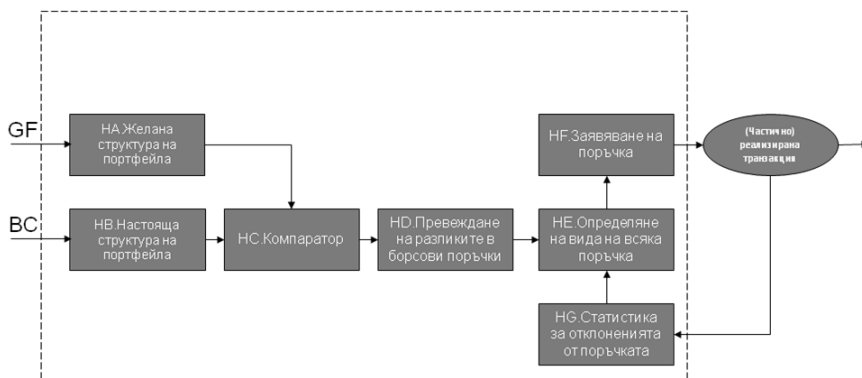
- Дискретизация, делимост, наличие на свободни акции от дадена емисия – числовото решение задължително се получава след целочислена оптимизация при допълнителни (неотчетени до сега) ограничения.
- Чисто закъснение на системата, включително времето за изпълнение на поръчката, както и време за изпълнение на условията на поръчката. Инерцията на управляваната система е способността ѝ да забавя или нулифицира изпълнението на въведените ѝ управленски въздействия.
- Пазарен вискозитет при отчитане на комисионни по транзакциите, инфлация, данъци върху придобиване на инвестиционни активи и/или върху приходи от дивиденди/лихви и пр.

10.9.2. Структура на подсистема "Реализация на управляващите въздействия"

След като желаната структура на портфейла е избрана последната подсистема изработва управленски въздействия (фиг. 10.9.2-1). Желаната структура се съпоставя с настоящата структура. Разликите се превеждат в пазарни поръчки към борсовата система за търгуване и които след това се пускат за изпълнение.

При задаване на пазарни поръчки има известен лаг в изпълнението им и съответно разлика между зададената за изпълнение поръчка и реално осъществената транзакция. Това свойство е чистото закъснение, породено от външни въздействия върху управляващите въздействия. Освен това дадена

(условна) поръчка може да не се изпълни изобщо, заради това, че никога не достига подходящи условия за нейното изпълнение или заради липса на ликвидност. Затова в рамките на подсистемата е необходим допълнителен информационен контур на обратна връзка за случаите на непълно изпълнение на поръчката в реално време. Този контур също така играе роля на вид корекционен механизъм.



Фиг. 10.9.2-1. Структура на Блок "Реализация на управляващите въздействия"

10.10. Блок "Самоусъвършенстване"

10.10.1. Описание на блока

Тази подсистема е обособена част от цялостната система за управление. Тя сменя данните от портфейла, от средата, целите, решенията на предходния управленски цикъл, решенията представени от компютърния модел и прави усъвършенстване (самообучение и/или самоорганизация) на компютърния модел. Самоусъвършенстване се налага, защото всяка инвестиционна стратегия има срок на годност след което тя трябва да се самоусъвършенства/адаптира за да продължи да работи успешно. Автоматизацията е необходима заради високата комплексност на управляващата система, но и заради необходимостта от (относително) бързо решаване. В помощ на автоматизацията работи високата степен на разбиване на отделните системи на техните подсистеми (операции)

10.10.2. Структура на блок "Самоусъвършенстване"

Предложената в настоящия раздел вътрешна структура на управляващата система не е прост и директен подход, тъй като стремежът е да дава обобщено и универсално решение за всички инвестиционни задачи. В съответствие на Закона на Ешби за необходимото разнообразие [36], управляващата система в процеса на управление на инвестиционен портфейл трябва да е достатъчно сложна и по-сложна от управляваната система. Изграждане на структурата на блок "Самоусъвършенстване" е задача на отделно изследване. В настоящата монография, този блок се приема за черна кутия.

11. СРАВНИТЕЛЕН ЕМПИРИЧЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ (ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ)

11.1. Концепция за състезание на модели на инвеститори

Всички модели на инвеститори (познати и нови) биват тествани на унифицираната състезателна писта от данни. Тя се състои от попълнени (реални или симулирани) динамични редове на всички възможни (използваеми) инвестиционни инструменти.

Тестването се прави за всяко наблюдение с всички инвестиционни възможности, достижими в съответния момент, използвайки всички възможни модификации на модела (получени при всички възможни комбинации от стойности на параметрите на модела).

Непосредствения резултат от този системен подход би бил ранглиста на най-успешните (според поставените критерии) модели на инвеститори, които в последствие могат да бъдат подбрани чрез прагов подбор и използвани за реконструиране (самоорганизиране) и настройка (самообучение) на ново поколение от модели на инвеститори. Новото поколение модели преминава през същото състезание и т.н. От генерална гледна точка концепцията де факто представлява многогоредна селекционна процедура.

11.2. Характерни черти

Същност. Изследването се концентрира върху състезанието на модели на инвеститори въз основата на исторически данни.

Предварително допускане. Всяка модификация на всеки познат подход за управление на инвестиционни портфейли може да се представи като модификация на модел на инвеститор.

Емпирични данни. Представени са във вид на унифицирана състезателна база данни, главно заради реално съществуващите неперфектности в данните.

Изчерпателно постепенно експериментиране. Всеки модел на инвеститор се тества за всяко наблюдение с пълния си набор от модификации (всички комбинации от възможни стойности на всички параметри). Минималната стъпка на експериментиране може да бъде от един ден до един месец. Историческият прозорец от предходни данни, използвани за изчисляване на модела, може да бъде с различен размер, например от един месец до пет години. С всяко напредване към следващото наблюдение прозорецът се приплъзва напред. Хоризонтът на прогнозиране (с дължина от един ден до една година) също се приплъзва напред. При всички тези случаи данните предварително се агрегират съответно и подходящо.

Селекция. С течение на състезанието, най-добрите модификации на модели се избират чрез прагов подбор. Процесът започва с ранжиране на модификациите на модели съобразно предварително дефинирана комбинация от критерии. Най-същественото да се отбележи е, че вместо да се избере най-добрата една, се избират няколкото най-добри модификации. Т.е. прилага се принципът на неокончателно решение, което означава, че процедурата е с неограничен брой последователни цикъла (и следователно не отговаря точно на дефиницията за алгоритъм).

Разделяне. Всеки от селектираните модификации се разглежда като съставен от стандартизирани блокове съответстващи на фазите на системата за управление на портфейл.

Евристично реструктуриране. Така отделените нееквивалентни блокове от различните модели се асемблират в нови (комбинирани) модели. Например блокът за оценка на очаквана доходност (чрез аритметично осредняване на историческите доходности) при инвеститор, базиран на теорията на Марковиц, се заменя с блок за прогнозиране, използващ метода ARIMA.

Итерация. Новите комбинирани модели се състезават (помежду си и срещу всички предходни) по унифицираната състезателна писта от данни. Ако има по-добър от до сега селектиран модел, се включва в топлиста, докато на-лошият от там отпада. Този процес може да продължи докато се изпълни условие за спиране (в случая може и субективна преценка). Цялостната процедура може да се счита за евристична (заради възможността за намеса на изследователя) многоредна селекция.

11.3. Основна цел

АВТОМАТИЗИРАНА (ДО НЯКАКВА СТЕПЕН) ГЕНЕРАЦИЯ НА НОВИ, ПО-ДОБРИ МОДЕЛИ ЗА КОНСТРУИРАНЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ.

Очаквани резултати:

- Усъвършенстване на терминологията и превеждане на инвестиционната теория в кибернетичен контекст.
- Създаване и усъвършенстване на компютърен модел за симулиране и автоматизация на модели на инвеститори.
- Разработване на обобщена унифицирана тестова база от данни с всички възможни инвестиционни инструменти, търгувани на БФБ, която може да бъде използвана за други/бъдещи изследвания и експерименти.
- По-пълна идентификация на обкръжаващата среда, чрез откриване на нови факти и може би нови принципи за инвестиционните пазари и за БФБ.
- Ранглиста на най-добрите модификации на модели на инвеститори. Подбирането на различните модификации е необходимо за решаването на разнообразни инвестиционни задачи.
- Синтезирането на нови модели на инвеститори чрез самообучение и самоорганизация. Концепцията за евристично реструктуриране на модели е генератор за нови хипотези и може би нови теории.
- Обобщаване на (по-добри) правила за управляване на управляваната система портфейл. Тези правила са възможни препоръки за инвеститорите на пазара.

11.4. Класификационна схема на моделите на инвеститори

Симулираните модели на инвеститори използват различни подходи при управление на инвестиционния си портфейл. Всеки от тези подходи има модификации, в зависимост определен параметър (например период на преразглеждане на портфейла, период на отчитане на предистория, модификации на метод за подбор на инструменти в портфейла и пр.). Подходите имат подреден номер (или код, или класификационен шифър) в списъка на разглежданите модели на инвеститори.

Всеки модел принадлежи към определен клас или образува самостоятелен клас модели (респ. инвеститори). Всеки модел има характерни черти, които служат като класификационни признаци. Всеки признак може да има различни стойности/значения (т.е класификационната схема може да има няколко класификационни нива). Един модел може да съществува в няколко модификации в зависимост от стойностите на определен параметър (напр.

период на преразглеждане на портфейла, дълбочина на отчитаната предистория и пр.).

Класификационната схема се изгражда в хода на изследването на основата на получените резултати от началните модели. Комбинираните модели се конструират от компоненти на по-простите модели. Класификацията се движи от просто към сложно, като натрупаният опит и направените изводи от по-простите модели се използват за генериране на по-сложните. За начало се използва евристична многоредна селекция на моделите, като стремежът е в последствие да се премине към автоматизирана, а накрая към автоматична селекция.

Някои модели са адаптивни, т.е. в хода на функционирането си "натрупват опит" и се самообучават/самоусъвършенстват. Коеето означава, че за всяка серия експерименти те трябва да се пренастройват и участват, независимо дали в предишни експерименти са били от селектираните.

Всеки модел се състои от блокове. Всеки блок по дефиниция е модел на определен етап от процеса на управление на портфейл. Всеки блок може да съдържа различни методи (характерни за различните инвеститори). Един блок може да не съдържа никакъв метод (да е празен), да съдържа един метод или да комбинира в себе си няколко методи. По дефиниция комбинация от методи също е метод.

Примерно шифриране на моделите: М(одел) на И(веститор) с П(прогнозиране)1.С(статистика)3.А(алтернативи)2 => МИ.П1.С3.А2 или м1.3.2. или просто ИМ1, ИМ2, ИМ3 със съпътстващо описание кой модел какво съдържа или изцяло цифров код.

12. МЕТОДИКА ЗА СРАВНИТЕЛЕН ЕМПИРИЧЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ

Цялостната последователност на изследването преминава през пет основни етапа, един от които е подготвителен (подготовка на емпиричната база) и останалите четири са същинското изследване и се повтарят циклично. Един цикъл на изследването се изразява в провеждането на серия параметрични експерименти. Структурните експерименти с модела протичат в няколко цикъла на изследването. (*Забележка:* в настоящата монография емпиричното изследване се състои от един пълен цикъл от петте етапа).

0) Подготовка на използваната в изследването емпирична база. На този етап се решават всички въпроси, свързани с емпиричната база, използвана в изследването.

Първоначално се подготвя прототип на емпиричната база със сравнително малък брой ИИ и малък брой наблюдения, на който се изпробват програмните алгоритми.

След като програмните алгоритми са проверени, се пристъпва към оформяне на първичната емпирична база. Тя съдържа всички стойности (цена на отваряне, най-висока, най-ниска, цена на затваряне, търговски оборот) за всички ИИ за всички периоди.

От първичната емпирична база се формира на използваната в изследването емпирична база, като се избор на инвестиционните инструменти, включени в изследването, изключват се краевите ефекти в данните (в началните или крайните периоди) и се допълват на първичните данни със симулирани.

1) Определяне на общи характеристики на използваните в изследването модели. Първо се определят точно кои модели на инвеститори, са включени в изследването. След това се определят критериите, по които ще се оценяват моделите. При това положение вече може да се определят общите допускания на моделите на инвеститори относно инвеститора, борсовата среда и пазарните фактори. След като са направени допусканията се определят основните параметри, които в рамките на изследването се варират при всички модели по описан план на експериментите. Планът на експериментите: определя кои модели на инвеститори; при какви техни структури; при кои варируеми параметри и за какви числени стойности на тези параметри ще се проведат експериментите.

2) Провеждане на симулационни експерименти с моделите на инвеститор. Постъпателно се провеждат експериментите модел по модел както са описани в плана на експеримента. За всяка серия експерименти с даден модел на инвеститор се определя: постановка, структурно описание на модела (съответстващо на общата схема на инвеститор), направени допускания и специфични особености и програмната реализация. След приключване на експериментите, резултатите се представят в удобен за анализ вид. Изработват се емпирично базирани констатации, анализи, изводи и препоръки.

3) Съпоставителен анализ на резултатите от проведените експерименти. След като са преведени всички симулационни експерименти и за всеки един от тях са направени изводи, се пристъпва към обобщаване на изводи и препоръки, относно използването на модели на инвеститори, относно методиката на изследването и относно управлението на инвестиционни портфейли в условията на българския фондов пазар. Основен момент е съпоставянето на резултатите от всички модели по предварително определените критерии. Правят се изводи за най-добре представилите се модели, най-добре работещия тип модели и клас от модели. Представят се насоки за понататъшни експерименти с разработените модели.

4) Евристичен синтез на нови модели за управление на инвестиционни портфейли. Синтезът на нови модели се прави като използваните до момента се дисектират на блокове, съгласно общата схема на инвеститор. Към набора от блокове на използваните модели могат да се прибавят и блокове,

които до момента не са участвали. От набора блокове се конструират нови модели чрез евристично комбиниране. Очакванията са (без да е сигурно), че новосинтезираните модели, съдържащи блокове от най-добрите модели от предходния цикъл, ще са най-успешни.

Разбира се не всички блокове са съвместими, затова се прави генерационна схема, по която се прави списък на всички възможни модификации на новосинтезираните модели. Преминаване отново в стъпка 1), където от пълния списък се подбират моделите за следващия цикъл на изследването и т.н.

Изследването по принцип може да продължи безкрайно – докато има нови предложения за модели за инвеститори или техни модификации. Същевременно е ясно, че провеждането на един цикъл от изследването сам по себе си е голямо емпирично изследване и при провеждане на цялостно изследване правилото за спиране ще е времеви лимит на изследователя.

13. КОМПЮТЪРИЗИРАНА СИМУЛАЦИОННА СРЕДА ЗА СРАВНИТЕЛЕН ЕМПИРИЧЕН АНАЛИЗ НА МОДЕЛИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ

13.1. Общо описание на алгоритъма

Настоящият алгоритъм следва нормалната логика за историческа симулация. Стъпките от блок 0. са за предварителна подготовка на масиви и данни. Стъпките от блокове 1, 2 и 3 са Фаза за подготовка на средата за симулацията. Стъпките от блок 4 и 5 са Фаза за историческа симулация. Стъпките от блокове 6 и 7 са от Фаза на заключителни операции. (13.3-1)

Във Фаза за подготовка на средата за симулация се правят всички изчисления според теорията на изчисления за експериментиране модел на инвеститор за наблюденията от целия период от изследването. След завършването на тази фаза има формиран масив с избрани решения по експериментирания модел за всяка стъпка от периода на изследването. Така този масив "Симулационна среда" е с размерност k колони на $m-1-D$ редове, където k е броят на всички ИИ, включени в емпиричната база на изследването, m е броят на всички наблюдения, включени в изследването, а D е размер на отчитаната предистория.

Във Фаза за историческа симулация се използват данните от масива "Симулационна среда", като се симулира състоянието на инвеститор, опериращ на финансов пазар и следващ философията на инвестиране, заложен в експериментирания модел. Този инвеститор преразглежда портфейла си през L периода, където L е инвестиционния хоризонт.

13.2. Последователност на работа на алгоритъма

13.2.1. Фаза за предварителна подготовка на масиви и променливи

0. Предварително зареждане на информационните масиви и задаване на начални стойности на параметрите.

0.1. Задаване на начални стойности на параметрите, необходими за работа на алгоритъма, включително:

- Задаване на вида на изчисления за експериментален модел на инвеститор
- Инвестиционен хоризонт (L)
- стъпка на нарастване на времето (S)
- начална инвестирана сума
- параметри за изчисляване на брокерските комисионни, данъчни ставки и др.

0.2. Зареждане на използваната емпирична база данни:

- Цени на всички ИИ от Българска Фондова Борса, включени в емпиричната база на изследването (виж раздел 13.)
- Данни за корпоративни събития – разширяване на капитала, изплащане на дивиденди, промяна на номинала и др. на дружествата- емитенти на ИИ.
- Зареждане на верижни данни за инфлацията за целия период.

0.3. Извършване на предварителни изчисления:

- За целите на изследването е необходимо този брой на наблюденията в отчитаната предистория (D) да е равен за всички модели. В такъв случай минималната му стойност е равна на минимално допустимата стойност на модела са най-много необходими наблюдения. Ето защо този брой се задава равен на броя на избраните в изследването ИИ, тъй като трябва да се осигурят условия за положително определена вариационно-ковариационна матрица при моделите използващи такъв подход.
- Изчисляване на масив "Доходност", съдържащ верижна доходност от данните за цените на ИИ и въведените корекции за корпоративни събития по формула (13.2.1-1). Масивът има размер е с размерност k колони на m-1 редове, където k е броят на всички ИИ, включени в емпиричната база на изследването, m е броят на всички наблюдения, включени в изследването.

$$R_i(t) = \frac{P_i(t) \cdot h_i - P_i(t-1) + \sum_{t=\min(t-1)}^{\max(t)} B_i(t)}{P_i(t-1)}; 0 < h_i \leq 1 \quad \dots\dots(13.2.1-1)$$

където:

$B_i(t)$ - допълнителни доходи (лихви, дивиденди и пр.) за ИИ i в момент t ;

$P_i(t-1)$ - цена на закупуване на ИИ i в момент $t-1$;

$P_i(t)$ - цена на продаване на ИИ i в момент t ;

h_i - коректор за разширяване на капитала и промяна на номинала на ИИ i ;

0.4. Зареждане на променливи, специфични за модела (в това ч. допълнителни предварителни изчисления)

13.2.2. Фаза за подготовка на симулационната среда

1. Начало на текущия цикъл по време (t). Предварително подготовка и изчисляване на стойностите на променливите, използвани от модела за текущия цикъл.

1.1. Извличане на масив от исторически доходности, включващ данните за отчитаната предистория. Масивът се получава като от масива с изчислени верижни доходности се обособят D на брой наблюдения, предхождащи момента сега (t).

1.2. Редуциране на всички ИИ, които за периода на разглежданата предистория на са били листирани на БФБ. По този начин се опростяват изчислителните процедури, но също и се избягват възможни грешки при работата на процедури, работещи само с реални числа.

1.3. Изчисляване на стойности на променливите, специфични за експериментирания модел.

1.4. Проверка за допустимост на изчислените стойности. Ако получените стойности са недопустими за изчислителните процедури, се приема, че модела няма да може да представи смислен резултат и няма да има конкретно решение за периода. Затова теглата на всички ИИ в портфейла се задават равни на 0%, а на паричната позиция на 100%. Тези данни се въвеждат в масива "Симулационна среда" на съответния ред. В такъв случай – преход към стъпка 3.2. Ако получените стойности са допустими – алгоритъмът продължава в стъпка 2.

2. Генериране на възможни решения.

2.1. Изчисляване на структура, доходност и риск на оптималните решения, по специфични за експериментирания модел процедури.

2.2. Проверка дали всички решения са възможни. Ако има решения, непринадлежащи на множеството от реални числа, означава, че изчислителната процедура на модела не е достигнала до решение, а дори да има реални получени решения, то те са резултат от недовършена/неработеща процедура или неподходящ набор от начални данни. Теглата на всички ИИ в портфейла се задават равни на 0%, паричната позиция е 100%. Тези данни се въвеждат в

масива "Симуляционна среда" на съответния ред. В такъв случай – преход към стъпка 3.2. Ако получените стойности са допустими – алгоритъмът продължава в стъпка 3.

3. Избор на решение за структура на портфейла.

3.1. При всеки експериментиран модел има специфично определен критерий за избор на решенията. Изборът се може да се онагледи под формата на матрица на алтернативите табл. (13.2.2-1). При избора на решение чрез матрица на алтернативите:

- Предварително се определя критерий за избор на портфейл.
- Всички селектирани портфейлни структури се вписват в матрицата.
- За всяка от тях се изчислява очакван доход, очакван риск и стойностите за критерия за избор.
- Избира се портфейлна структура, при която е налице оптималната стойност на критерия, на принципа на изработване на решение в условията на определеност.
- Възможно е матрицата да се усложни, като се оценят стойности на критериите при повече от един сценарий и тогава решението се изработва по известните критерии от Рационално нормативния подход за решения в условията на риск и неопределеност.

3.2. Задаване на теглата на всички ИИ, както са изчислени по модела.

3.3. Проверява се дали е направен пълен пробег на модела през всички наблюдения от емпиричната база, включена в изследването. Ако не е приключила работата на модела (т.е. има все още наблюдения, за които не са правени симулации), преход към стъпка 1. Ако са направени симулации за всички наблюдения от емпиричната база, преход към стъпка 4.

Табл. (13.2.2-1)

Матрица на алтернативите за избор на структура на портфейл по зададен критерий

| Инв. Инстр. Алтернативи | ИИ (1) | ... | ИИ (n) | Доходност на портфейла R(m) | Риск на портфейла $\sigma(m)$ | Стойност на критерия за избор Cr(m) |
|----------------------------|----------|-----|----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Структура (1) | w(1,1) | ... | w(1,n) | R(1) | $\sigma(1)$ | Cr(1) |
| ... | ... | | ... | ... | ... | ... |
| Структура (Opt) | w(Opt,1) | ... | w(Opt,n) | R(Opt) | $\sigma(Opt)$ | Cr(Opt) |
| ... | ... | | ... | ... | ... | ... |
| Структура (m) | w(n,1) | ... | w(m,n) | R(m) | $\sigma(m)$ | Cr(m) |

13.2.1. Фаза за историческа симулация

4. Историческа симулация.

4.1. Проверка за платежоспособност се прави за да се осигури, че пазарната стойност на портфейла към момента преди реализация на решението е по-голяма от 0. В случай, че това не е изпълнено, означава, че след оценката за степента на реализация на решението от период (t-1), стойността на портфейла е изцяло загубена и не са останали средства за инвестиране, а инвеститорът е фалирал. В такъв случай пазарната стойност на портфейла до края на изследвания период се задава равна на 0. Преход към стъпка 5.

4.2. Изчисляване на максимално възможната за инвестиране сума като равна на пазарната оценка на портфейла към началото на период (t) (формула (13.2.3-1)).

$$Mv(t) = \sum_{i=1}^n Nu_i(t-1) \cdot P_i(t) \quad \dots(13.2.3-1)$$

където:

$Mv(t)$ - пазарна стойност на портфейла към момент (t)

$Nu_i(t)$ - еквивалентен брой единици на ИИ i, към момент (t)

$P_i(t)$ - цена на ИИ i, към момент (t)

В рамките на настоящия период, инвеститорът разполага със сума максимум равна на тази. Формула (13.2.3-1) е съществена и защото симулира обратната връзка в системата за управление. Максималната сума за инвестиране в началото на първия период е равна на зададената в стъпка 0.1 стойност на начална инвестирана сума.

4.3. Изчисляване на еквивалентен брой единици от всеки инвестиционен инструмент, отговарящи на избраните от съответния модел оптимални тегла. Въпреки че моделът изчисляват теглата с голяма точност, единиците, които се търгуват за всеки ИИ са цели числа. Това налага при преизчислението на теглата в еквивалентен брой единици, да се закръглят надолу до най-близкото цяло число (формула (13.2.3-2)). Като резултат от действието остават неразпределени средства, които се натрупват в паричната сметка.

$$Nu_i(t) = \left\lfloor \frac{w_i(t) \cdot Mv(t)}{P_i(t)} \right\rfloor \quad \dots (13.2.3-2)$$

4.4. Рационализиране на транзакциите - поради наличие на брокерски комисионни е рационално при реализиране на избраното решение, новополучената структура на портфейла да се съпостави със структурата от (t-1), а във вид на транзакция да се реализират само различията.

$$MOr_i(t) = Nu_i(t) - Nu_i(t-1) \quad \dots (13.2.3-3)$$

където:

$MOr_i(t)$ - пазарна поръчка в брой единици за ИИ i, към момент (t)

4.5. Изчисляване на разходите за брокерски и други комисионни и за данъци. При различните условия за финансиране функциите (13.2.3-4) за изчисляването им са различни. Те се определят в общите допускания към моделите.

$$\begin{aligned} Cms_i(t) &= F [P_i(t), MOr_i] \\ Trc_i(t) &= G [P_i(t), P_i(t-1), Nu_i, B_i(t)] \end{aligned} \quad \dots(13.2.3-4)$$

където:

$Cms_i(t)$ - комисионна за транзакции с ИИ i, към момент (t)

$Trc_i(t)$ - данък за доходите от ИИ i, към момент (t)

F, G - функционални зависимости определени от условията на инвестиране

4.6. Определяне на размера на паричната позиция, като непохарчен остатък след транзакциите с инвестиционните инструменти. От гледна точка на моделирането паричната позиция е балансираща променлива на пазарната стойност на портфейла. (13.2.3-5)

$$C(t) = Mv(t) - \sum_{i=1}^n Cms_i - \sum_{i=1}^n Nu_i(t).P_i(t) \quad \dots(13.2.3-5)$$

където:

$C(t)$ - парична позиция в портфейла към момент (t)

4.7. Изчисляване на резултатите от историческата симулация за период на времето с един такт напред (t+1). Изчисление на пазарната стойност на портфейла в период (t+1). За целта се използват данни за от масива "Симу-

лационна среда" като се отчитат обезценките от данъци и инфлация (13.2.3-6). Изчисляване на реална доходност, получена при реализираната структура на портфейла (13.2.3-7).

$$Mv(t+1) = \left(\sum_{i=1}^n Nu_i(t) \cdot R_i(t+1) - \sum_{i=1}^n Tpc_i(t+1) + C(t) \right) \cdot \frac{Inf(t)}{Inf(t+1)} \quad \dots(13.2.3-6)$$

където:

$Inf(t)$ - верижен индекс на инфлация към момент (t)

$$R_p(t) = \frac{Mv(t) - Mv(t-1)}{Mv(t-1)} \quad \dots(13.2.3-7)$$

където:

$R_p(t)$ - реална доходност на портфейла към момент (t)

4.8. Запазване на данни за последващи анализи. Основно се запазва матрицата на алтернативи, но за всеки отделен модел, могат да се запазват и други стойности.

5. Проверка за край на алгоритъма.

Проверява се дали е направена историческа симулация обхващаща всички редове от стойности, включени в масива "Симулационна среда". Ако не е приключила работата на модела (т.е. има все още наблюдения, за които не са правени симулации), преход към стъпка 4. Ако са направени симулации за всички стойности от масива, запазване на данните от динамичния ред на пазарните стойности след края на всеки период и преход към стъпка 6.

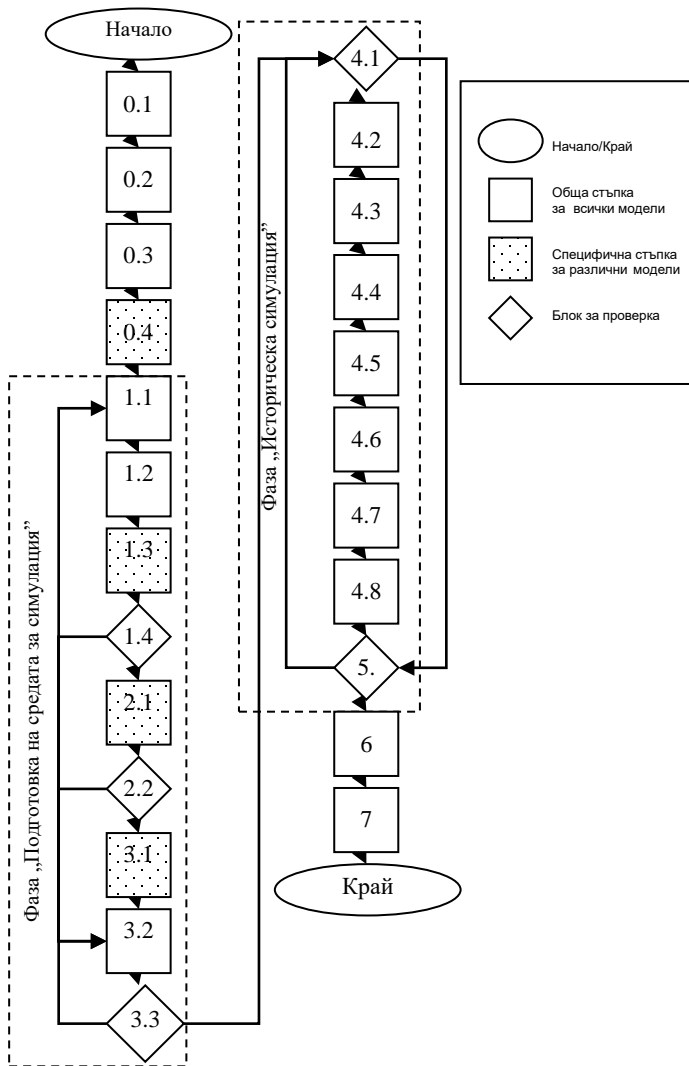
13.2.4. Фаза за заключителни операции

6. Изчисляване на критериите за оценка на модела.

За целите на разнообразни анализи могат да се използват много и различни интегрирани или верижни показатели за оценка на модела. Всички те се определят предварително, при етапа от управлението на портфейл съответстващ на блок "Оценител на цели" от схемата на управляващата система на портфейл (фиг. 10.1-2).

7. Допълнителна обработка и представяне на резултатите от моделирането в удобен за анализ вид.

13.3. Блок-схема на алгоритъта



Фиг. 13.3-1. Алгоритъм на работа

13.4. Програмна реализация

За целите на изследването са създадени софтуерни програми в средата на Matlab [35]. MATLAB е среда за моделиране и същевременно самостоятелен алгоритмичен език от четвърто поколение за технически изчисления. Разполага с множество математически методи, програмирани като готови функции, които позволяват решаването на широк кръг от задачи от областта на матрична алгебра, комплексна аритметика, линейни системи, диференциално и интегрално смятане, нелинейни системи и др [138].

MATLAB (от matrix laboratory) базира своята функционалност на операции с матрици, като по този начин задачите и решенията се представят във форма близка до математическата. MATLAB е предназначен за:

- математически изчисления;
- създаване на алгоритми;
- моделиране;
- анализ на данни, изследване и визуализация;
- научна и инженерна графика;
- разработка на приложения, базирани и на графичен интерфейс.

Системата MATLAB съдържа 5 основни части:

1) Език. MATLAB има вграден програмен език от високо ниво, позволяващ работа на системата не само в интерпретиращ режим, но и в програмен режим. Това дава възможност на всеки потребител да създава свои собствени програми и функции, решаващи определени задачи от областта на научните му интереси. Веднъж написани, тези програми се изпълняват по същия начин, както и останалите функции на системата.

2) Среда. Това е набор от инструменти и приспособления, с които работи ползателя или програмиста в MATLAB. Тя включва средства за управление на променливи в работното пространство на MATLAB, въвеждането и извеждане на данни, намиране, локализиране и отстраняване на грешки в М-файлове и приложения.

3) Управляема графика. Графичната система на продукта включва команди от високо ниво за визуализация на двумерни и тримерни данни, обработка на изображения, анимации и илюстрирани графики. Команди от ниско ниво позволяват пълно редактиране на графиките и създаване на графически ползвателски интерфейс (GUI) за MATLAB приложения.

4) Библиотека на математическите функции. Това е обширна колекция от изчислителни алгоритми както на елементарни функции (сума, синус, косинус, комплексна аритметика и пр.), така и на по-сложни функции (обръщане на матрица, намиране на собствени стойности, бързо преобразуване на Фурие и др.).

5) Програмен интерфейс. Това е библиотека, позволяваща писане на програми на Си и Фортран, които взаимодействат с MATLAB. Тя включва средства за извикване на програми, използване на MATLAB като инструмент за изчисление, четене и запис на MAT-файлове.

14. МНОГОРЕДНА СЕЛЕКЦИОННА ПРОЦЕДУРА ЗА ГЕНЕРИРАНЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ

14.1. Общо описание

Настоящата процедура представлява авторско предложение за възможен вариант на стъпка 2.1. "Изчисляване на структура, доходност и риск на оптималните решения, по специфични за експериментирания модел процедури." от описания общ алгоритъм на изследването (виж раздел 13). Предполага се, че преди началото на процедурата са изпълнени всички стъпки от Фаза 0. Предварителна подготовка на масиви и данни и Фаза 1. Подготовка на средата за симулацията, със специфичните особености, че в стъпка 0.4 не са зареждани никакви специфични за модела променливи, а в стъпка 1.3. са изчисление специфичните променливи Очаквана доходност за всеки ИИ и Ковариация между всеки два ИИ.

Същността на процедурата се изразява в постъпково комбиниране на възможни структури на портфейла, като по този начин се генерират ново поколение структури. Новото поколение преминава през прагов подбор, който селектира най-добрите структури от новополучилите се по определен критерий. Така селектираните структури на портфейла се комбинират, за да се генерира ново поколение структури и т.н. до изпълняване на правилото за спиране на процедурата.

В резултат от провеждане на описаната процедура за всички стойности на варираните параметри, се получава матрица на решенията, от която се избира най-добро решение по определения критерий в стъпка 3.1. от описания алгоритъм на изследването.

14.2. Последователност на работа на процедурата

А. Зареждане на необходими данни

Зареждат се вече изчислените масиви Очаквана доходност за всеки ИИ и Вариационно – ковариационна матрица, измерваща ковариациите между доходностите на всеки два ИИ.

Б. Задаване на първоначални стойности на параметри

Б.А. Брой на комбинираните портфейлни структури

Брой на комбинираните портфейлни структури при генерирането на ново поколение. Този параметър определя необходимия брой родители, които се комбинират за да се получи една нова структура (един индивид от новото поколение). Определянето на стойността е важен фактор за олекотяване на изчислителните процедури. Лесно се вижда, с увеличаване на броя родители експоненциално нарастват броя генерирани нови структури. В табл. 14.2-1 е представен числен пример за генерираните нови структури при различен брой родители. В настоящото изследване стойността на параметърът е приета за 2.

Табл. 14.2-1

Брой генерирани нови структури на портфейла при различен брой на необходимите родители

| Необходим брой родители | Брой ИИ, листирани към наблюдение (t) | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| | 100 бр. | 200 бр. | 300 бр. | 400 бр. | 500 бр. |
| 1 родител | 1×10^2 | 2×10^2 | 3×10^2 | 4×10^2 | 5×10^2 |
| 2 родители | 1×10^4 | 4×10^4 | 9×10^4 | 1.6×10^5 | 2.5×10^5 |
| 3 родители | 1×10^6 | 8×10^6 | 2.7×10^7 | 6.4×10^7 | 1.25×10^8 |
| 4 родители | 1×10^8 | 1.6×10^9 | 8.1×10^9 | 2.56×10^{10} | 6.25×10^{10} |
| 5 родители | 1×10^{10} | 3.2×10^{11} | 2.43×10^{11} | 1.024×10^{13} | 3.125×10^{13} |

Б.Б. Правило за комбиниране на родителите

Правило за комбиниране на родителите при генериране на ново поколение структури на портфейла. По принцип не е параметър с числена стойност и няма краен брой правила за комбиниране. В настоящото изследване е прието пълно комбиниране, при което всеки родител се комбинира с всеки друг, включително и със себе си.

Б. В. Коефициент за доминантност

Коефициент за доминантност Z изразява съотношението, с което се претеглят всеки два (или повече) вектора, съдържащи структура на портфейла. Параметърът е в обратна зависимост с променливата коефициент за рецесивност z . (формула (14.2-1).), тъй като стойността на Z претегля структурата на единия родител, а стойността на z претегля структурата на другия родител (формула (14.2-2).

$$Z + z = 1 \quad \dots (14.2-1)$$

където:

Z- коефициент на доминантност
z-коефициент за рецесивност

$$\omega_M = \text{Parent}_M \cdot Z = [w_{M,1} \cdot Z, w_{M,2} \cdot Z, \dots, w_{M,n} \cdot Z]$$

$$\omega_F = \text{Parent}_F \cdot z = [w_{F,1} \cdot z, w_{F,2} \cdot z, \dots, w_{F,n} \cdot z]$$

$$\text{Offspring}_{MF} = \omega_M + \omega_F = [w_{MF,1} = [w_{M,1} \cdot Z + w_{F,1} \cdot z], \dots, w_{MF,n} = [w_{M,n} \cdot Z + w_{F,n} \cdot z]] \quad \dots(14.2-2)$$

където:

Parent_M - родител М

$w_{M,n}$ - тегло на ИИ n в структурата М

ω_M - междинна променлива

Offspring_{MF} - ново поколение структура, с родители М и F

Б. Г. Набор от варирани стойности на коефициент за доминантност

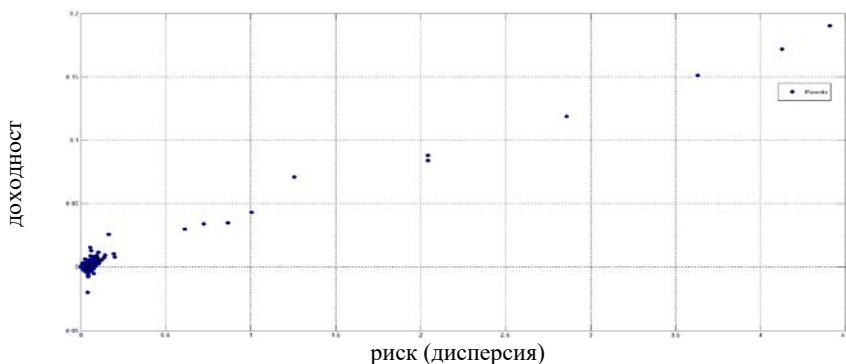
Набор от варирани стойности на Коефициентът за доминантност Z. Коефициентът варира в интервала [0.5;1.0]. В изследването се използват общо 11 стойности от този интервал, равномерно разпръснати през стъпка 0.05. При определяне на варираните стойности на Z проличава и необходимостта от ползването му като параметър, защото:

- При $Z = 1.0$; $z = 0.0$, има наличие на пълна доминантност, $w_{MF,n} = w_{M,n}$. Новото поколение остава със точно същата структура като зададената за първоначалното поколение.
- При $Z = 0.5$; $z = 0.5$, има наличие на ко-доминантност; $w_{MF,n} = [w_{M,n} + w_{F,n}]/2$. На практика се варират $n^2/2$ структури на портфейлите, тъй като от всяка структура се генерират по два еднакви екземпляра. Освен това всички тегла на ИИ във всяка структура са точно кратни на 2 и се пропускат множество възможни стойности.
- При $Z \in (0.5;1.0)$, $z=1-Z$, има наличие на частична доминантност, варират се n^2 различни структури на портфейла.

В. Инициализация на първоначалните структури на портфейла

Първоначалните структури на портфейла са примитивни т.е. във всеки портфейл участва точно по един ИИ, различен от участващите в другите структури. Създава се масив във вид на квадратна единична матрица, с размер $n \times n$, където n е редуцираният брой на ИИ, листирани на БФБ към мо-

мента (t) на настоящото наблюдение. Фиг. 14.2-1 илюстрира първоначалните (примитивните) структури на портфейла, оценени по риск и доходност.



Фиг. 14.2-1. Първоначални структури на портфейла в пространството на състояния

Г. Проверка за необходимост от преразглеждане на правилото за генериране на ново поколение.

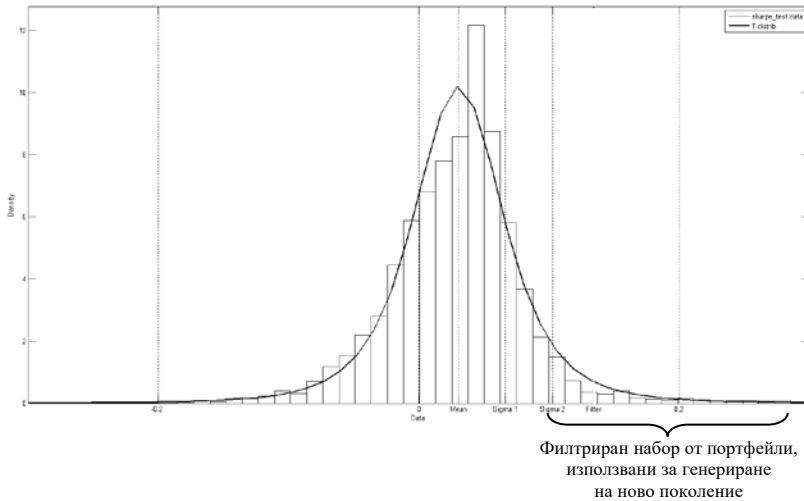
Дори след като правилото за генериране е зададено в началото на процедурата се запазва принципната възможност то да бъде променяно от поколение на поколение. Ако няма необходимост за преразглеждане, преход към стъпка Е.

Д. Преразглеждане на правилото за генериране на ново поколение.

Освен промяна на схемата за извършване на всяка комбинация, това може да включва и редуциране на броя на комбинациите. Например в настоящото изследване след генерирането на второто поколение, вместо пълно комбиниране се изпълнява комбиниране само на най-добрите по критерия максимална стойност на коефициента на Шарп (принцип на елитния избор) (фиг.14.2-2).

Е. Генериране ново поколение

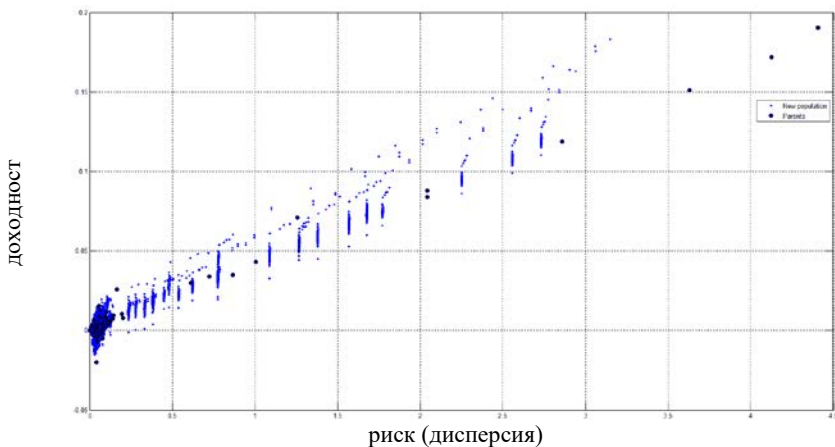
Създаване на ново поколение портфейли чрез комбиниране по описания във формула (14.2-2) начин. Позволено е и комбиниране на една портфейлна структура със себе си за да се запазят и структурите на родителите, което позволява едновременно сравнение между новото и предишното поколение. На фиг. 14.2-3 са показани всички портфейлни структури и техните родители в пространството на състоянията. Ясно се вижда, че сред новото поколение има по-добри (с по-ниско ниво на риск, за същото ниво на доходност) екземпляри от старото поколение.



Фиг. 14.2-2. Пример за филтриране на набор на портфейли, по критерия максимална стойност на коефициента на Шарп.

Ж. Определяне на критерий за класиране на портфейлите

Този критерий може да се променя от поколение на поколение. В настоящото изследване е използван коефициент на Шарп като критерий за класиране на портфейлните структури.



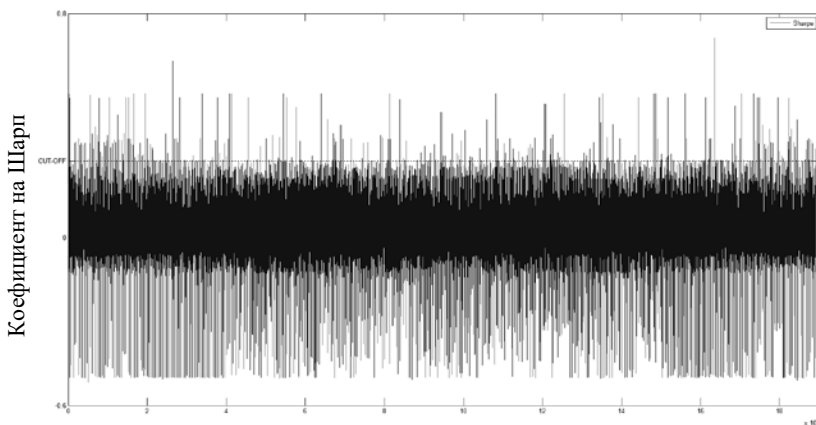
Фиг. 14.2-3. Ново поколение структури на портфейла в пространството на състояния

3. Класиране на портфейлните структури

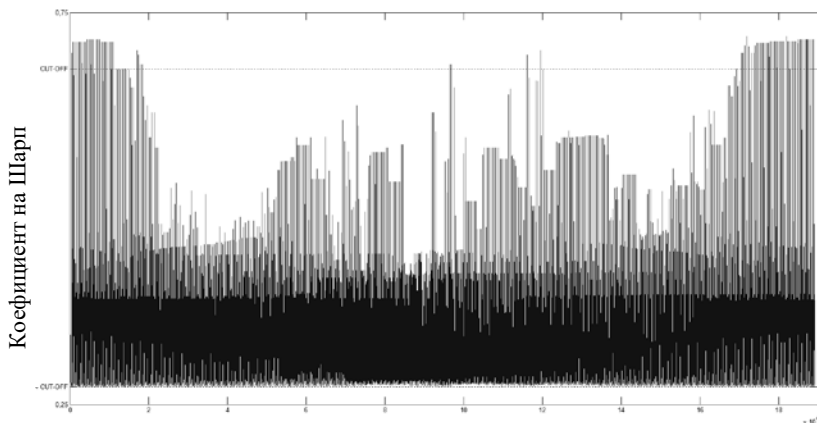
Класирането става чрез подреждане в низходящ ред на всички портфейлни структури. Когато коефициентът на доминантност е равен на 0.5, в класирането винаги се получават последователно подредени по двойки еднаквите екземпляри от портфейли. В този случай от класацията първо се премахват всички четни портфейлни структури.

И. Прагов подбор на портфейлните структури

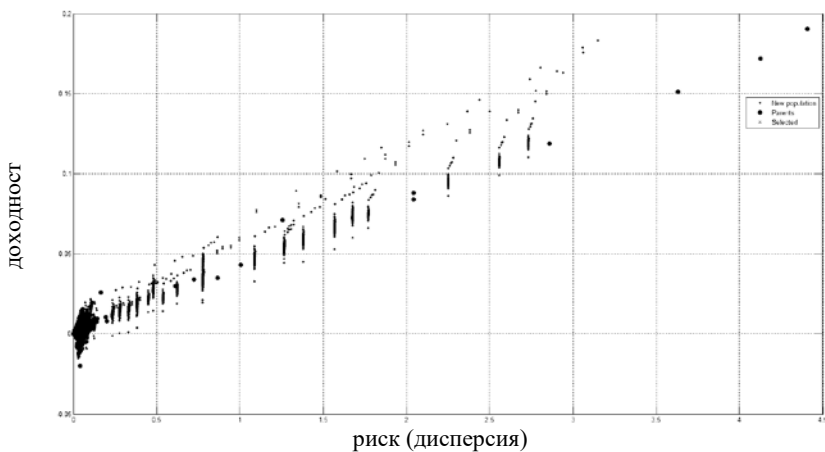
Праговият подбор се осъществява като първите n на брой портфейлни структури от класацията по избрания критерий за класиране се отделят в отделен масив. Те се използват като родители при генериране на следващото поколение. На фиг. 14.2-4 а) е илюстриран прагов подбор при първо поколение генерирани портфейлни структури. Като от фиг. 14.2-4 б) изобразяваща прагов подбор на следващото поколение генерирани портфейли ясно личи, че дори най-лошите от новогенерираните портфейли имат по-добри стойности от минималните стойности на праговия подбор за техните родители. На фиг. 14.2-5 са показани всички обекти от фиг. 14.2-3, но допълнително с червен x са отбелязани подбраните структури на портфейла.



Фиг. 14.2-4 а) Определяне на най-добрите портфейли за съответното поколение чрез прагов подбор



Фиг. 14.2-4 б)



Фиг. 14.2-5. Подбрани структури на портфейла в пространството на състояния

К. Определяне на правило за спиране

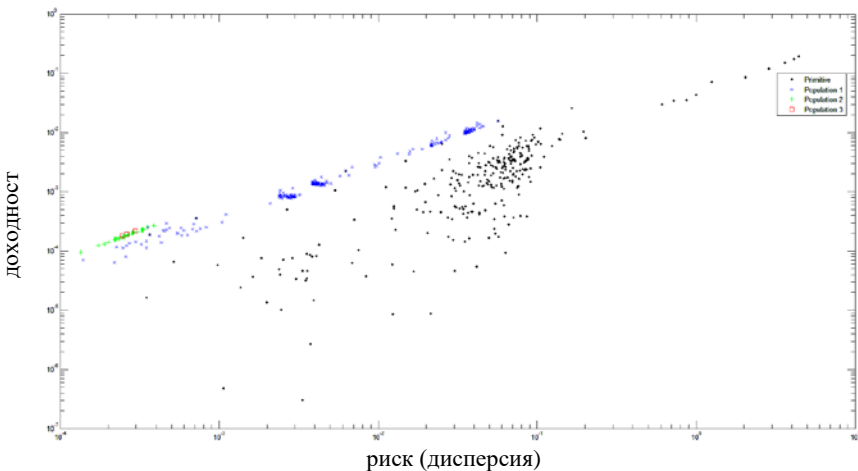
Правило за спиране на процедурата може да бъде определено предварително или по време на изпълнението на настоящата стъпка. В настоящото изследване за правило за спиране се използва изравняването на максималната и минималната стойност на коефициента на Шарп сред настоящото поко-

ление структури на портфейла с точност до 10^{-1} (формула 14.2-3). Т.е. се приема, че в следващото поколение структури на портфейла няма да настъпи съществено подобрене. На фиг. 14.2-6 а) са показани структурите на портфейла в четири последователни поколения. Видно е, че структурите от всяко следващо поколение като цяло са по-добри от всяко от предишните. Тоест за същите нива на риск получават по-добри доходности и за същите нива на риск имат по-нисък риск. Също е видно, че с всяко следващо поколение подобрието е като цяло по-малко от предходното подобрене. На фиг. 14.2-6 б) е показан фрагмент от фиг. 14.2-6 а), на който са изобразени портфейлите от последните две поколения. Видно е, че почти няма разлика, т.е. правилото за спиране е изпълнено.

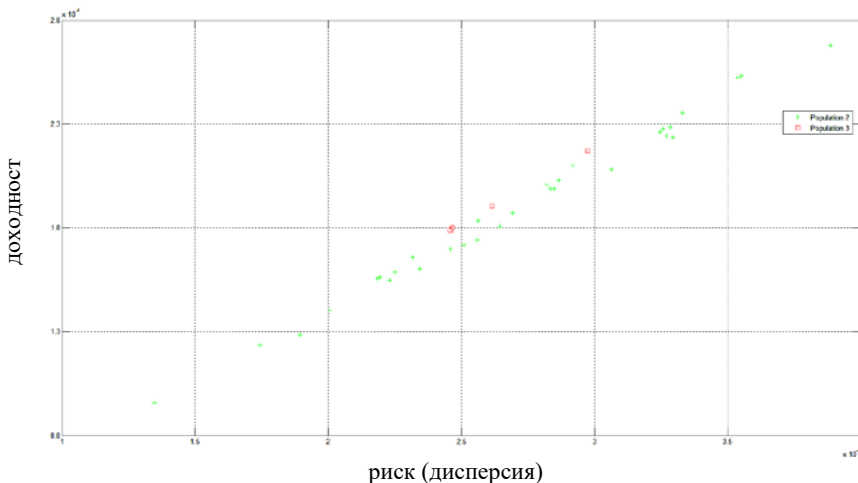
$$\min Sa(\text{offspring}) = \max Sa(\text{offspring}) \quad \dots (14.2-3)$$

Л. Проверка за изпълнение на правилото за спиране

Ако правилото за спиране не е изпълнено преход към стъпка Г.



Фиг. 14.2-6 а) Подбрани структури на портфейла от последователни поколения в пространството на състояния



Фиг. 14.2-6 б) Фрагмент от фигура 14.2-6 а)

М. Запис на най-добрата структура от последния цикъл

Най-добрата структура по критерия максимална стойност на коефициента на Шарп след всеки пълен цикъл от варирани стойности на коефициент на доминантност, се записва в отделен масив "Матрица на решенията". За целите на последващ анализ в същия масив като допълнителни колони се записват и стойностите за риск и доходност на тази структура. В отделен масив се записват броя извършени цикъла за всяка варирана стойност на коефициента на доминантност.

Н. Проверка за изчерпване на всички стойности на Коефициент на доминантност

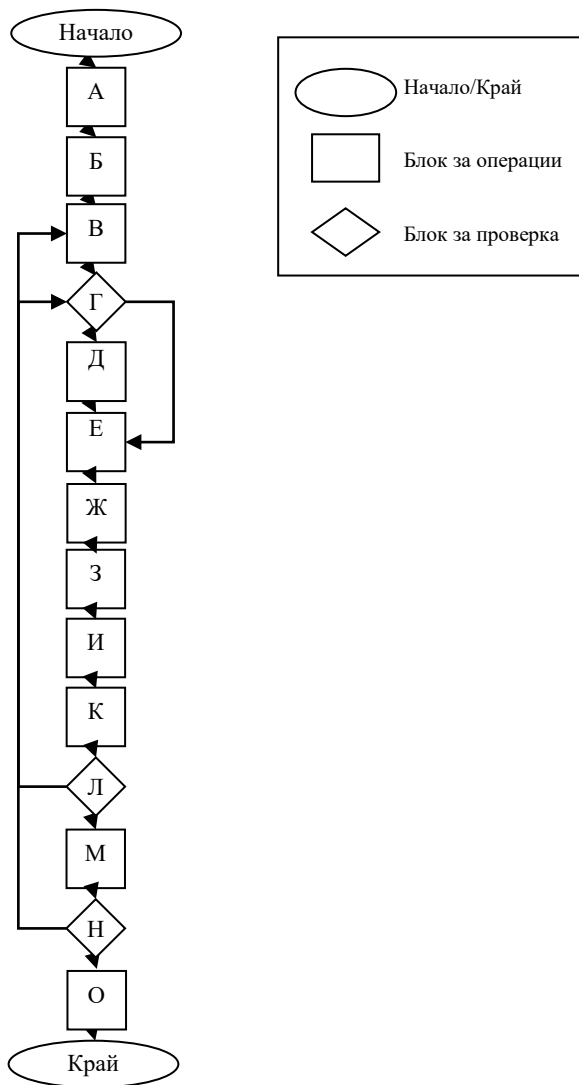
Ако не е изчерпан наборът от варирани стойности на коефициента на доминантност, определени стъпка Д, преход към стъпка В.

О. Формиране на матрица на решенията

Най-добрите структури при всяка стойност коефициента на доминантност се акумулират и в обща матрица на решенията (виж. табл. 13.2.2-1).

14.3. Блок-схема на процедурата

Блок схема на Многоредна селекционна процедура за генериране портфейли е показана на фиг. 14.3-1



Фиг. 14.3-1. Блок схема на Многоредна селекционна процедура за генериране портфейли.

14.4. Програмна реализация

Специално е разработен от автора програмен продукт на език Matlab. Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функциите **nanmean**, **ecmunit**, **portstats**, **nanmax** от библиотека *Financial toolbox*. Програмният код на функцията **circshift** е специално модифициран от автора с цел задаване на паралелен режим на изчислителната процедура с многопроцесорна система.

15. ИЗВОДИ ОТ ГЛАВА II

Глава II представлява продължение на първия етап и същевременно методическа част на цялостното изследване.

Основната иновация в глава II е предложената структурна схема на универсален модел на инвеститор, разделена на обособени блокове, съответстващи на фазите от процеса за изработване на решение.

Подробно е описан всеки блок от всяка подсистема на универсалния модел и всички връзки между тях. Описанието на всеки блок представя начина за трансформация на информацията постъпваща в него, а всяка връзка представя вида на информацията която се предава по нея.

Така описания универсален модел на инвеститор обхваща всички модели на инвеститори. Всеки един от тях е частен случай на универсалния модел и всеки един от тях е специфичен вариант за някой/всеки от блоковете на универсалния.

Друга основна иновация е описание на концепцията и методиката за съществено съпоставяне на различни модели на инвеститори върху унифицирана писта от данни и оценявани по еднакви критерии.

В глава II също така е разработен алгоритъм за работата компютризирана симулационна среда за провеждане на експерименти. Разработено е съответното програмно осигуряване.

Друга иновация е разработването на многоредна селекционна процедура за автоматизирано генериране на нови инвестиционни портфейли на основата на "оцелелите най-добри" от предходните фази на селекция.

Глава III. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛИ НА ИНВЕСТИТОРИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ

16. ЗАДАЧИ НА ГЛАВА III

3.1. Да се подготви емпирична база данни за сравнителен анализ на различни модели на инвеститори (за управление на инвестиционни портфейли) на основата първични реални данни от Българска фондова борса за периода от 1.01.1998г. до 30.04.2011г.

3.2. Да се извърши необходимия статистически анализ и преработка на първичните данни: филтриране на първичните данни; определяне правилата за попълване на липсващите данни; отчитане на всички корпоративни събития (изплащане на дивиденди, увеличаване на капитала с права, увеличаване на капитала с резерви, промяна на номиналната стойност на ИИ и др.); разработване на нов общ средно-претеглен борсов индекс, обхващащ целия период и всички търгувани инвестиционни инструменти; и преодоляване на всички други практически проблеми, свързани с формирането на унифицирана емпирична база от данни.

3.3. Да се направи обоснован избор на критериите за оценка и сравнение на експериментиранияте модели на инвеститори.

3.4. Да се определи списъка модели на инвеститори, подлежащи на сравнителен анализ, направените при техния синтез допускания и техните варируеми параметри.

3.5. Да се проведат анкетни проучвания, за уточняване на направените допускания, необходими за разработването на симулационните модели на инвеститори.

3.6. Да се разработят специфичните алгоритми (и съответната им програмна реализация) на определените за експериментирание модели.

3.7. Да се проведат серия от симулационни експерименти с определените модели при различни стойности на варируемите им параметри.

3.8. Да се представят резултатите от проведените експерименти в удобен за анализ вид.

3.9. Да се направят експериментално базирани констатации, анализи, изводи, предложения и насоки за по-нататъшни изследвания.

17. ПОДГОТОВКА НА ИЗПОЛЗВАНАТА В ИЗСЛЕДВАНЕТО ЕМПИРИЧНА БАЗА

В емпиричната база на настоящото изследване са използвани данни за дневни цени на затваряне на за всичките инвестиционни инструменти (ИИ), които са били достъпни за търгуване на Българската Фондова Борса.

Данните са за период от 28.11.1997 година, което е начална дата на търгуване на Българска Фондова Борса, до 30.04.2011 година. Източник на данните е графичният оператор на сайта на Българската Фондова Борса [37].

Емпиричната база се състои от данни само за работните дни. Те се разглеждат като последователни наблюдения, т.е. не се интерполират данни за почивните и празничните дни.

При необходимост дневните данни могат да се агрегират в седмични и месечни, на принципа на последната реализирана котировка.

Допълнително се използват данни за макроикономически показатели за България. Източници са Национален Статистически Институт [38], Българска Народна Банка [39], Stat.bg [40], Investor.bg [41], Dnevnik.bg [42].

Цялата емпирична база се развива във времето (с обща датировка) и отделно - обща номерация на наблюденията.

17.1. Прототип на емпиричната база

Основният мотив за изготвянето на прототип на емпиричната база е провеждането на първоначално изследване с малък мащаб, със следните допълнителни изследователски насоки:

- провеждане на предварителните операции по цялостното изследването;
- апробация както на цялостния подход, така и на всеки от отделните модели;
- програмна реализация на моделите за управление на портфейл в МАТЛАБ;
- анализиране на приблизителни първоначални резултати;
- апробация на опитната постановка в малък размер и тестване на софтуера.

В прототипа на емпирична база са включени данните за няколко (не повече от 50) инвестиционни инструмента и за един борсов индекс. Основният критерий за избор на инструментите е наличност на данни. Тъй като основния приоритет при изследването с прототипа на емпирична база е апробация на моделите и цялостния подход на изследването, продължителността на изследвания период не е необходимо да е голяма – не повече от 500 наблюдения.

Така, съобразявайки се с изложените критерии, в прототипа на емпиричната база се включват 40те най-търгувани акции от БФБ (виж табл. 17.1-1), за период с приблизително избрано начало, някъде от средата на 2008 г. Това са акциите от индекса БГ40, ето защо в прототипа на емпирична база се включват и данните за самия индекс. Така симулираната среда включва едно близко подобие на целия пазар – основните търгувани акции и широк борсов индекс, изчислен от тях с отчитане на тежестта на пазарната капитализация на всяка от тях.

Табл. 17.1-1

ИИ, включени в прототип на емпиричната база

| № | Име | Борсов код | № | Име | Борсов код |
|----|---------------------------------|------------|----|------------------------------|------------|
| 1 | Албена АД | ALB | 21 | ТБ Първа Инв. Банка | FIB |
| 2 | Албена Инвест Холдинг АД | ALBHL | 22 | Юрий Гагарин АД | GAGBT |
| 3 | Алкомет АД | ALUM | 23 | Холдинг Пътища АД | HDPAT |
| 4 | Адванс Терафонд АДСИЦ | ATERA | 24 | Индустр. Капитал Холдинг АД | НИКА |
| 5 | ТБ БАКБ АД | BACB | 25 | Индустр.Холдинг България АД | IHLBL |
| 6 | Биовет АД | BIOV | 26 | Каолин АД | КАО |
| 7 | Билборд АД | BOARD | 27 | М+С хидравлик АД | MCH |
| 8 | Фонд за недви. имоти България | BREF | 28 | Монбат АД | MONBAT |
| 9 | ТБ Център.кооперативна банка АД | CCB | 29 | Мостстрой АД | MOSTS |
| 10 | Стара планина Холд АД | CENHL | 30 | Неохим АД | NEOH |
| 11 | Химимпорт АД | CHIM | 31 | Кораборем. завод Одесос АД | ODES |
| 12 | ТБ Корп. търговска банка АД | CORP | 32 | Орграхим АД | ORGH |
| 13 | Доверие Обединен Холдинг АД | DOVUHL | 33 | Оловно цинков комплекс АД | OTZK |
| 14 | ЕЛАРГ Фонд за земедел.земя | ELARG | 34 | Петрол АД | PET |
| 15 | Елхим Искра АД | ELHIM | 35 | Синергон Холдинг АД | PETHL |
| 16 | Спарки Елтос АД | ELTOS | 36 | Полимери АД | POLIM |
| 17 | ЕМКА АД | EMKA | 37 | Българска роза-Севтополис АД | SEVTO |
| 18 | Енемона АД | ENM | 38 | Софарма АД | SFARM |
| 19 | Еврохолд България АД | EUBG | 39 | Трейс Груп Холд АД | TRACE |
| 20 | ЗД Евроинс АД | EURINS | 40 | Зърнени Храни България АД | ZHBG |

17.2. Описание на първичната емпирична база

В идеален случай при анализа би трябвало да бъдат разглеждани всички инвестиционни възможности, включително инвестиции в нефинансовите и/или нематериалните активи, но настоящото изследване ще бъде направено известно опростяване – ще бъдат включени само инвестиционните инструменти, търгувани на Българска фондова борса.

Основната причина за това са липсата на достатъчно надеждни данни за неборсовите инвестиционни възможности, като същевременно не бива да се пропуска и съществуващата по-добра ликвидност при борсовите инвестиции отколкото при неборсовите.

Така в емпиричната база ще бъдат включени всички налични наблюдения за всички търгувани някога инвестиционни инструменти. В данните празници и неработни дни на борсата се прескачат, останалите се считат за последователни наблюдения (например след петък следва понеделник).

Таблица 17.2-1

Сводка на ИИ, търгувани на БФБ

| Брой търгувани инвестиционни инструменти | към 30.04.2011 | | Общо |
|--|----------------|-----------|------|
| | Делистирани | Листирани | |
| Тип ценни книжа | | | |
| Облигации | 133 | 57 | 190 |
| Компенсаторни инструменти | 1 | 3 | 4 |
| Права | 268 | 0 | 268 |
| Обикновени акции | 938 | 401 | 1339 |
| Привилегировани акции | 0 | 3 | 3 |
| Дялове | 15 | 48 | 63 |
| Варанти | 0 | 2 | 2 |
| Общо | 1355 | 514 | 1869 |

В настоящата разработка под първична емпирична база се разбира база данни от всички реализирани данни (наблюдения) за всички инвестиционни инструменти, търгувани на Българска Фондова Борса.

Производни емпирични бази са тези получени от първичната чрез някакъв подбор за: начална и крайна дата; за пълнота на динамичните редове; за търгувани обеми; за капитализация; и други критерии за подбор на данните.

Преработени емпирични бази са получени от производна, чрез допълнителна преработка на част от нея: напр. интерполация на липсващи данни; маркиране на липсващи данни в зависимост от причината за липса; преизчисления за съпоставимост; и пр. Възможно е използването на няколко преработени емпирични бази за различни цели на изследването.

17.3. Формиране на използваната в изследването емпирична база

17.3.1. Недостатъци на данните

Основното предизвикателство, свързано с анализа на данни от БФБ са липсващите стойности, поради нисоката активност на търгуване, особено в началните години от започване на търговията. Липсващите данни имат поне три сериозни последствия:

* съществуват динамични редове, при които реалните данни (наблюдения) са толкова малко, че не може да се проведе никакъв смислен анализ;

* в почти всички динамични редове е необходимо допълване на данни, за провеждане на по-нататъшен целесъобразен анализ

* между началните периоди на търгуване има относително големи паузи от нетърговски дни.

За преодоляването на тези предизвикателства са предприемат три прийома:

- обоснован избор на инвестиционните инструменти, включени в изследването;
- изключване на краевите ефекти, т. е. определен брой от най-ранните наблюдения;
- допълване на динамичните редове.

17.3.2. Избор на инвестиционните инструменти, включени в изследването

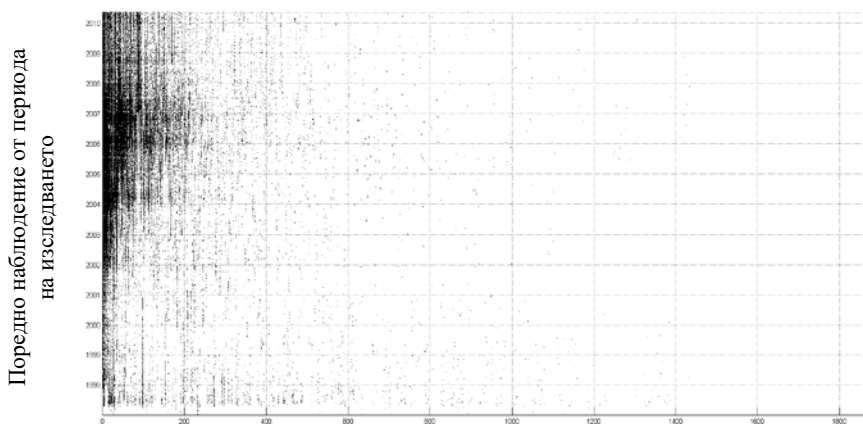
При избора се взети предвид следните съображения:

1) Всички експерименти трябва да бъдат проведени с един и същ набор от инвестиционни инструменти.

2) Съществува минимално необходим брой реални стойности за изчисляване на необходимите променливи при провеждането на експериментите. Тези променливи са специфични за всеки модел на инвеститор. Например за изчисляване на доходност са необходими поне 2 стойности. Още повече, че за да се получат смислени и използваеми данни са необходими голям брой

стойности. Попълването на данни, независимо по-какъв метод, не подобрява качеството на данните, а само прави възможно изчисляването на необходими стойности. Така от гледна точка на изчисленията стремежът е към включване в изследването само на ИИ с възможно най-голям брой реални стойности. На фиг. 17.3.2-1 са показани всички реални стойности за всички ИИ, листирани на БФБ за периода от 27.11.1997 до 30.04.2011. От фигурата ясно личи, че болшинството от ИИ имат спорадични реални стойности. Така ограничителното условие за включване в изследването се дефинира като минимален брой реални стойности в съответния ИИ.

3) Най-силното ограничаващо условие представят моделите, при които се изчислява използва ЕСМ алгоритъм за изчисляване на вариационно-ковариационна матрица: Модел на Марковиц, Модел на Тобин, Едноиндексен модел, Многоредна селекционна процедура за портфейли (виж. подраздел. 22.3.1.). Ограничението се налага за да се осигури необходимото условие за положителна определеност на вариационно-ковариационната матрица при алгоритъма ЕСМ, според което минималният брой на наблюдения на отчитаната предистория е по-голям от броя ИИ, за които се изчислява матрицата.



ИИ, подредени по наличен брой реални стойности за периода на изследването

Фиг. 17.3.2-1. Реални стойности за всички ИИ, листирани на БФБ, до 30.04.2011

4) От друга страна от гледна точка на получаването на по-пълна информация от изследователска гледна точка, стремежът е към включване на възможно най-много ИИ. Т.е. до голяма степен този стремеж противодействат на 2). Има

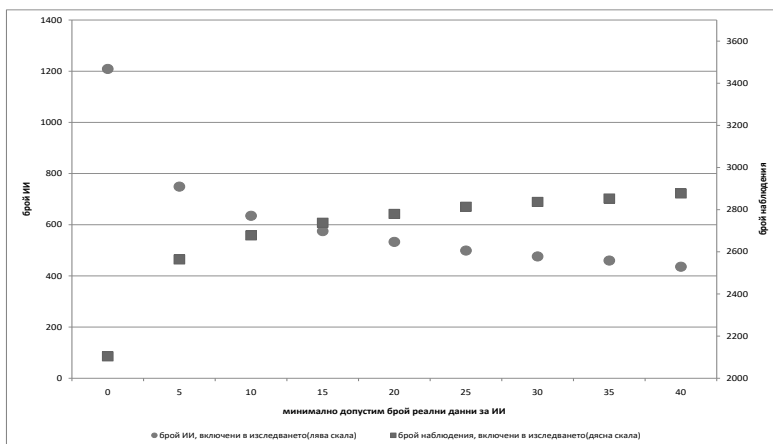
обратна зависимост между броя ИИ, включени в изследването и реалните наблюдения за всеки ИИ. На фиг. Фиг. 17.3.2-2 е показана тази зависимост при различни стойности на ограничителното условие за брой реални стойности.

5) Отчитайки всички посочени съображения, за критерии за отбор на ИИ се използва минимален брой реални наблюдения, със стойност по-голям от 15. Така след отбора остават 575 ИИ. Онагледяване на така получената извадка е направено на фиг. 17.3.4-1.

След като веднъж е направена емпиричната база, използвана в изследването, от тук нататък при никой от експериментиранияте модели не се прави предварителна селекция на инвестиционни инструменти.

17.3.3. Изключване на краевите ефекти в данните

При анализа на началните данни е установено, че за първите 42 календарни дни от началото на борсовата търговия (т.е. периода от 27.11.1997 до 06.01.1998) има общо 4 търговски дни на БФБ. Този краев ефект може да бъде туширан чрез изключване на най-ранните данни за определен период от време. Като правило за изключване е прието: всички първоначални месеци, с по-малко от 20 търговски дни в месеца. Ето защо в емпиричната база на изследването за начална е определена 01.01.1998, за да бъдат обхванати цял брой години в анализа, със забележката, че първото наблюдение е на 07.01.1998.



Фиг. 17.3.2-2. Зависимост между брой ИИ, вкл. в изследването и брой наблюдения, вкл. в изследването.

17.3.4. Допълване на първичните данни

Данните за всяка позиция се състоят от динамичен ред - цени при затваряне. Във всеки ред е възможно да има липсващи данни по различни причини:

- инвестиционният инструмент не е бил допуснат до търгуване или е спрял от търгуване;
- бил е допуснат, но не е имало сделки;
- бил е допуснат, имало (или нямало) е сделки, но липсват сведения за това;
- ценната книга е търгувана за определен период, прекратена е търговията ѝ като данните за този период на са достъпни по настоящем.

За допълване на липсващите стойности е използван метода "Последна наблюдавана стойност" (Last value carried forward imputation – LVCF) [68]. Така цената $P_i(t)$ за инструмента i в момента (t) се въвежда чрез $P_i(t) = P_i(t-1)$. Ако тя е неизвестна в $t-1$, се използва по-ранен момент.

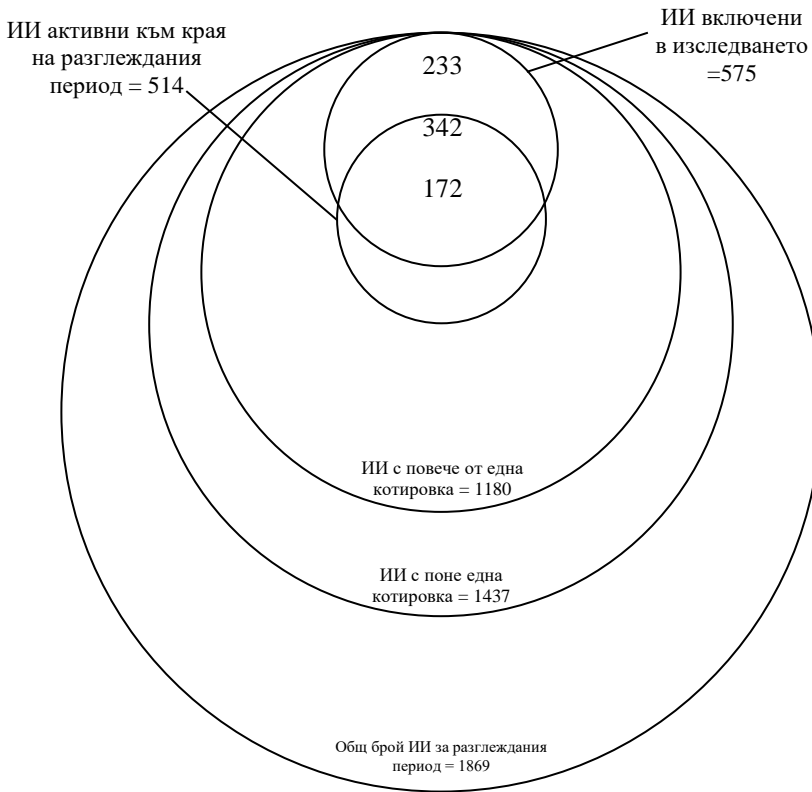
Така липсващите данни са допълнени като последната валидна котировка от търговска сесия се счита за валидна за съответния ден (попълване на принципа на последната реализирана котировка). При прилагане на метода не се налага конструирането на модел или трансформацията на изходните данни.

Въвеждането на стойности при дадена категория става независимо от останалите променливи от базата данни (например: дневен търговски оборот). Основните предимства са, че допълването става по прост, ясен и бърз способ. Въпреки че този способ може да промени вида на честотното разпределение, добре запазва стойностите на моментите на разпределенията – средна стойност, стандартно отклонение и пр.

Недостатъците от използване на този метод за допълване на данни са свързани главно с възможността да се нарушат някои вътрешни зависимости в емпиричната база, а като и известни трудности при идентифицирането на нелинейни зависимости.

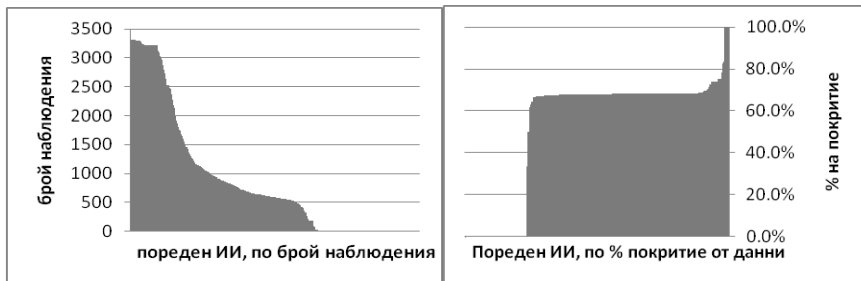
Допълнително се налага допълване на първоначални стойности, когато датата на листиране предшества и датата на първа сделка. В такъв случай, за стойност на първия ден се приема първата реализирана котировка от реда (т.е. въвеждане на предхождащи стойности).

За проверка на метода за допълване на липсващи стойности е извършено допълване за цялата първична емпирична база, включително и за ИИ, не включените в емпиричната база на изследването (виж. подраздел 13.3.). На фигура 17.3.4-2 а) са показани всички ИИ след допълването, подредени по общ брой стойности. На 17.3.4-2 б) са представени всички ИИ, подредени по процент от покритие с данни спрямо целия период на търгуване на съответния ИИ.



Фиг. 17.3.4-1. Извадка на включените в изследването ИИ

Забележка: Диаметрите на кръговете кореспондират точно на броя от ИИ от съответните съвкупности в първичната база



Фиг. 17.3.4-2 а)

Фиг. 17.3.4-2 б)

17.4. Структура на данните в използваната емпирична база

Получената емпирична база е една и съща за всички разгледани модели на инвеститори и в рамките на основното изследване няма да бъде променяна. Тя може да се разглежда като "изпитателен стенд" или "изпитателен полигон" или "изпитателна писта" за изпробване, оценяване и сравнителен анализ на различни модели на инвеститори (по принцип неограничени на брой) и на използваните в тях методи и модели. Емпиричната база съдържа съдържа записи за всеки ИИ:

- Борсов код – съгласно конвенцията на XETRA за всички ИИ, листирани към и след 16.06.2008 и съгласно конвенцията на БФБ за всички ИИ, делистирани преди 16.06.2008
- Емитент
- Дата на листиране
- Дата на делистиране
- Тип ценни книжа – обикновени акции, облигации, дялове, Компенсаторни инструменти, Варанти, привилегировани акции
- Минимална дневна цена на затваряне
- Максимална дневна цена на затваряне
- Средна дневна цена на затваряне
- Стандартно отклонение на дневните цени на затваряне
- Динамичен ред от дневни цени на затваряне за периода от 01.10.1998 – 30.04.2011
- Динамичен ред от дневен търговски оборот за периода от 01.10.1998– 30.04.2011

В допълнителна база данни се съдържа информация за корпоративните събития:

- Борсов код

- Вид на корпоративно събитие: Изплащане на дивидент; Увеличаване на капитала с права; Увеличаване на капитала с резерви; промяна на номинална стойност
- Поле със специфични стойности за всеки вид корпоративно събитие:
 - При раздаване на дивидент: размер на брутен дивидент;
 - при увеличаване на капитала (с права): теоретична цена на 1 право;
 - при увеличаване на капитала (с резерви): увеличение на капитала в пъти;
 - При промяна на номиналната стойност: увеличение/намаление на номиналната стойност в пъти.
- Дата на корекция
- Средно-претеглена цена на датата на корекция
- Коригиращ фактор
- Начало на борсова търговия
- Емисионна стойност

18. ОБЩИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В ИЗСЛЕДВАНЕТО МОДЕЛИ

18.1. Списък на използваните модели на инвеститори

При определяне на включените в изследването модели на инвеститори са взети следните съображения предвид:

- 1) Да бъдат проведени експерименти с модели от разнообразни класове, с цел получаване на повече изследователска информация от състезаването им. Но също и с цел да могат да се съпоставят и отделните класове модели.
- 2) Да бъдат включени моделите, които най-често се срещат в литературата и използват в практиката.
- 3) Да има поне един от авангардните модели.

Така в изследването са включени следните модели на инвеститори:

1. Традиционни модели за управление на инвестиционни портфейли
 - Модел на инвеститор от тип "Един инвестиционен инструмент".
 - Модел на инвеститор от тип "Наивна диверсификация".
 - Модел на инвеститор от тип "Случаен портфейл".
2. Класически модели за управление на инвестиционни портфейли
 - Модел на инвеститор от тип "Модел на Марковиц".
 - Модел на инвеститор от тип "Модел на Тобин".

- Модел на инвеститор от тип "Едноиндексен модел".
3. Авангардни модели за управление на инвестиционни портфейли
- Модел на инвеститор от тип "Многоредна селекционна процедура".

За удобство при планирането на експериментите на всеки от тези модели са присвоени мнемонични кодове, показани в Табл. 18.1-1.

Табл.18.1-1

Мнемонични кодове на изследваните модели

| Код | Модел |
|-----------|------------------------------------|
| asset | "Един инвестиционен инструмент" |
| naive | "Наивна диверсификация" |
| rand | "Случаен портфейл" |
| markowitz | "Модел на Марковиц" |
| tobin | "Модел на Тобин" |
| single | "Едноиндексен модел" |
| mssp | "Многоредна селекционна процедура" |

18.2. Методи за оценка на резултатите

Критериите за оценка и сравнение на експериментиранияте модели на инвеститори са важен елемент от изследването, който трябва да се обоснове. Всички те по принцип са обобщени в блок "Оценител на цели" от схемата на управляващата система на портфейл (фиг. 10.1-2). Важно е критериите да са еднакви за всички модели, така че резултатите да са съпоставими.

За целите на разнообразни анализи могат да се използват много и различни интегрирани (изчислени за целия пробег на модела) и верижни показатели (изчислени за всяко наблюдение) за оценка на модела. Във връзка с това често възниква необходимост от компромис между степента на информативност на критерия и степента на интегрираност. За това в изследването се използва система от критерии, в случай че някой от тях не е достатъчно информативен.

За настоящото изследване ще бъдат използвани 2 интегрирани критерия – реална доходност за целия период на изследването, рисково претеглена реална доходност за целия период на изследването. При използването им по същество се прави допускането, че инвеститорът започва да инвестира в ден 1 от изследването и преглежда целият резултат от дейността си в ден последен.

Изчисляване на реална доходност (18.2-1) за целия период на изследването. Избраният показател е прост, но същевременно ясен за интерпретация.

$$R_p(m) = \left(\frac{MV(m)}{MV(1)} - \frac{Inf(1)}{Inf(m)} - 1 \right); R_p(m) \geq -1 \quad \dots(18.2-1)$$

където:

$R_p(m)$ - реална доходност

Най-често използваните критерии за изчисляване на рисково претеглена реална доходност за целия период на изследването коефициента са коефициент на Шарп (конвенционален измерител) или някоя модификация на коефициент на Сортино (асиметричен измерител). Асиметричните измерители оценяват по-ясно риска, но имат големият недостатък, че изискват (поне двойно) по-голяма извадка от наблюдения за изчисляване на робастна оценка. Това е особено тежко изискване за данните от емпиричната база на изследването, при които има множество липсващи стойности и множество резки промени в стойността.

Избраният критерий е коефициент на Шарп (18.2-2), поради по-ниските изчислителни изисквания към данните. За да се получи по-ясна интегрална оценка коефициентът е специално модифициран за да съпоставя реализираната доходност с темпа на инфлация, като един от съпътстващите фактори през целия разглеждан период на изследването.

$$Sa_{\text{mod}} = \left(\frac{MV(m)}{MV(1)} - \frac{Inf(1)}{Inf(m)} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\sigma_{MV, Inf}(1..m)} \quad \dots(18.2-2)$$

където:

Sa_{mod} - модифициран коефициент на Шарп

$\sigma_{MV, Inf}(t_0..m)$ - дисперсия на разликите на MV и Inf за период $(t..m)$

Допълнително се изчислява и време за един пробег на модела, като оценка за ефективността на работа на алгоритъма. При това трябва да се има предвид компютърната система, на която са проведени експериментите:

- Хардуер: Процесор: Model: Intel(R) Core(TM) i5 CPU, Speed: 2.8GHz, Cores: 4, L2 Cache: 2x 256kB, L3 Cache: 8MB. Памет: 16GB DIMM DDR3 (1.33GHz)
- Софтуер: MATLAB версия 7.12.0.635(R2011a), 64-bit, win64. Операционна система Windows 7 Ultimate edition.

18.3. Общи допускания

В изследването са направени редица допускания, следващи традиционната инвестиционна логика и утвърдилата се практика. Освен това за обосновка на част от тези допускания са проведени и две анкетни проучвания.

18.3.1. Анкетни проучвания относно особеностите на българския инвеститор

Бяха проведени две проучвания проучвания:

- Експертно проучване сред професионални български инвеститори. Фокусът е върху: възприети подходи на работа, използвани методи за инвестиционен анализ, познаване и използваемост на съвременна теория за инвестиционни портфейли. Специално внимание в анкетата е обърнато на изясняване на особеностите на типичния дребен инвеститоропериращ на БФБ. В таблица са посочени основните характеристики на проучването.

- Електронно допитване сред заинтересовани от борсова търговия непрофесионалисти. Фокусът е върху определянето на склонността за поемане на инвестиционни рискове от непрофесионалисти. Основните характеристики на допитването са посочени в таблица 18.3.1-2

18.3.2. Общи допускания относно инвеститора

Всеки модел симулира действията на инвеститор, участващ на българския фондов пазара с универсални характеристики:

- Транзакциите на инвеститора не променят пазара, независимо от размера, честотата или други техни специфики. Това допускане е необходимо за да може симулацията, базирана на исторически данни, да бъде проведена. На практика това допускане изключва от историческата симулация много големите инвеститори, като това все още не значи, че изводите от изследването не са валидни и за тях.

- Инвеститорът е частен, независим, дребен инвеститор, инвестиращ собствени средства. Такова допускане е необходимо, за да се избегне съобразяването с ограниченията за структура на портфейла, които се налагат на институционалните инвеститори.

- От резултатите от проведеното експертно проучване по метода Делфи (фиг. 18.3.2-1) личи, че според експертите е най-добре един дребен инвеститор да започне инвестиции на БФБ с начална сума от 4000 лв., като интервалът на доверителност за тази оценка е между 2000 лв. и 6400 лв. Спазвайки порядъка на тази сума, за яснота на изводите се приема, че типичния начинаещ дребен инвеститор започва с начален инвестиционен капитал в размер до 10000 лв.

Табл. 18.3.1-1

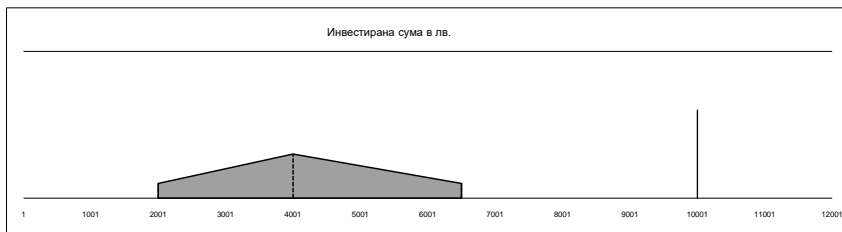
Основни характеристики на проведеното експертно проучване

| | |
|--|---|
| Период на провеждане на изследването: | Март - Май 2009 г. |
| Метод на регистриране на информацията: | Анонимизирана анкета в два тура (никой от експертите не знае кои са останалите) |
| Критерий за избор на експерти: | Професионални инвеститори, работещи в инвестиционни посредници или други инвестиционни институции |
| Брой изпратени анкети | На 60 респондента |
| Брой попълнени анкети | От 23 респондента |
| Принцип на включване в изследването | В изследването са включени пожелалите да отговорят респонденти |

Табл. 18.3.1-2

Основни характеристики на проведеното електронно допитване

| | |
|--|--|
| Период на провеждане на изследването: | Ноември 2010 – Януари 2011 |
| Метод на регистриране на информацията: | Електронен въпросник |
| Целева група: | Заинтересовани от борсовите инвестиции непрофесионалисти |
| Генерална съвкупност | Около 4000 – 40000 [119] |
| Необходим брой за представителност | 350 - 380 респондента |
| Брой поканени за участие | 500 респондента |
| Брой участвали | 262 респондента |
| Принцип на включване в изследването | В изследването са включени пожелалите да отговорят респонденти |



Фиг. 18.3.2-1. Резултати от експертно допитване за въпроса:

"Ако сте дребен начинаещ инвеститор, който не възнамерява да следи пазара ежечасно и има друго основно занимание, с каква сума в лева бихте започнали?"

Забележка: с вертикална линия е отбелязана стойността на параметъра, използвана при провеждане на експериментите

- Всички симулирани инвеститори оперират на един и същи инвестиционен пазар, който в конкретния случай е Българска Фондова Борса т.е. се изключват други възможности за инвестиране в България и/или в чужбина. От което следва, че инвеститорите оперират при едни и същи външни условия. Необходимостта от тези допускания е обвързана с недостъпността до достатъчно достоверни данни за възможностите за инвестиране извън БФБ, но и е свързана с чистотата на експериментите.

- Инвеститорът започва да инвестира в ден 1+D от изследването и оценява резултатите от дейността си в на 30.04.2011, където D е дълбочината на отчитаната предистория (виж. 14.4.).

- По дефиниция математическото описание на инвестиционен портфейл е вектор с теглови коефициенти (между 0 и 1) от 1 до k+1, където k е броят на търгуваните позиции на пазара, а в допълнение има една парична (кешова) позиция. Началните условия за всички инвеститори във всички експерименти са, че в портфейла има само парична позиция с тегло=1.00.

- Инвеститорът няма възможност да включва допълнителни средства в процеса на инвестиране за целия период на изследване.

- При получена реална доходност от началото на експеримента по-малка от -100%, се счита, че инвеститорът е загубил цялата първоначална сума, в следващите пробези на модела, той получава статус "Фалит".

- Всеки инвеститор е привърженик на предварително определена теория за управление на портфейл, която не се променя до края на историческата симулация. Съществено е, че авторът си поставя за цел да симулира моделите на инвеститори в техния най-чист и близък до оригиналните автори вид. За да се запазят моделите в чист вид, но и за да се направи изчерпателно изследване, не се

прави никаква предавателна селекция на ИИ. Веднъж изготвена емпиричната база на изследването, тя се използва изцяло всеки пробег на моделите.

18.3.3. Допускания относно борсовата среда

Необходими допускания относно организираният пазар, на който оперира инвеститора са:

- Издига се Хипотеза за ликвидност, според която инвеститорът винаги може да извърши транзакция с даден ИИ;

- Всички транзакции в период t се сключват при дневна цена затваряне $P(t)$, валидна към края на съответния борсов ден

- Всички експерименти се провеждат при допускането, че на пазара не са възможни къси продажби.

- В съответствие с достъпната емпирична база минималната стъпка на симулационното време е един работен ден на БФБ. Като моментът "Сега" се отбелязва с $t=0$ или $t(0)$. Всички необходими оценки и прогнози се базират на предходящото развитие на пазара (т.е. на основата на исторически данни). Допуска се, че цената на затваряне за даден период е равна на цената на отваряне на следващия период.

- Облигациите, вариантите и компенсаторните инструменти се разглеждат като динамичен ред от цени (както останалите ИИ), които са сключени при положението, че и двете страни по сделката са знаели как се оценява справедлива цена на облигация. Това допускане е необходимо, поради липсата на данни за падежи, размер на емисиите, суми на емисиите.

- Поради липсата на данни за причините за делистиране на ИИ, в случай на делистиране, се счита, че инвестицията в съответния ИИ се губи. Причините за делистиране могат да са фалит на компанията, административно изключване от списъка на търгуване от органите на БФБ или затваряне на дружеството. В първия случай допускането означава, че инвеститорът не получава доходи от ликвидационни дялове. Във втория случай допускането означава, че ликвидността на ИИ е толкова слаба, че инвеститорът не може да получи никаква парична стойност за нея. В третия случай допускането означава, че инвеститорът губи прозрачността и публичния контрол на инвестицията.

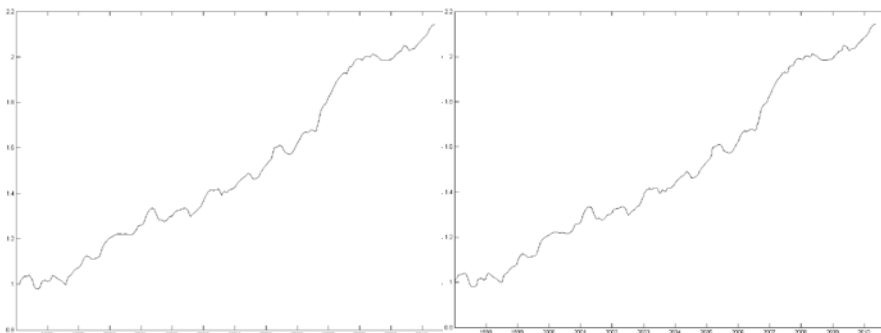
18.3.4. Допускания относно пазарните фрикции

Пазарни фрикции е обобщено название на всички разлики между структурата на портфейла, получена в резултат на изчислителна процедура и реално постигнатата структура на портфейла. Така при всички случаи реализираният избраният портфейл е различен (субоптимален) от изчисления.

- Броят ценни книжа в една сделка и в дадена позиция от портфейла е винаги цяло число. При получаване на заявка с дробен брой акции, принципът е да се взема най-близкото по-малко цяло число.

- За да бъдат отчетени ефектите от инфлация, е изчислен верижен индекс за инфлация, на базата на използвани актуални месечни данни на НСИ за Индекс на потребителските цени (ИПЦ, методика предходният месец = 100). Данните са интерполирани за получаване на дневни стойности по метода на постъпковата кубична интерполация на Ермит [69]. Този метод е подходящ за запазване на монотонността и пропорциите в данните, видно от съпоставката на фиг. 18.3.4-1 а) и б).

- Според ЗОДФЛ [70], доходите, придобити от сделки с инвестиционни инструменти на регулиран пазар не се облагат. Облагат се само доходите от дивиденди. В рамките на изследването се допуска, че се облагат с данъци получените суми от дивиденди по следната схема: преди 2008 е приета средна ставка от 28%, като нормативно присъщи необлагаеми разходи са 25%; след 1.1.2008 е приета данъчна ставка 10%, като нормативно присъщи необлагаеми разходи са 10%.



Фиг. 18.3.4-1

а) Месечни стойности на инфлацията по данни на НСИ

Фиг. 18.3.4-1

б) Интерполирани дневни данни за инфлацията

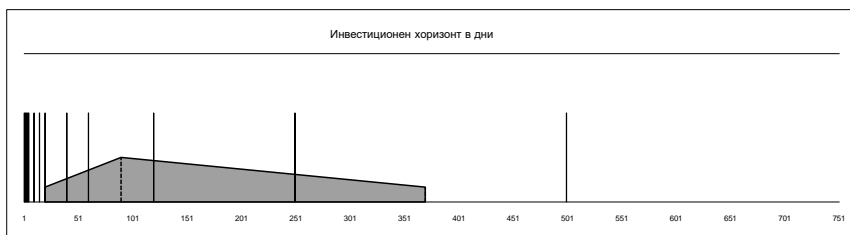
- При изчисляване на брокерските комисионни е взета актуалната "Тарифа за операции на БФБ, извършени чрез COBOS" [71] на Инвестиционен посредник Елана. Комисионните са в размер на 0.5% от оборота на сделката, но не по-малко от 2 лв. като в сумата е включена и комисиона на БФБ и Централния депозитар.

18.4. Основни параметри

При изграждането на моделите на инвеститори в настоящото изследване са налице общи параметри (фиг. 18.4-2):

- Стъпка на времето в модела S (стъпка на приплъзване) е стъпката на дискретизация на наличните данни.

- Инвестиционен хоризонт L е периодът, за който портфейлът няма да бъде преразглеждан, т.е. колко наблюдения трябва да минат преди т.е. инвеститорът да преразгледа структурата на портфейла отново. Това е основният вариран параметър във всички експерименти. Стойност на $L=1$, означава, че инвеститорът ще преразглежда своя портфейл всеки ден. При наличните данни, това е минимално възможната стойност. От резултатите от проведеното експертно проучване по метода Делфи (фиг. 18.4-1) личи, че според експертите е най-добре един дребен инвеститор, инвестиращ на БФБ, да преразглежда портфейла си на около четири месеца и половина (90 борсови дни), като интервалът на доверителност за тази оценка е между 20 борсови дни и 370 борсови дни. Така според експертите не е разумно за един инвеститор да преразглежда борсовите си инвестиции по-рядко от веднъж на всяка година и половина. За целите на изследването две години се приема за максималната стойност на L . Пълното комбиниране на всички възможни стойности на параметърът е непрактично. В рамките на изследването параметърът приема следните стойности (табл.18.4.-1).



Фиг. 18.4-1. Резултати от експертно допитване за въпроса: "Ако сте дребен начинаещ инвеститор, който не възнамерява да следи пазара ежечасно и има друго основно занимание, колко често бихте променяли портфейла?"

Забележка: с вертикални линии са отбелязани стойностите на параметъра, използвани при провеждане на експериментите

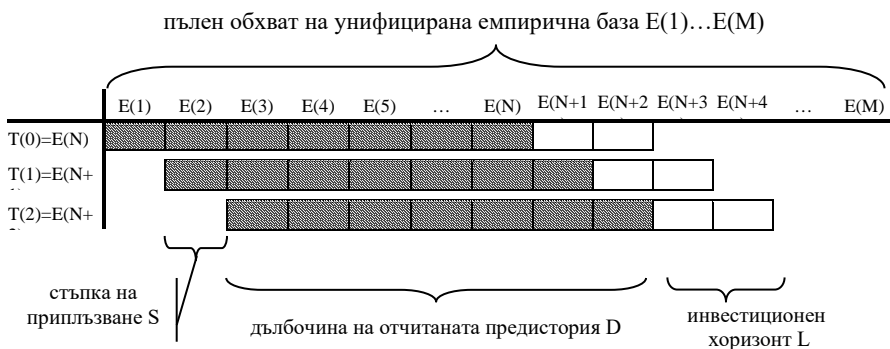
- Дълбочина на отчитаната предистория на данните за инвестиционните инструменти D – по принцип може да варира при различните модели, но в името на унифицираността на експериментите се задава еднакъв за всички инвеститори. В следствие на необходимо допускане (виж раздел 13), стойността му е зададена за равна на броя на ИИ, включени в изследването. Така в случая D вече не е параметър, а междинна променлива.

- Начална точка на историческата симулация $T(0)$ е начален момент на инвестиции. В следствие на допускането от раздел 14.2., се задава твърда стойност на $T(0)=1$, т.е. инвеститорът започва дейност в първия период от изследването.

Табл.18.4.-1

Обяснение на използваните стойности на параметър L

| Стойност | Инвестиционен хоризонт (в популярна терминология) | Стойност | Инвестиционен хоризонт (в популярна терминология) |
|----------|--|----------|--|
| $L=1$ | Всеки един борсов ден | $L=20$ | Веднъж на месец |
| $L=2$ | Всеки два борсови дни | $L=40$ | Веднъж на два месеца |
| $L=3$ | Всеки три борсови дни | $L=60$ | Веднъж на тримесечие |
| $L=4$ | Всеки четири борсови дни | $L=120$ | Веднъж на полугодие |
| $L=5$ | Веднъж на седмица | $L=250$ | Веднъж на година |
| $L=10$ | Веднъж на две седмици | $L=500$ | Веднъж на две години |
| $L=15$ | Веднъж на три седмици | | |



Фиг. 18.4-2. Основна схема на провеждане на експериментите

18.5. План на експериментите (табл. 18.5-1)

Табл. 18.5-1

План на експериментите

| N | Вид на инвест. | L | N | Вид на инвест. | L | N | Вид на инвест. | L | N | Вид на Инвест. | L |
|----|----------------|-----|----|----------------|-----|----|----------------|-----|----|----------------|-----|
| 1 | asset | 1 | 27 | rand | 1 | 53 | tobin | 1 | 79 | mssp | 1 |
| 2 | asset | 2 | 28 | rand | 2 | 54 | tobin | 2 | 80 | mssp | 2 |
| 3 | asset | 3 | 29 | rand | 3 | 55 | tobin | 3 | 81 | mssp | 3 |
| 4 | asset | 4 | 30 | rand | 4 | 56 | tobin | 4 | 82 | mssp | 4 |
| 5 | asset | 5 | 31 | rand | 5 | 57 | tobin | 5 | 83 | mssp | 5 |
| 6 | asset | 10 | 32 | rand | 10 | 58 | tobin | 10 | 84 | mssp | 10 |
| 7 | asset | 15 | 33 | rand | 15 | 59 | tobin | 15 | 85 | mssp | 15 |
| 8 | asset | 20 | 34 | rand | 20 | 60 | tobin | 20 | 86 | mssp | 20 |
| 9 | asset | 40 | 35 | rand | 40 | 61 | tobin | 40 | 87 | mssp | 40 |
| 10 | asset | 60 | 36 | rand | 60 | 62 | tobin | 60 | 88 | mssp | 60 |
| 11 | asset | 120 | 37 | rand | 120 | 63 | tobin | 120 | 89 | mssp | 120 |
| 12 | asset | 250 | 38 | rand | 250 | 64 | tobin | 250 | 90 | mssp | 250 |
| 13 | asset | 500 | 39 | rand | 500 | 65 | tobin | 500 | 91 | mssp | 500 |
| 14 | naive | 1 | 40 | markowitz | 1 | 66 | single | 1 | | | |
| 15 | naive | 2 | 41 | markowitz | 2 | 67 | single | 2 | | | |
| 16 | naive | 3 | 42 | markowitz | 3 | 68 | single | 3 | | | |
| 17 | naive | 4 | 43 | markowitz | 4 | 69 | single | 4 | | | |
| 18 | naive | 5 | 44 | markowitz | 5 | 70 | single | 5 | | | |
| 19 | naive | 10 | 45 | markowitz | 10 | 71 | single | 10 | | | |
| 20 | naive | 15 | 46 | markowitz | 15 | 72 | single | 15 | | | |
| 21 | naive | 20 | 47 | markowitz | 20 | 73 | single | 20 | | | |
| 22 | naive | 40 | 48 | markowitz | 40 | 74 | single | 40 | | | |
| 23 | naive | 60 | 49 | markowitz | 60 | 75 | single | 60 | | | |
| 24 | naive | 120 | 50 | markowitz | 120 | 76 | single | 120 | | | |
| 25 | naive | 250 | 51 | markowitz | 250 | 77 | single | 250 | | | |
| 26 | naive | 500 | 52 | markowitz | 500 | 78 | single | 500 | | | |

19. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "ЕДИН ИНВЕСТИЦИОНЕН ИНСТРУМЕНТ"

19.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисковото претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Един инвестиционен инструмент" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Борса.

19.2. Структурно описание на модела

Структурно описание на модел "Един инвестиционен инструмент" е представено в табл 19.2-1. Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг.10.1-2).

Табл. 19.2-1

Структурно описание на модела "Един инвестиционен инструмент"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|----------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисково претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| "Наблюдавани фактори на средата" | Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват: <ul style="list-style-type: none">• нови данни за котировките на ИИ от последния период;• данни за новонастъпили корпоративни събития;• нови данни за данъчната ставка;• нови данни за инфлацията;• нови данни за брокерски комисионни; |
| "Оценител на стойности" | Оценяват се необходими стойности на: <ul style="list-style-type: none">• Коефициент на Шарп за всяко наблюдение, за всеки ИИ |

Продължение

| 1 | 2 |
|--|---|
| "Генериране на решения" | Генерират се възможни структури на портфейла, всяка от тях се състои от един ИИ. Броят на възможните структури е равен на броя на ИИ за съответния период. |
| "Избор на решение" | Избира се структура на портфейла по критерия най-висока стойност на коефициент на Шарп. |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

19.3. Направени допускания и специфични особености

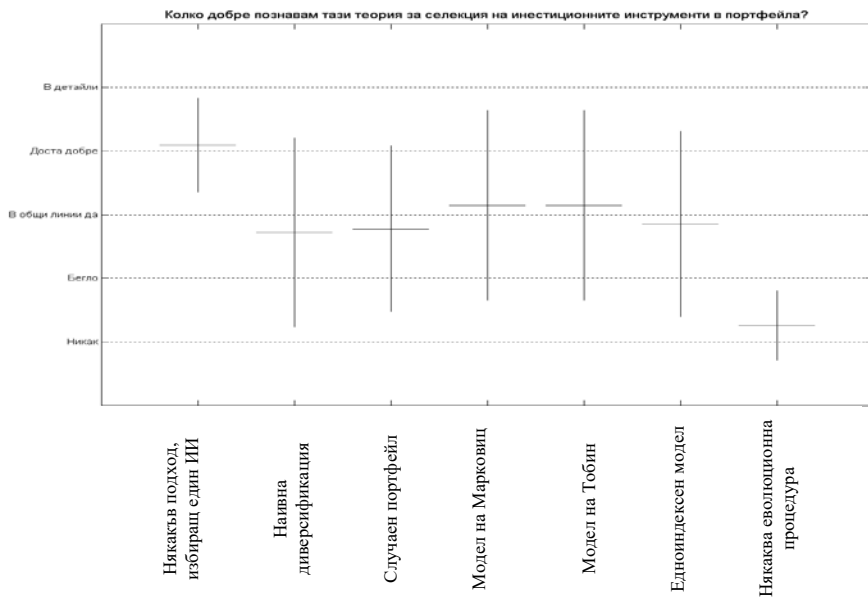
Освен всички общи допускания, описани в раздел 18, за реализиране на модела са направени следните допускания:

Работната хипотеза е, че най-добрият подход за структуриране на портфейл е да се избират инвестиционните инструменти един по един, без да се разглежда тяхната взаимовръзка.

Трябва да се отбележи, че този модел включва и изчерпва всички подходи в инвестиционната теория, насочени към избора на един инвестиционен инструмент, разглеждан като несвързан с останалите. Това включва всички методи на техническия и фундаменталния анализ, всички подходи, неосновани на математически анализ и др. Може да се каже, че моделът на инвеститор "Един инвестиционен инструмент" отразява цялата традиционна инвестиционна практика отпреди въвеждането на теорията на Марковиц.

Също така трябва да се отбележи, че дори в съвременни условия този клас подходи все още са най-силно застъпени сред инвеститорите. На фиг. 19.3-1 и фиг. 19.3-2 са представени някои от резултатите от проведената анкета сред български инвеститори. От фигурите проличава, че съвременните български професионални инвеститори като цяло познават най-добре и използват най-често теориите, насочени към избор на един ИИ. Разбира се, инвеститорите, използващи такива теории се лишават от възможността за диверсификация на риска.

- За да бъдат заместени всички модели за управление на инвестиционен портфейл, насочени към избор на един ИИ (технически, фундаментален анализ, Сентимент анализ и пр.), в изследването се изследват всички възможни единични портфейли включващи единствен инвестиционен портфейл.

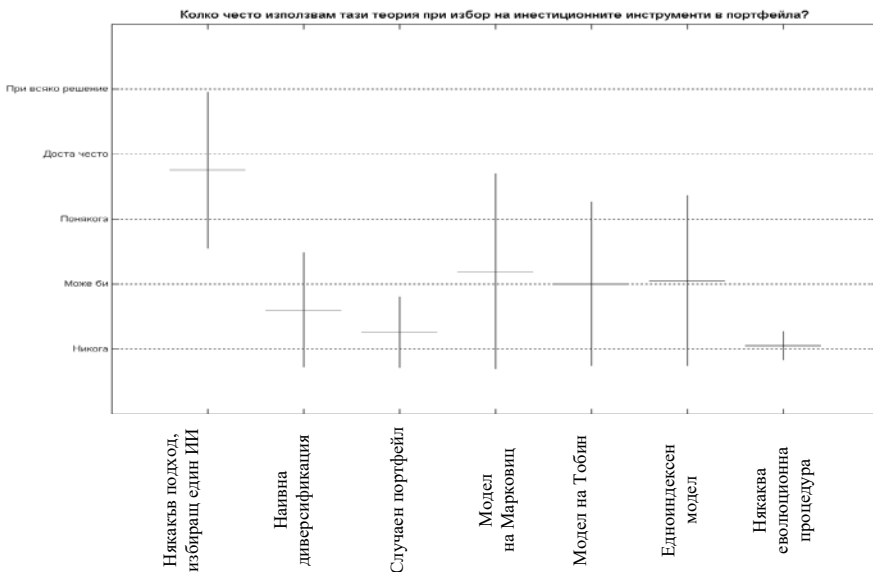


Фиг. 19.3-1. Резултати от анкета сред български инвеститори, относно тяхната степен на познаване на теориите за инвестиционен портфейл

Забележка: с хоризонтални линии на фигурата са отбелязани средните стойности, за всяка категория, а с вертикални – разсейването.

- Специфична особеност при провеждане на експериментите с модела е, че за избор на най-добър портфейл се използва критерия на Шарп (формула (2.3.2-1). За целта предварително се изчисляват стойностите на коефициента за всеки възможен ИИ за всяко наблюдение.

- Друг специфичен момент за този модел е, че структурата на избраното решение винаги ще е във вид от вектор от тегла, състоящ се от една стойност равна на единица и $k-1$ на брой нули, където k е броят на ИИ, включени в изследването.



Фиг. 19.3-2. Резултати от анкета сред български инвеститори, относно степента на използване на теориите за инвестиционен портфейл

Забележка: с хоризонтални линии на фигурата са отбелязани средните стойности, за всяка категория, а с вертикални – разсейването.

19.4. Програмна реализация

Специално е разработен от автора програмен продукт на език Matlab. Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функциите **tick2ret**, **nanvar**, **nanmax** от библиотека *Financial toolbox*.

19.5. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 19.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 19.5-1., 19.5-2.

Табл. 19.5-1

Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "Един инвестиционен инструмент".

| ид. N. на експ. | Код на експеримента | Вариран параметър (бр. периоди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Заб. |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|-------|
| | | | Доходност, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на алгоритъма (секунди) | |
| 1.01 | asset.11 | L=1 | -100% | -0.000000739 | 19.19 | фалит |
| 1.02 | asset.12 | L=2 | -100% | -0.000000587 | 9.59 | фалит |
| 1.03 | asset.13 | L=3 | -98% | -0.000000948 | 6.39 | |
| 1.04 | asset.14 | L=4 | -89% | -0.000000757 | 4.79 | |
| 1.05 | asset.15 | L=5 | -100% | -0.000000404 | 3.83 | фалит |
| 1.06 | asset.110 | L=10 | -100% | -0.000000489 | 1.91 | фалит |
| 1.07 | asset.115 | L=15 | -100% | -0.000000084 | 1.28 | фалит |
| 1.08 | asset.120 | L=20 | -100% | -0.000000098 | 0.95 | фалит |
| 1.09 | asset.140 | L=40 | -95% | -0.000000308 | 0.48 | |
| 1.10 | asset.160 | L=60 | -89% | -0.000000263 | 0.32 | |
| 1.11 | asset.1120 | L=120 | -48% | -0.000000654 | 0.15 | |
| 1.12 | asset.1250 | L=250 | -100% | -0.000000071 | 0.07 | фалит |
| 1.13 | asset.1500 | L=500 | -100% | -0.000000087 | 0.04 | фалит |

19.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Един инвестиционен инструмент"

1) При всички експерименти реалната доходност е отрицателна, в 8 от случаите инвеститорият е фалирал, в други 4 доходността е по ниска от -85%. (виж фиг. 19.5-1, виж табл.19.5-1).

2) При всички експерименти, рисково претеглената доходност е отрицателна.

3) От фиг. 19.5.1-1 се вижда, че asset.11 фалира изключително бързо, още в рамките на първите 200 наблюдения.

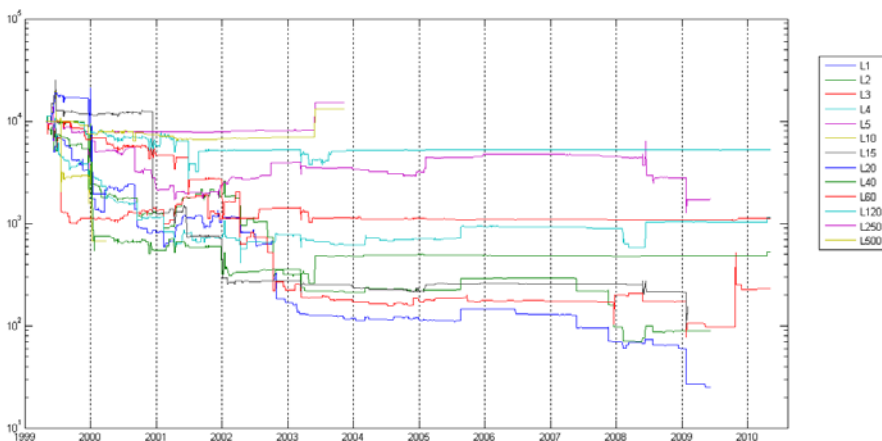
4) От около 350то наблюдение до края стойностите на всички портфейли са по-ниски от началните.

5) Най-високи междинни резултати показва asset.115 – в рамките на първите 100 наблюдения, за кратък период достига стойност на портфейла от около 25000.

б) Фиг. 19.5.1-2 отлично демонстрира подхода – почти всеки период структурата на портфейла се състои от различен ИИ, което означава, че структурата на портфейла се изменя със 100%, което означава транзакционни разходи от общо 1%.

При така зададените условия на историческата симулация моделът "Един инвестиционен инструмент не работи добре. Възможните обяснения за това са:

- големите транзакционни разходи
- принципно липса на възможност за диверсификация
- изборът на структура на портфейла се прави измежду неоптимални решения.

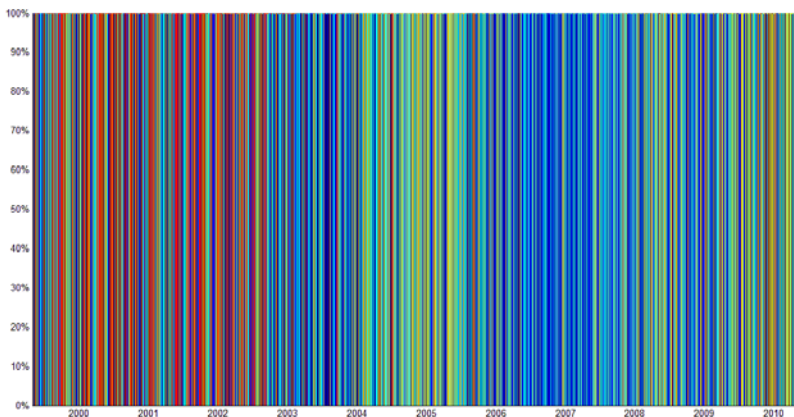


Фиг. 19.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L

Получените емпирични резултати при така определената методика по-скоро опровергават основната работна хипотеза – т.е. инвестирането в портфейл от един, самостоятелно избран ИИ не е добър подход. Въпреки това видно от резултатите от анкетата, сочат, че това е най-често използвания подход от професионалните инвеститори (в това число успешните) на БФБ. Възможни изводи относно търговията на БФБ:

- 1) Реалните инвеститорите влагат допълнителна информация при избора на инвестиции и/или адаптират своите инвестиционни познания.
- 2) Така зададените условия от модела са прекалено ограничаващи за този модел на инвеститор.

Възможна причина за лошото представяне на моделите "Един инвестиционен инструмент" е фактът, че при експериментите не са отчетени реалните стойности на ИИ след тяхното делистиране. В бъдещи изследвания е добре да се отчетат и доходи от ликвидни дялове или справедлива стойност на ИИ, към момента на делистиране, а както и облигационни плащания на главница.



Фиг. 19.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

20. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "НАИВНА ДИВЕРСИФИКАЦИЯ"

20.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисково претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Наивна диверсификация" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Борса.

20.2. Структурно описание на модела

Структурно описание на модел "Наивна диверсификация" е представено в табл. 20.2-1. Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг. 10.1-2).

Табл. 20.2-1

Структурно описание на модела "Наивна диверсификация"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|--|--|
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисково претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| "Наблюдавани фактори на средата" | Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват: <ul style="list-style-type: none"> • нови данни за котировките на ИИ от последния период; • данни за новонастъпили корпоративни събития; • нови данни за данъчната ставка; • нови данни за инфлацията; • нови данни за брокерски комисионни. |
| "Оценител на стойности" | Не се оценяват се предварително никакви стойности. |
| "Генериране на решения" | Генерира се 1 възможна структура на портфейла, съдържаща равно разпределени тегла за всички ИИ за периода |
| "Избор на решение" | Генерираното възможно решение е единствено. |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

20.3. Направени допускания и специфични особености

За реализиране на модела са направени специфични допускания, освен общите допускания, описани в раздел 18, както:

- Основната работна хипотеза на модела е, че всяка диверсификация е по-добра от никаква диверсификация, като същевременно се избягва задълбочен анализ и селекция на ИИ.

- Теглата в портфейла са равни за всички ИИ, листирани на борсата към момента на съответното наблюдение (формула 20.3-1). Специфично е, че броят на листираните ИИ се променя от период на период.

$$w_i(t) = \frac{1}{l(t)}; l(t) > 0 \quad \dots(20.3-1)$$

където:

$w_i(t)$ - тегло за ИИ i , към момент (t)

$l(t)$ - брой листирани ИИ, към момент (t)

- При наивна диверсификация липсва ясно обособен процес на избор, тъй като в резултат от изчисленията не се получават алтернативи. Може да се каже, че матрицата с алтернативи се състои от един ред.

20.4. Програмна реализация

Специално е разработен от автора програмен продукт на език Matlab. Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функцията **tick2ret** от библиотека *Financial toolbox*.

20.5. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 20.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 20.5-1 и фиг. 20.5-2.

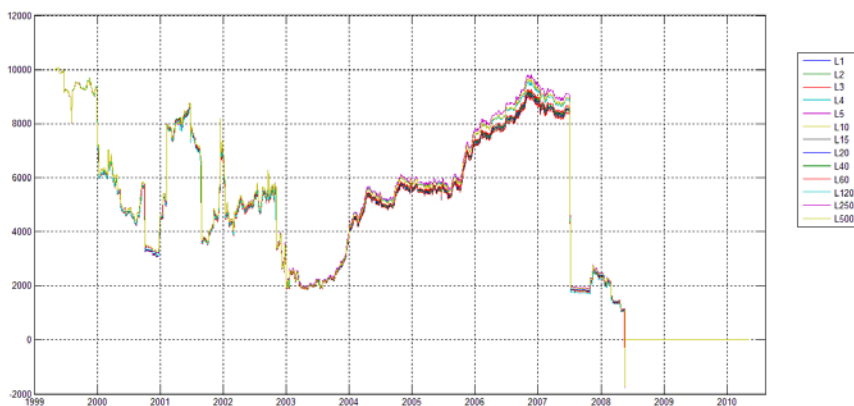
20.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Наивна диверсификация"

- 1) Всички експерименти завършват с фалит.
- 2) Всички стойности на рисково-претеглената доходност са приблизително еднакви (и естествено отрицателни), т.е. портфейлите са имали почти идентични стойности на дисперсия.
- 3) Максималните стойности на портфейла са в период 1, след това никога не се достига до началната стойност (фиг. 20.5.1-1).

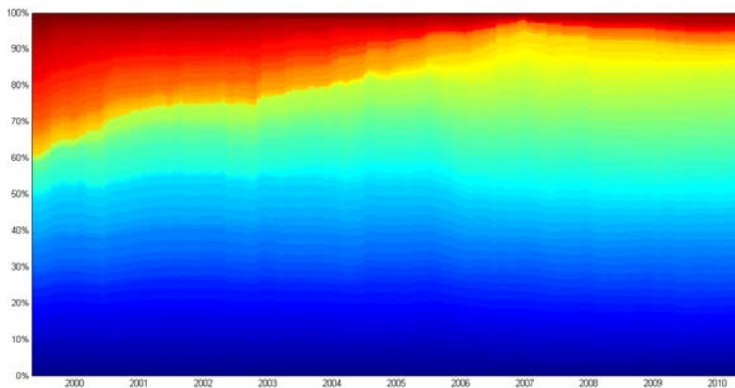
Табл. 20.5-1

Симуляционни експерименти с модел на инвеститор от тип "Наивна диверсификация".

| ид. N. на експ. | Код на експеримента | Вариран параметър (бр. периоди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Забел. |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|--------|
| | | | Доходност, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на алгоритъма (секунди) | |
| 2.01 | naive.11 | L=1 | -100% | -0,000000057 | 12,08 | фалит |
| 2.02 | naive.12 | L=2 | -100% | -0,000000057 | 6,04 | фалит |
| 2.03 | naive.13 | L=3 | -100% | -0,000000058 | 4,02 | фалит |
| 2.04 | naive.14 | L=4 | -100% | -0,000000057 | 3,02 | фалит |
| 2.05 | naive.15 | L=5 | -100% | -0,000000057 | 2,41 | фалит |
| 2.06 | naive.110 | L=10 | -100% | -0,000000057 | 1,20 | фалит |
| 2.07 | naive.115 | L=15 | -100% | -0,000000057 | 0,80 | фалит |
| 2.08 | naive.120 | L=20 | -100% | -0,000000057 | 0,60 | фалит |
| 2.09 | naive.140 | L=40 | -100% | -0,000000056 | 0,30 | фалит |
| 2.10 | naive.160 | L=60 | -100% | -0,000000056 | 0,20 | фалит |
| 2.11 | naive.1120 | L=120 | -100% | -0,000000054 | 0,10 | фалит |
| 2.12 | naive.1250 | L=250 | -100% | -0,000000053 | 0,04 | фалит |
| 2.13 | naive.1500 | L=500 | -100% | -0,000000054 | 0,02 | фалит |



Фиг. 20.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L



Фиг. 20.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

4) Всички траектории почти съвпадат, с точност до процента на инфлация и разлики от закръглянето на цял брой ИИ в транзакциите.

5) Съответно при всички експерименти фалитът настъпва в един и същ момент – около наблюдение 2350 от историческата симулация.

6) Най-рязък спад има около наблюдение 2100 еквивалентно на 3то тримесечие на 2008.

7) Период на стабилен растеж на стойността има между 950то и 2000 наблюдение. Съответстващи на периода от средата на 2004 до края на 2007.

8) От фиг. 16.5.2 се вижда, че през целия период портфейлът е бил много диверсифициран, инвестирайки средства във всички ИИ, което не е задължително добре, тъй като всеки делистиран ИИ води до автоматична загуба на стойност на портфейла. Това следва от направеното общо допускане за стойността на делистираните ИИ. В бъдещи изследвания е добре да се отчетат и доходи от ликвидни дялове или справедлива стойност на ИИ, към момента на делистиране, а както и облигационни плащания на главница.

9) Всеки период се правят само малко промени на структурата на портфейла, което при дадената начална инвестиционна сума от 10000 означава относително високи комисионни разходи, заради определената минимална стойност на комисионната за всяка транзакция = 2.

10) Ако имаше борсов индекс, изчислен като средно-аритметична стойност на цените на ИИ, той би изглеждал много като траекториите на фиг. 20.5.1-1. Така че моделите на практика представляват индексни фондове на БФБ.

Като цяло моделите успяват да оцелеят за относително дълъг период и най-вероятно при по-добри общо-икономически условия, някои от тях биха

завършили без фалит. Емпиричните резултати все пак показват, че безпринципното инвестиране на средства довежда до слаби резултати. Така формулираната работна хипотеза е по-скоро отхвърлена.

Развитието на пазара на ИИ на БФБ се характеризира с много резки промени и използването на прости модели с твърдо заложиени правила като "Наивна диверсификация" рано или късно води до фалит.

21. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "СЛУЧАЕН ПОРТФЕЙЛ"

21.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисковото претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Случаен портфейл" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Бурса.

21.2. Структурно описание на модела

Структурно описание на модел "Случаен портфейл" е представено в табл. 21.2-1. Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг. 10.1-2).

Табл. 21.2-1

Структурно описание на модела "Случаен портфейл"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|---------------------------------|---|
| 1 | 2 |
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисковото претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| Наблюдавани фактори на средата" | <p>Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нови данни за котировките на ИИ от последния период; • данни за новонастъпили корпоративни събития; • нови данни за данъчната ставка; • нови данни за инфлацията; • нови данни за брокерски комисионни; |

Продължение

| 1 | 2 |
|--|---|
| "Оценител на стойности" | Предварително не се оценяват се никакви стойности. |
| "Генериране на решения" | Генерират се 10000 възможни структури на портфейла по случаен метод. |
| "Избор на решение" | Избира се структура на портфейла като средна аритметична от генерираните случайни портфейли. |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

21.3. Направени допускания и специфични особености

За реализиране на модела са направени всички общи допускания, описани в раздел 18.

21.3.1. Основна хипотеза

Основната специфична хипотеза, заложена в метода е Хипотезата за съвършен пазар (както е описана в раздел 2.2.2). Известни изследователи като Морис Кендал, Бъртън Малкиел и Юджийн Фама са изследвали свойствата на борсовите динамични редове с общия извод, че явлението финансов пазар е принципиално непредвидимо. Най-добрата препоръка в такава богата на информация среда е да се инвестира в случайно избран широк портфейл и съзнателно да се избягват анализи и прогнози [72].

21.3.3. Генериране на случайни решения

Специфично при експериментите с модела е, че за генериране на възможни решения се използва алгоритъм за симулация Монте Карло, който е подходящ за моделиране на процеси с голяма сложност, с множество нелинейни зависимости и с не напълно известни фактори [73].

Симулацията Монте Карло използва случайни числа със зададено вероятно разпределение, за да проиграе възможни решения на задачата. Въвеждането на случайни стойности по същество превръща детерминистичния модел в стохастичен. При положение, че се използват достатъчно много случайни стой-

ности, се предполага, че ще бъдат проверени достатъчно много състояния. Счита се, че 10000 са достатъчен брой реализации на случайни стойности.

$$W_r = \frac{RN_i}{\left(\sum_{i=1}^r RN_i \right)^T} \quad ..(21.3.2-1)$$

където:

W_r – Вектор от случайни тегла

r - брой случайни реализации ($r = 10000$)

RN_i – Вектор от случайни числа

При генерирането на всяко случайно решение за структурата на портфейла се генерират вектор RM , от v на брой случайни числа с равномерно честотно разпределение, където v е редуцираният броя на ИИ, листирани към настоящото наблюдение (t). След това се нормират в диапазона между 0 и 1, като трябва да се спази изискването сумата на всички позиции да е равна на 1.00 (формула (21.3.2-1)).

21.3.3. Генератори за случайни числа

По този повод има важна дискусия за това какъв тип генератори за случайни числа би трябвало да се използват при изследване на пазарната перфектност или при апробиране на инвестиционна стратегия.

От една страна съществуват псевдо-случайни генератори – детерминистични алгоритми, произвеждащи поредици от числа с хаотични свойства. От друга страна са реално-случайни генератори – типично устройства дигитализиращи поредица от числа със стохастични свойства, използващи физически явления като атмосферен шум или радиоактивен разпад (За кратко въведение в темата виж [43]). Важно е да се подчертае, че идеалният подход не е генериране на случайни числа чрез компютърна симулация, а да е по-близък до същността на естествените природни процеси. Така принципно правилния подход е да се използват реално-случайни генератори. За неизчерпателен списък от реално-случайни генератори виж [212].

При определянето на случайно тегло за всяка позиция по отделно, за всички позиции трябва да се използва един и същ генератор за случайни числа, за да бъде спазен магнитуд на случайното число. Той трябва и да въвежда възможно най-много степени на свобода, което означава по-некръгли числа, но означава и повече реализации на случайност в портфейла.

Лесно се вижда, че колкото е по-прост генераторът за случайни числа, толкова по-малко случайност се въвежда от него. Например най-простият

генератор би била честна монета с два възможни изхода. Такъв случаен генератор ще произведе само една степен на свобода, така че за портфейл от 10 позиции теглата на всяка позиция ще са кратни на 5%.

След като са генерирани достатъчно много структури на портфейла по случаен ред, се изчислява средно-аритметична стойност на всички позиции от всички генерирани портфейли. Получената структура е избраната по този модел. (21.3.3-1)

$$W_t = \frac{W_r}{r} \quad \dots(21.3.3-1)$$

W_t - структура на портфейла, избран от модела към момент t

21.4. Програмна реализация

Специално е разработен от автора програмен продукт на език Matlab. Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компонент на програмния продукт и функцията **tick2ret** от библиотека *Financial toolbox*. За случаен генератор е използвана функцията **rand**.

21.5. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 21.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 21.5-1 и фиг. 21.5-2.

21.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Случаен портфейл"

- 1) Всички експерименти водят до фалит.
- 2) С изключение на **rand.l250** и **rand.l500**, всички останали стигат до фалит още в първите 100
- 3) Въпреки че фалират в рамките на първите 100 наблюдения, **rand.l1** и **rand.l2** достигат до над 10000% доходност.
- 4) Всички експерименти водят до фалит, но стойностите на рисково-претеглената доходност се отличават съществено (до над 90000 пъти за **rand.l20** и **rand.l1**). Следователно при различните експерименти се е реализирал риск от много различни магнитуди.

5) Фактът, че rand.l250 rand.l500 оцеляват най дълго, до някъде потвърждава инвестиционния съвет на Малкиел за инвестиране в дългосрочен план в широк портфейл. (виж фиг. 21.5-1, виж табл. 21.5-1)

Табл. 21.5-1

Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "Случаен портфейл".

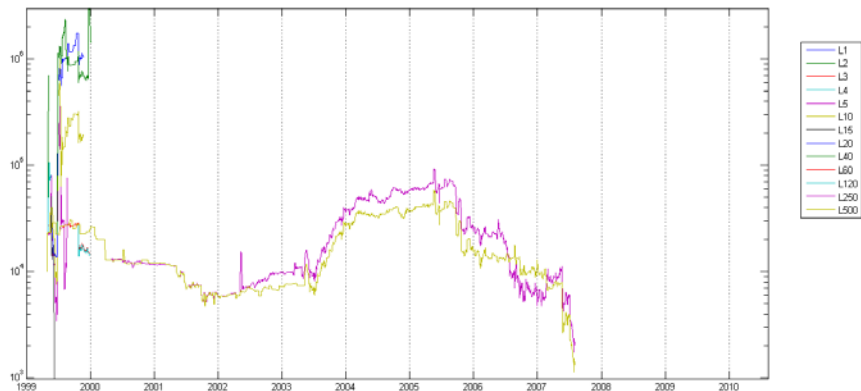
| ид. N. на експ. | Код на експ. | Вари- ран параме- тър (бр. перио- ди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Заб. |
|-----------------------|-----------------|--|--------------------------------|--|--|-------|
| | | | Доходно- ст, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на ал- гори- тъма (секун- ди) | |
| 3.01 | rand.l1 | L=1 | -100% | -0.00000090157 | 1463.26 | фалит |
| 3.02 | rand.l2 | L=2 | -100% | -0.00000000005 | 731.63 | фалит |
| 3.03 | rand.l3 | L=3 | -100% | -0.0000003242 | 487.75 | фалит |
| 3.04 | rand.l4 | L=4 | -100% | -0.0000001489 | 365.82 | фалит |
| 3.05 | rand.l5 | L=5 | -100% | -0.0000000226 | 292.65 | фалит |
| 3.06 | rand.l10 | L=10 | -100% | -0.0000000016 | 146.33 | фалит |
| 3.07 | rand.l15 | L=15 | -100% | -0.00000010033 | 97.55 | фалит |
| 3.08 | rand.l20 | L=20 | -100% | -0.0000000001 | 73.16 | фалит |
| 3.09 | rand.l40 | L=40 | -100% | -0.0000000001 | 36.58 | фалит |
| 3.10 | rand.l60 | L=60 | -100% | -0.0000001581 | 24.39 | фалит |
| 3.11 | rand.l120 | L=120 | -100% | -0.0000001580 | 12.19 | фалит |
| 3.12 | rand.l250 | L=250 | -100% | -0.0000000140 | 5.85 | фалит |
| 3.13 | rand.l500 | L=500 | -100% | -0.0000000314 | 2.93 | фалит |

6) От фиг. 21.5.2 най-ясно проличава случайният характер на моделите. Ясно личи, че всеки период има многобройни изменения на портфейла, което води до голям размер на комисионните.

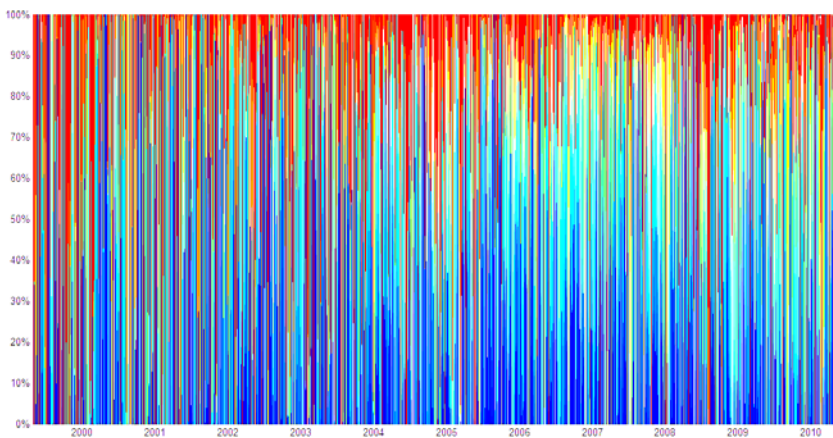
7) Малко по-ясна е фиг. 21.5.3, където е представена структурата на портфейла при L=500. Ясно се вижда предимството на по-дългосрочната случайна инвестиционна стратегия пред краткосрочната случайна – много по-малки транзакционни разходи.

8) От друга страна при съпоставката на фиг. 21.5.1 и фиг. 21.5.3 проличава, че rand.l500 фалира, когато портфейлът е най-диверсифициран. Случайната диверсификация не е задължително достатъчно добра в български условия.

Отчитайки всички резултати при така издигнатите общи и специфични допускания, хипотезата за перфектен пазар в български условия трябва да се отхвърли. Резултат, който е откриван и преди- виж напр. [207].

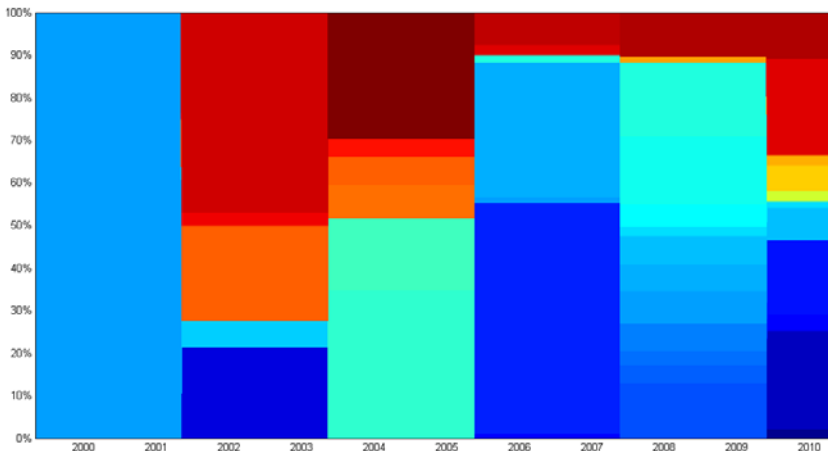


Фиг. 21.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L



Фиг. 21.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ



Фиг. 21.5-3. Динамика на портфейлната структура при $L=500$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

22. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "МОДЕЛ НА МАРКОВИЦ"

22.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисковото претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Модел на Марковиц" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Борса.

22.2. Структурно описание на модела

Структурно описание на модел "Модел на Марковиц" е представено в табл. 22.2-1 Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг. 10.1-2).

Табл. 22.2-1

Структурно описание на модела "Модел на Марковиц"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|--|--|
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисково претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| "Наблюдавани фактори на средата" | <p>Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нови данни за котировките на ИИ от последния период; • данни за новонастъпили корпоративни събития; • нови данни за данъчната ставка; • нови данни за инфлацията; • нови данни за брокерски комисионни; • индивидуална склонност на риск на инвеститора |
| "Оценител на стойности" | Оценяват се стойности за очаквана доходност за всеки ИИ и очаквана ковариация между всеки два ИИ по метода максимизация на условното очакване (expectation conditional maximization – ECM) |
| "Генериране на решения" | Генерират се 20 възможни структури на портфейла по оптимизационен метод на квадратичното програмиране с алгоритъм interior-point-convex. |
| "Избор на решение" | Избира се структура на портфейла използвайки функция на индивидуална склонност към риск на инвеститора. |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

22.3. Направени допускания и специфични особености

Освен всички общи допускания, описани в раздел 18., за реализиране на модела се налага издигането на множество допълнителни допускания, без които задачата не би могла да реши.

22.3.1. Използване на метода за максимизация на условното очакване (*expectation conditional maximization – ECM*)

Основното предизвикателство при работата е наличието на множество липсващи стойности в периода от данни за съответния пробег на модела. Това затруднение се проявява по два начина:

- В рамките на периода даден ИИ е листиран или делистиран, т.е. не е съществувала дадена котировка (или повече).

- В рамките на периода даден ИИ не е бил търгуван за едно или повече наблюдения, въпреки, че е листиран за целия отрез от време. При това положение, както е описано в раздел 13, данните са допълнени.

Така за оценка на вариационно-ковариационната матрица са изпробвани и отхвърлени следните методи:

- Стандартен метод – не работи, поради наличие на липсващи данни (Cov)
- Стандартен метод с изключване на наблюденията с липсващи данни – неприемлив за изследването (NanCov – complete)
- Метод с елиминирание на липсващи данни по двойки – получените матрици съдържат празни стойности (NanCov – pairwise)
- Обикновена множествена регресия – болшинството от получените матрици не са позитивно дефинирани (MVR/OLS)
- Оценка с максимално подобие – болшинството от получените матрици не са позитивно дефинирани (MLE)
- Метод на максимизация на условното очакване с изключване на наблюденията с липсващи данни – неприемлив за изследването (ECM – nanskip)
- Двустъпков метод на максимизация на условното очакване – методически неподходящ за данни с повече от 33% липсващи стойности и много бавен (ECM – twostage)

Изводът е, че изпробваните методи за оценка, базирани на метода на най-малките квадрати или други от стандартните методи за регресия не могат да се прилагат. Също така повечето често използвани оптимизационни методи не работят стабилно.

За изчисляване на очаквана доходност за всеки ИИ и очаквана ковариация между всеки два ИИ се използва метода за максимизация на условното очакване (*expectation conditional maximization – ECM*) предложен от Meng and Rubin [75] и подобрен от Sexton and Swensen [76]. Алгоритъмът е от семейството на алгоритмите за максимизиране на очакването, предложени от Dempster, Laird, and Rubin [77]. Макар източниците да дават някои съображения, все още няма утвърдени необходими и достатъчни условия за съществуване и уникалност на решенията при липсващи данни.

ЕСМ алгоритъмът не работи за всякакви случаи с липсващи стойности, макар да работи в повечето случаи. Най-честата причина за проваляне на изчислителната процедура е работата с необусловени и или лошо обусловени матрици. Друга типична ситуация е сингуларна ковариацията. В някои случаи алгоритъмът не стига до решение, поради грешки с машинната точност.

Допусканията на алгоритъмът са:

- 1) Всяко отделно наблюдение се счита за независимо и с идентично на останалите многомерно нормално честотно разпределение.
- 2) Липсващите стойности се считат за случайно липсващи. [74]
- 3) Броят на наблюденията трябва да е по-голям от броят на променливите (т. е. броят на ИИ). Това допускане въвежда голямо ограничение относно дълбочината на отчитаната предистория за всички модели.
- 4) Трябва да има достатъчно съществуващи наблюдения за да стигне до решение. При това дали са достатъчно, или не се разбира само пост фактум.
- 5) Ковариационната матрица, междинно изчислявана от метода, трябва да бъде положително определена.

Параметрите на използвания алгоритъм са:

- 1) Използване диагонален инициализиращ метод. Диагоналният метод за инициализация се използва само за най-лошите случаи при липсващи стойности повече от 33% от наблюденията. От всички методи за инициализация на алгоритъма, този води до най-бавно достигане на решение.
- 2) Максимален брой итерации е 50.
- 3) Спиране на алгоритъма при промяна на оценяваните стойности по-малка от 10^{-8} .

22.3.2. Използване на метода за квадратично програмиране (interior-point-convex method - IPCM)

За генериране на възможните решения се използва оптимизационен метод за квадратичното програмиране с алгоритъм interior-point-convex, който се препоръчва при работа с подобни задачи с голяма размерност и липсващи стойности [78].

Портфейлният риск се минимизира при следните ограничителни условия:

- 1) Теглата на отделните ИИ са в интервала $[0,1]$
- 2) Общата сума на теглата в портфейла да е ≤ 1.00

Параметрите на използваната оптимизационната програма са:

- 1) Максимален брой итерации: 100000
- 2) Спиране на алгоритъма при промяна на стойността на риска по-малка от 10^{-8} .
- 3) Допустимо отклонение от стойностите на ограничителните условия: по-малко от 10^{-8} .

4) Използване на паралелна изчислителна процедура (за многопроцесорните системи).

22.3.3. Индивидуална склонност към риск на инвеститора

За избора на решение е необходима индивидуалната склонност към риск на инвеститора, представена като функция на полезността (също известна като функция на безразличие – indifference curve). При експериментирането с модела е възприета методиката за определяне на функцията на полезността представена в [23, стр. 186]. Авторите изчисляват стойността на функцията по формула (22.3.3-1).

$$\max U(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) - \frac{1}{2} \lambda \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j COV(R_i, R_j) \quad \dots(22.3.3-1)$$

$U(R_p)$ - функция на полезност при дадена структура на портфейла p

λ - параметър, отчитащ индивидуалната склонност към риск

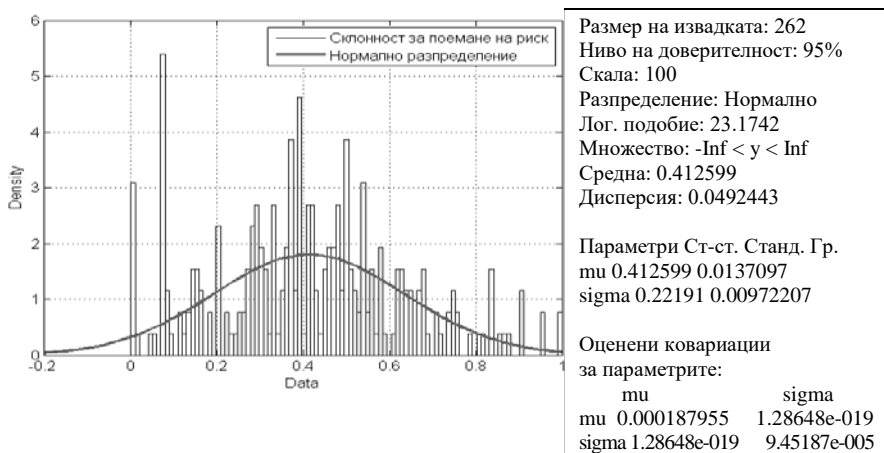
За провеждане на експериментите параметърът λ е оценен като средна стойност от преведената анкета сред инвеститори. Допуска се, че инвеститорите са със симетрично честотно разпределение относно склонността им за поемане на риск.

На фиг. 22.3.3-1 са показани резултати от анкета за индивидуални склонности към поемане на риск сред непрофесионалисти (фиг. 22.3.3-1).

Отговорите на анкетите са нормирани върху скала от 0 до 1, като 0 изразява абсолютно консервативна нагласа към риск, при която инвеститорът не е склонен да рискува при никакви обстоятелства, а 1 изразява абсолютно прогресивна нагласа към риск, при която инвеститорът е склонен да рискува във всички случаи. При стойност равна или много близка до 0.5, се счита че инвеститорът решава балансирайки равномерно между поемане на риск и избягване на риск, или с други думи решава рационално, а не емоционално. Макар за отделни индивиди стойностите да могат да са всякакви, очакванията са, че средностатистически стойността за индивидуална склонност към риск е ≤ 0.5 .

От графиките и стойностите на оценъчните параметри на честотното разпределение, личи, че нормалното разпределение добре описва съвкупността. Прави впечатление също и че съвкупността се центрира около средна стойност 0.41 (т.е. средно са по-несклонни да поемат рискове). В рамките на изследването, отчитайки общите допускания от раздел 14. се приема, че по посочената скала стойността оценяваща индивидуална склонност към риск е 0.412599.

В цитираната методика [23, стр. 186] авторите предполагат, че параметърът λ варира от 1 (за инвеститори с най-рисково поведение) до 5. За определяне на индивидуалната склонност към риск на средния дребен инвеститор е използвана средната стойност от анкета сред непрофесионалисти, където скалата варира от 0 за най-консервативния инвеститор до 1. Използва се следното трансформиращо изчисление: $\lambda=4*(1-0.412599)+1=3.349604$. Така критерият за избор на структура на портфейла по този модел е максимална стойност на функцията за полезност при $\lambda = 3.349604$.



Фигура 22.3.3-1. Склонност за поемане на риск

22.4. Програмна реализация

Специално е разработен от автора програмен продукт на език Matlab. За икономия на процесорно време, в същия програмен код е включен и модел "Модел на Тобин".

Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функциите **tick2ret**, **nanmean**, **ecmunit**, **portopt** от библиотека *Financial toolbox*. Програмният код на функцията **portopt** е специално модифициран от автора с цел задаване на паралелен режим на изчислителната процедура с многопроцесорна система.

22.5. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 22.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 22.5-1, фиг. 22.5-2.

Табл. 22.5-1

Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "Модел на Марковиц"

| ид. N. на експ. | Код на експ. | Вариран параметър (бр. периоди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Заб. |
|-----------------|----------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|-------|
| | | | Доходност, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на алгоритъма (секунди) | |
| 4.01 | markowitz.11 | L=1 | 14314253% | 0,0000000% | 3361,66 | |
| 4.02 | markowitz.12 | L=2 | 79% | 0,0000010% | 1680,83 | |
| 4.03 | markowitz.13 | L=3 | -100% | -0,0000040% | 1119,73 | фалит |
| 4.04 | markowitz.14 | L=4 | -100% | -0,0000008% | 839,80 | фалит |
| 4.05 | markowitz.15 | L=5 | -100% | -0,0000046% | 671,59 | фалит |
| 4.06 | markowitz.110 | L=10 | -100% | -0,0000047% | 335,18 | фалит |
| 4.07 | markowitz.115 | L=15 | -100% | -0,0000045% | 223,46 | фалит |
| 4.08 | markowitz.120 | L=20 | -100% | -0,0000044% | 166,98 | фалит |
| 4.09 | markowitz.140 | L=40 | -100% | -0,0000045% | 83,49 | фалит |
| 4.10 | markowitz.160 | L=60 | -100% | -0,0000044% | 55,25 | фалит |
| 4.11 | markowitz.1120 | L=120 | -100% | -0,0000043% | 27,01 | фалит |
| 4.12 | markowitz.1250 | L=250 | -100% | -0,0000038% | 12,28 | фалит |
| 4.13 | markowitz.1500 | L=500 | -100% | -0,0000033% | 6,14 | фалит |

22.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Модел на Марковиц"

1) Всички експерименти с $L > 2$ водят до фалит т.е само краткосрочните инвестиционни стратегии са успешни.

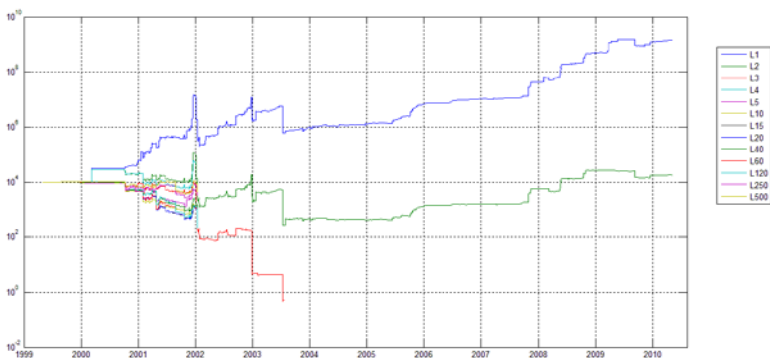
2) При markowitz.11 и markowitz.12 се реализира съществена положителна реална доходност. Като в първия експеримент тя е с много порядъци по-висока от втория.

3) Рисковопреетеглената доходност при първите два експеримента е положителна, а с изключение на markowitz.l4, всички останали са с относително близки стойности.

4) От фиг. 18.5.1. проличава, че при $L > 3$ се стига до фалит в рамките на първите 600 наблюдения (около края на 2002 г.).

5) Също така markowitz.l1 и markowitz.l2 биха имали много подобно динамика, ако от markowitz.l1 се извади експоненциален компонент. Съществената разлика между двата експеримента се натрупва между 359то и 511то наблюдение (последно тримесечие на 2001 до около края на 2002 г.)

6) Резултатите от експеримента markowitz.l1 са силно интригуващи, но до голяма степен са следствие от избрания метод за допълване на липсващите данни. Така например три от ИИ с най-голям принос за общата доходност на портфейла за посочения в 5) период са Формопласт АД – Кърджали (294% доходност), Хидравлични елементи и системи АД (1979% доходност) и Алфа Ууд България АД (3200%). Доходностите и за трите са изчисление върху две реални наблюдения, разделени от дълъг период от липсващи данни. Последващото различие между markowitz.l1 и markowitz.l2 може да се обясни с мултиплициращия ефект на натрупаната рано (през посочения период) съществено по-голяма пазарна стойност за markowitz.l1.

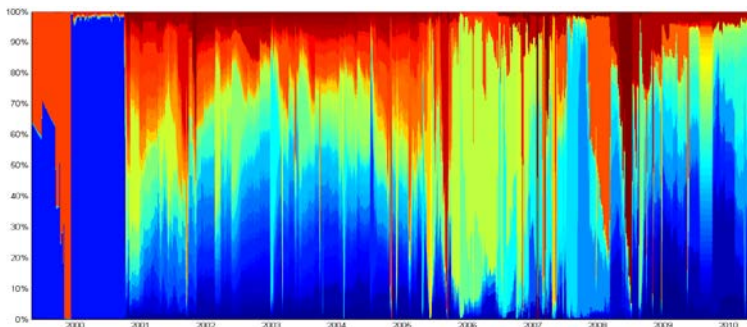


Фиг. 22.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L

7) От фиг. 22.5-2 се вижда, че през първите 300 (до около 3то тримесечие на 2001 г.) наблюдения всички модели работят много различно от следващия период. През въпросните наблюдения, излиза, че оптималното решение е инвестиране в един или два ИИ. Най-вероятна причина е липсата или много ниската ликвидност на БФБ за посочения период.

8) За целия период на изследване експериментите имат множество резки промени, изобразени с вертикалните насичания на фиг. 18.5.2.

Нови подробни изследвания трябва да се направят за получените резултати от markowitz.ll – основната проверка трябва да е в посока промяната на правилото за допълване на липсващи данни. За допълнителни изследвания остава и интересния период от около средата на 2010 (фиг. 22.5-2.) през който оптимизационния алгоритъм е решил, че най-добрите структури на портфейла са равнопретеглените. Може да се експериментира и с подхода за определяне на индивидуалната склонност към риск.



Фиг. 22.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

23. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "МОДЕЛ НА ТОБИН"

23.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисково претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Модел на Тобин" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Борса.

23.2. Структурно описание на модела.

Структурно описание на модел "Модел на Тобин" е представено в табл. 23.2.-1 Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг.10.1-2).

Табл. 23.2.-1

Структурно описание на модела "Модел на Тобин"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|--|--|
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисково претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| "Наблюдавани фактори на средата" | Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват: <ul style="list-style-type: none"> • нови данни за котировките на ИИ от последния период; • данни за новонастъпили корпоративни събития; • нови данни за данъчната ставка; • нови данни за инфлацията; • нови данни за брокерски комисионни; • Оценка на безрискова доходност |
| "Оценител на стойности" | Оценяват се стойности за очаквана доходност за всеки ИИ и очаквана ковариация между всеки два ИИ по метода максимизация на условното очакване (expectation conditional maximization – ECM) |
| "Генериране на решения" | Генерират се 20 възможни структури на портфейла по оптимизационен метод на квадратичното програмиране с алгоритъм interior-point-convex. |
| "Избор на решение" | Избира се структура на портфейла съответстваща на структурата на пазарния портфейл |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

23.3. Направени допускания и специфични особености.

За реализиране на модела са направени всички общи допускания, описани в раздел 14.

Поради голямо методическо подобие с "Модел на Марковиц", тук ще бъдат описани само различните моменти. Така необходимите стойности за очаквана доходност от всеки ИИ и ковариация между всеки два ИИ, са изчислени точно както в 22.3.1., а възможните решения са генерирани точно както в 22.3.2.

23.3.1. Определяне на структурата на портфейла

За решение за структура на портфейла се използва пазарният портфейл, геометрически получен като точка на допиране към границата на оптималните портфейли от точката на безрисково ниво на доходност.

Координатите и структурата на пазарният портфейл се изчисляват по итеративна процедура близко следваща методиката, описана в [34, стр. 170-234].

За изчислението са нужни стойностите на следните променливи:

- Оценка за риска на всеки ИИ, включен в някое от генерираните решения.
- Оценка за очакваната доходност на всеки ИИ, включен в някое от генерираните решения.
- Структура на всички генерирани портфейли.
- Ниво на безрискова доходност.

23.3.2. Определяне на нивото на безрискова доходност

При определяне на безрисково ниво на доходност, обикновено се приема, че такова е нивото на доходност от краткосрочни държавни ценни книжа с матуритет по-къс от 3 месеца. В съвременните български (а и европейски) условия, един дребен инвеститор с начален капитал от 10000 лв. (съгласно общите условия в раздел 14.), има допълнителни възможности. Според ЗГВБ [44], всеки гражданин на България има гарантирани влогове в размер до 196000 лв. (а преди 2007, до 100000 лв.). Гаранцията се покрива от Фонда за гарантиране на влоговете в банките, натрупан и гарантиран от 26 български банки.

При такива условия всеки влог (включително и със срок по-дълъг от 3 месеца) дава безрискова доходност. В изследването е направено силно консервативното допускане, че годишната безрискова доходност е равна на 5%. В сравнение с обичайната безрискова доходност, получена от краткосрочни ДЦК, тази е значително по-висока, но същевременно авторът ясно съзнава, че лихвените нива на българските влогове достигат и до 9,5% годишна лихва.

За изчисляване на дневната стойност на безрисковата доходност е направено стандартното допускане, че една година се състои от 360 лихвоносни дни. Така дневната безрискова доходност е равна на 0.000138888888888889.

Важно допълнително допускане е и че инвеститорият избира само рискови ИИ в своя портфейл, за да може да бъдат съпоставяни резултатите с тези от другите модели. Така че каквато и стойност да е приета за безрисково ниво на доходност, тя се използва само за определяне на рисковия пазарен портфейл.

23.4. Програмна реализация

Специално е разработен от автора програмен продукт на език Matlab. За икономия на процесорно време, в същия програмен код е включен и модел "Модел на Марковиц".

Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функциите **tick2ret**, **nanmean**, **ecmunit**, **portopt**, **portalloc** от библиотека *Financial toolbox*. Програмният код на функцията **portopt** е специално модифициран от автора с цел задаване на паралелен режим на изчислителната процедура с многопроцесорна система.

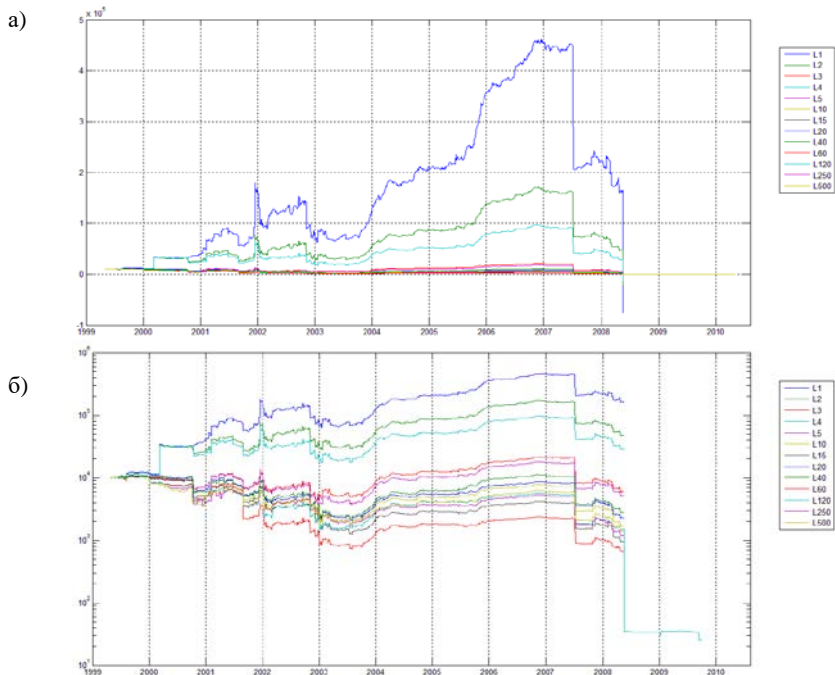
23.5. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 23.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 23.5-1 и фиг. 23.5-2.

Табл. 23.5-1

Симуляционни експерименти с модел на инвеститор от тип "Модел на Тобин".

| ид. N. на експ. | Код на експеримента | Вариран параметър (бр. периоди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Заб. |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|-------|
| | | | Доходност, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на алгоритъма (секунди) | |
| 5.01 | tobin.l1 | L=1 | -100% | -0,0000000% | 3338,53 | фалит |
| 5.02 | tobin.l2 | L=2 | -100% | -0,0000000% | 1669,27 | фалит |
| 5.03 | tobin.l3 | L=3 | -100% | -0,0000014% | 1112,03 | фалит |
| 5.04 | tobin.l4 | L=4 | -100% | -0,0000001% | 834,02 | фалит |
| 5.05 | tobin.l5 | L=5 | -100% | -0,0000020% | 666,98 | фалит |
| 5.06 | tobin.l10 | L=10 | -100% | -0,0000051% | 332,88 | фалит |
| 5.07 | tobin.l15 | L=15 | -100% | -0,0000060% | 221,92 | фалит |
| 5.08 | tobin.l20 | L=20 | -100% | -0,0000045% | 165,83 | фалит |
| 5.09 | tobin.l40 | L=40 | -100% | -0,0000039% | 82,91 | фалит |
| 5.10 | tobin.l60 | L=60 | -100% | -0,0000059% | 54,87 | фалит |
| 5.11 | tobin.l120 | L=120 | -100% | -0,0000068% | 26,83 | фалит |
| 5.12 | tobin.l250 | L=250 | -100% | -0,0000074% | 12,19 | фалит |
| 5.13 | tobin.l500 | L=500 | -100% | -0,0000072% | 6,10 | фалит |



Фиг. 23.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L

23.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Модел на Тобин"

- 1) Всички експерименти водят до фалит.
- 2) При tobin.l1, tobin.l2 и tobin.l2 се достига до съществена реална доходност, като в най-високата си точка tobin.l1 реализира около 450000 лв. стойност.
- 3) От фиг. 23.5-1 се вижда, че при всички експерименти фалитът на практика настъпва едновременно – около средата на 2009, с изключение на tobin.l120, който оцелява допълнителни 250 наблюдения със стойност на портфейла по-малка от 30 лв. Средата на 2009 г. се е отразила и на 23.5-2 с рязка промяна.
- 4) При анализа на фиг. 23.5.1 б) се вижда, че всички модели биха имали много подобно динамика, ако от всеки експеримент с по нисък номер се извади експоненциален компонент, като съществената разлика натрупва между

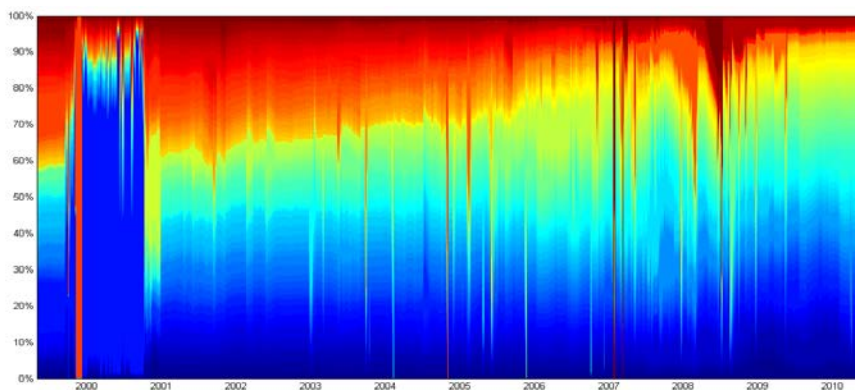
300то и 500то наблюдение (последно тримесечие на 2001 до около края на 2002 г.). Последващото различие между моделите може да се обясни с мултиплициращия ефект на натрупания по-рано капитал за по-често преразглежданите портфейли.

5) От фиг. 23.5.2. се вижда, че в началото на изследвания период съществуват около 300 наблюдения (до около 3то тримесечие на 2001 г.), през които моделите работят много различно от останалите периоди. През голяма част от тези наблюдения, излиза, че оптималното решение е инвестиране основно в един ИИ. Най-вероятна причина е липсата или много ниската ликвидност на БФБ за посочения период.

б) Като игнорираме този период, експериментите имат малко на брой резки промени, изобразени с вертикалните насичания на фиг. 23.5.2.

Основната причина за лошото представяне на моделите може би е свързана с относително високите нива на безрискова доходност, достъпни за дребния инвеститор в България (под формата на гарантирани влогове). Такива високи нива на безрискова доходност водят до завишаване на постия риск на рисковата инвестиция. Това допълнително е аргумент против гарантирането на влоговете.

Експериментите с модела трябва да се коригират при следващи изследвания, за да отразяват фактът, че гарантираните влогове на едно физическо лице са лимитирани до 196000 лв. А за периода от 1998 този лимит се е изменял.



Фиг. 23.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

24. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "ЕДНОИНДЕКСЕН МОДЕЛ"

24.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисковото претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Едноиндексен модел" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Борса.

24.2. Структурно описание на модела

Структурно описание на модел "Едноиндексен модел" е представено в табл. 24.2-1. Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг.10.1-2).

Табл. 24.2-1

Структурно описание на модела "Едноиндексен модел"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|----------------------------------|--|
| 1 | 2 |
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисково претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| "Наблюдавани фактори на средата" | <p>Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват:</p> <ul style="list-style-type: none"> • нови данни за котировките на ИИ от последния период; • данни за новонастъпили корпоративни събития; • нови данни за данъчната ставка; • нови данни за инфлацията; • нови данни за брокерски комисионни. |
| "Оценител на стойности" | <p>Оценяват се необходими стойности на:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Изчерпателен средно претеглен борсов индекс от котировките на всички ИИ на БФБ • Очаквана доходност за всеки ИИ; • Стойност на коефициент β за зависимостта между всеки ИИ и пазарния индекс • Очаквана ковариация между всеки два ИИ преизчислени през съответните стойности на коефициентите β. |

Продължение

| 1 | 2 |
|--|---|
| "Генериране на решение" | Генерират се 20 възможни структури на портфейла по оптимизационен метод на квадратичното програмиране с алгоритъм interior-point-convex. |
| "Избор на решение" | Избира се структура на портфейла по критерия най-висока стойност на коефициент на Шарп. |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

24.3. Направени допускания и специфични особености

За реализиране на модела са направени всички общи допускания, описани в раздел 18, а в допълнение са необходими специфични допускания, свързани със спецификите, описани по-долу.

24.3.1. Общ средно-претеглен борсов индекс

Както е известно от теорията (виж раздел 2.2.3), при реализирането на Едноиндексен модел е необходима стойността на широк борсов индекс. Затруднението тук е, че популярните индекси за БФБ имат определени несъвършенства:

- Не са изчислявани за целия период на изследването от 01.01.1998.
- Изчисляват се по недостатъчно изчерпателна извадка, така например към 30.04.2011 индексът BG40 се оформя само от цените на 40 акции.
- В някои индекси, например SOFIX, не се използват коефициенти за претегляне при осредняването на цените. Най-логичната такава стойност е дневният търговски оборот.
- Понякога промените в цените на ИИ се отразяват с голямо закъснение и пр.

За да се намалят част от тези несъвършенства в изследването е изчислен нов борсов индекс за целия период от 01.01.1998. Индексът използва много проста и ясна формулировка – изчислява средно претеглената стойност на цените на затваряне на всички ИИ (не само на включените в изследването). Тегловният коефициент се определя от относителния дял на дневния търгов-

ски оборот на съответния ИИ към общия търговски оборот за деня (формула (24.3.1-1)). Оказва се, че за целия разглеждан период има достатъчно данни за изчисляване на този индекс и не е необходимо допълване на данните.

$$Ind_{bse}(t) = \sum_{i=1}^{n+x} \frac{Vol_i(t) \cdot P_i(t)}{Vol_{bse}(t)} \quad \dots (24.3.1-1)$$

където:

$Ind_{bse}(t)$ - стойност на индекса към момент (t)

$Vol_i(t)$ - дневен търговски оборот за ИИ i към момент (t)

$Vol_{bse}(t)$ - общ дневен търговски оборот за целия пазар към момент (t)

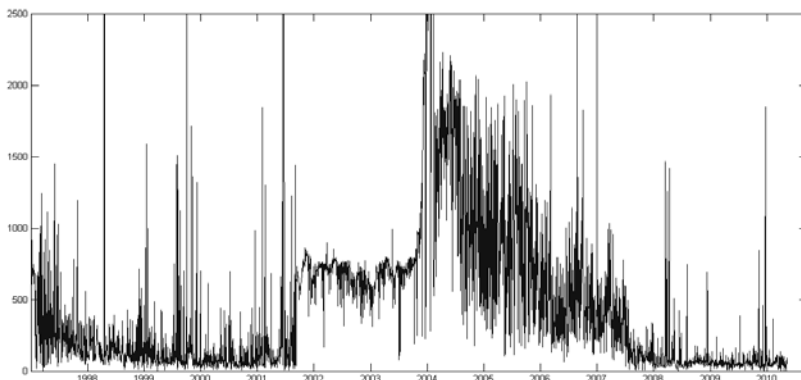
x - броят на ИИ, невключени в изследването

24.3.2. Изчисляване на линейна регресия между всеки ИИ и общия борсов индекс

За всеки инвестиционен инструмент се конструира система от линейни уравнения от общия вид $y(x) = b + ax$, където $y(x)$ се означава стойността в определеното наблюдение, а x - стойността на индекса в съответното наблюдение. Стойностите на коефициентите α и β , получени от решенията на тези системи от линейни уравнения отразяват зависимостта на всеки от инвестиционните инструменти към индекса (виж. формулата (2.2.3-7)).

В случая се използва методът обикновена линейна регресия, което означава, че се издига допускането за нормалност на разпределението на доходностите от всички ИИ, а както и от индекса.

Трябва да се обърне внимание, че поради неперфектността на данните по-сложни методи за регресия, не винаги достигаха до решение. Неуспешно използвани бяха методи за множествена регресия, постъпкова регресия и други вариации на метода на линейна регресия.



Фиг. 24.3.1-1. Стойности на общ средно-претеглен индекс на БФБ

24.3.3. Изчисляване на вариационно – ковариационната матрица

При изчисляването на вариационна – ковариационна матрица за акциите не се използва никакъв определен метод, а просто за всяка клетка в матрицата се изчисляват стойност, както е показано на формула (24.3.3-1).

$$COV(i, j) = \beta_i \cdot \beta_j \cdot Var(Ind_{bse})^2; i \neq j \quad \dots(24.3.3-1)$$

$$COV(i, j) = Var(i); i = j$$

където:

$COV(i, j)$ -ковариация между ИИ i и j

β_i - специфичен коефициент за ИИ i

$Var(i)$ - дисперсия на ИИ i

24.3.4. Генериране на решения и избор

Възможните решения са генерирани точно както в 22.3.2. със съответните допускания, а за избор на структура на портфейла с използва най-висока стойност на коефициент на Шарп. Коефициентът се изчислява както е вече описано в 19.3. Тук е важно да се спомене, че в първоначалният си вид теорията за Едно-индексния модел, не решава задачата за избор на портфейл. От друга страна избраният критерий (коефициент на Шарп) всъщност е логическо продължение на споменатата теория (освен че автор и на двете е Уилям Шарп).

Табл. 24.5-1

Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "Едноиндексен модел".

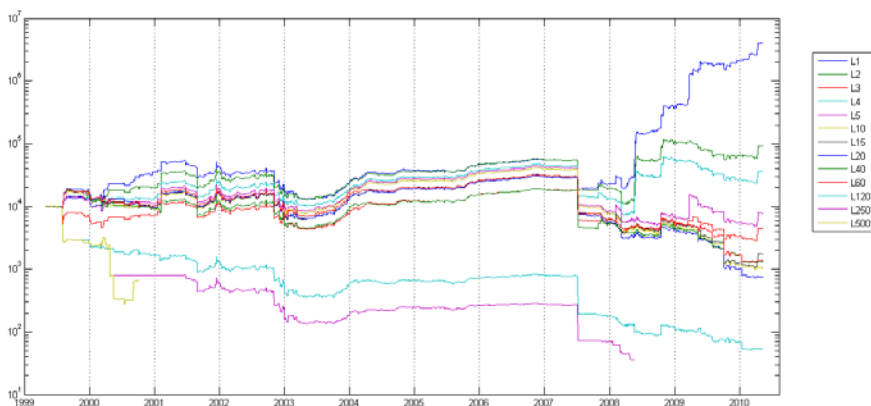
| ид. N. на експ. | Код на експеримента | Вариант параметър (бр. периоди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Заб. |
|-----------------|---------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|-------|
| | | | Доходност, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на алгоритъма (секунди) | |
| 6.01 | single.11 | L=1 | 40277% | 0.0000000092 | 24227.00 | |
| 6.02 | single.12 | L=2 | 819% | 0.0000001523 | 12113.50 | |
| 6.03 | single.13 | L=3 | -55% | -0.0000000369 | 8069.77 | |
| 6.04 | single.14 | L=4 | 264% | 0.0000001917 | 6052.33 | |
| 6.05 | single.15 | L=5 | -22% | 0.0000000201 | 4840.09 | |
| 6.06 | single.110 | L=10 | -90% | -0.0000000323 | 2415.62 | |
| 6.07 | single.115 | L=15 | -83% | -0.0000000484 | 1610.41 | |
| 6.08 | single.120 | L=20 | -93% | -0.0000000656 | 1203.39 | |
| 6.09 | single.140 | L=40 | -87% | -0.0000001576 | 601.69 | |
| 6.10 | single.160 | L=60 | -87% | -0.0000000560 | 398.18 | |
| 6.11 | single.1120 | L=120 | -99% | -0.00000021286 | 194.67 | |
| 6.12 | single.1250 | L=250 | -100% | -0.00000020623 | 88.48 | фалит |
| 6.13 | single.1500 | L=500 | -100% | -0.00000019542 | 44.24 | фалит |

24.4. Програмна реализация

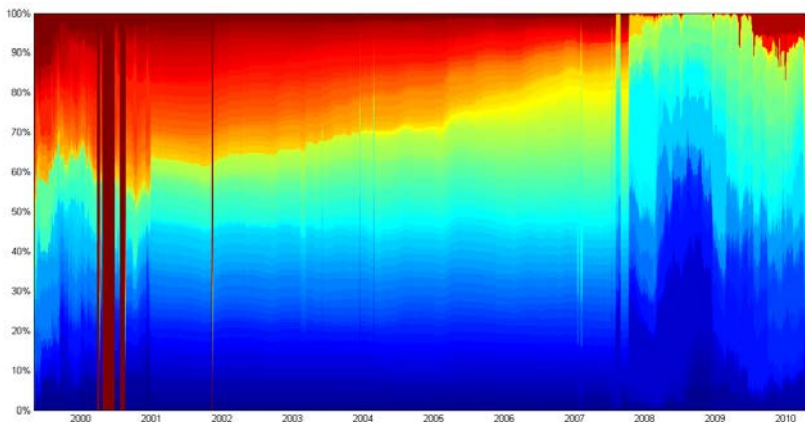
Специално е разработен от автора програмнен продукт на език Matlab. Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функциите **tick2ret**, **nanmean**, **nanvar**, **portopt** от библиотеката *Financial toolbox*. Програмният код на функцията **portopt** е специално модифициран от автора с цел задаване на паралелен режим на изчислителната процедура с многопроцесорна система.

24.5. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 24.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 24.5-1 и фиг. 24.5-1.



Фиг. 24.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L



Фиг. 24.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

24.6. Анализ и изводи от експериментите с модел "Едноиндексен модел"

1) Преди резултатите от експериментите, може да се направят някои коментари относно конструирания индекс (фиг. 24.3.1-1). Първото впечатление е, че за индекса е характерна висока волатилност, свързана с все още развиващия се пазар и с ниските търговски обороти, при които всяка рязка промяна в цената на един ИИ, се отразява ясно стойността на индекса. Освен това може да се отчете период от около средата на 2002 до края на 2004 година, с относително ниска волатилност.

2) От табл. 24.5.1 е видно, че при експериментите с $L \geq 250$ се стига до фалит, а при $L \geq 10$, реалната доходност е под -90% . При $L=500$ експериментът фалира в рамките на първите 400 наблюдения. Моделите от този тип не показват добри резултати при дългосрочен инвестиционен хоризонт.

3) При $L=1:5$, моделите имат различен успех. Най-висока реална доходност се реализира при $L=1$ (над 40000%).

4) При четири от моделите рисковопретеглената доходност е положителна. Най-добри по този показател са `single.l4` и `single.l2`.

5) От фиг. 24.5.1 се вижда, че при всички експерименти има рязък спад около третото тримесечие на 2008, а след първото тримесечие на 2009 `single.l1`, `single.l2` и `single.l4` започват растеж.

6) При анализа на фиг. 24.5.1 се вижда също, че всички модели имат подобно динамика до средата на 2008.

7) От фиг. 24.5.2. се вижда, че в началото на изследвания период съществуват около 10 наблюдения (около средата на 2001 г.), през които моделите работят много различно от останалите периоди. През голяма част от тези наблюдения, излиза, че оптималното решение е инвестиране основно в един ИИ – парична позиция, т.е. моделът не може да стигне до смислено решение. Най-вероятна причина е липсата или много ниската ликвидност на БФБ за посочения период.

8) Освен този период има ясно изразени промени в плавността на стратегията до края на 2001 г. и от средата на 2008. През тези периоди в портфейла са включени по-малък брой ИИ т.е. има по-малка степен на диверсификация

Като цяло моделите от типа "Едноиндексен модел" дават добри резултати, най-малкото, защото болшинството оцеляват. В следващи изследвания може да се съпоставят тези резултати с резултати постигнати с официално изчисляваните индекси на БФБ. Друга посока за допълнителни експерименти е при формиране на портфейла да се използва стойността на индекса от предходен такт или два предходни такта.

25. СИМУЛАЦИОННИ ЕКСПЕРИМЕНТИ С МОДЕЛ НА ИНВЕСТИТОР ОТ ТИП "МНОГОРЕДНА СЕЛЕКЦИОННА ПРОЦЕДУРА"

25.1. Постановка на експериментите

Да се проведе серия от експерименти за оценка на доходността и рисково претеглената доходност на модел на инвеститор от типа "Многоредна селекционна процедура" при вариране на параметър L (инвестиционен хоризонт) с данни от използваната емпирична база за Българска Фондова Бурса.

25.2. Структурно описание на модела

Структурно описание на модел "Многоредна селекционна процедура" е представено в табл. 25.2-1. Блоковете в модела следват общата схема на инвеститор, описана в раздел 10.1 (фиг. 10.1-2).

Табл. 25.2-1

Структурно описание на модела "Многоредна селекционна процедура"

| Подсистема | Характерни черти на модела |
|--|--|
| "Оценител на цели" | Критерии за оценка на модела са доходност и рисково претеглена доходност |
| "Обратна връзка" | Отчитат се структурата и пазарната оценка на портфейла |
| "Наблюдавани фактори на средата" | Всеки управленски цикъл в управляващата системата постъпват: <ul style="list-style-type: none"> • нови данни за котировките на ИИ от последния период; • данни за новонастъпили корпоративни събития; • нови данни за данъчната ставка; • нови данни за инфлацията; • нови данни за брокерски комисионни. |
| "Оценител на стойности" | Оценяват се стойности за очаквана доходност за всеки ИИ и очаквана ковариация между всеки два ИИ по метода максимизация на условното очакване (expectation conditional maximization – ECM) |
| "Генериране на решения" | Генерират се 11 възможни структури на портфейла в процеса на работа на многоредна селекционна процедура. |
| "Избор на решение" | Избира се структура на портфейла по критерия най-висока стойност на коефициент на Шарп. |
| "Комуникатор на управленски въздействия" | Избраната структура на портфейла се реализира, получавайки реална структура, след като се отчетат ефектите от различните фактори на пазарни фрикции. За да се намалят транзакциите се реализират само нетните разлики между новата избрана структура и досегашната. |

25.3. Направени допускания и специфични особености

Моделът следва процедурата, описана в раздел 14. За реализиране му са направени всички общи допускания, описани в раздел 18. Освен това и:

- Специфична особеност при провеждане на експериментите с модела е, че за избор на най-добър портфейл се използва критерия на Шарп (формула (2.3.2-1)). За целта предварително се изчисляват стойностите на коефициента за всеки възможен ИИ за всяко наблюдение.

- Стойностите за очаквана доходност за всеки ИИ и очаквана ковариация между всеки два ИИ се оценяват се по метода максимизация на условното очакване (expectation conditional maximization – ECM), вече описан в 22.3.1.

- Параметърът "Коефициент на доминантност" се варира в диапазон от 0.5 до 1.0 през стъпка от 0.05. Така на края на всяка процедура се генерират 11 възможни структури на портфейла.

- За правило за спиране е прието равенството стойностите на коефициент на Шарп за всички портфейли, закръглени с точност до 0.1.

- С цел ускоряване работата на алгоритъма, само за примитивните портфейли в първия цикъл се прави пълно комбиниране. За всеки следващ цикъл се комбинират само най-добрите 2.28% (т.е. тези, които са на три стандартни отклонения от дясно на средните стойности, при хипотезата за нормалност на разпределението им).

- След приключването на многоредната селекционна процедура, се избира се структура на портфейла по критерия най-висока стойност на коефициент на Шарп. Коефициентът се изчислява както е вече описано в 15.3.2.

Табл. 25.5-1

Симулационни експерименти с модел на инвеститор от тип "Многоредна селекционна процедура".

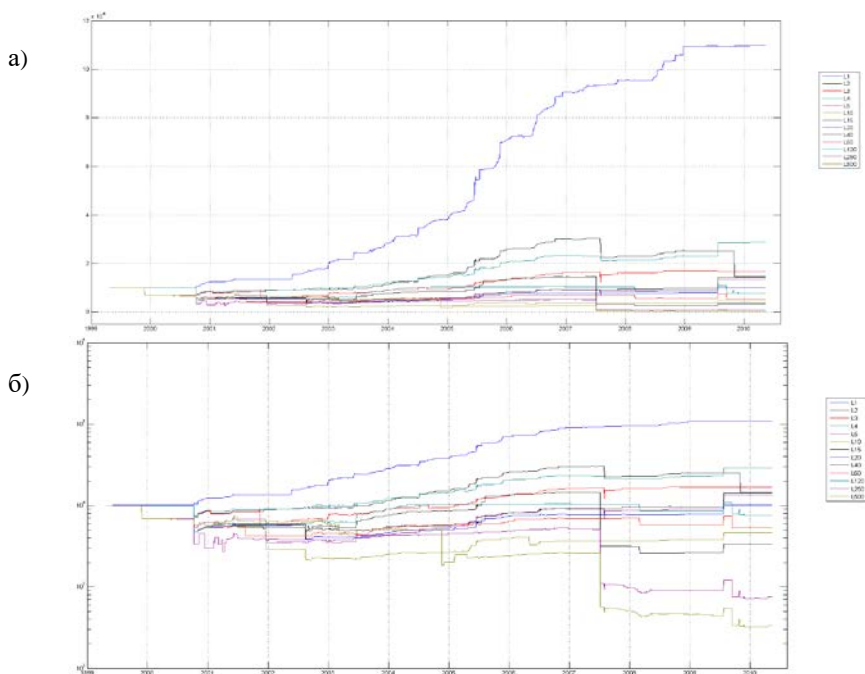
| ид. N. на експ. | Код на експ. | Вариран параметър (бр. периоди) | Наблюдавани критерии за оценка | | | Заб. |
|-----------------|--------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---|------|
| | | | Доходност, (%) | Рисково претеглена доходност (%) | Време за 1 пробег на алгоритъма (секунди) | |
| 7.01 | mssp.l1 | L=1 | 999% | 0.000000007 | 89357.25 | |
| 7.02 | mssp.l2 | L=2 | 46% | 0.000000016 | 44678.63 | |
| 7.03 | mssp.l3 | L=3 | 68% | 0.000000080 | 29763.99 | |
| 7.04 | mssp.l4 | L=4 | 186% | 0.000000054 | 22323.00 | |
| 7.05 | mssp.l5 | L=5 | 34% | 0.000000110 | 17851.87 | |
| 7.06 | mssp.l10 | L=10 | -54% | -0.000000010 | 8909.62 | |
| 7.07 | mssp.l15 | L=15 | 43% | 0.000000131 | 5939.74 | |
| 7.08 | mssp.l20 | L=20 | 1% | 0.000000125 | 4438.49 | |
| 7.09 | mssp.l40 | L=40 | -66% | -0.000000012 | 2219.25 | |
| 7.10 | mssp.l60 | L=60 | -47% | 0.000000005 | 1468.62 | |
| 7.11 | mssp.l120 | L=120 | -24% | 0.000000075 | 717.99 | |
| 7.12 | mssp.l250 | L=250 | -92% | -0.000000084 | 326.36 | |
| 7.13 | mssp.l500 | L=500 | -97% | -0.000000064 | 163.18 | |

25.3. Програмна реализация.

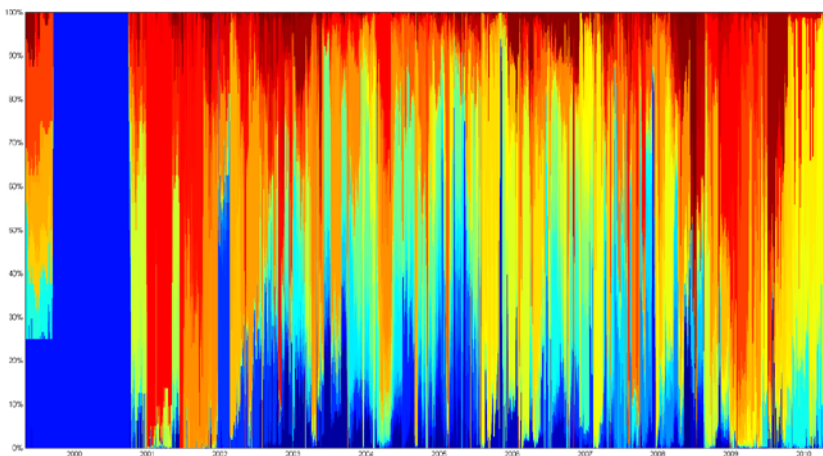
Специално е разработен от автора програмнен продукт на език *Matlab*. Освен стандартните функции на *Matlab*, се използват като компоненти на програмния продукт и функциите **nanmean**, **ecmninit**, **portstats**, **nanmax** от библиотека *Financial toolbox*. Програмният код на функцията **cirshift** е специално модифициран от автора с цел задаване на паралелен режим на изчислителната процедура с многопроцесорна система.

25.4. Проведени експерименти

В съответствия с методиката описана в предната глава бяха проведени 13 експерименти и получени следните резултати (виж. табл. 25.5-1). Резултатите от експериментите в графичен вид са представени във фиг. 25.5-1 а), фиг. 25.5-1 б) и фиг. 25.5-2



Фиг. 25.5-1. Пазарни стойности на портфейла при експерименти с вариран параметър L



Фиг. 25.5-2. Динамика на портфейлната структура при $L=1$

Забележка: Всеки цвят изразява теглото на даден ИИ

25.5. Анализ и изводи от експериментите с модел "Многоредна селекционна процедура"

1) От табл. 25.5.1 е видно, че при никой от експериментите не се стига до фалит, въпреки че при $L \geq 250$, реалната доходност е под -90%. При $L=1$ се постига най-висока реална доходност от почти 1000%.

2) Моделите от този тип показват добри резултати при различни инвестиционни хоризонти, като само при четири от моделите рисковопретеглената доходност е отрицателна. Най-добра стойност има mssp.115.

3) От фиг. 25.5.1 се вижда, че при почти всички експерименти има рязък спад около третото тримесечие на 2008, с изключение на mssp.11, който на практика не реагира на това събитие.

4) От фиг. 25.5.2. се вижда, че в началото на изследвания период съществуват около 400 наблюдения (до около средата на 2001 г.), през които моделите работят много различно от останалите периоди. През голяма част от тези наблюдения, излиза, че оптималното решение е инвестиране основно в един ИИ. Най-вероятна причина е липсата или много ниската ликвидност на БФБ за посочения период.

5) Освен този период ясно се вижда склонността на модела да променя инвестиционната стратегия. Като никога не се запазва някакъв плавен, постепенно изменящ се ритъм.

б) Друга характерна черта е, че в портфейла се включват относително малък брой ИИ т.е. има по-малка степен на диверсификация.

Като цяло моделите от типа "Многоредна селекционна процедура" дават добри резултати. Освен, че всички оцеляват, повечето са с положителна реална и рисковопретеглена доходност. Големият недостатък на моделите е относително бавното изчисление. Следващи изследвания с този тип модели трябва да бъдат насочени към ускоряване на изчислителните процедури.

26. СЪПОСТАВИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПРОВЕДЕНИТЕ ЕКСПЕРИМЕНТИ

26.1. Формулиране на изводи и препоръки, относно използването на методи и модели за управление на инвестиционни портфейли в условията на българския фондов пазар

26.1.1. Класации по основните критерии на изследването.

Според критерия реална доходност най-добре представилият се модел е markowitz.11 (виж табл. 26.1.1-1). В таблицата са представени само моделите с положителна реална доходност. Няколко факта правят впечатление:

- markowitz.11, а донякъде и single.11 имат изключително високи реални доходности, които трябва да са обект на допълнителни изследвания.

- Почти всички модели, включени в класацията са с $L \leq 5$. Може да се издигне хипотеза, че инвеститорите, използващи някои от моделите на БФБ, би трябвало да преразглеждат портфейлите си между веднъж на седмица и веднъж на ден.

- В допълнение - моделите от типа mssp има частични успехи и с по-дълго срочни периоди на преразглеждане на портфейла.

- В класацията са се класирали модели само от три типа – markowitz, single, mssp. Тези типове модели са успешни на БФБ.

- Болшинството от класираните модели са от типа mssp, който може да не е най-високата реална доходност, но явно е добре работещ на БФБ.

- Едва 13% от моделите имат положителна реална доходност.

Табл. 26.1.1-1

Класиране на моделите с положителна реална доходност

| класиране | експеримент | реална доходност |
|-----------|--------------|------------------|
| 1 | markowitz.l1 | 14314253% |
| 2 | single.l1 | 40277% |
| 3 | mssp.l1 | 999% |
| 4 | single.l2 | 819% |
| 5 | single.l4 | 264% |
| 6 | mssp.l4 | 186% |
| 7 | markowitz.l2 | 79% |
| 8 | mssp.l3 | 68% |
| 9 | mssp.l2 | 46% |
| 10 | mssp.l15 | 43% |
| 11 | mssp.l5 | 34% |
| 12 | mssp.l20 | 1% |

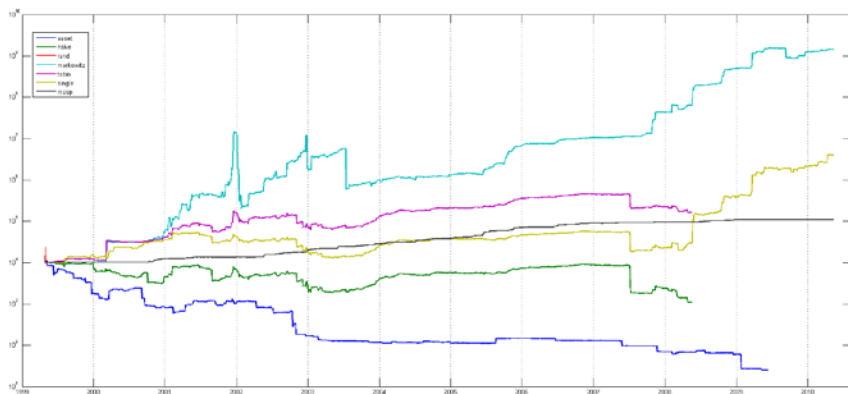
Резултатите от всички експерименти по критерия рисково-претеглена доходност са представени в табл. 26.1.1-2. В таблицата допълнително е въведена цвятова кодировка за аналитично онагледяване. Моделите са кодирани в четири групи:

- Много неуспешни. Достигнали до фалит относително рано (най-дълго оцелелия от тази група е около 600 наблюдения).

- Неуспешни. Достигнали до фалит в относително късен период – не по рано от 2100то наблюдение.

- Оцелели. Към края на периода на изследването портфейла има някаква остатъчна стойност, но тя типично е по лоша от първоначалната сума, коригирана с инфлацията за периода.

- Победители. Стойността на портфейла към края на изследването е с най-добрата положителна рисковопретеглена доходност.



Фиг. 26.1.1-1. Пазарни стойности на портфейла за всички модели при $L=1$

От табл. 26.1.1-2 могат да бъдат направени следните конкретни изводи:

- Всички модели-победители са от типа mssp.

- Инвестирането с много дългосрочен план (в рамките на допусканията и параметрите на настоящото изследване) на БФБ е неподходяща инвестиционна стратегия. Само по един от моделите оцеляват при $L \geq 250$. Като дори тези оцелели модели имат отрицателна рисковопреглена доходност.

- 30% от всички модели са в групата на много неуспешните.

- Могат да се определят типове модели определено подходящи за краткосрочни стратегии, и други, които дават по-приемливи резултати при по-дълъг инвестиционен хоризонт. Така например моделите от типа markowitz са определено подходящи за краткосрочен план и неподходящи при $L > 2$. Моделите от типа gand дават по-добри резултати при $L \geq 250$.

- Не за всяка стойност на L има победител.

- Най-успешни типове модели са mssp и single.

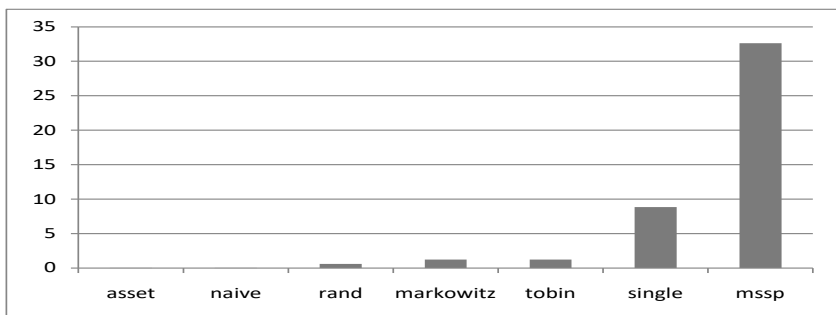
Съпоставката по допълнителния критерий време на един цикъл на модела е представена във фиг. 26.1.1-2. От нея ясно личи предимството на моделите от класа "Традиционни модели" при изчислителните операции. Най-бавно (в пъти повече от всички останали) се изчислява моделът от типа mssp, въпреки, че времето от около 32 секунди е несъпоставимо по-малко от минималната стъпка на дискретизация (1 ден) на данните в изследването. Интересен е фактът, че двата най-бавни за изчисление модела, се същевременно двата най-успешни.

Табл. 26.1.1-2

Рисково-претеглени доходности от всички експерименти

| | asset | naive | rand | markowitz | tobin | single | mssp |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| I1 | -0.000000739 | -0.000000057 | -0.000000902 | 0.000000000 | -0.000000000 | 0.000000001 | 0.000000007 |
| I2 | -0.000000587 | -0.000000057 | -0.000000000 | 0.000000010 | -0.000000000 | 0.000000015 | 0.000000016 |
| I3 | -0.000000948 | -0.000000058 | -0.000000032 | -0.000000040 | -0.000000014 | -0.000000004 | 0.000000080 |
| I4 | -0.000000757 | -0.000000057 | -0.000000015 | -0.000000008 | -0.000000001 | 0.000000019 | 0.000000054 |
| I5 | -0.000000404 | -0.000000057 | -0.000000002 | -0.000000046 | -0.000000020 | 0.000000002 | 0.000000110 |
| I10 | -0.000000489 | -0.000000057 | -0.000000000 | -0.000000047 | -0.000000051 | -0.000000003 | -0.000000010 |
| I15 | -0.000000084 | -0.000000057 | -0.000000100 | -0.000000045 | -0.000000060 | -0.000000005 | 0.000000131 |
| I20 | -0.000000098 | -0.000000057 | -0.000000000 | -0.000000044 | -0.000000045 | -0.000000007 | 0.000000125 |
| I40 | -0.000000308 | -0.000000056 | -0.000000000 | -0.000000045 | -0.000000039 | -0.000000016 | -0.000000012 |
| I60 | -0.000000263 | -0.000000056 | -0.000000016 | -0.000000044 | -0.000000059 | -0.000000006 | 0.000000005 |
| I120 | -0.000000654 | -0.000000054 | -0.000000016 | -0.000000043 | -0.000000068 | -0.000000213 | 0.000000075 |
| I250 | -0.000000071 | -0.000000053 | -0.000000001 | -0.000000038 | -0.000000074 | -0.000000206 | -0.000000084 |
| I500 | -0.000000087 | -0.000000054 | -0.000000003 | -0.000000033 | -0.000000072 | -0.000000195 | -0.000000064 |

| Легенда: | |
|--------------|---|
| 0.000000002 | оцеляване до края на изследването |
| 0.000000003 | най-добър позитивен резултат за всяко L |
| -0.000003051 | фалит преди 600 набл. |
| -0.000000051 | фалит след повече от 2000 набл. |



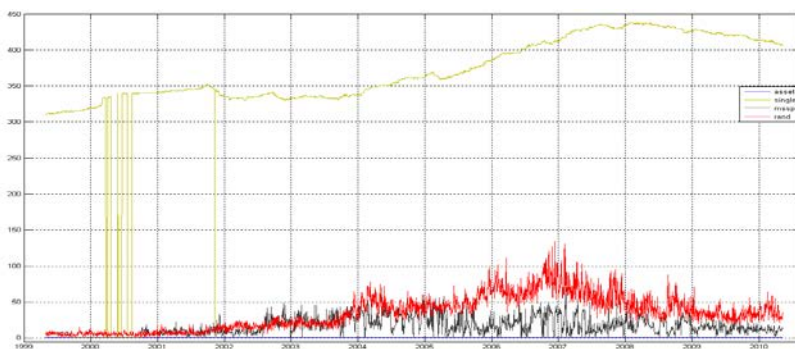
Фиг. 26.1.1-2. Съпоставка на моделите по критерия средно време в секунди необходимо за един цикъл на модела

26.1.2. Открити зависимости.

Разумно ниво на диверсификация. На фиг. 26.1.2-1 е показан броят на ИИ, включени в портфейла по периоди при различни модели на инвеститори при $L=1$. Показани са резултатите за моделите от типа asset, rand, mssp, single. Броят на ИИ, включени в портфейла при останалите модели се припокриват с почти 100% точност с този на типа single. Това е така, защото и при четирите модела се използва оптимизационна или друга процедура, която при положение, че няма зададени ограничения за резултата по отделните

позиции ИИ, е разпределила портфейла между всички или почти всички ИИ всеки период. При моделите от типа asset броят на ИИ в портфейла винаги е равен на 1. При моделите от типа rand броят е случаен. При моделите от типа mssp броят е достатъчно необходим за изпълнение на правилото за спиране.

Моделите инвестиращи всеки период във всички или почти всички ИИ, всъщност губят много от стойността на портфейла поради действието на пазарни фрикции – много малките тегла водят до транзакционни разходи по-високи от приходите от съответната позиция от ИИ. Другата крайност са моделите от типа asset, при които липсва каквато и да е диверсификация и съответно също водят до лоши резултати. Най-успешните модели, от типа mssp, включват в портфейла не повече от 15% от ИИ, листирани на БФБ. Така се издига тезата за наличие на разумно ниво на диверсификация, по-високо от 1 и по-ниско от максималния брой ИИ.



Фиг. 26.1.2-1. Брой ИИ включени в портфейла по периоди при различни модели на инвеститори

Мултиплициращ ефект на натрупваният инвестиционен капитал.

При експериментите с няколко от типовете модели с забелязва, че динамиката има голямо подобие в логаритмична скала. Като обикновено при $L=1$ моделите натрупват най-бързо капитал и след това се развиват експоненциално по-бързо от останалите. Промените от един период към следващия се мултиплицират все повече колкото по-висока е инвестираната сума от началната стойност 10000 лв. И обратното – наблюдава се ефект на заглушаване на промените от при инвестирана сума по-малка от 10000 лв. Мултиплициращият ефект е свързан с факта, че в симулацията по допускане инвеститорът влага всеки период целия си наличен капитал. В резултат за приблизително една и съща структура на портфейла, но при различни начални инвестирани суми, се получава ефект на усилване на въздействията на околната

среда. Най-ясно се вижда при резултатите от модела на Тобин, където на практика след 2001 г. поведението при всички експерименти е едно и също (видно от логаритмичната графика), но амплитудата на изменения е в порядъци различна (видно от линейната графика).

26.1.3. Изводи относно търговията на БФБ.

Адаптивни модели. Развитието на пазара на ИИ на БФБ се характеризира с много резки промени и използването на модели с твърдо заложените правила (от класовете Класически или Традиционен) доста често води до фалит. Само при 8% експериментите този вид класове имат положителна стойност на рисковопреглетената доходност. От друга страна при повече от 2/3 от експериментите с моделите mssp (следващи адаптивна процедура) са с положителни стойности на показателя.

Пазарни сривове. При много експерименти се наблюдават резки спадове на портфейлната стойност (причинени от всеобщи спадове на цените на ИИ) в два приблизителни момента – около наблюдение 2100 (3то тримесечие на 2008) и около наблюдение 2350 (второ тримесечие на 2009) от историческата симулация. Обяснението в първия случай е резкия спад на доверие на инвеститорите, причинен от финансовата криза в САЩ през септември-октомври 2008. За вторият случай причината е по-скоро свързана с рецесията на българската икономика, породена в резултат от рецесията в американската (и европейската) икономика. Разликата от около 10-11 месеца между тези сривове може би е скоростта на реакция на Българския пазар спрямо рецесиите в световната икономика.

Пазарен бум. За периода между средата на 2004 до края на 2007 се наблюдава от стабилен растеж при почти всички експерименти, като за това време реализираните доходности са в значителни размери. Интересно е, че този пазарен бум е предхождан от период с относително ниска волатилност (от средата на 2002 до края на 2004 година, видно от фиг. 24.3.1-1, изобразяваща изчисления пазарен индекс.

Перфектен пазар. Отчитайки резултати от моделите от типа *rand* при така издигнатите общи и специфични допускания, хипотезата за перфектен пазар в български условия по-скоро трябва да се приеме за неизпълнена.

Период на слаба активност. При всички модели се вижда, че в началото на изследвания период съществуват около 400 наблюдения (до около средата на 2001 г.), през които моделите работят много различно от останалите периоди. През голяма част от тези наблюдения, излиза, че оптималното решение е инвестиране основно в един ИИ или просто в парична позиция. Възможно обяснение е нерегулярен неликвиден пазар и съответно липса на достатъчно за пролучаване на смислени стойности от изчислителните процеду-

ри. Алтернативно обяснение е голям брой затварящи се дружества, делистирани от БФБ за този период.

Безрискова доходност. Основната причина за лошото представяне на моделите от типа *tobin* може би е свързана с относително високите нива на безрискова доходност, достъпни за дребния инвеститор в България (под формата на гарантирани влогове). Такива високи нива на безрискова доходност водят до завишаване на поетия риск на рисковата инвестиция.

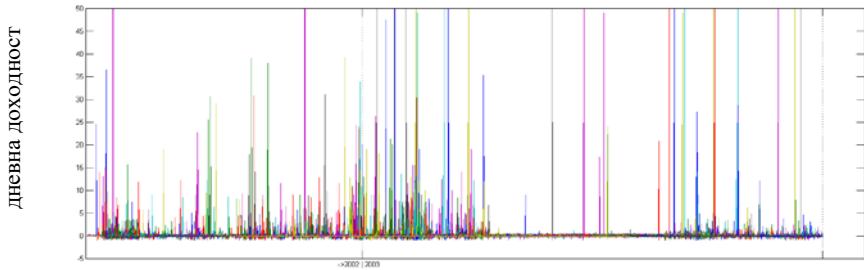
26.1.4. Изводи относно допусканията за моделите на инвеститор.

Пазарни фрикции. Както е споменато в раздел 18. стремежът на изследването е да запази вида на моделите на инвеститори възможно най-близък до оригиналните, предложени от авторите. Така в сегашния си вид моделите не отчитат транзакционни и други разходи при генерирането и избора на решение, а техният ефект се отчита от историческата симулация. За следващи изследвания ще остане модифицирането на моделите, така, че да отчитат и пазарните фрикции.

Допусканя за делистирани ИИ. Възможна причина за лошото представяне на моделите е допускането, че при експериментите не са отчетени реалните стойности на ИИ след тяхното делистиране. В бъдещи изследвания е добре да се отчетат и доходи от ликвидни дялове или справедлива стойност на ИИ, към момента на делистиране, а както и облигационни плащания на главница. От ИИ, включени в настоящото изследване само 342 са листирани в момента, което ще рече, че за всички останали случаи трябва да се отчете остатъчна стойност на ИИ, включени е портфейла към момента на делистиране.

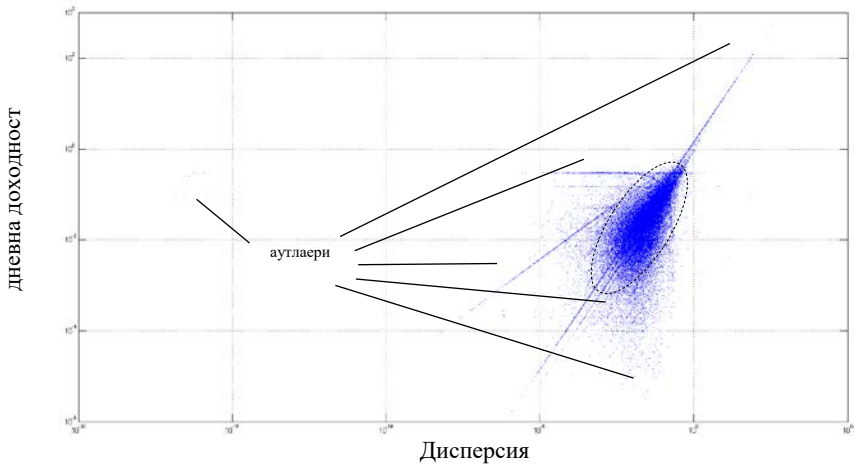
Допускането за начална цена на ИИ за случаите, когато моментът на първата котировка е след момента на листиране в следващи изследвания може да се промени, така че в такива случаи за начална стойност на ИИ да се счита неговия номинал. За целта са необходими допълнителни данни за номиналните стойности на ИИ.

Допускане за нулева структура на портфейла. В настоящото изследване е прието, че ако в процеса на изчисления се получи математически неприемлив резултат, структурата на портфейла за съответното наблюдение се задава с нулеви тегла за всички ИИ и 100% за паричната позиция. Видно от фиг. 22.5-2, фиг. 23.5-2 и фиг. 24.5-2 това допускане води в повечето случаи до 200 % оборот на портфейла за 2 дни. За следващи изследвания това допускане може да се промени, така че при математически неприемливо решение да не се правят промени спрямо предишната структура.



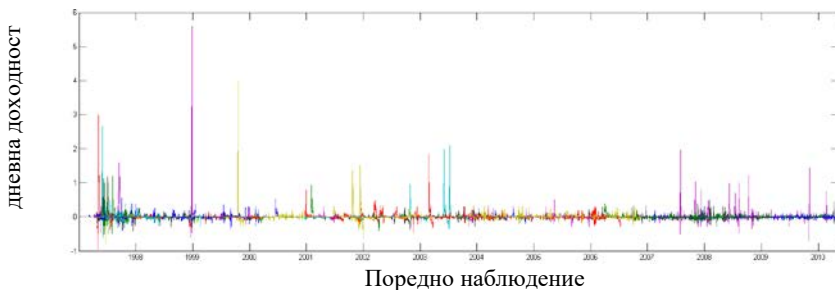
Поредно наблюдение

Фиг. 26.1.4-1. Дневни доходности за включените в изследването ИИ

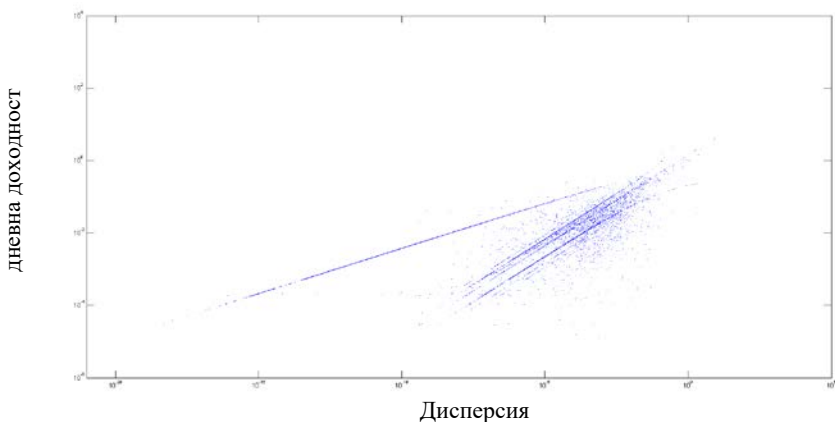


Фиг. 26.1.4-2. Дневни доходности и дисперсия за включените в изследването ИИ

Резултати от експеримент markowitz.11. Резултатите от експеримента markowitz.11 са силно интригуващи, но може би до голяма степен са следствие от избрания метод за допълване на липсващите данни, тъй като при избрания метод за допълване на данни се получават резки промени в цените, следователно нереалистично високи доходности (фиг. 26.1.4-1). Тоест поради метода на допълване на данни се получават множество аутлаери [116] (фиг. 26.1.4-2).



Фиг. 26.1.4-3. Дневни доходности за включените в изследването ИИ



Фиг. 26.1.4-4. Дневни доходности и дисперсия за включените в изследването ИИ

Нови подробни изследвания трябва да се направят за получените резултати от markowitz.11 – основната проверка трябва да е в посока промяната на правилото за допълване на липсващи данни. За частична проверка на този въпрос е направено допълнително изследване с друг метод за попълване – линейна (едномерна) интерполация (фиг. 26.1.4-3 и фиг. 26.1.4-4). От получените резултати се вижда, че вече няма такива големи доходности за всички ИИ, няма много аутлаери, но данните са по-малко концентрирани. Сложността при изследванията все още ще бъде проблемът с липси на котировки за много дълги периоди, тъй като методите за допълване на данни в такива случаи не са много. Най-вероятно ще се наложи изготвянето на отделна методическа единица за попълване на данните.

26.1.5. Изводи относно методиката на изследване

Основните изводи, свързани с методиката на изследване са насочени към използваемостта на избрания измерител за рисковопреглетена доходност – коефициент на Шарп. Коефициентът има някои особености, които са онагледени в табл. 26.1.5-1. По колони на таблицата са дадени възможните стойности за числителя на формулата на коефициента, а по редове – знаменателя (виж формула (2.3.2-1)). Така получените четири квадранта (номерирани в долния десен ъгъл) се получава ясна подредба на инвеститорските предпочитания, от най-предпочитан към най-непредпочитан: квадрант 1, квадрант 2, квадрант 3, квадрант 4. Тази подредба, обаче противоречи на монотонността на подредбата на реалните числа, която от най-голямо към най-малко число е: квадрант 1, квадрант 2, квадрант 4, квадрант 3. Така става ясно, че при положителни стойности коефициентът на Шарп се тълкува по един начин, а отрицателните се тълкуват по друг начин. Ето защо коефициентът не е подходящ да се използва при оценяване резултатите на инвестиционни стратегии, в условията на развиващ се пазар с резки промени, какъвто е БФБ.

Табл. 26.1.5-1

Характеристики на численото решение на коефициента на Шарп

| | Положителна доходност (+) | Отрицателна доходност (-) |
|----------------------------------|---|---|
| Ниска стойност на дисперсия (↓) | (+) положителна (↑) висока стойност на коефициент На Шарп 1 | (-) отрицателна (↑) висока стойност на коефициент На Шарп 3 |
| Висока стойност на дисперсия (↑) | (+) положителна (↓) ниска стойност на коефициент На Шарп 2 | (-) отрицателна (↓) ниска стойност на коефициент На Шарп 4 |

26.2. Насоки за по-нататъшна работа

26.2.1. Насоки за по-нататъшни експерименти с разработените модели

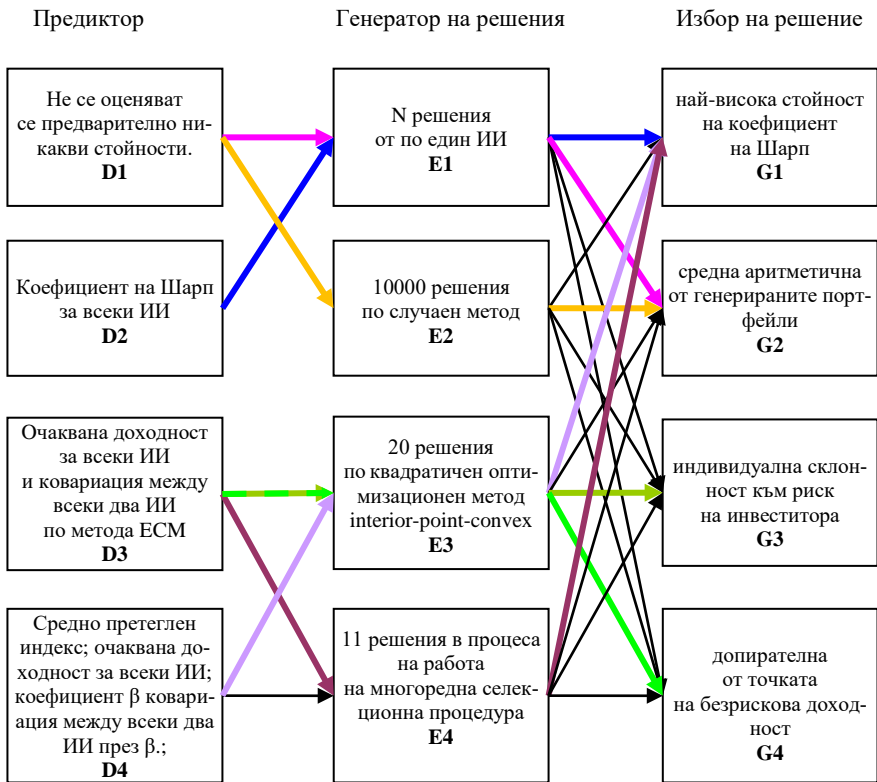
Така разработеното изследване има много възможности за развитие в разнообразни насоки. По-долу са изброени най-перспективните задачи за по-нататъшни изследвания:

- Подобряване на моделите от типа "Многоредна селекционна процедура", главно с цел ускоряване на изчисленията.
- Провеждане на експерименти с вариран параметър T (начален период на инвестиране), за да се симулира различен момент за начало на инвестиционната дейност на инвеститора
- Провеждане на експерименти с вариран параметър S (стъпка на дискретизация) с данни с по-голяма честота от един борсов ден, включително и проверка дали същите зависимости важат за БФБ и моделите на инвеститори в рамките на борсовия ден.
- Въвеждане на допълнителни ограничителни условия при оптимизационните алгоритми и изчислителни процедури за отчитане на пазарните фрикции.
- Включване на някои от Постмодерните модели на инвеститори, резултатите от които да се съпоставят с получените вече резултати.
- Включване на още от Авангардните модели на инвеститори, резултатите от които да се съпоставят с получените вече резултати.
- Провеждане на същия набор експерименти, но с допускания, валидни за институционален инвеститор - голям размер на първоначалния капитал за инвестиране, структурни ограничения на портфейла и други условия на комисионните.
- Използване на алтернативен метод за оценка на представянето на портфейла, базиран на полудисперсия и запазващ монотонност при отрицателни доходности.

26.2.2. Евристичен синтез на нови модели за управление на инвестиционни портфейли чрез комбиниране на вече разгледаните модели

В проведеното до тук емпирично изследване, вече беше показано, че при конструиране на различните модели на инвеститори се използват някои стандартизирани и съвместими блокове (напр. блок с ЕСМ алгоритъм, или блок с РС алгоритъм). След анализ на съществуващите вече блокове е създадена Генерационна схема за евристичен синтез на нови модели чрез прекомбиниране на блоковете от използваните модели (фиг. 26.2.2-1). В сравнение с общата схема на модел на инвеститор (фиг. 10.1), в генерационната схема са използвани модификации само на три от блоковете в общата схема на инвеститор. Редуцирани са всички комбинации, които нямат логическа обосновка или които дублират по смисъл други. Ясно е, че само с използваните вече модификации на трите блока от модела на инвеститора, възможните нови и неизучени комбинации (модели на инвеститор) са много. В допълнение лесно могат да се въведат нови модификации на блокове от модела на инвеститор, които още повече ще увеличат възможните комбинации:

- алтернативен метод за оценка на изпълнението на целите (блок A)
- прогнозиране на доходността по по-усложнен метод (блок D)
- невронни мрежи за регресия (блок D)
- други мерки за риск, които не използват дисперсия (блок D)
- генетичен алгоритъм за генериране на оптимални решения (блок E)
- размит подход за избор на решения (блок G) и много др.



Легенда:

| | | | | | |
|-------|------------|-----------|------------|------|------------|
| asset | (D2:E1:G1) | markowitz | (D3:E3:G3) | mssp | (D3:E4:G1) |
| naive | (D1:E1:G2) | tobin | (D3:E3:G4) | | |
| rand | (D1:E2:G2) | single | (D4:E3:G1) | | |

Фиг. 26.2.2-1. Генерационна схема за евристичен синтез на нови модели чрез прекомбиниране на блоковете от използваните модели

26.2.3. Възможни модификации на синтезираните модели

Използвайки съществуващите модификации на блокове D, E, G от моделите, участвали в изследването може да се синтезират нови и неизследвани модели на инвеститори. При комбинирането от нови модификации, трябва да се отчете съвместимостта на блоковете от използваните модификации. При така представените модификации на три от блоковете на модела на инвеститор, са премахнати всички комбинации, които са несъвместими и невъзможни. Така остават общо 24 възможни модификации, получени като комбинации от съвместими блокове, 7 от които вече са използвани в изследването (фиг. 26.2.2-1):

1. Модификации на модели от типа "Един инвестиционен инструмент..."

1.1. '... и избор чрез индивидуална склонност към риск' (D2:E1:G3).

1.2. '... и избор чрез допирателна от безрискова доходност' (D2:E1:G4).

2. Модификации на модели от типа "Случаен портфейл..."

2.1. '... и избор чрез коефициента на Шарп' (D1:E2:G1).

2.2. '... и избор чрез индивидуална склонност към риск' (D1:E2:G3).

2.3. '... и избор чрез допирателна от безрискова доходност' (D1:E2:G4).

3. Модификации на модели от типа "Квадратична оптимизация..."

3.1. '... с максимизация на условното очакване и избор чрез коефициента на Шарп' (D3:E3:G1).

3.2. '... с максимизация на условното очакване и избор чрез осредняване' (D3:E3:G2).

3.3. '... с множествена регресия и избор чрез осредняване' (D4:E3:G2).

3.4. '... с множествена регресия и избор чрез индивидуална склонност към риск' (D4:E3:G3).

3.5. '... с множествена регресия и избор чрез допирателна от безрискова доходност' (D4:E3:G4).

4. Модификации на модели от типа "Многоредна селекция..."

4.1. '... с максимизация на условното очакване и избор чрез осредняване' (D3:E4:G2).

4.2. '... с максимизация на условното очакване и избор чрез индивидуална склонност към риск' (D3:E4:G3).

4.3. '... с максимизация на условното очакване и избор чрез допирателна от безрискова доходност' (D3:E4:G4).

4.4. '... с множествена регресия избор чрез коефициента на Шарп' (D4:E4:G1).

4.5. '... с множествена регресия и избор чрез осредняване' (D4:E4:G2).

4.6. '... с множествена регресия и избор чрез индивидуална склонност към риск' (D4:E1:G3).

4.7. '... с множествена регресия и избор чрез допирателна от безрискова доходност' (D4:E1:G4).

27. ИЗВОДИ ОТ ГЛАВА III

Глава III представлява е логическо продължение на глава II и е емпиричното изследване в монографията. Основното направление в текста е представянето на резултатите от проведеното емпиричното изследване.

При описанието на подготовката на използваната в изследването емпирична база са описани всички последователни операции за обработване на данните и получаването на унифицираната емпирична база, необходима за съпоставителния анализ на изследваните модели на инвеститори, с данни от Българска фондова борса за периода от 1.01.1998г. до 30.04.2011г., включително:

- филтриране на първичните данни;
- определяне правилата за попълване на липсващите данни;
- отчитане на всички корпоративни събития
- разработване на нов общ средно-претеглен борсов индекс и др.

От гледна точка на последователността на провеждане на експериментите изследването може да се раздели условно на три етапа:

- 1) предварително уточняване на всички предварителни действия, допускания, параметри, план на експериментите;
- 2) провеждане на експерименти с моделите на инвеститори;
- 3) анализ и съпоставка на резултатите;
- 4) синтез на нови модели.

Във връзка с етап 1) е направил обоснован избор на критериите за оценка и сравнение на експериментирани модели на инвеститори. Определен е списъкът модели на инвеститори, подлежащи на сравнителен анализ. В съпоставителния анализ са предвидени седем модела за управление на инвестиционни портфейли, разделени в три класа. Описани са направените при техния синтез допускания и техните варируеми параметри.

За уточняване на направените допускания, необходими за разработването на симулационните модели на инвеститори са проведени две анкетни проучвания, снети са данни от НСИ, БФБ, Stat.bg и др. Основните данни са обособени в обща база от данни.

При изпълнение на етап 2) са уточнен методически особености на всеки от анализирани модели на инвеститори. Разработени са и специфични алгоритми (и съответната им програмна реализация в среда Matlab) на определените за експериментирани модели. Проведени са серия от симулационни експерименти с определените модели при различни стойности на варируемите им параметри.

Изпълнявайки етап 3) резултатите от проведените експерименти са представени в удобен за анализ вид. На тяхна основа са направени експериментално базирани констатации, анализи, изводи, предложения и насоки за по-

нататъшни изследвания – както за всеки модел по отделно, така и съпоставително между всички модели по определените критерии за оценка. Направени са обобщения и препоръки за БФБ, за методиката на изследването и за представянето на моделите.

Относно етап 4) в края на глава III са представени възможностите за евристичен синтез на нови модели чрез прекомбиниране на блоковете от използваните модели с генерационна схема и списък на новосинтезираните модели.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Глава I представлява начална част и същевременно теоретическа обосновка на цялостното изследване. Като начален етап в монографията е направен преглед на основните теоритични източници от съществуващата инвестиционна теория относно конструирането и управлението на инвестиционен портфейл. Направен е преглед на дефинициите на основните инвестиционни понятия, в резултат са предложени набор от работни авторски дефиниции. По-нататък за по-пълно разбиране на смисъла на инвестиционния портфейл, са разгледани шест основни подходи за управление на инвестиционен портфейл. Специално място е отделено на методите за оценка на представянето на инвестиционни портфейли, тъй като те имат особена методическа важност за оценка на резултатите от изследването.

Направен е критичен анализ на разгледаните теории, както и към проведени емпирични изследвания за управление на портфейл и са обобщени основните пропуски, за да бъдат отчетени при изследването по-нататък в монографията.

Другият основен фокус в теоретическата обосновка на монографията е кибернетичният подход при управлението на инвестиционни портфейли. За да бъде подходящо разяснен, са разгледани основните моменти на кибернетичната теория на управлението, заедно с основните и методи - моделиране и прогнозиране на сложни системи.

Във връзка с кибернетичният подход при управлението на инвестиционни портфейли са описани двете основни иновации в изследването – управление на портфейла като система и състезателно съпоставяне на различни подходи за управление на портфейла.

Първата идея разглежда класическа задача за инвестиционен портфейл като система за управление, при която има стандартизирани подсистеми, отговарящи на фазите на управление на портфейла. Във връзка с тази задача в монографията са направени теоретични разглеждания, насочени към преформулиране и преразглеждане на процеса на управление на инвестиционни портфейли в термините на кибернетичната теория за управлението.

Другата основна идея, е изграждане на комплексен симулационен модел за състезаване на множество подходи за управление на инвестиционен портфейл по унифицирана писта от данни. За целта в теоретическата част на монографията са разгледани процесите на самоорганизация в сложните системи и концепцията на многоредни селекционни процедури за целенасочен синтез на нови системи.

В края на теоретическата част са формулирани методологическите основи (принципи) на разработката. Някои най-важни от тях са интердисциплинарност, системен подход, емпирично базиран индуктивен подход, самоорганизация и др.

Основна иновация в глава II е предложената компютъризирана симулационна система за анализ на модели за управление на инвестиционни портфейли. Подробно е описан всеки блок от всяка подсистема на системата за управление "Инвеститор" и всички връзки между тях. Описанието на всеки блок представя начина за трансформация на информацията постъпваща в него, а всяка връзка представя вида на информацията която се предава по нея.

При анализа на системата за управление на портфейл "Инвеститор" е установено, че тя може да се разглежда като разделена на обособени фази, съответстващи на процеса за изработване на решение при системния подход – оценяване на цели, Обратна връзка от управляваната система, отчитане на външни наблюдавани фактори, прогнозиране, пениране на решения, избор на решение, реализиране на управленски въздействия. В методическата част на монографията е разработена структурната схема и описанието на основните блокове в универсален модел на инвеститора, позволяващ да се обхванат и моделират широк клас инвеститорски модели. Така всеки модел на конкретен инвеститор може да се получи като частен случай на универсалния модел, подбирайки специфичен вариант за някой/всеки от блоковете му.

По нататък е разработена методика за сравнителен емпиричен анализ на различни модели на инвеститори. Методиката е насочена към организиране на конкурентно "състезание" между различни модели на инвеститори, оценявани по еднакви критерии и опериращи в една и съща инвестиционна среда. Разработени са необходимите алгоритми и съответното програмно осигуряване за компютъризирана симулационна среда, позволяваща висока степен на автоматизация при провеждането на сравнителния емпиричен анализ ("състезание") между модели на различни инвеститори.

Като финална част на методиката са представени разработените от автора необходимите алгоритми и съответното програмно осигуряване за много-редна селекционна процедура за автоматизирано генериране на нови (по-ефективни) инвестиционни портфейли на основата на "оцелелите най-добри" от предходните фази на селекция.

Изследването е изпълнено чрез програмна среда на Matlab и Simulink. Описани са информационните масиви, дефинираните параметри и програмните кодове на компютъризираната симулационна система.

Глава III представлява е логическо продължение на глава II и е емпиричното изследване в монографията. Основното направление в текста е представянето на резултатите от проведеното емпиричното изследване.

За провеждане на емпиричното изследване е подготвена емпирична база данни за сравнителен анализ на различни модели на инвеститори на основата първични реални данни от Българска фондова борса за периода от 1.01.1998г. до 30.04.2011г. При описанието на подготовката на използваната в изследването емпирична база са описани всички последователни операции за обработване на данните и получаването на унифицираната емпирична база, необходима за съпоставителния анализ на изследваните модели на инвеститори.

Извършените операции по преодоляване на всички практически проблеми, свързани с формирането на унифицирана емпирична база от данни включват:

- филтриране на първичните данни;
- определяне правилата за попълване на липсващите данни;
- отчитане на всички корпоративни събития (изплащане на дивиденди, увеличаване на капитала с права, увеличаване на капитала с резерви, промяна на номиналната стойност на ИИ);
- разработване на нов общ средно-претеглен борсов индекс, обхващащ целия период и всички търгувани инвестиционни инструменти и др.

От гледна точка на последователността на провеждане на експериментите изследването може да се раздели условно на четири етапа:

- 1) предварително уточняване на всички предварителни действия, допускания, параметри, план на експериментите;
- 2) провеждане на експерименти с моделите на инвеститори;
- 3) анализ и съпоставка на резултатите;
- 4) синтез на нови модели.

В изпълнение на етап 1) от изследването са определени общите характеристики на използваните в изследването модели:

- Определен е списъкът модели на инвеститори, подлежащи на сравнителен анализ
- Обосновани са критериите за оценка и сравнение на експериментиранияте модели на инвеститори.
- Изчерпателно са описани направените допускания при синтеза на моделите за експериментиране, включително общи допускания относно инвеститора, борсовата среда и пазарните фрикции.
- Изяснени са варируеми параметри и планът на експериментите

За уточняване на някои от общите и специфичните допускания на емпиричното изследване, а и за съпоставка с някои от изводите, са проведени две анкетни проучвания. Самите анкетни проучвания не са централен фокус на изследването и в монографията се използват само малка, част от резултатите от тях. Първото анкетно поручване е експертно допитване, проведено сред професионалисти, опериращи на Българския фондов пазар. Второто анкетно

проучване е електронно допитване е за уточняване на индивидуални склонности към поемане на риск сред непрофесионалисти.

За да бъде проведено емпиричното изследване са разработени специфичните алгоритми и съответната им програмна реализация на определените за експериментирание модели в програмна среда на Matlab.

В съпоставителния анализ са направени общо деведесет и един експеримента със седем модела за управление на инвестиционни портфейли, разделени в три класа. Всеки от тях е систематизиран в рамките на система за управление на портфейл, като са разгледани техните специфични особености и възможни модификации.

При изпълнение на етап 2) са уточнени методическите особености на всеки от анализирания модели на инвеститори. Разработени са и специфични алгоритми (и съответната им програмна реализация в среда Matlab) на определените за експериментирание модели. Проведени са деведесет и един симулационни експерименти със седем модела на инвеститори при различни стойности на варируемите им параметри. Резултатите от проведените експерименти са представени в удобен за анализ вид. За всеки от моделите по отделно са направени експериментално базирани констатации, анализи, изводи и предложения за по-нататъшни изследвания.

Изпълнявайки етап 3) резултатите от проведените експерименти са обобщени. При провеждането на съпоставителния анализ на базата на проведените серии емпирични експерименти за селектиране на модели за управление на портфейл са изведени препоръки относно методиката на изследването, теоретическите аспекти на управлението на инвестиционни портфейли и управлението на инвестиционен портфейл в български условия.

Относно етап 4) в края на глава III са представени възможностите за евристичен синтез на нови модели чрез прекомбиниране на основни блокове от вече разгледаните модели с генерационна схема. За бъдещите изследвания са предложени седемнадесет модификации на новосинтезираните модели, които се получават от евристичния синтез.

ИНФОРМАЦИОННИ ИЗТОЧНИЦИ

1. Jones, C. P., "Investments: Analysis and Management", John Wiley & Sons, New York, 1994
2. Alexander, G. J., W. F. Sharpe, J. V. Bailey, "Fundamentals of Investments (Second edition)", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1993
3. Sharpe, W. F., G. J. Alexander, J. V. Bailey, "Investments (Fifth edition)", Prentice Hall International Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1995
4. Sharpe, W. F., "A Simplified Model for Portfolio Analysis", Management Science, Vol. 9, No. 2 (Jan., 1963), pp. 277-293
5. Tobin, James, Liquidity Preference as Behavior Towards Risk, 1958
6. Sharpe W F., "Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk", Journal of Finance 19:425-42, 1964
7. 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
8. Mossin, J., "Equilibrium in a Capital Asset Market", Econometrica, October 1966
9. Markowitz, H., Portfolio Selection, Journal of Finance, 1952
10. Markowitz, H., "Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments", John Wiley & Sons, New York, 1959
11. Chen, N., R., Roll, S., Ross, "Economic Forces and the Stock Market", Journal of Business, Vol. 59, No. 3, pp. 383-403, July 1986.
12. Malkiel, B., "A Random Walk down Wall Street", 1973
13. Ross, S., "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", Journal of Economic Theory, Vol. 13, No. 3, pp.341-360, December 1976.
14. Fama, E., "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work", Journal of Finance 25, no. 2, May 1970, стр. 383 – 417
15. Investopedia.com, "Financial concepts tutorial", Investopedia.com, 2002, <http://www.investopedia.com/university/concepts/>
16. Kendall, M., "The analysis of Economic Time Series, Part I: Prices", Journal of the Royal Statistical Society 96, 1953
17. Gossman, S. J., J. E. Stiglitz, "On the Impossibility of Informationally Efficient Markets", American Economic Review 70, June 1980
18. Sharpe, W., "Mutual Fund Performance", Journal of Business 39, No 1, part 2 (January 1966), pp 119-138
19. Jensen, M., "The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964", Journal of Finance 23, No 2 (May 1968), pp 389-416

20. Fama, F., "Components of Investment performance", *Journal of Finance* 27, No 3 (June 1972), pp 551-567
21. Brinson, G., L. Hood and Gilbert L. Beebower , "Determinants of Portfolio performance", *Financial Analysts Journal*, July-August 1986, pp 39-44
22. Brinson, G., L. Hood and Gilbert L. Beebower , "Determinants of Portfolio performance II: An update ", *Financial Analysts Journal*, May-June 1991, pp 40-48
23. Пътев, П., Н. Канарян, "Управление на портфейла", Абагар, Велико Търново, 2008
24. Sortino, F. A., L. N. Price, *Performance Measurement in a Downside Risk Framework*, *The Journal of Investing*, Fall 1994, pp. 59-65
25. Haugen, R., "Modern Investment Theory", Prentice Hall, New Jersey, 1993.
26. Reilly. F. K., K. C. Brown, *Investment Analysis and Portfolio Management*, South – Western, a division of Thomas Learning, 2003
27. Treynor, J., "How to Rate Management of Investment Funds", *Harvard Business Review* 43, No 1 (January – February 1965), pp 63-75
28. Kalpa, P. D., J. A. Knowels, Kappa: A Generalized Downside Risk-Adjusted Performance Measure, *Journal of Performance Measurement*, (8), 2004
29. Bawa, V., E. Lindenberg, *Capital Market Equilibrium in a Mean Lower Partial Moment Framework*, *Journal of Financial Economics*, 5, 1977, pp. 189-200
30. Harlow, W. V., R. K. S. Rao, *Asset Pricing in a Generalized Mean-lower Partial Moment Framework: Theory and Evidence*, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1989, 24, 3, pp. 285-311
31. Estrada, V., *Systematic Risk in Emerging Markets: the D-CAPM*, *Emerging Markets Review*, 2002, pp. 365-567
32. Марчев, А. А., *Изграждане на имитационни модели на стопански системи*, сб. Системен анализ и изследване на стопански системи, ПНИЛСАУЕИТ, София, 1985
33. Марчев, А. А., М. Моцев, "Методика за автоматизирано изграждане на имитационни модели на стопански системи", ПНИЛ по "Моделиране и системен анализ на икономическия механизъм, ВИИ "Карл Маркс", 1983
34. Bodie, Z., A. Kane, A. J. Markus, *Investments*, IRWIN, Chicago, 1996
35. Matlab, The MathWorks Inc., 1984 - 2011, <http://www.mathworks.com/products/matlab/>
36. Ashby, W.R. 1958, *Requisite Variety and its implications for the control of complex systems*, *Cybernetica (Namur) Vo1 1, No 2*, 1958
37. Графичен оператор, Българската Фондова Борса, София, 2011, <http://www.bse-sofia.bg/graphics/>
38. Национален Статистически Институт, София, 2011, <http://www.nsi.bg>
39. Българска Народна Банка, София, 2011, <http://www.bnb.bg/>

40. Статистически портал stat.bg, София, 2011, <http://stat.bg/bg/>
41. Investor.bg, Инвестор БГ АД, София, 2011, <http://www.investor.bg/>
42. Dnevnik.bg, Икономедиа АД, София, 2011, <http://www.dnevnik.bg/pazari/>
43. Naahr, M., Introduction to Randomness and Random Numbers, 1998-2011, <http://www.random.org/randomness/>
44. Закон за гарантиране на влоговете в банките, Държавен вестник бр. 49/29.04.1998г.
45. Pidd, M., Computer Simulation in Management Science, John Wiley & Sons, New York, 1995
46. Watson, H. J., J. H. Blackstone, Computer Simulation, John Wiley & Sons, New York, 1989
47. Wilson, J. H., B. Keating, Business Forecasting, IRWIN, Boston, 1994
48. Makridikis, S., S. C. Wheelwright, V. E. McGee, Forecasting: Methods and Applications, John Wiley & Sons, New York, 1983
49. Kleijnen, J., W. van Groenendaal, Simulation – A Statistical Perspective, John Wiley & Sons, New York, 1994
50. Willis, R. J., Computer Models for Business Decisions, John Wiley & Sons, New York, 1987
51. Ampère, A. M., Essai sur la philosophie des sciences, ou, Exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines. Bachelier, Paris, 1843
52. Wiener, N., Cybernetics: Control and Communication in the Animal and the Machine, Cambridge, MA, The MIT press, 1948
53. Shannon, C., W. Weaver, The Mathematical Theory of Communication (5th ed.), 1963, Chicago
54. Bertalanffy, L., General System Theory. 1968, New York
55. Gordon Pask, G., An Approach to Cybernetics, 1961, Hutchinson
56. Ashby, W. R., An Introduction to Cybernetics, 1956, Chapman & Hall
57. Foerster, H., G. W. Zopf, Jr. (eds.), Principles of Self-Organization, 1962
58. Prigogine, I., I. Stengers, Order out of Chaos, 1984, New York
59. Далкалъчев, Х. Д., Е. И. Неделчева, Теория на информацията и пренасянето на съобщения, Университетско издателство "Стопанство", София, 2006
60. Гатев, Г., Изследване на операциите, Технически университет, София, 2005
61. Марчев, А. А., Основи на управлението (Кибернетика и теория на системите), курс лекции за студенти от професионално направление "Управление и администрация", УНСС, София, 1991-2011г.
62. Марчев, А. А., Моделиране и прогнозиране в управлението, курс лекции за студенти от специалност "Бизнес администрация", УНСС, София, 1991-2011г.

63. Fischer, D. E., R. J. Jordan Security Analysis and Portfolio Management (Sixth Edition), Prentice Hall International Inc., 1975
64. Luenberger, D. G., Investment Science, Oxford, University Press, 1998
65. Block, S. B., G. A. Hirt, Foundations of Financial Management, IRWIN, Boston, 1992
66. Fabozzi, F. J., P. N. Kolm, D. A. Pachamanova, S. M. Focardi, Robust Portfolio Optimization and Management, John Wiley & Sons Inc., New Jersey, 2007
67. Levy, H., M. Sarnat, Capital investment and financial decisions, Prentice Hall, New York, 1994
68. Лазаров, Д. С., Оценка на липсващите стойности при финансови динамични редове, доклади от научна конференция с международно участие "Авангардни научни инструменти в управлението '2009 (VSIM:09)", 01.09.2009 – 06.09.2009, гр. Равда, Том 2/2010, ISSN 1314-0582
69. de Boor, C., A Practical Guide to Splines, Springer-Verlag, 1978
70. Закон за облагане на доходите на физическите лица, Държавен вестник, бр.95 от 24.11.2006г.
71. Тарифа за операции на БФБ, извършени чрез COBOS, Инвестиционен посредник Елана, <http://www.elana.net/trading/tarifa/tarifa.pdf>
72. Strauss, L. C., "An Interview With Burton Malkiel", SmartMoney, The Wall Street Journal Digital Network, Dow Jones & Company, 7 July 2009, <http://www.smartmoney.com/invest/funds/an-interview-with-burton-malkiel/>
73. Wittwer, J.W., Monte Carlo Simulation Basics, Vertex42.com, June 1, 2004, <http://vertex42.com/ExcelArticles/mc/MonteCarloSimulation.html>
74. Little, R. J. A., D. B. Rubin, Statistical Analysis with Missing Data, 2nd ed., John Wiley & Sons Inc., 2002
75. Meng, Xiao-Li, D. B. Rubin, Maximum Likelihood Estimation via the ECM Algorithm, Biometrika, Vol. 80, No. 2, 1993, pp. 267-278
76. Sexton, J., A. R. Swensen, ECM Algorithms that Converge at the Rate of EM, Biometrika, Vol. 87, No. 3, 2000, pp. 651-662
77. Dempster, A. P., N. M. Laird, D. B. Rubin, Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm, Journal of the Royal Statistical Society, Series B, Vol. 39, No. 1, 1977, pp. 1-37
78. Gill, P. E., W. Murray, M.H. Wright, Practical Optimization, Academic Press, London, UK, 1981
79. Pareto, V., "Manual of political economy", 1906
80. Malkiel, B. G., "Don't Panic About the Stock Market", The Wall Street Journal Digital Network, Dow Jones & Company, 8 August 2011, <http://online.wsj.com/article/SB10001424053111903366504576492512709525754.html>

81. Markowitz, H., N. Usmen, The Likelihood of Various Stock Market Return Distribution, Part 1: Principles of Inference, *Journal Risk and Uncertainty* 13(3), 1996, pp. 207-219
82. Hurst, S. R., E. Platen, The Marginal Distributions of Returns and Volatility, In: Dodge, Y., (Ed.), *L1-Statistical Procedures and Related Topics*, vol. 31 IMS Lecture Notes – Monograph Series, pp.301-314, Institute of Mathematical Statistics, Hayward, California, 1997
83. Fergusson, K., E. Platen, On the Distributional Characterization of Log-returns of a World Stock Index, *Appl. Math. Finance* 13(1), 2006, pp. 19-38
84. Platen, E., R. Rendek, Empirical Evidence on Student-t Log-returns of Diversified World Stock Indices, *Journal of Statistical Theory and Practice*, 2(2), 2008, pp. 233-251
85. Breymann, W., A. Dias, P. Embrechts, Dependence Structures for Multivariate High-frequency Data in Finance, *Quant. Finance* 3(1), 2003, pp. 1-14
86. Hanson, F.B.; J. J. Westman, Optimal consumption and portfolio control for jump-diffusion stock process with log-normal jumps, *Proceedings of the American Control Conference*, 2002, Volume 5, pp. 4256 – 4261, ISSN : 0743-1619
87. Duncan, T.E.; B. Pasik-Duncan, L. Stettner, Parameter continuity of the ergodic cost for a growth optimal portfolio with proportional transaction costs, 47th IEEE Conference on Decision and Control, CDC 2008, 9-11 Dec. 2008, pp. 4275 – 4279, ISSN 0191-2216
88. Durtschi, B., M. Skinner, S. Warnick, Portfolio optimization as a learning platform for control education and research, *American Control Conference, ACC '09*, 10-12 June 2009, pp. 3781 – 3786, ISSN : 0743-1619
89. Dombrowsky, V.V.; E.A. Lashenko, Robust Control of Linear Systems with Random Parameters and Multiplicative Disturbances with Application to the Investment Portfolio Management, *SICE Annual Conference*, Fukui University, Japan, August ,2003, pp. 1116 – 1121
90. Costa, O.L.V., A. C. Maiali, A. de C Pinto, Sampled control for mean-variance hedging in a jump diffusion financial market, *Proceedings of the 48th IEEE Conference on Decision and Control*, held jointly with the 2009 28th Chinese Control Conference, CDC/CCC 2009, 15-18 Dec. 2009, pp. 3656 – 3661, ISSN : 0191-2216
91. Platen, E., A Benchmark Approach to Quantitative Finance, lecture, European mathematical society summer school "Risk theory and related topics", European mathematical society, Institute of mathematics of the Polish academy of science, 29.09. – 08.11.2008, Bedlewo, Poland
92. Moody's Investors Service, "Announcement: Moody's confirms US Aaa Rating, assigns negative outlook", Moody's Investors Service, 02.08.2011, http://www.moodys.com/research/Moodys-confirms-US-Aaa-Rating-assigns-negative-outlook?lang=en&cy=global&docid=PR_223568

93. Jones, C. K., *Portfolio Management: New for Successful Investment Decisions*, McGraw Hill Int., 1992, ISBN 0-07-707583-8
94. Elton, E. J., M. J. Gruber, *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, John Wiley&Sons inc., New York, 1991
95. Hubbard, D. W., 'The Failure of Risk Management', John Wiley & Sons, New York, 2009, ISBN 978-0-470-38795-5
96. Brodie, De M., et al. Sparse and stable Markowitz portfolios, *Proceedings of the National Academy of Science* 106 (30), 2009
97. Mandelbrot, B., R. L.Hudson, *The (Mis)Behaviour of Markets: A Fractal View of Risk, Ruin, and Reward*, London, Profile Books, 2004
98. Chamberlain, GA Characterization of the Distributions that Imply Mean-variance Utility Functions, *Journal of Economic Theory* 29, 1983, pp. 185-201
99. Owen, J., R. Rabinovitch, 1983, On the Class of Elliptical Distributions and their Applications to the Theory of Portfolio Choice", *Journal of Finance* 38, 1983, pp. 745-752
100. Daniel, K. D., D. Hirshleifer, A. Subrahmanyam, Overconfidence, Arbitrage, and Equilibrium Asset Pricing, *Journal of Finance*, 56(3), June, 2001, pp. 921-965
101. Taleb, N. N.,*The Black Swan: The Impact of the Highly Improbable*, Random House, 2007, ISBN 978-1-4000-6351-2.
102. Elton, E. J., M. J. Gruber, S. J. Brown, W. N. Goetzmann, Hoboken, *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, NJ : John Wiley & Sons, 2010
103. Duncan; T. E., B. Pasik-Duncan; Adaptive control of some continuous time portfolio and consumption models, 26th IEEE Conference on Decision and Control, Dec. 1987, Vol. 26, pp. 1657 – 1659
104. Skaf, J.; S. P. Boyd, Design of Affine Controllers via Convex Optimization, *IEEE Transactions on Automatic Control*, Nov. 2010, Vol. 55 , 11, pp. 2476 – 2487
105. Dombrovsky, V.V.; E.A. Lashenko, Dynamic model of active portfolio management with stochastic volatility in incomplete market, *SICE 2003 Annual Conference* 4-6 Aug. 2003, Vol. 1, pp. 516 – 521, ISBN: 0-7803-8352-4
106. Lim, A.E.B.; X. Y. Zhou, Mean-variance portfolio selection via LQ optimal contro, *Proceedings of the 40th IEEE Conference on Decision and Control*, Dec. 2001, Volume 5, pp. 4553 – 4558, ISBN: 0-7803-7061-9
107. Primbs, J. A.; B. R. Barmish, D. E. Miller, Y. Yuji, On stock market trading and portfolio optimization: A control systems perspective, *American Control Conference*, 2009. 10-12 June 2009, ISSN : 0743-1619
108. Kahneman, D., A. Tversky, "Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk", *Econometrica*, XLVII (1979), 263-291

109. Георгиева, П., "Минимизиране на риска при управление на инвестиционен портфейл", Бизнес посоки, бр 2/2005, с. 35-40, Бургаски Свободен Университет, Бургас, 2005
110. Йорданов, Й., "Възможности за имунизиращ портфейл в условията на българския финансов пазар", Банки. Инвестиции. Пари, с. 13-19, София, 2003
111. Йорданов, Й., "Възможности за формиране на оптимален портфейл в условията на БФП (Български финансов пазар)", Народноstopански архив, с. 32-43, София, 2003
112. Данев, Б., "Преструктуриране и оптимизация на инвестиционен портфейл (на приватизационен фонд)", Капиталов пазар 1/1997, с. 8-11, София, 1997
113. Николаев, Р. Н., "Оценка на риска в мултиактивен портфейл от акции", Икономически изследвания, с. 135-146, София, 2002
114. Атанасов, Н., "Управление на портфейл от държавни облигации с фиксиран доход, 50 години финансово-счетоводен факултет при УНСС, с. 198-204, УНСС, София, 2003
115. Стойчев, Н. С., "Рационализиране на избора на корпоративни акции за инвестиционния портфейл", Дисертация за получаване на научно-образователна степен "доктор", Икономически институт, БАН, София, 2003
116. Grubbs, F. E., Procedures for detecting outlying observations in samples. *Technometrics* 11/1969, p.1–21
117. Глушков, В. М., "Введение в Кибернетику", Издателство академии наука Украинской ССР, Киев, 1964
118. Лернер, А. Я., Начала Кибернетики, Издателство "Наука", Москва 1967
119. Инвестор.БГ АД, "Абонатите на BenchMark BG Trader са почти колкото тези на COBOS", Инвестор.БГ АД, 2011, <http://www.investor.bg/news/article/122516/339.html>
120. Lian, K. Y., C. C. Li, "A Fuzzy Decision Maker for Portfolio Problems", IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics: SMC 2010, 10-13 October 2010, Istanbul, Turkey, ISBN 978-1-4244-6587-3
121. Castelliani, B., "Map of complexity science", Art & Science Factory LLC, January 2011, http://www.art-sciencefactory.com/complexity-map_feb09.html
122. Bernstein, P. L., "Against the Gods (The Remarkable Story of Risk)", John Wiley & Sons, Inc., New York, 1998 ISBN 0-471-29563-9
123. Tange, K., "Function, Structure and Symbol", 1996
124. Бир, Ст. "Кибернетика и управление производством (превод с англ.)", Наука, 1965
125. Couffignal, L., "Essai d'une définition générale de la cybernétique", The First International Congress on Cybernetics, Namur, Belgium, June 26–29, 1956, Gauthier-Villars, Paris, 1958, pp. 46-54
126. Китанов, Н., "Нова книга за акциите и борсата", Арт График, София, 2000

127. Palczewski, A., "Performance Analysis", lecture, European mathematical society summer school "Risk theory and related topics", European mathematical society, Institute of mathematics of the Polish academy of science, 29.09. – 08.11.2008, Bedlewo, Poland

128. Duhigg, C., "Stock Traders Find Speed Pays, in Milliseconds", The New York Times, 23 July 2009, <http://www.nytimes.com/2009/07/24/business/24trading.html>

129. Kanamura, T., S. T. Rachev, F. J. Fabozzi, "The Application of Pairs Trading to Energy Futures Markets", Technical Reports, Karlsruhe Institute of Technology, 2008, http://statistik.ets.kit.edu/download/doc_secure1/ptem342v144techreport.pdf

130. Jorion, P., "Value at Risk: The New Benchmark for Managing Financial Risk", McGraw-Hill, 3 edition, October 19, 2006, ISBN 0071464956

131. Holton, G. A., History of Value-at-Risk: 1922-1998, Working paper, Contingency Analysis, July 25, 2002, <http://www-stat.wharton.upenn.edu/~steele/Courses/434/434Context/RiskManagement/VaRHistory.pdf>

132. Forrester, J. W., Industrial Dynamics, MIT and John Wiley & Sons, New York, 1969

133. Янч, Э., "Прогнозирование научно-технического прогресса", Издательство «Прогресс», Москва, 1970

134. Armstrong, J. S., "The Methodology Tree for Forecasting", Wharton Business School, 24 April 2010,

http://www.forecastingprinciples.com/index.php?option=com_content&task=view&id=16&Itemid=16

135. Kumar, P., M. Goldstein, F. Graves, "Trading at the speed of Light: The impact of High-Frequency Trading on Market Performance, Regulatory Oversight, and securities Litigation", Finance: Current Topics in Corporate Finance and Litigation, The Brattle Group, Inc., 02/2011

136. Марчев, А. А., "Автоматизирано изграждане на имитационни модели на стопански системи за учебни и изследователски цели", кандидафска дисертация, Институт по социално управление, София, 1980

137. Marchev, A. A., M. R. Motzev, "Principles of Multistage Selection in Software Development in Decision Support Systems", In: Lewandovski, A., I. Stanchev (Eds.), Proceedings of International Workshop on Methodology and Software for Interactive Decision Support, System and Decision Sciences Program of ПАСА, Albena, Bulgaria, 1987, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York, 1989, ISBN 3-540-51572-0

138. Милев, М. Н., "Приложение на MATLAB за моделиране и оценяване на финансови деривати", Евдемония продъкшън, София, 2012, ISBN 978-954-92924-2-8

139. Tagliani, A., M. Milev, "Quantitative Methods for Pricing Options with Exotic Characteristics and under Non-standard Hypotheses", Eudaimonia Production, Sofia, 2012, ISBN 978-954-92924-1-1

201. Ломев, Б. М., А. А. Марчев мл., А. А. Марчев, "Изследване на перфектността на някои капиталови пазари посредством методи от теорията на фракталните времеви редове", Fifth International Scientific Conference "INVESTMENTS IN THE FUTURE - 2005", Scientific and Technical Unions, Varna, Bulgaria, 20 - 22 october 2005, proceedings ISBN 954-90919-8-8

202. Маринова, П., А. А. Марчев мл., "Моделиране на инвестиционни портфейли от Български акции съгласно модерната теория за портфейл", научна конференция "Съвременни управленски практики IV", 17-19.02.2006, Бургас, сборник доклади, том 1, Бургаски свободен университет, ISBN 978-954-9370-46-1

203. Марчев, А. А., А. А. Марчев мл., "Модел за управление на инвестиционни портфейли от български акции", научна конференция "Съвременни управленски практики V", 16-18-19.02.2007, Бургас, сборник доклади, том 1, Бургаски свободен университет, ISBN 978-954-9370-51-5

204. Marchev Jr., A. A., A. A. Marchev, "Building a model for investment portfolios of Bulgarian shares", Международна научна конференция, "Актуални проблеми на статистическата теория и практика", Университет за национално и световно стопанство, Катедра "Статистика", 13-15.09.2007, Равда, университетско издателство "Стопанство" към УНСС, София, 2006, ISBN 978-954-494-952-5

205. Марчев мл., А. А., "Моделиране на инвестиционни портфейли от български акции", (in english), Шеста научна конференция на младите научни работници "България в Европейската икономика", 29.11.2007, София, сборник доклади, Университет за национално и световно стопанство, университетско издателство "Стопанство", София, 2008, ISBN 978-954-494-956-3

206. Марчев мл., А. А., "Еволюция на съвременната теория за инвестиционни портфейли от –част I", Научно списание "Бизнес посоки", издание на Центъра за икономически и управленски науки - Бургаски свободен университет, бр. 1/2007, ISSN 1312-6016, http://www.bfu.bg/research/business_posoki/business_broi_1_2007.pdf

207. Стойнова, М., А. А. Марчев мл., А. А. Марчев, "Компютърна симулация на инвестиционни портфейли в среда Matlab", научна конференция с международно участие "Авангардни научни инструменти в управлението", Университет за национално и световно стопанство, катедра "Управление", 19-23.09.2008, гр. Равда, сборник доклади на CD, София, 2010, Том 1, ISSN 1314-0582

208. Marchev Jr., A. A., "What to do when pseudo- is not good enough" (poster), European mathematical society summer school "Risk theory and related

topics", European mathematical society, Institute of mathematics of the Polish academy of science, 29.09. – 08.11.2008, Bedlewo, Poland

209. Марчев мл., А. А., "Еволюция на съвременната теория за инвестиционни портфейли от –част II", Научно списание "Бизнес посоки", издание на Центъра за икономически и управленски науки - Бургаски свободен университет, бр. 2/2011, ISSN 1312-6016

210. Марчев мл., А. А., А. А. Марчев, "Състезаване на модели на инвеститори", "Авангардни научни инструменти в управлението '2010 (VSIM:10)", Университет за национално и световно стопанство, катедра "Управление", електронно научно списание, София, 2010, Том 3, ISSN 1314-0582

211. Бояджиева, С., А. А. Марчев мл., А. А. Марчев, "Многоредна селекция на инвестиционни портфейли", "Авангардни научни инструменти в управлението '2010 (VSIM:10)", Университет за национално и световно стопанство, катедра "Управление", електронно научно списание, София, 2010, Том 3, ISSN 1314-0582

212. Marchev Jr., А. А., "What to do when pseudo- is not good enough" (poster), European mathematical society summer school "Risk theory and related topics", European mathematical society, Institute of mathematics of the Polish academy of science, 29.09. – 08.11.2008, Bedlewo, Poland

213. Ламбовска, М., А. Марчев мл., "Размито оценяване на инвестиционни портфейли", Научно списание "Бизнес посоки", издание на Центъра за икономически и управленски науки - Бургаски свободен университет, бр. 1/2011, ISSN 1312-6016

**СЕЛЕКЦИЯ НА МОДЕЛИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ
НА ИНВЕСТИЦИОННИ ПОРТФЕЙЛИ**

гл. ас. д-р Ангел Марчев, мл.

Художник на корицата Истилиян Божилов

Дадена за печат на 18.10.2012 г.
ПК 13; формат 16/60/84; тираж 100
ISBN 978-954-644-....

ИЗДАТЕЛСКИ КОМПЛЕКС – УНСС