

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра математической экономики

**Автоматизированная информационная система  
«Формирование инвестиционного портфеля»**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студента 5 курса 561 группы  
направления 09.03.03 — Прикладная информатика  
механико-математического факультета

**Суровягина Дмитрия Павловича**

Научный руководитель

доцент, кандидат экономических наук

\_\_\_\_\_ А. Р. Файзлиев

Заведующий кафедрой

профессор, доктор физико-математических наук

\_\_\_\_\_ С. И. Дудов

Саратов, 2018

**Введение** Выпускная квалификационная работа посвящена проблеме автоматизированного формирования инвестиционного портфеля. Задачи автоматизации, оптимизации и стандартизации инвестиционных решений занимают сегодня важное место в теории финансов и привлекают исследователей, представляющих различные области знаний. Например, Международным институтом управления проектами (PMI) разработана база знаний по эффективному управлению проектами (Project Management Body of Knowledge). Данное руководство было признано Американским Национальным Институтом Стандартов (ANSI). В 2012 году процессы управления проектами, описанные в Руководстве PMBOK 4-го издания, были адаптированы Международной организацией по стандартизации (ISO).

Задача рационального и эффективного инвестирования средств важна как для частных инвесторов, так и для народного хозяйства в целом. Исследование инвестиционных проектов начато в работах И. Фишера, Д. Кейнса. Задачу формирования оптимальных портфелей из инвестиционных проектов рассматривали М. Вейнгартнер, Дж. Лори, Г. Марковиц, С. Росс, Л. Сэведж, Дж. Тобин, Дж. Хиршлейфер, У. Шарп; из отечественных исследователей: В. З. Беленький, Е. М. Бронштейн, П. Л. Виленский, С. И. Дудов, В. Н. Лившиц, С. А. Смоляк, С. И. Спивак и другие.

В современной экономике объёмы и результаты инвестиционной деятельности определяют темпы развития и экономического роста страны. Под влиянием финансовых рисков возрастает потребность использования не только научно, но и практически обоснованных стратегий управления портфелем ценных бумаг, усиливается роль автоматизированных инструментов управления инвестиционным портфелем, которые позволили бы найти наиболее оптимальное соотношение между риском и доходностью. Поэтому тема данной выпускной квалификационной работы представляется весьма актуальной.

*Объектом* исследования является инвестиционная деятельность, связанная с формированием и управлением портфелем ценных бумаг и осуществляемая в условиях неопределенности и рисков. *Предметом* исследования является управление портфелем ценных бумаг, а также связанных с этим процессом этапов формирования портфеля, определение портфельной стратегии, выбора и оценки стоимости и доходности активов для инвестирования с помощью автоматизированной информационной системы.

*Цель* данной выпускной квалификационной работы — изучение современной теории портфельного инвестирования и способов реализации её основных положений в сфере информационных технологий.

В соответствии с целью работы были поставлены следующие *задачи*:

- 1) рассмотреть задачу формирования оптимального инвестиционного портфеля в трудах Г. Марковица и Дж. Тобина;
- 2) изучить критерии оценки эффективности инвестиционного проекта для применения их в разработке АИС для формирования портфеля инвестиций;
- 3) определить наиболее эффективные стратегии управления инвестиционным портфелем в условиях экономической неопределённости и риска;
- 4) задать порядок проектирования АИС и рассмотреть особенности подготовки её технического задания;
- 5) создать схему общей архитектуры АИС и сформулировать требования к решаемым в ней задачам;
- 6) написать программные решения для как минимум двух методов оптимизации портфеля инвестиций — алгоритма «ветвей и границ» и эволюционного алгоритма.

Работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка использованной литературы и пяти приложений.

**Основное содержание работы** В первой части выпускной квалификационной работы «Теоретические основы портфельного инвестирования» ставится задача формирования оптимального инвестиционного портфеля (ИП) и рассматриваются наиболее современные и эффективные стратегии по управлению таким портфелем.

Формирование инвестиционного портфеля ценных бумаг предполагает определение активов для вложения средств, а также долей распределения инвестируемого капитала между активами. Инвесторы могут вкладывать средства не в один, а в несколько типов активов, целенаправленно формируя

наиболее прибыльный и наименее рисковый в сложившихся условиях инвестиционный портфель. Процесс формирования портфеля должен пройти следующие этапы:

- 1) определение того, какие типы активов должны быть представлены в портфеле;
- 2) конкретизация долгосрочных целевых показателей по долям различных типов активов в портфеле;
- 3) указание границ изменения долей активов с целью получения наилучшего результата;
- 4) выбор конкретных ценных бумаг в каждом из типов.

Таким образом, портфель ценных бумаг — это инструмент инвестирования, с помощью которого инвестор добивается желаемого уровня доходности при заданном уровне риска наиболее эффективным способом.

В своей статье «Выбор портфеля» 1952 года (и последующей монографии 1959 года «Выбор портфеля: эффективная диверсификация инвестиций») Гарри Марковиц ввел понятие риска при создании портфелей.

Ранее основным показателем качества акции была ее доходность, то есть величина выигрыша или проигрыша инвестора от изменения цены бумаги. Но поскольку любое инвестиционное решение предполагает некоторый инвестиционный риск, подход Марковица, исходящий из соотношения «доходность — риск», оказался более рациональным и плодотворным, чем предшествующие методики.

Одно из допущений Марковица заключается в том, что инвестор выберет из множества ИП такие, которые обеспечат наименьший риск при заданном уровне доходности или наибольшую доходность при заданном уровне риска. Это допущение подразумевает, что инвестор имеет свои предположения о доходности по каждому активу, включенному в портфель. Также инвестор берет в расчет ковариационную матрицу, дающую представление о взаимосвязи доходностей активов и предполагаемого риска инвестиционного портфеля.

Таким образом, решением задачи Марковица является множество «неулучшаемых» портфелей, то есть таких, в которых ожидаемая доходность не может быть увеличена без увеличения риска или, наоборот, риск не может быть

уменьшен без уменьшения ожидаемой доходности. С помощью модели Марковица можно выявить показатели, определяющие объём инвестиций и соответствующий риск ИП, что позволяет сравнивать между собой альтернативные вложения финансовых ресурсов и оценивать различные комбинации инструментов портфельного инвестирования.

К модели Марковица можно добавить условия наличия так называемых безрисковых инвестиций. Безрисковыми на определённом промежутке времени условно считаются вложения в государственные ценные бумаги (например, облигации федерального займа или депозиты в крупных банках). Поскольку доходность безрискового актива есть фиксированная величина, то ее дисперсия, а также ковариации с доходностями других активов равны нулю. Поэтому дисперсия доходности портфеля с безрисковыми инвестициями определяется только присутствием в портфеле рискованных активов.

Теория Марковица–Тобина дает возможность определить набор оптимальных портфелей. Каждый из этих портфелей обеспечивает наивысшую ожидаемую доходность для заданного уровня риска. Особенностью модели является ограниченность доходности допустимых портфелей, так как доходность любого стандартного портфеля не превышает наибольшей доходности инструментов, из которых он построен.

Если при создании ИП вложить все деньги только в один вид финансовых активов, то инвестор окажется зависимым от колебания его курсовой стоимости. Поэтому следует вкладывать капитал в ценные бумаги (ЦБ) различных компаний, а также в безрисковые активы. Хотя эффективность таких вложений также будет зависеть от колебаний цен, но уже от усредненного и, как правило, меньшего колебания, потому что при повышении курса одной ЦБ курс другой ЦБ может понизиться, и колебания будут взаимно гаситься. Такой ИП, состоящий из разнообразных видов ЦБ, называется диверсифицированным портфелем.

Если ИП диверсифицирован включением большого числа активов, то дисперсия портфеля приближается к средней ковариации отдельных активов. Следовательно, общий риск ЦБ, находящейся в изоляции, больше, чем у той же ЦБ, находящейся в портфеле. Комбинация активов со слабой корреляцией понижает риск портфеля.

Отсюда вытекает одно из основных практических правил финансового

рынка: для повышения надежности эффекта от вклада в рискованные ценные бумаги целесообразно делать вложения не в один их вид, а составлять портфель, содержащий возможно большее разнообразие ЦБ, эффект от которых случаен.

В центре внимания стратегии диверсификации Г. Марковица находится уровень ковариации доходностей активов ИП. Существенный вклад Г. Марковица состоит в постановке вопроса о риске активов как составляющих единого портфеля, а не отдельно взятых единиц.

Стратегия диверсификации состоит в выборе таких активов, доходности которых имели бы наименьшую корреляцию. При этом инвестор всё также стремится к максимально возможному снижению риска при сохранении требуемого уровня доходности. Но именно учёт взаимной корреляции доходностей активов с целью снижения риска отличает стратегию диверсификации Г. Марковица от стратегии наивной диверсификации. Таким образом, основные идеи, лежащие в основе диверсификации, суть следующие:

- риск ИП меньше, чем средняя взвешенная рисков отдельных ЦБ;
- среднее квадратическое отклонение ИП падает, когда снижается степень корреляции пар активов;
- общий риск ЦБ, находящейся в изоляции, больше, чем у той же ценной бумаги, находящейся в портфеле;
- комбинация активов со слабой корреляцией понижает риск портфеля;

То есть, наилучшая диверсификация достигается не просто добавлением активов к портфелю, а добавлением таких активов, доходы которых имеют низкие (а лучше даже отрицательные) корреляции с уже имеющимися активами в ИП.

Критерием привлекательности инвестиционного проекта является уровень доходности, полученной на вложенный капитал. Од доходностью (прибыльностью) проекта понимают не просто прирост капитала, а такой темп его прироста, который полностью компенсирует изменение покупательной способности денег в течение рассматриваемого периода, обеспечивает минимальный уровень доходности и покрывает риск инвестора, связанный с его реализацией.

Проблема оценки привлекательности инвестиционного проекта для инвестора заключается в определении уровня его прибыльности. В практике проектного анализа применяют два основных подхода к решению проблемы оценки привлекательности проектов: статистические (простые) модели и динамические модели (методы дисконтирования).

Статистические методы оценки не учитывают фактор времени и используют данные бухгалтерской отчетности, на основе которой рассчитывают простую норму прибыли и срок окупаемости проекта. Построение дисконтированных критериев оценки проектов базируется на использовании теории ценности денег во времени.

**Вторая часть** работы «АИС для управления портфелем инвестиций» посвящена рассмотрению методологических основ, общей структуры и задач автоматизированной экономической системы, помогающей пользователю сформировать оптимальный ИП.

Методологическую основу проектирования АИС составляет системный подход, в соответствии с которым любая система представляет собой совокупность взаимосвязанных объектов (элементов), функционирующих совместно для достижения общей цели. Успешное функционирование и экономическая эффективность АИС зависит от соблюдения следующих принципов.

1. *Принцип эмерджентности* (целостности): хотя в системе можно выделить отдельные модули и элементы, все они рассматриваются как функциональные части единого целого.
2. *Принцип гомеостазиса* (устойчивости): система должна быть устойчива к внешним материальным и информационным воздействиям, в ней должна поддерживаться динамическая стабильность функционирования на определённом промежутке времени.
3. *Принцип адаптивности* (приспособления): для достижения основных целей системы и лучшей её управляемости элементы должны реагировать на изменения в окружающей среде.
4. *Принцип обучаемости*: в соответствии с изменением целей и задач системы должна постепенно изменяться и её внутренняя структура.

Проектирование экономической АИС, называемое каноническим, использует каскадную модель жизненного цикла АИС. Процесс каскадного проектирования АИС в соответствии с действующим в России стандартом (ГОСТ 24.601-86) делится на следующие этапы:

- 1) исследование и обоснование необходимости создания АИС,
- 2) разработка технического задания для АИС,
- 3) создание эскизного проекта АИС,
- 4) техническое проектирование АИС,
- 5) рабочее проектирование АИС,
- 6) ввод в действие АИС,
- 7) функционирование, сопровождение и модернизация готовой АИС.

Требования к комплексу программ «Формирование инвестиционного портфеля» подразделяются на:

- функциональные требования, описывающие задачи и комплексы задач АИС;
- требования к архитектуре и хранилищу данных, описывающие то, как система должна быть сконструирована;
- требования к средствам разработки, которые регламентировали бы используемые для разработки программные продукты и технические устройства, серверное программное обеспечение и готовые программные модули;
- требования к дизайну пользовательского интерфейса.

Основные функциональные требования предполагают реализацию АИС следующих задач:

- решение задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов методом «ветвей и границ» (программа `mvstv.py` в Приложении D работы и её блок-схема в Приложении В);



- решение задачи формирования оптимального инвестиционного портфеля проектов с помощью эволюционного алгоритма (см. программу *evolut.py* в Приложении Е работы и её блок-схема в Приложении С);
- автоматическая генерация списка задач формирования оптимального ИП;
- открытие задачи из файла и вывод результатов решения задачи для дальнейшего использования инвестором в отдельный файл.

В Приложении А представлена архитектура подлежащего разработке комплекса программ:

- *интерфейс АИС*: даёт пользователю возможность ввода и просмотра исходных данных и результатов работы АИС;
- *блок задания входных инвестиционных данных*: позволяет задавать входные данные, состав и структура которых зависит от выбранного метода решения задачи;
- *блок проверки и подготовки данных*: производит отсев некорректных данных (выводится сообщение об ошибке пользователю), а также служит для инициализации исходных данных;
- *модуль генерации списка задач*: случайно генерирует задачи в заданных пользователем диапазонах;
- *два модуля решения задачи*: дают решение оптимизационной задачи формирования ИП соответствующими методами;
- *блок подготовки выходных данных*: производит инициализацию выходных данных для пользователя;
- *блок вывода результатов*: выводит результаты вычислений на экран и (или) сохраняет их во внешних файлах;
- *база данных*: хранит инвестиционную информацию, находится за пределами комплекса программ для повышения надёжности и скорости доступа к данным.

**Заключение** Таким образом, в настоящей выпускной квалификационной работе были проанализированы и оценены в рамках актуальных экономических теорий способы автоматизации портфельного инвестирования. Использование результатов Г. Марковица и Дж. Тобина, а также концепций диверсифицированного и оптимизированного портфелей значительно увеличивает доходность и снижает риск инвестиционной деятельности.

Причиной, по которой невозможно полностью опереться на портфельную теорию Г. Марковица и Дж. Тобина, заключается в том, что её фундаментальные допущения не реалистичны в текущей экономической обстановке в России. Среди таких допущений можно выделить запрет «коротких продаж», которые широко распространены на фондовых рынках, отсутствие транзакционных издержек, которые могут составлять значительную сумму при добавлении большего количества активов в портфель, абстрагирование от налогообложения и др. Поэтому при создании эффективной АИС по формированию и управлению ИП необходимо учитывать не только портфельную теорию, но и многие реальные факторы, влияющие на инвестиционный процесс.

В работе рассмотрены пассивная и активная стратегии управления портфелем инвестиций, каждая из которых по-своему привлекательна для инвесторов. Пассивная стратегия также может служить ориентиром, с помощью которого можно оценивать эффективность инвестирования. Вопрос выбора той или иной стратегии остаётся за инвестором и не может быть решён на теоретическом уровне. Однако, учитывая распространённую сегодня неэффективность рынка (большое количество недооценённых или переоценённых бумаг), выбор активной стратегии представляется более предпочтительным. С другой стороны, количество инвесторов, которым удалось «обыграть» весьма незначительно.

Проблема управления портфелем ценных бумаг с помощью автоматизированной информационной системы остаётся сегодня дискуссионной темой, так как нет единого мнения относительно наилучших программных реализаций методов и инструментов инвестирования. Тем не менее, внедрение автоматизированной информационной системы, основанной на работе эффективных алгоритмов и использовании баз данных, позволяет повысить эффективность инвестиционной деятельности.