

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической экономики

Оптимизация структуры портфеля ценных рисков бумаг

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 441 группы

направление 09.03.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета

Матвеевой Карины Исмаиловны

Научный руководитель
профессор, д.ф.-м.н., доцент

А.Ю.Трынин

Зав. кафедрой
д.ф.-м.н., профессор

С.И.Дудов

Саратов 2019

Введение. Актуальность темы. В современном мире любая сфера деятельности человека тесно связана с принятием решений в условиях неполноты информации. Причин для возникновения этой неопределенности может быть большое количество:

- Нестабильность в экономике;
- Нестабильность в политике;
- Катастрофы
- Другие факторы

Другими словами - большое число обстоятельств, предугадать которые невозможно. Экономическое решение с учетом всевозможных факторов неопределенности принимаются в рамках теории принятия решений - аналитического подхода к выбору пай лучшего действия, то есть альтернативы, или последовательности действий. В зависимости от степени определенности возможных исходов или последствий различных действий, с которыми сталкивается лицо, принимающее решение, в теории принятия решений рассматриваются различные типы моделей, но в этой работе используется только один - выбор решения при риске, если каждое действие приводит к одному из множества возможных частных исходов. При этом каждый исход имеет вычисляемую вероятность появления. Предполагается, что ЛПР эти вероятности известны или их можно определить путем экспертных оценок. Проблема риска в настоящее время - одна из ключевых в экономической деятельности, в частности в управлении производством и финансами. Под риском обычно подразумевают вероятность (угрозу) потери лицом или организацией части своих ресурсов, недополучения доходов или появления дополнительных расходов в результате осуществления определенной производственной и финансовой политики. Учет этого фактора напрямую отпечатывается на итоге финансового решения. Цель исследования заключается в изучении составления оптимального портфеля ценных бумаг, с последующим решением задач Марковица и Тобина. Для достижения поставленной цели в рамках исследования решаются следующие задачи:

- Анализ классической теории формирования портфеля ценных бумаг основанный на модели Марковица;

- Анализ классической теории формирования портфеля ценных бумаг основанный на модели Тобина;
- Создание программного продукта для формирования портфеля ценных бумаг;
- Осуществление экспериментальных расчетов и анализ полученных результатов.

В разделе 1 описаны основы формирования портфеля ценных бумаг. Другими словами необходимо решить основные вопросы, которые встают перед инвестором, а именно:

1. Чему отдать предпочтение: риску всего портфеля или отдельных активов, входящих в него?
2. Как количественно измерить риск портфеля?
3. Можно ли снизить риск портфеля, изменяя веса активов в нем?
4. Как добиться снижения риска, обеспечив доходности портфеля, сравнимую с доходностью составляющих его активов?

Далее описаны основные принципы портфельного инвестирования, а именно:

- Принцип консервативности.

Соотношение между высоконадежными и рискованными долями поддерживается таким, чтобы возможные потери от рискованной доли с подавляющей вероятностью покрывались доходами от надежных активов. Инвестиционный риск, таким образом, состоит не в потере части основной суммы, а только в получении недостаточно высокого дохода. Естественно, не рискуя, нельзя рассчитывать и на какие-то сверхвысокие доходы. Однако практика показывает, что подавляющее большинство клиентов удовлетворены доходами, колеблющимися в пределах от одной до двух депозитных ставок банков высшей категории надежности, и не желают увеличения доходов за счет более высокой степени риска.

- Принцип диверсификации.

Это основной принцип портфельного инвестирования. Идея этого принципа заключается в следующем: не вкладывайте все деньги в одни бумаги, каким бы выгодным это вложением вам ни казалось. Только такая

сдержанность позволит избежать больших ущербов в случае ошибки. Диверсификация уменьшает риск за счет того, что возможные невысокие доходы по одним ценным бумагам будут компенсироваться высокими доходами по другим бумагам. Минимизация риска достигается за счет включения в портфель ценных бумаг широкого круга отраслей, не связанных тесно между собой, чтобы избежать синхронности циклических колебаний их деловой активности. Оптимальная величина - от 8 до 20 различных видов ценных бумаг. Распыление вложений происходит как между активными сегментами, так и внутри них. Для государственных краткосрочных облигаций и казначейских обязательств речь идет о диверсификации между ценными бумагами различных серий, для корпоративных ценных бумаг - между акциями различных эмитентов. Упрощенная диверсификация состоит просто в делении средств между несколькими ценными бумагами без серьезного анализа.

Достаточный объем средств в портфеле позволяет сделать следующий шаг – проводить, так называемые, отраслевую и региональную диверсификации. Принцип отраслевой диверсификации состоит в том, чтобы не допускать перекосов портфеля в сторону бумаг предприятий одной отрасли. Дело в том, что катаклизм может постигнуть отрасль в целом. Например, падение цен на нефть на мировом рынке может привести к одновременному падению цен акций всех нефтеперерабатывающих предприятий, и то, что ваши вложения будут распределены между различными предприятиями этой отрасли, вам не поможет. То же самое падение цен акций может произойти вследствие политической нестабильности, забастовок, стихийных бедствий, введения в строй новых транспортных магистралей, минующих регион, и т.п.

- Принцип достаточной ликвидности.

Состоит в том, чтобы поддерживать долю быстро реализуемых активов в портфеле не ниже уровня, достаточного для проведения неожиданно подворачивающихся высокодоходных сделок и удовлетворения потребностей клиентов в денежных средствах. Практика показывает, что выгоднее держать определенную часть средств в более ликвидных (пусть даже менее доходных) ценных бумагах, зато иметь возможность быстро

реагировать на изменения конъюнктуры рынка и отдельные выгодные предложения. Кроме того, договоры со многими клиентами просто обязывают держать часть их средств в ликвидной форме.

Под управлением понимается применение к совокупности различных видов ценных бумаг определенных методов и технологических возможностей, которые позволяют: сохранить первоначально инвестированные средства, достигнуть максимального уровня дохода, обеспечить инвестиционную направленность портфеля. Иначе говоря, процесс управления направлен на сохранение основного инвестиционного качества портфеля и тех свойств, которые бы соответствовали интересам его держателя.

Основную проблему, которую необходимо решать при формировании портфеля ценных бумаг, составляет задача распределения инвестором определенной суммы денег по различным альтернативным вложениям (например, акции, облигации, наличные деньги и др.) так, чтобы наилучшим образом достичь своих целей. В первую очередь инвестор стремится к получению максимального дохода за счет: выигрыша от благоприятного изменения курса акций; дивидендов; получения твердых процентов и т.д. С другой стороны, любое вложение капитала связано не только с ожиданием получения дохода, но и с постоянной опасностью проигрыша, а значит, в оптимизационных задачах по выбору портфеля ценных бумаг необходимо учитывать риск.

В принципе для создания портфеля ценных бумаг достаточно инвестировать деньги в какой-либо один вид финансовых активов. Но современная экономическая практика показывает, что такой однородный по содержанию портфель (или недиверсифицированный) встречается очень редко. Гораздо более распространенной формой является так называемый диверсифицированный портфель, т.е. портфель с самыми разнообразными ценными бумагами.

Использование диверсифицированного портфеля элиминирует разброс в нормах доходности различных финансовых активов. Иными словами, портфель, состоящий из акций столь разноплановых компаний, обеспечивает стабильность получения положительного результата

Инвестиционный процесс, который связан с формированием портфеля ценных бумаг, включает в себя следующие этапы:

Выбор инвестиционной политики.

Здесь инвестор выбирает для себя цели и объекты, а также объёмом капитала и сроки инвестирования. Выбор инвестора определяется его статусом и результатами достижения цели с ожидаемой доходности и риска вложенных средств.

Анализ рынка ценных бумаг. Целью анализа служит оценка “истинной” стоимости и тенденций изменения курсов активов, относящихся к тем видам активов, которые были выделены на предыдущем этапе. На этом этапе могут использоваться различные подходы, модели и методы анализа, например фундаментальный, технический или количественный анализ ценных бумаг. Результатом этапа является целевое множество финансовых активов для формирования портфеля.

Описание или моделирование и предсказание изменений курсов активов.

Для решения этих задач в рамках количественного подхода используются эконометрические модели цен и доходностей активов. Данные предположения приводят обычно к однопериодным моделям (типа множественной или многомерной регрессии с некоррелированными ошибками), учитывающим лишь перекрестные связи между характеристиками различных активов. При этом временная автокорреляция значений анализируемых характеристик не учитывается. Однако при моделировании цен и доходностей активов, очевидно, следует принимать во внимание не только перекрестные связи, но и временную корреляцию их значений.

Определение структуры портфеля. На данном этапе осуществляется корректировка состава активов для вложения средств, а также устанавливаются пропорции распределения инвестируемого капитала между активами, т.е. определяется структура портфеля активов в соответствии с выбранной инвестиционной политикой.

Оценка эффективности и корректировка портфеля. Портфели активов нуждаются в периодической оценке доходности и риска. Для этой цели могут использоваться различные показатели и соответствующие эталонные значения. С течением времени портфель активов по разным причинам (изменение

целей инвестирования, представлений инвестора относительно привлекательности активов и т.д.) теряет свои оптимальные свойства и поэтому нуждается в пересмотре и корректировке посредством продажи одних и покупки других активов. Поэтому возникает проблема выбора определенной стратегии покупки-продажи для формирования портфеля с заданными свойствами с учетом издержек, связанных с покупкой и продажей активов. В данной работе главное внимание уделяется описанию методов решения задач оптимизации портфелей ценных бумаг, составляющих основное содержание четвертого этапа инвестиционного процесса. Акцент делается на традиционных постановках задач оптимального портфельного инвестирования в рамках подхода “доходность - риск”, предполагающих формирование портфеля активов на один период владения.

Инвестиции в ценные бумаги в условиях неопределенности бывают в паре с риском, который несёт в себе следующую сложность: фактическая доходность может сильно отличаться от ожидаемой доходности. Это дает основание рассматривать доходность ценной бумаги, которая соответствует некоторому периоду владения, как случайную величину, а выбор инвестиционной стратегии осуществлять на основе анализа ее числовых характеристик: математического ожидания, дисперсии, среднеквадратичного отклонения.

В теории портфельного анализа существуют подходы, позволяющие сформировать оптимальный инвестиционный портфель. Оптимальным является такой портфель ценных бумаг, который обеспечивает оптимальное сочетание риска и доходности.

Согласно теории Г. Марковица для принятия решения о вложении средств инвестору не нужно проводить оценку всех портфелей, а достаточно рассмотреть лишь так называемое эффективное множество портфелей. Теорема об эффективном множестве гласит: инвестор выберет свой оптимальный портфель из множества портфелей, каждый из которых обеспечивает:

- максимальную ожидаемую доходность для некоторого уровня риска;
- минимальный риск для некоторого значения ожидаемой доходности.

Г. Марковиц разработал очень важное для современной теории портфеля ценных бумаг положение, согласно которому совокупный риск портфеля можно разложить на две составные части. Первая – это систематический риск, кото-

рый нельзя исключить и которому подвержены все ценные бумаги практически в равной степени. Вторая – специфический риск для каждой конкретной ценной бумаги, которого можно избежать, управляя портфелем ценных бумаг. Зависимость риска портфеля от степени диверсификации представлена на рис.

При помощи разработанного Марковицем метода критических линий можно выделить неперспективные портфели и тем самым оставить только эффективные, т.е. портфели, содержащие минимальный риск при заданном доходе или приносящие максимально возможный доход при заданном максимальном уровне риска, на который может пойти инвестор.

Для практического использования модели Марковица необходимо определить ожидаемую доходность каждой акции, ее стандартное отклонение и ковариацию между акциями. Если имеется эта информация, то, как показал Марковиц, с помощью квадратичного программирования можно определить набор эффективных портфелей. Рациональный инвестор будет стремиться минимизировать свой риск и увеличить доходность. Поэтому всем возможным портфелям, представленным на рис. 4.3, инвестор предпочтет только те, которые расположены на отрезке ВС, поскольку они являются доминирующими по отношению к портфелям с тем же уровнем риска или с той же доходностью. Набор портфелей на отрезке ВС называют эффективным набором. Эффективный набор портфелей – это набор, состоящий из доминирующих портфелей. Набор портфелей на участке ВС называют еще эффективной границей. Она открыта Г. Марковицем в 1950-х гг.

Разные инвесторы и портфельные менеджеры будут выбирать различные решения в достижении состава портфеля в зависимости от их отношения к риску. Например, так называемые консервативные инвесторы (т.е. те, кто заинтересован в сохранении своих капиталов и получении постоянной и предсказуемой прибыли) будут отдавать предпочтение портфелям, лежащим в левой нижней части кривой эффективной границы Марковица. Более "агрессивные" инвесторы (те, кто идет на более высокий риск в надежде получить более высокую, по менее определенную ожидаемую отдачу) будут формировать свои портфели ближе к эффективной границе Марковица.

Сформированный однажды эффективный портфель не остается таковым в течение длительного времени, так как курсы акций подвержены постоянным изменениям, следовательно, эти эффективные портфели приходится постоянно пересматривать.

Модель Марковица требует большого количества информации. Упрощенной версией модели Марковица, требующей гораздо меньшее количество информации, является модель У. Шарпа. Согласно Шарпу прибыль на каждую отдельную акцию строго коррелирует с общим рыночным индексом, что значительно упрощает процедуру нахождения эффективного портфеля. Анализируя поведение акций на рынке, Шарп пришел к выводу, что вовсе не обязательно определять ковариацию каждой акции друг с другом. Вполне достаточно установить, как каждая акция взаимодействует со всем рынком. И поскольку речь идет о ценных бумагах, то, следовательно, нужно взять в расчет весь объем рынка ценных бумаг.

Коэффициент Шарпа учитывает доходность портфеля, полученную сверх ставки без риска, и весь риск (рыночный и нерыночный). Он рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Коэффициент Шарпа} = \frac{r_p - r_f}{\delta_p}$$

где r_p – средняя доходность портфеля ценных бумаг за рассматриваемый период; r_f – средняя ставка без риска за данный период; δ_p – стандартное отклонение доходности портфеля.

В связи с тем, что коэффициент Шарпа в качестве риска использует стандартное отклонение, его целесообразно применять для оценки эффективности управления менее диверсифицированных портфелей.

Для оценки эффективности управления хорошо диверсифицированного портфеля более подходит коэффициент Тейлора, поскольку при его расчете в качестве меры риска используется показатель α -коэффициента портфеля.

$$\text{Коэффициент Тейлора} = \frac{r_p - r_f}{\beta_p}$$

В разделе 2 будет рассматриваться классическая теория формирования портфеля ценных бумаг основанной на модели Марковица. Основная идея модели Марковица заключается в том, чтобы статистически рассматривать будущий доход, приносимый финансовым инструментом, как случайную пе-

ременную, т.е. доходы по отдельным инвестиционным объектам случайно изменяются в некоторых пределах. Тогда определяется по каждому инвестиционному объекту вполне определенные вероятности наступления, можно получить распределение вероятностей получения дохода по каждой альтернативе вложения средств. Для упрощения модель Марковитца полагает, что доходы по альтернативам инвестирования распределены нормально.

По модели Марковица определяются показатели, характеризующие объект инвестиций и риск, что позволяет сравнить между собой различные альтернативы вложения капитала с точки зрения поставленных целей и тем самым создать масштаб для оценки различных комбинаций.

Метод оптимального портфеля по Марковицу решает следующие вопросы:

1. Дает ответ на вопрос, оптимален ли инвестиционный портфель организации.
2. Рассчитывает эффективную границу для сравнения множественных портфельных распределений.
3. Позволяет определить портфель, который обеспечивает наиболее подходящую комбинацию риска и доходности для организации.
4. Отслеживает текущий портфель, что дает возможность корректировать его состав с точки зрения оптимизации риска и доходности.
5. Позволяет отбирать активы для коротких продаж.

Распределяя получаемые средства оптимальным образом среди оставшихся активов. В качестве масштаба ожидаемого дохода из ряда возможных доходов на практике используются наиболее вероятное значение, которое в случае нормального распределения совпадает с математическим ожиданием.

Сначала вводятся все обозначения, необходимые для понимания решения задачи Марковица. Далее уже будет рассмотрено построение самой задачи, которая основана на нахождение структуры портфеля

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T.$$

Математическая формулировка задачи Марковица имеет следующий вид:

$$D_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j V_{ij} \rightarrow \min_x,$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1, m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_n x_n = m_p$$

Проведя некоторые математические выкладки, получается следующая формула:

$$x^* = b + c m_p,$$

которая и будет решением нашей задачи, формула для нахождения структуры нашего портфеля. Также, будут рассмотрены свойства эффективных решений, которые помогут лучше разобраться в поставленной задаче и увидеть некоторые вещи, которые были взвешены в ходе решения данной задачи.

В разделе 3 рассматривается классическая теория формирования портфеля ценных бумаг основанной на модели Тобина. Сначала ввели все обозначения, необходимые для понимания задачи Тобина. Далее уже рассмотрели построение самой задачи, которая основана на нахождении структурах портфелях. Математическая формулировка задачи Тобина имеет следующий вид:

$$D_p = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j V_{ij} \rightarrow \min_x,$$

$$x_0 + I^T x = 1, m_0 x_0 + m^T x = m_p$$

Проведя некоторые математические выкладки, получили в результате следующую формулу:

$$x^* = \frac{(m_0 - m_p)}{q_p^2} V^{-1} (m_0 I - m)$$

которая и будет решением нашей задачи, формула для нахождения структурах нашего портфеля. Также, будут рассмотрены свойства эффективных решений, которые помогут лучше разобраться в поставленной задаче и увидеть некоторые вещи, которые были выявлены в ходе решения данной задачи.

В разделе 4 описаны инструменты, которые использовались при создании программного продукта. Использованный язык программирования -

РНР. Основные расчеты производились благодаря специальной библиотеки RНRExel. Использование библиотеки связано с тем, что она дает легко считать информацию с файла, и также легко с ней работать. Далее, описывается работа программного продукта, который реализует решение задачи Марковица, выводя структуру портфеля ценных бумаг. Данный программный продукт представляет собой веб-страницу, на которую пользователь может загрузить файл Excel, с интересующими его данными о каких либо компаниях. В итоге всех расчетов, будет предложено скачать новый файл, в котором будут представлены расчеты структуры портфеля ценных бумаг. Программа в конечном файле показывает уровень неопределенности при вложении в данные компании, а также уровень ее доходности за рассматриваемый пользователем период. Данный программный продукт возможно использовать на рынке ценных бумаг, для составления структуры портфеля ценных бумаг. Он позволит пользователю, проанализировать состояние компании на рынке, благодаря подсчитанным уровням доходности и риска. А. так как расчеты производятся последовательно, в соответствии с решением задачи Марковица, можно разобраться как это происходит с математической точки зрения.

В разделе 5 представлены результаты экспериментов с реальными данными. Компании, для составления портфеля будут следующими:

1. Роснефть,
2. Уфа-петрол,
3. Нашгаз,
4. Татнефть.

Сравнив соотношение доходностей и рисков каждой из рассмотренных компаний, выбраны наиболее выгодные для инвестора.

Заключение Все поставленные цели, выполнены при написании работы. В работе была рассмотрена задача оптимизации структуры портфеля по заданной функции полезности и проведены исследования экспериментальным способом портфеля ценных бумаг 3-х разных компаний. В итоге, решены экономические задачи путём нахождения структуры портфеля, значение доходности и риска.