

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

Кафедра дифференциальных уравнений и математической экономики

Моделирование инвестиционной стратегии

на основе минимаксного критерия и финансовых калькуляций

АВТОРЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 247 группы

направления 09.04.03 — Прикладная информатика в экономике

механико-математический факультет

Каряпкиной Елены Дмитриевны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н., доцент

И. Ю. Выгодчикова

Заведующий кафедрой

зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

С. И. Дудов

Введение. Под термином инвестиции понимается применение финансовых ресурсов в форме долгосрочных вложений капитала, или капиталовложений. Инвестиции являются (в большинстве случаев) долгосрочным процессом, поэтому для наиболее эффективного применения финансовых ресурсов, не только предприятию, следует формировать инвестиционную стратегию. Инвестиционная стратегия — это комплекс долгосрочных целей, наиболее принципиальных установок и намерений в области капиталовложений и вложений в финансовые активы, развития производства, формирования оптимальной структуры направлений инвестирования и источников их финансирования, а также совокупность действий по их достижению. Именно при использовании правильной инвестиционной стратегии можно окупить вложенные средства.

Причинами для инвестиций, а так же грамотного вложения финансового капитала являются обновление имеющейся материально-технической базы, наращивание объёмов производства, освоение новых видов деятельности.

Остановимся подробнее на инновационной сфере, наиболее затратной и, в то же время, наиболее эффективной, с точки зрения ожидаемых доходов от инвестиций (при условии, что риск вложений в рассматриваемую сферу бизнеса не слишком велик).

При интенсивном развитии инновационной сферы бизнеса необходимо применять новые технологии оценивания структуры инвестиционного капитала, который предназначен для разработки перспективных направлений бизнеса. Применение традиционных методов портфельного инвестирования невозможно, так как в них отсутствуют оценочные показатели доходности, требуемые для построения модели динамических рядов. Поэтому актуальным направлением исследования является разработка моделей и методов оценивания инвестиционных рисков для инновационных предприятий России.

Главной ошибкой при проведении финансового анализа становится то, что в расчётах учитывается только текущая структура, но для получения более точного результата следует брать в расчёт так же динамику коэффициентов ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности. Инвесторы ставят несколько целей – получить высокий доход и минимизировать риски. Эти все особенности следует учитывать в модели. Для получения долей портфе-

ля на основе финансовой отчётности предприятий применение модели Г.М. Марковица становится не возможным.

Цель работы: разработать инвестиционную стратегию на основе минимаксного критерия и финансовых калькуляций.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие **задачи:**

1. Изучить теоретические основы инвестиционной стратегии.
2. Изучить метод формирования инвестиционного портфеля на основе минимаксного критерия.
3. Составить блок-схему алгоритма, который будет отражать расчёт долей инвестиций для инновационных предприятий на основе минимаксной модели оценки рисков.
4. Разработать программу для формирования структуры инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия и финансовых калькуляций на языке программирования Python.
5. Произвести расчёт структуры инвестиционного портфеля для инновационных предприятий.

Объектом работы являются предприятия. **Предметом исследования** выступает программное средство на основе минимаксного критерия и финансовых калькуляций.

Гипотеза: с помощью программы «Управление капиталом инвестора на основе минимаксного подхода» возможно быстро и точно рассчитать структуру инвестиционного портфеля для предприятий.

Основное содержание работы. Работа состоит из введения, трёх разделов, заключения, списка использованных источников, содержащего 33 наименований, трёх приложений. Общий объём работы составляет 80 страниц.

В **первом** разделе приводятся теоретические основы инвестиционной стратегии: понятие «стратегия управления портфелем», виды стратегий управлений, понятие «инвестиционный портфель», этапы формирования инвестиционного портфеля, а также формирование диверсифицированного портфеля.

Стратегия управления портфелем — это интегрированная модель действий, предназначенных для достижения инвестиционных целей. Содержа-

нием стратегии служит набор правил принятия решений, применяемый для определения основных направлений деятельности.

По характеру проводимых операций различают активную, пассивную и активно-пассивную стратегию управления портфелем.

Активная стратегия управления подразумевает систематическое отслеживание рынка ценных бумаг, приобретение более эффективных ценных бумаг и максимально быстрое избавление от низкодоходных активов. В результате довольно быстро изменяется состав инвестиционного портфеля. Активная стратегия строится на основе как фундаментального, так и технического анализа.

Пассивная стратегия управления заключается в формировании диверсифицированного портфеля и сохранении его в течение продолжительного времени. В случае пассивной стратегии инвестор не принимает самостоятельных решений о составе и структуре портфеля, а создаёт его, только опираясь на формулу расчёта выбранного индекса. Внесение изменений в портфель происходит только в случае изменения в расчёте используемого показателя или финансового актива, доходность по которому служит образцом для сравнения результативности инвестиций.

Инвесторы могут объединять подходы активной и пассивной стратегий. Например, основная часть портфеля остаётся без изменений, в то время как ценными бумагами, составляющими отдельные, меньшие по величине суб-портфели, ведётся активная торговля.

Под инвестиционным портфелем понимают совокупность нескольких инвестиционных объектов, управляемую как самостоятельный инвестиционный объект для достижения поставленной цели. Теоретически в инвестиционный портфель одновременно могут включаться реальные средства (станки, оборудование, земля, иная недвижимость и др.), финансовые средства (ценные бумаги, валюта, производные финансовые инструменты и др.), нефинансовые средства (предметы антиквариата, драгоценные камни и др.) и нематериальные активы (ноу-хау, права на патенты и др.). Тем не менее на практике термин «инвестиционный портфель» часто используется в узком смысле, как управляемая совокупность ценных бумаг.

Процесс формирования инвестиционного портфеля состоит из ряда последовательных этапов:

1. Разработка инвестиционной политики.
2. Анализ ценных бумаг.
3. Формирование инвестиционного портфеля.
4. Реструктуризация инвестиционного портфеля.
5. Оценка результатов инвестиционной деятельности.

Диверсификация инвестиционного портфеля — это метод снижения инвестиционных рисков с помощью включения в портфель не связанных друг с другом активов. Инвестиционный риск включает в себя риски двух видов: системный (рыночный) и несистемный (диверсифицируемый). Системные риски оказывают влияние на весь рынок в целом, несистемные — на отдельные ценные бумаги. Диверсифицировать портфель можно по нескольким уровням. Выделяют следующие уровни диверсификации инвестиционного портфеля:

1. По классам активов;
2. По странам;
3. По отраслям;
4. По ценным бумагам.

Благодаря грамотной диверсификации инвестор гарантирует для себя сравнительное спокойствие в период обрушения определенной отрасли или спада по отдельной компании. Остальная часть активов в портфеле надежно защитит во всех ситуациях, не считая всеобщего обвала всех существующих рынков.

Во **втором** разделе описано управление капиталом на основе минимакса: структура капитала и факторы, влияющие на неё, методы управления капиталом, формирование инвестиционного портфеля на основе минимаксного критерия.

Структура капитала — это соотношение собственных и заёмных финансовых средств, используемых предприятием в процессе своей хозяйственной деятельности.

Собственный капитал — раздел бухгалтерского баланса, отражающий остаточное требование учредителей (участников) к созданному ими юриди-

ческому лицу. Собственный капитал состоит из следующих статей бухгалтерского баланса:

- уставного капитала (складочный капитал, уставный фонд, вклады товарищей);
- собственных акций, выкупленных у акционеров;
- переоценки внеоборотных активов;
- добавочного капитала (без переоценки);
- резервного капитала;
- нераспределённой прибыли (непокрытого убытка).

Собственный капитал — это итог по разделу III бухгалтерского баланса «Капитал и резервы».

Заёмный капитал — капитал, полученный в виде долгового обязательства. В отличие от собственного капитала, имеет конечный срок и подлежит безоговорочному возврату. Обычно предусматривается периодическое начисление процентов в пользу кредитора. Заёмный капитал подразделяется на краткосрочный (до 12 месяцев) и долгосрочный.

Краткосрочный заёмный капитал состоит из следующих статей бухгалтерского баланса:

- заёмных средств;
- кредиторской задолженности;
- доходов будущих периодов;
- оценочных обязательств;
- прочих обязательств.

Долгосрочный заёмный капитал состоит из следующих статей бухгалтерского баланса:

- заёмных средств;
- отложенных налоговых обязательств;
- оценочных обязательств;
- прочих обязательств.

Заёмный капитал — это сумма итогов по разделу IV бухгалтерского баланса «Долгосрочные обязательства» и по разделу V бухгалтерского баланса «Краткосрочные обязательства».

На структуру капитала влияют факторы, которые можно разделить на два вида: эндогенные (внутренние) и экзогенные (внешние). К внешним факторам можно отнести внешнюю институциональную среду компаний, развитость рынков капитала, налоги, налоговые щиты, не связанные с заёмным капиталом, кредитных рейтинг компании и так далее. К внутренним факторам можно отнести производственный риск, типы активов, размеры компании, кредитная история компании и так далее. Структура капитала подвержена влиянию множества различных факторов, которые и обуславливают различия в уровнях долговой нагрузки между различными компаниями.

Управление капиталом — это математический процесс увеличения и уменьшения количества торгуемых контрактов/акций/опционов. Целью управления капиталом является увеличение дохода в течение прибыльных периодов торговли и защита этого дохода в течение просадок любой торговой системы или метода. Существуют различные методы управления капиталом:

1. Отсутствие управления капиталом.
2. Метод многократных лотов.
3. Метод фиксированной суммы, подвергаемой риску.
4. Метод фиксированного процента от капитала.
5. Метод согласования выигрышей и проигрышей при торговле.
6. Метод оптимального F.

Каждый из методов управления капиталом заслуживает изучения и использования, потому что имеет свои сильные и слабые стороны. И каждый из методов обладает наибольшей эффективностью только при использовании его в определённых условиях.

В данном разделе была представлена математическая модель формирования портфеля инвестора на основе минимаксного критерия и финансовых калькуляций.

Через θ_i обозначена доля i -ого актива в портфеле, $\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n)$ — вектор неизвестных долей активов (эти компоненты нужно найти в результате решения оптимизационной задачи). Риск потери инвестированных средств в активы, входящие в портфель, обозначен через $V_i > 0$, $i = \overline{1, n}$.

Если инвестор вложил в i -ый актив портфеля θ_i -ю долю капитала, предназначенного для всех активов, он рискует потерять именно эту часть средств

в том случае, если i -й актив окажется ненадежным, интуитивно понятно, что чем выше уровень риска актива, тем меньше средств целесообразно вложить в него. Поэтому в рассматриваемой модели оценкой риска потери капитала, вложенного в активы инвестиционного портфеля, служит величина $\max V_i \theta_i$, $i = \overline{1, n}$. Эта величина обозначает максимальную долю потерь вложенного капитала, и её следует минимизировать:

$$\Psi(\theta) = \max_{i=\overline{1, n}} V_i \theta_i \rightarrow \min_{\theta \in D}, \quad (1)$$

где

$$D = \{\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1\}. \quad (2)$$

Если инвестор имеет требования к доходности портфеля, вместо множества ограничений (2) следует рассматривать множество вида:

$$D = \{\theta = (\theta_1, \dots, \theta_n) \in R^n : \sum_{i=1}^n \theta_i = 1, \sum_{i=1}^n \eta_i \theta_i = \eta_p\}, \quad (3)$$

где $\eta_1 > \dots > \eta_n$ — заданные показатели доходности; η_p — требуемая инвестором доходность портфеля. При этом считается, что $V_1 > \dots > V_n$.

Для оценки риска потери вложенного капитала использован коэффициент финансового леведреджа. Показателем доходности был использован коэффициент рентабельности собственного капитала.

Данная математическая модель была усовершенствована, что позволило учесть объём собственных ресурсов предприятия.

В **третьем** разделе разработан алгоритм программного решения, разработаны программы и приведены результаты вычисления.

Алгоритм — это совокупность действий, приводящих к достижению результата за конечное число шагов. Алгоритм должен обладать следующими свойствами:

1. Дискретность — это разбиение алгоритма на ряд отдельных законченных действий (шагов).
2. Детерминированность — любое действие алгоритма должно быть строго и недвусмысленно определено в каждом случае.

3. Конечность — каждое действие в отдельности и алгоритм в целом должны иметь возможность завершения.
4. Массовость — один и тот же алгоритм можно использовать с разными исходными данными.
5. Результативность — алгоритм должен приводить к достоверному решению.

Основная цель алгоритмизации — это составление алгоритмов с дальнейшим решением задачи на ЭВМ.

Существует несколько способов записи алгоритмов. На практике наиболее распространены следующие формы представления алгоритмов: словесная, псевдокоды, графическая, программная.

Составленная блок-схема алгоритма отражает расчёт долей инвестиций для инновационных предприятий на основе минимаксной модели оценки рисков. Для построения блок-схемы был выбран онлайн-сервис LucidChart. LucidChart — это инструмент для создания веб-диаграмм, который упрощает процесс рисования схем и диаграмм.

Для вычисления долей инвестиционного портфеля были разработаны три программы — по уровням сложности.

Первая программа вычисляет доли инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия. Данная программа имеет интерфейс программной строки. Результат вычисления представлен в виде таблицы. Сведения о программе для вычисления долей инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия представлено в приложении А.

Вторая программа предназначена для оценки долевого распределения инвестиций с использованием иерархического подхода и критерия минимакса доли инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия. Данная программа имеет интерфейс программной строки. Результат вычисления представлен в виде таблицы и круговой диаграммы. Сведения о программе для оценки долевого распределения инвестиций с использованием иерархического подхода и критерия минимакса представлено в приложении Б.

Третья программа предназначена для управления капиталом инвестора на основе минимакса. Данная программа имеет графический пользователь-

ский интерфейс. Результат вычисления представлен в виде таблицы и круговой диаграммы. Сведение о программе для управления капиталом инвестора на основе минимакса представлено в приложении В.

Для разработки графического интерфейса пользователя была выбрана библиотека tkinter. Для вывода результатов в табличном виде была использована библиотека PrettyTable. Для построения круговых диаграмм была использована библиотека Matplotlib.

Анализ проведён для инновационных предприятий Саратовской области «Ламинированное стекло», «Нита-Фарм», «Биоамид» за 2015 — 2020 года. В 2015 г. для рассматриваемых предприятий в расчётах применяется модель (1) — (3). На основе результатов анализа данных для рассматриваемых предприятий в 2016 — 2020 гг. в расчётах применяется модель (1) — (2).

С точки зрения освоения инвестиционного капитала важно учитывать общий объём инвестируемых средств. Если объём инвестиционных ресурсов ниже собственных средств предприятий, достаточно найти долю инвестирования. Если же объём инвестиционных ресурсов превышает собственные средства одного из предприятий, есть риск того, что данное предприятие не сможет эффективно освоить вложенные средства. Поэтому целесообразно учитывать корректирующие коэффициенты. Подобная ситуация наблюдается на предприятии «Ламинированное стекло», для которого отмечается резкое снижение рекомендуемой доли финансирования ввиду относительно низкого объёма собственных средств.

Заключение. В ходе работы изучены теоретические основы инвестиционной стратегии: что такое инвестиционная стратегия, какие виды инвестиционных стратегий бывают, что такое инвестиционный портфель, какие основные этапы формирования портфеля, а также как формируется диверсифицированный портфель. Между целями инвестирования, типом портфеля и стратегией управления существует определённая взаимосвязь. Максимальную доходность нельзя обеспечить без активных торговых операций. Консервативному портфелю более свойственна пассивная стратегия без активных торговых операций. Чтобы снизить риск инвестиционного портфеля, необходимо применять диверсификацию.

В работе был изучен метод формирования инвестиционного портфеля на основе минимаксного критерия. Оценка инвестиционного проекта представляет собой наиболее ответственный этап в процессе принятия инвестиционных решений. Для оценки риска потери вложенного капитала использован коэффициент финансового леввереджа. Показателем доходности был использован коэффициент рентабельности собственного капитала. Данный метод был усовершенствован, что позволило учесть объём собственных ресурсов предприятия. В зависимости от того, насколько точно и объективно были проведены оценочные работы, будут понятны сроки возврата вложенного капитала, а так же темпы роста и развития предприятия.

В работе составлена блок-схема алгоритма, который отражает расчёт долей инвестиций для инновационных предприятий на основе минимаксного критерия и финансовых калькуляций. Для создания блок-схемы был использован онлайн-сервис LucidChart.

Для вычисления структуры инвестиционного портфеля были использованы разработанные программы по уровням сложности:

1. Вычисляет доли инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия без учёта собственного капитала. Программа имеет интерфейс программной строки. Результат вычисления представлен только в виде таблицы.
2. Вычисляет доли инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия без учёта и с учётом собственного капитала. Программа имеет интерфейс программной строки. Результат вычисления представлен в виде таблицы и диаграммы.
3. Вычисляет доли инвестиционного портфеля с использованием минимаксного критерия без учёта и с учётом собственного капитала. Программа имеет графический пользовательский интерфейс. Результат вычисления представлен в виде таблицы и диаграммы. Также программа имеет справку о математической модели вычисления долей инвестиционного портфеля.

Все три программы разработаны на языке программирования Python. Для вывода результатов в виде таблицы использована библиотека PrettyTable. Для вывода результатов в виде круговой диаграммы использо-

вана библиотека Matplotlib. Для реализации графического интерфейса пользователя применена библиотека Tkinter.

С помощью разработанных программ были рассчитаны доли финансирования инновационных предприятий Саратовской области «Ламинированное стекло», «Нита-Фарм», «Биоамид» на основе бухгалтерской отчетности 2015-2020 годах.

Таким образом, в ходе работы была достигнута поставленная цель.