

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПОРТФЕЛЯ АКТИВОВ

Артемьева О. А., студентка кафедры информатики СПбГУ,
olka.artemjeva@yandex.ru

Аннотация

В данном докладе описано приложение, позволяющее определять оптимальную структуру инвестиционного портфеля, имеющего максимальную ожидаемую доходность при заданном уровне риска.

Введение

Каждый инвестор, вкладывая свои средства, желает получить прибыль. Существуют различные виды инвестиций, одним из них являются портфельные инвестиции (вложение средств в портфель ценных бумаг). Портфель ценных бумаг – набор ценных бумаг для достижения общей цели, принадлежащий юридическому или физическому лицу. Инвестор сам определяет состав портфеля, основываясь на своей готовности к риску. Существует несколько моделей, по которым инвестор может определять оптимальный для себя состав портфеля ценных бумаг с максимальной ожидаемой доходностью при определенном значении риска.

Целью данной работы являлась реализация приложения для расчета оптимального портфеля (с наибольшей доходностью) при заданном уровне риска. В качестве модели, по которой формируется портфель, была выбрана модель «Квази-Шарп».

Описание модели «Квази-Шарп»

Данная модель для оптимизации портфеля была предложена В. П. Савчуком в [1]. В ней рассматривается взаимосвязь доходностей ценных бумаг портфеля с доходностью единичного портфеля, составленного из этих ценных бумаг (единичный портфель – портфель, в котором все ценные бумаги имеют равные доли). Эта взаимосвязь выражается в виде линейной регрессии:

$$R_i = \bar{R}_i + \beta_i(R_{sp} - \bar{R}_{sp}).$$

Задача оптимизации (максимизация доходности при заданном максимальном уровне риска) имеет следующий вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} R_p = \sum_{i=1}^N (\bar{R}_i W_i) + (R_{sp} - \bar{R}_{sp}) \sum_{i=1}^N (\beta_i W_i) \rightarrow \max, \\ \sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^N (\beta_i W_i)^2 \sigma_{sp}^2 + \sum_{i=1}^N (\sigma_{\varepsilon i}^2 W_i^2)} \leq \sigma_{req}, \\ W_i \geq 0, \\ \sum_{i=1}^N W_i = 1. \end{array} \right.$$

Подробнее со всеми используемыми формулами можно ознакомиться в [1].

Преимуществом модели «Квази-Шарп» является то, что она подходит для прогнозов в условиях нестабильного фондового рынка, в том числе и российского. В отличие от модели Шарпа[2], на которой основана данная модель, «Квази-Шарп» использует доходность единичного портфеля вместо доходности рынка в целом. Благодаря этому рассматриваемая модель будет работать более успешно с рынком, находящимся в стадии становления и развития.

Реализация приложения

Используемые инструменты

Программа написана на языке C# с использованием платформы Microsoft Visual Studio 2013 Ultimate. Пользовательский интерфейс реализован с помощью Windows Forms.

Для решения задачи оптимизации используется библиотека Microsoft Solver Foundation[3]. Она позволяет эффективно решать задачи нелинейного программирования.

Для создания графиков используется библиотека ZedGraph[4].

Функциональность

Реализованное приложение позволяет рассчитать состав оптимального портфеля из определенных пользователем ценных бумаг (акций)

на основе данных прошлых лет. На данный момент в программе представлено 43 акции на выбор. Данные о котировках для расчетов скачиваются с сайта <http://www.finam.ru>.

Пользователь может задать период инвестирования: долгосрочный или краткосрочный. От этого зависит, за какое время учитываются исторические данные котировок.

Для выбранных пользователем акций доступны следующие функции:

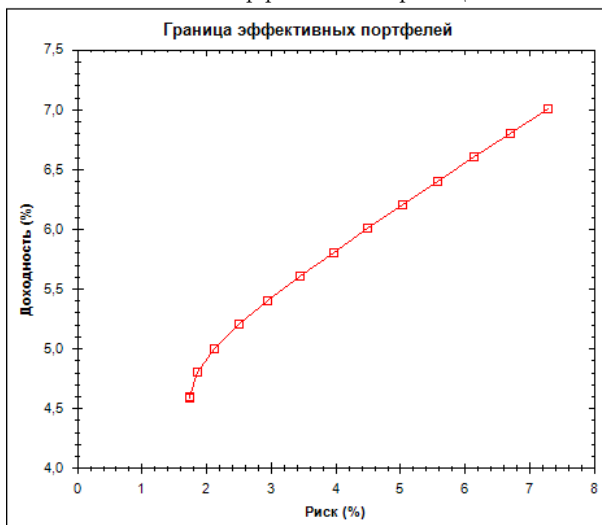
1. Вывод состава оптимального портфеля в Excel с заданным пользователем уровнем риска. Необходимые данные рассчитываются в программе, затем записываются в файл Excel, где для решения оптимизационной задачи используется надстройка «Поиск решений». Надстройка запускается в файле из программы с помощью макроса. В результате в файле отображается состав портфеля из заданных акций с максимальной доходностью при заданном риске.
2. Вывод состава оптимального портфеля с заданным пользователем уровнем риска в форму приложения. Данные рассчитываются внутри программы, оптимизация производится с помощью библиотеки Microsoft Solver Foundation.
3. Построение графика эффективной границы портфелей. Эффективная граница – множество портфелей, для которых выполняются следующие условия:
 - портфель имеет минимальный риск для некоторого заданного уровня ожидаемой доходности,
 - портфель имеет максимальную ожидаемую доходность для некоторого заданного уровня риска.

Пример эффективной границы показан на рисунке 1.

Именно из этого множества инвестор выбирает оптимальный для себя портфель ценных бумаг.

Осями графика являются риск и доходность портфеля. Пользователь может задать шаг и интервал для значений риска, по каждому из которых строится оптимальный портфель. Точки на графике являются портфелями, для которых можно посмотреть состав, риск и доходность.

Рис. 1: Эффективная граница



4. Попарная корреляция акций. Одной из целей составления портфеля является диверсификация – снижение риска за счет использования разных инвестиционных инструментов. Считается, что потери по одной ценной бумаге в портфеле будут компенсированы доходом по другой, за счет чего и снижается общий риск. Поэтому при построении портфеля часто учитывают корреляцию ценных бумаг, то есть взаимосвязь их доходностей. Приложение позволяет посмотреть попарную корреляцию выбранных акций.
5. Корреляция акций и портфеля. Приложение позволяет упорядочивать акции по возрастанию корреляции с портфелем из выбранных ценных бумаг. Корреляция акции и портфеля является средним значением корреляций акции с каждой ценной бумагой в портфеле.

Но инвестор не всегда готов сам строить портфель. Существуют индексные фонды (их можно рассматривать как портфели), которые построены на основе рыночного индекса и имеют подобные веса акций. Как правило, доли акций в индексе определяются на основе размера компании, то есть рыночной капитализации. Чем выше данный показатель, тем больший вес имеет акция в индексе. Считается, что такой индекс отражает доходность и поведение рынка в целом.

В противоположность классическому подходу к формированию индекса в последние годы активно развиваются Smart beta стратегии[5]. В качестве критериев, по которым определяются веса акций в индексе, используются ликвидность (способность акции быть быстро проданной), волатильность (изменчивость стоимости акций), низкая капитализация и другие. Проведенные исследования [6] показывают, что индексы, построенные с использованием Smart beta стратегий, имеют более высокую доходность.

В данном приложении реализованы функции, которые будут полезны инвесторам, использующим Smart beta стратегии при составлении портфеля ценных бумаг. Программа позволяет упорядочивать акции по возрастанию волатильности и капитализации.

Результаты тестирования

В качестве тестирования было проведено сравнение показателей портфелей, построенных с помощью модели «Квази-Шарп», с портфелем, где все акции имеют одинаковый вес.

Для тестирования были взяты данные об акциях компаний Аэрофлот (AFLT), ВТБ (VTBR), ГАЗПРОМ (GAZP), ГМКНорНик (GMKN), ЛУКОЙЛ (LKOH) за 2009–2016 года. Для каждого года (до 2015) были построены два портфеля, оптимальный и неоптимальный, и протестированы на реальную доходность на значениях следующего года. Результаты представлены в таблице 1. Видно, что в большинстве случаев оптимальный портфель имел большую реальную доходность по сравнению с неоптимальным. Стоит отметить, что при тестировании выбирались портфели с небольшим риском (2–3%), а, следовательно, с меньшей доходностью по сравнению с более рискованными портфелями.

Заключение

Результатом работы является разработанное приложение для составления оптимального портфеля ценных бумаг с использованием модели «Квази-Шарп». Программа была протестирована на данных прошлых лет. Результаты тестирования показали, что в большинстве случаев оптимальные портфели, построенные с помощью модели «Квази-Шарп», имеют более высокую доходность по сравнению с неоптимальными.

Таблица 1: Сравнение доходностей портфелей

Год	Оптимальный портфель		Неоптимальный портфель	
	Состав портфеля	Доходность	Состав портфеля	Доходность
2009	AFLT 37,46%	41,62%	AFLT 20%	37,12%
	VTBR 9,92%		VTBR 20%	
	GAZP 8,30%		GAZP 20%	
	GMKN 26,54%		GMKN 20%	
	LKOH 17,78%		LKOH 20%	
2010	AFLT 34,19%	−32,40%	AFLT 20%	−26,80%
	VTBR 36,17%		VTBR 20%	
	GAZP 1,95%		GAZP 20%	
	GMKN 27,69%		GMKN 20%	
	LKOH 0,00%		LKOH 20%	
2011	AFLT 0,00%	14,62%	AFLT 20%	11,72%
	VTBR 0,00%		VTBR 20%	
	GAZP 15,12%		GAZP 20%	
	GMKN 2,92%		GMKN 20%	
	LKOH 81,97%		LKOH 20%	
2012	AFLT 3,68%	−5,99%	AFLT 20%	−6,59%
	VTBR 15,02%		VTBR 20%	
	GAZP 12,07%		GAZP 20%	
	GMKN 26,87%		GMKN 20%	
	LKOH 42,36%		LKOH 20%	
2013	AFLT 46,33%	48,09%	AFLT 20%	39,77%
	VTBR 0,00%		VTBR 20%	
	GAZP 29,54%		GAZP 20%	
	GMKN 24,14%		GMKN 20%	
	LKOH 0,00%		LKOH 20%	
2014	AFLT 0,00%	6,22%	AFLT 20%	5,75%
	VTBR 6,00%		VTBR 20%	
	GAZP 8,89%		GAZP 20%	
	GMKN 66,70%		GMKN 20%	
	LKOH 18,40%		LKOH 20%	
2015	AFLT 31,25%	55,69%	AFLT 20%	21,49%
	VTBR 31,97%		VTBR 20%	
	GAZP 36,78%		GAZP 20%	
	GMKN 0,00%		GMKN 20%	
	LKOH 0,00%		LKOH 20%	

Литература

- [1] Савчук В. П. Финансовый менеджмент предприятий: прикладные вопросы с анализом деловых ситуаций. // с. 540–545.
- [2] William F. Sharpe. A Simplified Model for Portfolio Analysis. // Management Science, Vol. 9, No. 2. — Jan., 1963. — pp. 277-293.
- [3] Microsoft Solver Foundation. // <https://msdn.microsoft.com/en-us/devlabs/hh145003>
- [4] Библиотека ZedGraph. // <https://sourceforge.net/projects/zedgraph/>
- [5] Rob Arnott, Engin Kose. What “Smart Beta” Means to Us. // <https://www.researchaffiliates.com>
- [6] E. William Stone, Chen He, Bethany A. Stein. Smart Beta: Strategies and Implementation. // <https://www.pnc.com>