

# О формировании портфеля ценных бумаг на основе информации о средней продолжительности их ликвидности

Поттосина С.А., Новосёлова М.Л.

Кафедра экономической информатики, инженерно-экономический факультет

Минск, Беларусь

e-mail: s.pottosina@gmail.com

**Аннотация** — Предлагается интерактивная система формирования портфеля ценных бумаг, в основе которой лежит использование информации о средней продолжительности сохранения ценными бумагами их ликвидности.

**Ключевые слова:** портфельное инвестирование, ликвидность, риск, доходность, вероятностность разорения

## I. ВВЕДЕНИЕ

Портфельные инвестиции – инвестиции в ценные бумаги, формируемые в виде портфеля ценных бумаг. Можно определить следующие принципы формирования инвестиционного портфеля: доходность вложений; безопасность вложений; высокая ликвидность вложений. *Доходность портфеля* – характеристика, связанная с данным промежутком времени. Длина этого периода может быть произвольной. Под *безопасностью* понимаются неуязвимость инвестиций от потрясений на рынке инвестиционного капитала и стабильность получения дохода. *Ликвидность инвестиционных ценностей* – это их способность быстро и без потерь в цене превращаться в наличные деньги.

Для осуществления программной поддержки портфельного инвестирования спроектирована и разработана интерактивная система формирования портфеля ценных бумаг. В ее основе лежит модель формирования оптимального портфеля с использованием информации о сохранении ликвидности ценных бумаг.[1].

## II. ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Статистические методы формирования портфеля ценных бумаг и управления им предназначаются главным образом инвесторам (коммерческим банкам, инвестиционным компаниям, фондовым биржам) и менеджерам, работающим на фондовом рынке.

В модели, реализованной интерактивной системой, используется критерий, основанный на определении для ценной бумаги каждого  $j$ -го вида показателя  $u_j^{(t)}$  – средней продолжительности сохранения ее доходности, начиная с текущего момента времени и до момента существенного снижения уровня ее ликвидности. Модель строится в предположении, что процесс эволюции фондового портфеля является марковским, без последствия.

Процедура вычислений заключается в определении для каждой ценной бумаги  $j$ -го вида средней продолжительности  $u_j^{(t)}$  ( $j = \overline{1, n}$ ) сохранения ею своей доходности в перспективе, начиная с текущего момента времени  $t$  по формуле

$$u_j^{(t)} = \frac{\psi_j^{(t)}}{(\psi_j^{(t)})'} \frac{1 - P_j}{P_j}, \quad (1)$$

где  $\psi_j^{(t)}$  – эффективность ценной бумаги  $j$ -го вида в период времени  $t$ ;

$\frac{P_j}{P_j}$  – вероятность разорения ценной бумаги  $j$ -го ( $j = \overline{1, n}$ ) вида;

$(\psi_j^{(t)})'$  – скорость изменения эффективности ценной бумаги  $j$ -го вида.

Из формулы (1) следует:

1) если  $P_j^{(t)} = 0$ , то  $u_j^{(t)} = \infty$ , а если  $P_j^{(t)} = 1$ , то  $u_j^{(t)} = 0$ ;

2) если  $0 < P_j^{(t)} < 1$ ,  $\psi_j^{(t)} > 0$  и  $(\psi_j^{(t)})' < 0$ , то это означает, что ценная бумага  $j$ -го вида уже потеряла свою ликвидность за  $u_j^{(t)}$  единиц времени до текущего момента времени  $t$ ;

3) если  $\psi_j^{(t)} > 0$  и  $(\psi_j^{(t)})' < 0$ , то это означает, что ценная бумага  $j$ -го вида потеряет свою ликвидность через  $u_j^{(t)}$  единиц времени, начиная с текущего момента времени  $t$ ;

4) если  $0 < P_j^{(t)} < 1$ ,  $\psi_j^{(t)} < 0$  и  $(\psi_j^{(t)})' > 0$ , то это означает, что значение эффективности ценной бумаги  $j$ -го вида, начиная с момента времени  $t$  будет возрастать в течение времени  $u_j^{(t)}$  со скоростью  $(\psi_j^{(t)})'$ ;

5) если  $0 < P_j^{(t)} < 1$ ,  $\psi_j^{(t)} < 0$  и  $(\psi_j^{(t)})' > 0$ , то в этом случае ценная бумага  $j$ -го вида сохраняет свою ликвидность в течение времени  $u_j^{(t)}$ .

Позиция 5 для ценной бумаги  $j$ -го вида наиболее благоприятна, так как только в ней она сохраняет свою ликвидность в интервале времени, равном или даже большем  $(t, t + u_j^{(t)})$ . Ввиду этого для всех ценных бумаг, находящихся в позиции 5 может быть определена их доля в общей стоимости всех ценных бумаг, входящих в портфель ценных бумаг

Пусть ценные бумаги  $j$ -го вида находятся в позиции 5, т.е.  $0 < P_j^{(t)} < 1$ ,  $\psi_j^{(t)} < 0$  и  $(\psi_j^{(t)})' > 0$  ( $j = \overline{1, m}$ ).

Обозначим через  $G$  и  $v_j^{(t)}$  соответственно общую стоимость всех ценных бумаг  $j$ -го вида и долю ценных бумаг  $j$ -го вида в  $G$  в текущий момент времени.

Тогда получим:

$$v_j^{(t)} = \frac{u_j^{(t)}}{\sum_{k=1}^m u_k^{(t)}}$$

где  $u_j(t)$ ,  $j = \overline{1, m}$  – средняя продолжительность сохранения ликвидности ценной бумаги  $j$ -го типа в текущий момент времени  $t$ . Предполагается, что средняя стоимость ценных бумаг каждого вида изменяется прямо пропорционально скорости изменения ее эффективности, т.е.

$$\overline{C}_j = h_j \overline{\psi}_j', j = \overline{1, m},$$

$$\text{где } \bar{C}_j = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N C_j^{(t)}$$

$$\bar{\psi}_j = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (\psi_j^{(t)})'. \text{ Определяется значение}$$

коэффициента  $h_j = \frac{\bar{C}_j}{\bar{\psi}_j}'$ . Строится целевая функция

Лагранжа:

$$Z = \sum_{j=1}^m h_j (\psi_j^{(t)})' + \sum_{j=1}^m \lambda_j \left( \left( \frac{\psi_j^{(t)}}{(\psi_j^{(t)})'}, \frac{1 - P_j^{(t)}}{P_j^{(t)}} - u_j \right) \right)$$

Находятся частные производные от функции  $Z$  по переменным  $(\psi_j^{(t)})'$  и  $\lambda_j$ . Приняв частные производные от целевой функции  $Z$  по переменным  $\psi_j^{(t)}$  и  $\lambda_j$  равными нулю, получают систему нормальных уравнений. Решая эту систему уравнений относительно переменных  $\psi_j^{(t)}$ , получают их оптимальные значения при условии, что суммарная стоимость всех  $m$  видов ценных бумаг из формируемого портфеля является минимальной. Данная модель может быть успешно использована для оперативного формирования и управления портфелем ценных бумаг. Существенным недостатком является то, что в ней не учитывается информация о попарной корреляционной зависимости, существующей между различными видами ценных бумаг фондового рынка.

### III. ОБ ИНТЕРАКТИВНОЙ СИСТЕМЕ

Разработанная система включает в себя следующие модули:

а) база данных, в которой сохраняются данные о компаниях и стоимости ценных бумаг на фондовом рынке;

б) графическое приложение, реализующее интерфейс взаимодействия с пользователем;

в) клиент веб-сервиса, обеспечивающий обновление данных о стоимости ценных бумаг на фондовом рынке.

С помощью предложенной системы пользователь может просмотреть информацию о стоимости акций на рынке за выбранный промежуток времени, сформировать фондовый портфель, просмотреть подробную информацию о рассчитанных статистических показателях ценных бумаг каждого вида.

Возможности менеджера (инвестора) включают в себя следующие действия:

- обновить данные о стоимости ценных бумаг;
- просмотреть информацию о компаниях на рынке;

– просмотреть стоимость ценных бумаг компаний;

– рассчитать риск ценных бумаг;

– рассчитать эффективность ценных бумаг;

– рассчитать вероятность риска ценных бумаг;

– рассчитать среднюю продолжительность сохранения доходности ЦБ;

– определить категорию ценных бумаг каждого вида;

– определить доли ценных бумаг в портфеле;

– определить стоимость ЦБ каждого вида в фондовом портфеле.

В качестве тестовых были использованы данные о котировках акций высокотехнологичных компаний на американском фондовом рынке NASDAQ за период с 01.03.2000 по 01.03.2010.[2]

При разработке данного программного продукта были использованы следующие архитектурные решения:

1) база данных разработана в СУБД SQL Anywhere 9.0;

2) доступ к базе данных обеспечен при помощи протокола jdbc;

3) пользовательская часть реализована с использованием технологии SWING, предназначенной для создания сложных графических интерфейсов;

4) для построения графиков в системе использовалась библиотека классов JFreeChart.

Разработанное приложение включает в себя модуль загрузки данных (информации о стоимости ценных бумаг) с удаленного веб-сервиса, а также модуль формирования фондового портфеля.

Следует отметить, что для коммерческого использования разработанной системы формирования портфеля ценных бумаг необходимы доработки в следующих направлениях:

– возможность выбора других способов формирования портфеля ценных бумаг, с последующим их сравнительным анализом;

– интернационализация интерфейса, которая позволит пользователям выбирать язык для работы с программным продуктом.

Таким образом, разработанный продукт является простым и надежным средством формирования портфеля ценных бумаг, которое не требует дополнительных ресурсов от аппаратных устройств пользователей и может быть эффективно использовано инвесторами

[1] А.М. Чавкин, Методы и модели рационального управления в рыночной экономике: разработка управленческих решений: Учеб. пособие. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 320 с.: ил.

[2] <http://www.nasdaq.com>