

**Секция «9. Количественные методы и информационные технологии в финансах и экономике»**

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДОХОДНОСТИ ПОРТФЕЛЯ ЦЕННЫХ БУМАГ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ РИСКЕ**

*Шкляев Антон Олегович*

*Студент*

*Финансовый университет при Правительстве РФ, Факультет прикладной математики, Москва, Россия*

*E-mail: xank92@mail.ru*

*Научный руководитель*

*д.э.н, профессор Трезуб Илона Владимировна*

Одной из наиболее динамично развивающейся частей национальной экономики являются финансовые институты. Постоянное расширение математических методов позволяет специалистам в области финансов применять широкий и более универсальный спектр инструментов.

В данной статье объектом исследования будет портфель ценных бумаг, состоящий из трех российских эмитентов, для построения вероятностной модели дохода портфеля с поправкой на ограниченный риск методом имитационного моделирования.

Для удобства восприятия информации на рис. 1 приведена блок-схема исследовательской работы.

В данной работе ставится цель формирования оптимального портфеля ценных бумаг методом имитационного моделирования.

В рамках выбранной цели ставятся задачи:

- Сбор статистической информации
- Формирование портфеля с постоянными долями по историческим данным
- Определение вероятностного закона распределения доходности
- Построение вероятностной модели по имитационным данным
- Анализ результатов и сравнение с реальными показателями доходности.

Для построения наиболее полной вероятностной модели требуются большие исторические данные. Все котировки отечественных эмитентов можно скачать в свободном доступе с сайта *fnam.ru*, наиболее корректная иллюстрация динамики котировок, по мнению автора, представлена на сайте *rbc.ru*.

Для формирования портфеля ценных бумаг были выбраны три следующие эмитента: НорНикель ГК, Газпром и Татнефть. Причиной выбора данных активов была положительная динамика доходности за ряд последних лет и принадлежность к различным отраслям, для дифференциации портфеля.

Проводимый анализ основан на теории Марковица построения эффективного портфеля. Первым шагом сделаем отображение исходных котировок в доходности активов по формуле:

$$r_1/r_0 - 1$$

(1)

где  $r_1$  – цена в текущем периоде,  $r_0$  – цена в предыдущем периоде.

Отметим, что мы работаем с дневными ценами закрытия.

Дальнейший анализ невозможен до тех, пока мы не убедимся в стационарности исходных рядов, в противном случае будет невозможно применять статистические методы для прогноза значений цен. Для этого используем тест Дики-Фуллера (DF) для проверки наличия трендовой составляющей.

Если значение статистики лежит левее критического значения (критические значения – отрицательные) при данном уровне значимости, то нулевая гипотеза о единичном корне отклоняется и процесс признается стационарным (в смысле данного теста). В противном случае гипотеза не отвергается и процесс может содержать единичные корни, то есть быть нестационарным (интегрированным) временным рядом.

Для нашего случая рассмотрим ряд:

$$\Delta r_t = \beta_0 + \beta_1 t + \alpha_1 r_{t-1} + \alpha_2 (r_{t-1} - r_{t-2}) + \varepsilon_t$$

$$H_0: \beta_1 = 0 \text{ (} r_t \text{ не стационарен)}$$

$$H_1: \beta_1 < > 0.$$

Проделав необходимые расчеты для трех временных рядов, сравнивая полученные значения с DF статистикой при уровне значимости 0,01 приходим к выводу, что данные временные ряды стационарны, и «скачки» в районе 2008 года никак не отразились на стационарности ряда.

Таким образом далее можем в данной работе будет по умолчанию подразумеваться, что доход – случайная стационарная величина, которая может подлежать дальнейшему анализу для формирования портфеля по теории Марковица.

Вторым шагом является поиск вектора долей по историческим данным, согласно формуле:

$$\sigma^2 = X^T V X \rightarrow \min \tag{2}$$

Для этого воспользуемся модулем «Поиск решения» программы MS Exel 2007.

Далее, определим законы распределения, по которым распределены исследуемые временные ряды. Для этого воспользуемся программой *EasyFit*. Данная программа позволяет определить закон распределения случайной величины с заданным уровнем значимости по критерию Колмагорова – Смирнова или .В нашем случае получилось: *Логистическое распределение* для всех трех активов.

Таким образом, получили противоречие утверждению Марковица о том, что доходности имеют нормальный закон распределения (нормальный закон распределения был отвергнут почти при всех уровнях значимости).

Опишем стратегию принятия инвестиционных решений:

1. По выбранному закону распределения и полученными параметрами для каждого временного ряда строим выборку из 1000 значений, подчиняющихся данному закону распределения с указанными параметрами.

2. Для каждой тройки имитационных значений из 1000 величин заново используем модуль «Поиск решения», тем самым получая новые значения долей.

3. Получаем 400 значений векторов долей, доходности и риска. Мы ограничились данным числом, в силу большого затрата времени и отсутствием методов оптимизации данного процесса.

4. Строим теоретико – вероятностную модель и делаем выводы.

По результатам моделирования мы получим 400 пар доходность – риск. Так как заявленная тема звучит как формирование инвестиционного портфеля с ограниченным риском, то используем показатель риска как фактор, влияющий на принятие решения об изменении структуры портфеля. То есть:

- Изначально инвестор выбирает пару доходность – риск с максимальным значением риска.

- Если, в течение дня по реальным показателям цен акций, риск превысит выбранный нами уровень, то инвестор переформирует свой портфель, путем изменения комбинации долей имеющихся активов, спускаясь вниз на 100 значений риска (подразумевается, что таблица отсортирована по значениям риска).

- Показатели значений дохода игнорируются. Они лишь записываются в таблицу, для подсчета конечного результата доходности.

- Данная стратегия применяется для реальных данных Марта месяца 2013 года. Допускается предположение, об отсутствии комиссии при заключении сделок.

Отсортировав таблицу с динамически долями по значениям риска, по нашей договоренности считаем, что инвестор занимает «последнюю» строчку нашей позиции в начальный момент времени, которой соответствует вектор долей (0,1,0) и риск равный 0,0215. Итоговые данные сведем в единую таблицу, которая приведена на рис 2.

Видим, что данная стратегия приносит нам -2% прибыли за март месяц (по реальным данным). Проведем анализ и интерпретацию результатов моделирования.

Для сравнительного анализа имитируем значения доходностей с полученными параметрами один раз и определим оптимальные доли по формуле (2). Данные доли оставим статичными и подсчитаем доходность портфеля по контролирующей выборке - март месяц. Итоговый результат вышел -14,2%.

Отметим, что показатель дохода за исследуемый период инвестиционного портфеля с равными долями (0,33) составил 0,029%. Анализ и критические замечания к работе:

Анализ и критические замечания:

- Нормальный закон распределения во многих случаях не подходит для построения статистических моделей.

- Теория Маркковица предназначена для формирования портфеля активов на долгосрочные сроки, иначе говоря, для инвестирования. В нашей работе были исследованы лишь месячные данные в качестве контролирующей выборки, что, возможно, сказалось на результатах.

- При статичных долях получили доход портфеля -14,2%, что сильно хуже полученных нами результатов с динамическими долями.

Целью данной работы ставилось формирование инвестиционного портфеля с ограниченным риском методом имитационного моделирования. В ходе данной работы мы построили три вероятностных модели, которые были тщательно проанализированы. В результате анализа полученные результаты значительно разнятся друг от друга. Причиной данного фактора является ряд обстоятельств, связанных с более внимательным подходом к изучению временных рядов. Подход формирования портфеля с динамиче-

скими долями является все же предпочтительнее, чем доход с долями, подсчитанными один раз, но, по - прежнему, данный результат прогноза не приемлем для инвестора, так как дал отрицательный результат, при возможности равномерного распределения средств и получения положительного дохода.

## Литература

1. Шарп У., Александер Г. Бейли Дж., Инвестиции.
2. Карлбер К. Бизнес – аналитика с использованием Excel, 2005

## Иллюстрации

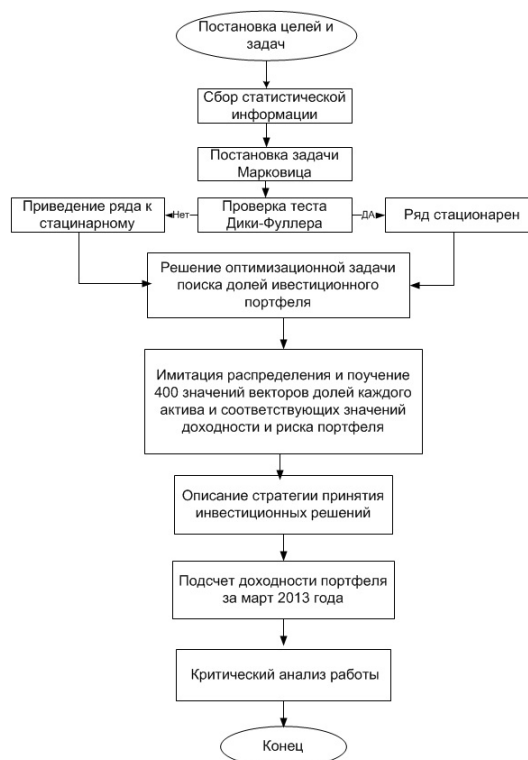


Рис. 1: Блок-схема работы

Дата	Доходы активов			Доли			Доход портфеля	Принятие решений
	GAZP	TATN	BAKX	GAZP	TATN	BAKX		
	GAZP	TATN	BAKX	GAZP	TATN	BAKX		
01.03.2011	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	---
04.03.2011	-0,01116	0,01303	-0,02178	0,00000	1,00000	0,00000	0,01303123	---
05.03.2011	0,027436	0,004842	0,025708	0,00000	1,00000	0,00000	0,004841786	---
06.03.2011	0,010129	0,024141	-0,01173	0,00000	1,00000	0,00000	0,024140952	---
07.03.2011	-0,00385	0,00404	-0,00831	0,00000	1,00000	0,00000	0,00403954	---
08.03.2011	0,005306	0,021016	0,021461	0,00000	1,00000	0,00000	0,021015762	---
11.03.2011	-0,01019	-0,00097	0,004798	0,00000	1,00000	0,00000	-0,000975529	---
13.03.2011	-0,02262	-0,01146	0,024117	0,00000	1,00000	0,00000	-0,011461717	---
14.03.2011	0,003387	-0,01169	0,010814	0,00000	1,00000	0,00000	-0,011688495	---
15.03.2011	-0,01088	-0,00589	0,017033	0,00000	1,00000	0,00000	-0,005889617	---
16.03.2011	-0,02009	-0,03966	-0,01552	0,00000	1,00000	0,00000	---	***
19.03.2011	-0,00097	-0,00647	-0,01345	0,51558	0,31937	0,16524	-0,00478613	---
20.03.2011	0,006003	5,01E-05	-0,00176	0,51558	0,31937	0,16524	0,002820849	---
21.03.2011	-0,00385	0,011467	0,001619	0,51558	0,31937	0,16524	0,001344661	---
22.03.2011	-0,00309	-0,01243	-0,01504	0,51558	0,31937	0,16524	-0,008047111	---
25.03.2011	-0,02016	-0,01163	-0,01127	0,51558	0,31937	0,16524	-0,015970169	---
26.03.2011	0,013848	-0,00188	-0,01457	0,51558	0,31937	0,16524	0,00413201	---
27.03.2011	0,002732	0,02124	-0,00161	0,51558	0,31937	0,16524	0,007925616	---
28.03.2011	0,008757	0,00408	-0,02721	0,51558	0,31937	0,16524	0,001321994	---
29.03.2011	-0,0116	0,004842	0,001619	0,51558	0,31937	0,16524	-0,004164504	---

Подсчитаем значение доход портфеля за рассматриваемый промежуток времени

1+Доход	Доход
1	1,00000
2	1,01303
3	1,00484
4	1,02414
5	1,00404
6	1,02102
7	0,99902
8	0,98204

Тем самым, используя модель с динамическими долями, подымали доход равный 2% за месяц.

Сравним с моделью постоянных долей, а затем и с реальными данными.

Рис. 2: Значения доходностей портфеля