**ДВУХКРИТЕРИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ПОРТФЕЛЬНЫМИ ИНВЕСТИЦИЯМИ С УЧЕТОМ РИСКА**

08.00.13 – Математические и инструментальные методы экономики

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата экономических наук

Москва – 2008

**Общая характеристика работы**

Актуальность темы исследования. При анализе эффективности финансовых портфельных инвестиций в большинстве случаев доходы и расходы по ним не могут быть определены однозначно, что существенно затрудняет решение проблемы формирования рациональных инвестиционных стратегий. Причинами этого являются, c одной стороны, повышение степени неопределенности и риска в условиях рыночной конкуренции, обострившейся на современном этапе экономического развития страны, с другой – влияние возрастающего числа недетерминированных факторов (международных, внутриполитических, социальных, экономических и т.д.), что обусловлено увеличивающейся открытостью отечественного рынка.

В такой ситуации инвесторы и инвестиционные компании имеют определенные затруднения в формировании стратегий своей деятельности, поскольку традиционное стремление к максимизации прибыли, как правило, сопровождается ростом рисков понести незапланированные убытки. Это обстоятельство обусловливает актуальность разработки методов формирования инвестиционных стратегий, учитывающих неопределенность и риски рынка, целью которых является определение компромисса между риском понести потери и максимизацией доходности при формировании портфеля инвестиций как в финансовые активы, так и в материальные.

Степень разработанности проблемы.

Проблемы оценки управления риском портфельных инвестиций исследовались во многих работах отечественных и зарубежных специалистов, к числу которых относятся Аньшин В.М., Балабанов И.Т., Буренин А.И., Ковалев В.В., Капитоненко В.В., Лагоша Б.А., Лившиц В.Н., Тренев Н.Н., Шапкин А.С., Шеремет А.Д., Ален Р., Блек Ф., Марковиц Г., Мертон Р., Миллер М., Модильяни А., Петерс Э., Тобин Д., Фабоци Ф., Шарп Ч., Шоулс М. и другие.

Результаты их работ отражают как фундаментальные основы теории портфельных инвестиций, так и практические рекомендации и выводы по формированию инвестиционных портфелей в рыночных условиях. Международное научное сообщество высоко оценило значимость полученных в этой области результатов присуждением двух Нобелевских премий в области экономики в период 1990-2000 г. В то же время эти результаты не всегда могут быть использованы на российских финансовых рынках. На наш взгляд это связано со следующими причинами.

Существующие теории многокритериальной оптимизации дают возможность описать множество так называемых эффективных портфелей и далее выбрать портфель с максимальным доходом при ограничениях на риск или минимизировать риск портфеля при заданной доходности. Идеальной для инвестора является ситуация формирования портфеля максимальной доходности и минимального риска. Однако эффективные подходы к решению проблемы оптимизации портфеля по двум этим критериям не всегда существуют. Не позволяет в полной мере использовать классическую инвестиционную теорию, и тот факт, что операции купли-продажи на фондовом рынке часто осуществляются с однородными пакетами ценных бумаг фиксированного объема, что приводит к необходимости учитывать дискретный характер финансовых активов, включаемых в портфель. И, наконец, при анализе инвестиционных рисков для проектов финансирования предприятий реального сектора экономики, необходимо учитывать кроме рыночных рисков и производственные ограничения, обусловленные имеющейся производственной мощностью, необходимыми объемами запасов материальных ресурсов производства, спросом на выпускаемую продукцию и другими.

Необходимость создания новых и совершенствования существующих моделей и методов управления инвестициями при разработке инвестиционных стратегий, учитывающих особенности рыночных отношений в российской экономике с учетом характерных для нее рисков, и предопределило цель и задачи данной работы.

Целью диссертационной работы является разработка двухкритериальных целочисленных моделей и методов управления портфельными инвестициями, учитывающих требования по повышению доходности и снижению рыночных рисков финансовых инвестиций и ограничения реального сектора экономики при инвестициях в производственные запасы.

Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие задачи:

1. Систематизировать существующие методы и модели управления портфельными инвестициями и выявить ограничения их использования в условиях экономики Российской Федерации как на фондовом рынке, так и в реальном секторе экономики.

2. Выявить рыночные риски при инвестировании оборотного капитала в закупку материальных ресурсов производства и разработать методы их количественной оценки.

3. Разработать комплекс двухкритериальных моделей и методов оптимизации целочисленных финансовых портфелей по критериям риск-доходность.

4. Разработать модель оптимизации портфельных инвестиций в закупку материальных ресурсов производства с учетом требований максимизации доходности инвестиций и ограничений на рыночный риск.

5. Провести численный эксперимент по количественной оценке оптимальных целочисленных портфелей финансовых инвестиций и инвестиций в закупку материальных ресурсов производства.

Объект и предмет исследования

Объектом исследования являются портфели финансовых активов, эффективность которых оценивается по критериям риск-доходность.

Предметом исследования являются модели и методы принятия инвестиционных решений по выбору финансовых инструментов, включаемых в портфель в условиях риска и неопределенности.

Методологические и теоретические основы работы

Теоретической основой работы послужили труды отечественных и зарубежных ученых по экономической теории, теории финансов и управлению инвестиционными ресурсами. Общеметодологической базой работы являются прикладные направления теории вероятности, исследования операций, математической статистики, оптимального управления, финансовой математики.

При разработке темы диссертации использовались законы РФ, постановления и решения правительства, методические материалы министерств и комитетов, отчетность Государственного комитета Российской Федерации по статистике, ресурсы компьютерной сети Интернет.

Научная новизна исследования состоит в разработке подходов, моделей и методов формирования оптимальных целочисленных портфелей финансовых инвестиций и структурной оптимизации инвестиций по закупке материальных ресурсов предприятия, учитывающих рыночные и производственные ограничения с критериями на максимум доходности и минимум риска.

В работе были получены следующие научные результаты:

- сформулированы принципы формирования инвестиционных портфелей, отвечающие ограничениям финансового рынка на целочисленность лотов;

- разработана целочислительная модификация ценовой модели рынка капиталов (САРМ) с двумерным критерием по риску и доходности инвестиционного портфеля, учитывающая ограничения на инвестиционные ресурсы;

- разработан метод ветвей и границ для решения задачи определения оптимального инвестиционного портфеля в дискретной ценовой модели рынка капиталов, в котором используются подходы к вычислению верхних и нижних оценок оптимального решения, базирующиеся на процедурах непрерывной линейной оптимизации;

- разработана модификация целочисленной модели Марковица с критерием на минимум риска портфеля ценных бумаг и целочисленными ограничениями на объем лотов и предложен алгоритм формирования портфеля с учетом ограничения снизу по доходности;

- определены варианты эффективных целочисленных инвестиционных портфелей ценных бумаг российского фондового рынка с учетом фактических данных по их котировкам;

- разработана двухкритериальная модель оптимизации портфельных инвестиций в оборотный капитал предприятия, учитывающая рыночный риск производственной программы, с использованием которой определена структура материальных закупок для производственного предприятия «Одинцовская кондитерская фабрика».

Теоретическая и практическая значимость исследования

Разработанные в диссертации положения, модели и методы вносят определенный вклад в развитие методов многокритериальной оптимизации портфельных инвестиций по взаимообратным критериям риск-доходность с учетом ограничений на структуру портфеля и по целочисленности лотов.

Основные результаты, выводы и рекомендации могут быть использованы инвестиционными и консалтинговыми компаниями при формировании портфелей ценных бумаг на российской фондовой бирже при операциях с целочислительными лотами, а также при анализе эффективности инвестиционных проектов в реальном секторе экономики при инвестициях в оборотный капитал. Внедрение полученных в диссертации результатов позволит формировать варианты инвестиционного портфеля, сбалансированные по соотношению риск-доходность и производственных ограничений по использованию инвестиций.

Основные результаты проведенного исследования используются в учебном процессе РЭА им. Г.П. Плеханова.

Апробация результатов исследования

Результаты, полученные в диссертации докладывались на научных семинарах кафедры «Математические методы в экономике» РЭА им. Г.В. Плеханова, семинарах кафедры «Финансы» МГТУ им. Н.Э. Баумана и Всероссийском симпозиуме «Стратегическое планирование и развитие предприятий» (ЦЭМИ РАН, 2005).

Положения и выводы диссертационной работы нашли практическое применение как на промышленных предприятиях (ООО «Одинцовская кондитерская фабрика»), так и при разработке стратегий управления инвестиционными портфелями в финансовых компаниях.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 9 работ общим объемом 3,8 п.л., из них одна работа опубликована в журнале, входящем в список ВАК.

Структура работы

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения и библиографии, включающей 78 наименований отечественной и зарубежной литературы. Объем работы составляет 129 страниц, включая 35 таблиц и 12 рисунков.

Содержание работы

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и необходимые для ее достижения задачи, определены объект и предмет исследования, оценена степень разработанности проблемы, а также научная новизна полученных результатов.

В первой главе диссертации «Теоретические основы портфельных инвестиций» структурированы основополагающие элементы процесса формирования портфеля ценных бумаг: даны определение и классификация инвестиций по их видам, рассмотрены основные характеристики инвестиций, систематизированы типы инвестиционных портфелей и цели их формирования.

Инвестициями считаются денежные средства, ценные бумаги и иное имущество, в том числе имущественные права, иные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской деятельности в целях получения прибыли или иного полезного эффекта. В работе инвестиционные портфели классифицированы по признакам: цель формирования портфеля и отношение к инвестиционным рискам. Отмечено, что основными типами портфелей являются: агрессивный портфель дохода, агрессивный портфель роста, умеренный портфель дохода, умеренный портфель роста, консервативный портфель дохода, консервативный портфель роста.

Каждый из этих портфелей отвечает определенным стратегиям инвестора и соответствующим им критериям. В частности, агрессивный портфель дохода (роста) представляет собой инвестиционный портфель, сформированный по критерию максимизации текущего дохода или прироста инвестированного капитала вне зависимости от сопутствующего ему уровня инвестиционного риска.

В работе рассмотрены классические методы и модели формирования инвестиционного портфеля с использованием предпосылок теории Г. Марковица, основанной на статистическом подходе при оценке показателей эффективности и ограничений по доходности и риску и ее модификации, предложенной в работе У. Шарпа в рамках однофакторной модели рынка капиталов использующей «бета» коэффициенты ценных бумаг. Эти коэффициенты задают количественную оценку риска по каждому виду ценных бумаг и определяются как отношение ковариации между доходностью ценной бумаги и доходностью рыночного портфеля к дисперсии рыночного портфеля.

В диссертации также показано, что альтернативным подходом к управлению портфельными инвестициями является использование предпосылок фрактальной теории, согласно которой эффективный рынок – это волатильный рынок и стремление к равновесию не является необходимым условием его функционирования. Отражающие это предположение динамические модели, как правило, имеют вид стохастических дифференциальных уравнений. Сложность их построения, нахождения оптимального решения и процедур анализа результатов в настоящее время затрудняет использование фрактальных моделей на практике.

Результаты анализа рассмотренных теорий и подходов свидетельствуют о том, что их использование на фондовых рынках, включая российский, в прямом виде затруднено вследствии ряда особенностей современных финансовых рынков. На фондовых рынках продажа акции обычно осуществляется партиями определенного объема (лотами), а дробление акций во многих случаях невозможно. Это приводит к необходимости учета при формировании портфеля свойства дискретности исходных данных, которое в РФ также является следствием довольно высокой стоимости акций определенных компаний для российских инвесторов - физических лиц (обыкновенная акция Сбербанка в начале 2007 года стоила около 90 тыс. рублей). Инвестиционные активы таких инвесторов чаще всего не превышают нескольких сотен тысяч рублей. В этой ситуации, использование непрерывных моделей формирования эффективного портфеля, обычно приводит к необходимости округления полученного непрерывного решения до целочисленных значений, следствием чего является либо потеря его эффективности, либо выход за границы допустимой области его существования.

Вместе с тем в научной литературе вопросы формирования инвестиционных портфелей с целочислительными пакетами практически не рассматривались за исключением случая безрискового портфеля, который обычно формируется только при работе с государственными ценными бумагами.

Во второй главе диссертации «Целочисленные модели управления портфельными инвестициями» рассмотрены подходы к разработке моделей и методов оптимизации структуры портфеля в условиях ограниченных инвестиционных ресурсов при условии покупки различного вида акций партиями фиксированного объема.

В качестве критериев оценки эффективности формирования портфеля в работе использованы доходность портфеля и инвестиционный риск.

Автором разработаны целочисленные модификации моделей формирования инвестиционных портфелей: ценовой модели рынка капиталов (САРМ) и модели Марковица. При формировании целочисленной модели САРМ использовались следующие предположения.

Рассматривается умеренный инвестиционный портфель дохода и известен перечень лотов, в которые входят ценные бумаги одного вида, объем которых (количество акций каждого вида) задан числами V1, V2, …Vn. Известна начальная стоимость каждой акции αi в момент времени t=0 и вероятностное распределение будущей стоимости акций каждого вида в момент времени t = T (i = 1,2,…,n).

Предполагается, что заданы, так называемые, Я коэффициенты, выражающие количественную оценку риска по каждому виду ценных бумаг. В этих условиях инвестор, обладая ограниченным объемом инвестиционных ресурсов F, хотел бы приобрести те лоты, продав которые в момент времени t=T, он получит максимальный ожидаемый прирост финансовых ресурсов ΔF.

При условии, что будущая стоимость i-го актива задается распределением γ1i ,…, γmi c вероятностями р1,…, pm, математическое ожидание будущей стоимости i-го актива есть величина

.

Оптимизационная задача определения инвестиционного портфеля с учетом выше приведенных предположений может быть сформулирована следующим образом:

, (1)

, (2)

, (3)

; , (4)

где  - число лотов, в которые входят ценные бумаги вида i.

Задача (1)-(4) является целочисленной задачей линейного программирования (I – множество целых чисел), в которой неравенство (3) задает приемлемый риск портфеля.

Целочисленная модификация модели оптимизации портфеля Г. Марковица, учитывающая ограничения на объемы Vi (i=1,…,n) лотов приобретаемых ценных бумаг с критерием риска, выраженным через дисперсию портфеля, соответствует классической постановке задачи.

Обозначим долю финансовых ресурсов, затраченных на приобретение лота *Vi*, через . Тогда модификация модели Марковица с критерием на минимум риска с учетом целочисленных переменных может быть представлена в следующем виде:

, (5)

, (6)

, (7)

;  (8)

где  - множество лотов, в которые входят ценные бумаги вида i;

ΔF задает минимально необходимый прирост инвестиционных ресурсов, определяемый инвестором при реализации активов портфеля в момент времени t=T. Значения covij вычисляются как попарные ковариации актива i и актива j (i=1,…,n; j=1,…n; i≠j), вычисляемые на основе вероятностного распределения доходности этих активов.

В работе предложен метод ветвей и границ для решения задач (1)-(4) и (5)-(8), заключающийся в вычислении верхней и нижней оценки решения оптимизационной задачи на первом этапе и дальнейшем анализе формируемых допустимых портфелей с использованием результатов эффективности вычисления так называемых текущих верхних (текущих нижних) оценок. Неудовлетворительное значение этих оценок в процессе формирования рассматриваемого варианта допустимого портфеля прерывает дальнейший анализ его эффективности, что позволяет существенно сократить полный перебор всех вариантов.

В работе рассмотрены подходы к формированию инвестиционного портфеля с критериями на максимум ожидаемой доходности и ограничениям на уровень риска с использованием авторской модификации целочисленной модели Марковица. С учетом использованных ранее обозначений задач (4) - (8), эта модификация может быть представлена в следующем виде:

, (9)

, (10)

, (11)

;  (12)

где *R* задает верхнюю границу риска портфеля.

В работе предлагается метода ветвей и границ для решения задачи (9)-(12), основанный на вычислении текущих оценок целевой функции при формировании очередного варианта портфеля ценных бумаг. В качестве верхней оценки выбирается значение целевой функции (9) при ограничениях (11) и (12), то есть ограничение (10) не учитывается. В качестве нижней оценки выбирается значение целевой функции задачи (9)-(12) на сформированном допустимом целочисленном портфеле. Вычисление верхней и нижней оценок ожидаемой доходности оптимального портфеля позволяет при анализе всех возможных вариантов его формирования отбраковать все неэффективные портфели.

# В диссертации представлено несколько практических примеров расчета оптимальных портфелей ценных бумаг с использованием целочисленной модели (1)-(4), базирующейся на использовании коэффициентов риска (*βi*) , рассчитанных на основе данных о котировках ценных бумаг, представленных Российской Торговой Системой. Этот коэффициент риска рассчитывается относительно индекса РТС. На практике допустимо заменять «бету» относительно рыночного портфеля (согласно САРМ) на «бету», рассчитанную относительно рыночного индекса, в связи с тем, что точно определить структуру рыночного портфеля, состоящего из всех акций обращающихся на рынке, не удается. Индекс РТС рассчитывается для 68 российских акций. По состоянию на 30 мая 2005 года индекс РТС равнялся 666,79.

# В работе при формировании портфеля использовались семь видов российских акций, которые входят в 20-ку высоколиквидных ценных бумаг, вращающихся на российском фондовом рынке («Голубые фишки»). Акции выбраны из различных отраслей российской экономики, с тем, чтобы их диверсификация способствовала уменьшению собственного риска портфеля. В их состав вошли:

1. EESR РАО ЕЭС России обыкновенные
2. LKOH ЛУКойл-Холдинг обыкновенные
3. RTKM Ростелеком обыкновенные
4. GUMM ГУМ обыкновенные
5. SNGSP Сургутнефтегаз привилегированные
6. TATN Татнефть обыкновенные
7. YUKO ЮКОС, обыкновенные

Недельный прогноз курса рассматриваемых акций представлен в таблице 1.

Таблица 1. Прогнозируемое изменение курсов акций на 7 июня 2005 года (долл. США за 1 акцию)

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **EESR** | **LKOH** | **RTKM** | **GUMM** | **SNGSP** | **TATN** | **YUKO** |
| Текущий курс | 0,26 | 34,6 | 2,1 | 2,3 | 0,54 | 1,76 | 0,5 |
| Прогнозируемый курс | 0,36 | 39,88 | 2,44 | 1,92 | 0,64 | 1,74 | 0,55 |

Выбранные акции продаются лотами в стандартном объеме по 100 акций. В работе рассмотрены различные варианты формирования целочисленных портфелей ценных бумаг, различающиеся по составу акций. Результаты расчетов приведены в таблицах 2-5.

Таблица 2. Оптимальный портфель, состоящий из 4 видов акций, при покупке акций лотами

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **EESR** | **LKOH** | **RTKM** | **GUMM** | **Итого** | Лимит |
| Начальная стоимость 1 акции | 0,28 | 34,6 | 2 | 12,3 |  |  |
| Будущая стоимость 1 акции | 0,34 | 39,88 | 2,41 | 1,92 |  |  |
| Количество акций в лоте | 100 | 100 | 100 | 100 |  |  |
| Коэффициент риска акций | 0,92 | 1,45 | 0,88 | 0,31 |  |  |
| Инвестиции в акции | 28 | 0 | 200 | 0 | 228 | 2000 |
| Общая доходность по акциям | 6 | 0 | 41 | 0 | 47 |  |
| Доля риска акций в портфеле | 0,11 | 0 | 0,77 | 0 | 0,88 | 1,1 |
| Доля акций в портфеле | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |

Таблица 3. Оптимальный портфель, состоящий из 5 видов акций, при покупке акций лотами

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **EESR** | **LKOH** | **RTKM** | **GUMM** | **SNGSP** | **Итого** | Лимит |
| Начальная стоимость 1 акции | 0,28 | 34,6 | 2 | 12,3 | 0,54 |  |  |
| Будущая стоимость 1 акции | 0,34 | 39,88 | 2,41 | 1,92 | 0,64 |  |  |
| Количество акций в лоте | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |  |  |
| Коэффициент риска акций | 0,92 | 1,45 | 0,88 | 0,31 | 1,21 |  |  |
| Инвестиции в акции | 28 | 3460 | 200 | 0 | 54 | 3742 | 4500 |
| Общая доходность по акциям | 6 | 528 | 41 | 0 | 10 | 585 |  |
| Доля риска акций в портфеле | 0,01 | 1,11 | 0,04 | 0 | 0,01 | 1,17 | 1,25 |
| Доля акций в портфеле | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |  |  |

Таблица 4. Оптимальный портфель, состоящий из 6 видов акций, при покупке акций лотами

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **EESR** | **LKOH** | **RTKM** | **GUMM** | **SNGSP** | **TATN** | **Итого** | Лимит |
| Начальная стоимость 1 акции | 0,28 | 34,6 | 2 | 12,3 | 0,54 | 1,76 |  |  |
| Будущая стоимость 1 акции | 0,34 | 39,88 | 2,41 | 1,92 | 0,64 | 1,74 |  |  |
| Количество акций в лоте | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |  |  |
| Коэффици-ент риска акций | 0,92 | 1,45 | 0,88 | 0,31 | 1,21 | 1,25 |  |  |
| Инвести-ции в акции | 28 | 3460 | 200 | 0 | 54 | 0 | 3742 | 4500 |
| Общая доходность по акциям | 6 | 528 | 41 | 0 | 10 | 0 | 585 |  |
| Доля риска акций в портфеле | 0,01 | 1,11 | 0,04 | 0 | 0,01 | 0 | 1,17 | 1,25 |
| Доля акций в портфеле | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |  |  |

Таблица 5. Оптимальный портфель, состоящий из 7видов акций, при покупке акций лотами

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **EESR** | **LKOH** | **RTKM** | GUMM | **SNGSP** | **TATN** | **YUKO** | Итого | Лимит |
| Начальная стоимость 1 акции | 0,28 | 34,6 | 2 | 12,3 | 0,54 | 1,76 | 0,5 |  |  |
| Будущая стоимость 1 акции | 0,34 | 39,88 | 2,41 | 1,92 | 0,64 | 1,74 | 0,55 |  |  |
| Количество акций в лоте | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |  |  |
| Коэффициент риска акций | 0,92 | 1,45 | 0,88 | 0,31 | 1,21 | 1,25 | 1,62 |  |  |
| Инвестиции в акции | 28 | 3460 | 200 | 0 | 54 | 0 | 50 | 3792 | 4500 |
| Общая доходность по акциям | 6 | 528 | 41 | 0 | 10 | 0 | 5 | 590 |  |
| Доля риска акций в портфеле | 0,001 | 1,11 | 0,04 | 0 | 0,01 | 0 | 0,02 | 1,19 | 1,25 |
| Доля акций в портфеле | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |  |  |

По результатам проведенных расчетов можно сделать следующие выводы:

1. Как и ожидалось, непрерывные инвестиционные портфели являются более эффективными по соотношению показателей риск-доходность по сравнению с целочисленными, но они не всегда могут быть использованы на практике из-за того, что во многих случаях торговля ценными бумагами осуществляется лотами и чаще всего дробление ценных бумаг на доли невозможно.

2. Вследствие дополнительных ограничений на целочисленность инвестиционные ресурсы при формировании целочисленных портфелей используются не полностью.

3. Оптимальные портфели для пяти видов ценных бумаг (таблица 3) и шести видов (таблица 4) идентичны. Это связано с тем, что акции Татнефти обладают невысокой доходностью, а коэффициент β для них выше, чем у всех остальных видов, за исключением акций Лукойла. В этом случае можно говорить об определенной устойчивости портфеля по отношению к множеству видов ценных бумаг, из которых он формируется.

В третьей главе диссертации «Управление инвестициями в оборотный капитал предприятия» разработаны модели управления инвестициями в оборотный капитал предприятия, в частности, в производственные запасы с учетом неопределенности цен и издержек на конечную продукцию.

Автором рассмотрена ситуация многономенклатурного производства, в которое инвестируются средства в закупку материальных ресурсов. Структура портфеля этих закупок должна быть такой, чтобы, с одной стороны, минимизировать дисперсию маржинального дохода производственной программы, являющуюся количественной оценкой риска, с другой, – обеспечить достижение ожидаемой прибыли при реализации произведенной продукции не ниже заданного уровня.

При решении этой задачи используется метод условной субоптимизации, согласно которому один из этих критериев выступает в качестве глобального, а по другому вводят ограничения.

Предположим, что уровень маржи *ci = ai ‑ bi (i = 1, . . . , n)* по каждому виду продукции есть величина случайная, с заданным вероятностным распределением, т. е. значениями маржи могут быть числа  с вероятностями *p1 , . . . , pm* соответственно:

; .

Обозначим через *Zti* - затраты на материальные ресурсы при производстве одной единицы продукции вида *i* (*i = 1, 2, . . ., n)*. Легко видеть, что

,

где  - затраты материальных ресурсов вида *i* для выпуска одной единицы продукции вида *j*;  - цена одной единицы материальных ресурсов вида *j*.

Величина затрат на материальные ресурсы при выпуске производственной программы, заданной вектором , должна удовлетворять следующему неравенству:

 или ,

где *F* – объем выданного кредита.

Введем новую переменную

 *(i = 1, . . . ,n)*.

Тогда оптимальный по критерию минимизации риска портфель закупок материальных ресурсов может быть определен как решение следующей задачи квадратичного программирования:

,

; ,

, ,

, ,

,

,; ,

где  - математическое ожидание маржи по *i*-му виду выпускаемой продукции ; *M* – число видов материальных ресурсов,  - время эффективной работы оборудования вида *l* на период планирования;  - ограничение на спрос на продукцию вида *i*;

Дгр - граничное значение маржи по производственной программе предприятия, минимизирующей целевую функцию (13).

Решением задачи (13)-(18), являются затраты кредитных ресурсов по каждому виду продукции и объем закупки материальных ресурсов производства.

Аналогичным образом может быть сформулирована альтернативная задача с критерием на максимум ожидаемой доходности при ограничениях сверхуна риск производственной программы.

Расчеты для агрессивного портфеля дохода закупки материальных ресурсов с использованием привлеченного заемного капитала проводились на примере ООО «Одинцовская кондитерская фабрика».

Выбор структуры портфеля закупки материальных ресурсов производства осуществлялся при условии кредитования оборотного капитала в объеме 3,1 млн. рублей. Цена реализации продукции, выпускаемой фабрикой приведена в следующей таблице.

Таблица 6***.*** Прайс-лист на продукцию

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Вес** | **Шт./кор.** | **Цена, шт.** | **Цена, кор.** |
| Горький шоколад | 100 гр | 20 | 54,00р. | 1 080,00р. |
| *Шоколадные конфеты в подарочных коробках* |
| Арриеро | 150 гр | 12 | 48,00р. | 576,00р. |
| Доминго | 150 гр | 12 | 48,00р. | 576,00р. |
| Криолло | 150 гр | 12 | 48,00р. | 576,00р. |
| Монти | 150 гр | 12 | 48,00р. | 576,00р. |
| Портобело | 150 гр | 12 | 48,00р. | 576,00р. |
| Арриеро (пенал с окошком) | 200 гр | 12 | 60,00р. | 720,00р. |
| Доминго (пенал с окошком) | 200 гр | 12 | 60,00р. | 720,00р. |
| Криолло (пенал с окошком) | 200 гр | 12 | 60,00р. | 720,00р. |
| Монти (пенал с окошком) | 200 гр | 12 | 60,00р. | 720,00р. |
| Портобело (пенал с окошком) | 200 гр | 12 | 60,00р. | 720,00р. |
| Арриеро (ларец) | 200 гр | 12 | 63,00р. | 756,00р. |
| Доминго (ларец) | 200 гр | 12 | 63,00р. | 756,00р. |
| Криолло (ларец) | 200 гр | 12 | 63,00р. | 756,00р. |
| Монти (ларец) | 200 гр | 12 | 63,00р. | 756,00р. |
| Портобело (ларец) | 200 гр | 12 | 63,00р. | 756,00р. |
| Арриеро (с окошком) | 200 гр | 12 | 69,00р. | 828,00р. |
| Демонте (с окошком) | 200 гр | 12 | 69,00р. | 828,00р. |
| Пуэррто (с окошком) | 200 гр | 12 | 69,00р. | 828,00р. |
| Ассорти (с окошком) | 200 гр | 12 | 69,00р. | 828,00р. |
| Роншари | 200 гр | 12 | 84,00р. | 1 008,00р. |
| Вильена | 275 гр | 8 | 84,00р. | 672,00р. |
| Доминго | 265 гр | 8 | 84,00р. | 672,00р. |
| Монти | 275 гр | 8 | 84,00р. | 672,00р. |
| Морелия | 275 гр | 8 | 84,00р. | 672,00р. |
| Портобело | 275 гр | 8 | 84,00р. | 672,00р. |
| Линия РОССО | 290 гр | 8 | 140,00р. | 1 120,00р. |
| *Порционные конфеты (блок 20 штук)* |
| Ассорти (сундучок) | 512 гр | 4 | 225,00р. | 900,00р. |
| Вильена | 260 гр | 8 | 114,00р. | 912,00р. |
| Портобело | 260 гр | 8 | 114,00р | 912,00р. |
| *Порционные конфеты (блок 20 штук)* |
| Вильена | 520 гр | 8 | 213,20р. | 1 705,60р. |
| Портобело | 520 гр | 8 | 213,20р. | 1 705,60р. |
| *Шоколадные конфеты весовые* |
| Золотое сердце | 4 кг | 1 | 201,00р. | 804,00р. |
| Олений лес | 4 кг | 1 | 188,00р. | 752,00р. |
| Снежное сердце | 4 кг | 1 | 188,00р. | 752,00р. |
| Речной край | 4 кг | 1 | 188,00р. | 752,00р. |

Нормы потребления ресурсов и их стоимость приведены в таблице 7.

Таблица 7. Расход ресурсов по каждому виду выпускаемой продукции

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид****продукции** | **Расход по видам ресурсов (кг ресурса/кг продукции)** |
| Какао-бобы | Какао-масло | Сахар | Мол.компонента | Эмульгаторлецитин | Светлыйкрем | Темныйкрем | Леснойорех | Миндаль | Воздушныйрис |
| ВИЛЬЕНА | 1563,4 | 1172,55 | 781,7 | 0 | 390,85 | 2188,76 | 0 | 1719,74 | 0 | 0 |
| ПОРТО-БЕЛО | 1138,95 | 759,3 | 759,3 | 759,3 | 379,65 | 2126,04 | 0 | 1670,46 | 0 | 0 |
| КРИОЛЛО | 1387,6 | 1040,7 | 693,8 | 0 | 346,9 | 0 | 1942,64 | 0 | 1526,36 | 0 |
| РОНШАРИ | 1600,2 | 1200,15 | 800,1 | 0 | 400,05 | 0 | 0 | 4000,5 | 0 | 0 |
| ДОМИН-ГО | 1118,25 | 745,5 | 745,5 | 745,5 | 372,75 | 2609,25 | 0 | 0 | 0 | 1118,25 |
| МОРЕЛИЯ | 1458,4 | 1093,8 | 729,2 | 0 | 364,6 | 1677,16 | 0 | 1604,24 | 364,6 | 0 |
| МОНТИ | 1600 | 1200 | 800 | 0 | 400 | 0 | 2240 | 1760 | 0 | 0 |
| ПУЭРРТО | 1600 | 1200 | 800 | 0 | 400 | 0 | 2240 | 1760 | 0 | 0 |
| АРРИЕРО | 1567,6 | 1175,7 | 783,8 | 0 | 391,9 | 1959,5 | 0 | 1959,5 | 0 | 0 |
| ГОРЬКИЙ ШОКОЛАД | 759,6 | 607,68 | 379,8 | 0 | 151,92 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ДЕМОНТЕ | 1166,1 | 777,4 | 777,4 | 777,4 | 388,7 | 0 | 1943,5 | 1943,5 | 0 | 0 |
| Итого затрат ресурсов: | 14960,1 | 10972,78 | 8050,6 | 2282,2 | 3987,32 | 10560,71 | 8366,14 | 16417,94 | 1890,96 | 1118,25 |
| Запасы ресурсов: | 15134 | 11089 | 8167 | 2399 | 4045 | 10807 | 8463 | 16600 | 1891 | 1176 |
| Цена ресурсов (руб. за 1 кг): | 35 | 140 | 15 | 10 | 3 | 23 | 23 | 18 | 52 | 16 |
| Итого | 529690 | 1552460 | 122505 | 23990 | 12135 | 248561 | 194649 | 298800 | 98332 | 18816 |
| Инвестиции 3 099 938 |

Результаты расчета оптимальной производственной программы с учетом выбранного критерия приведены в таблице 8.

Таблица 8. Оптимальная производственная программа предприятия

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Видпродукции | Цена, руб/кг | Переменныеиздержки, руб/кг | Количествоединицпродукции | Выручка | Затраты |
| ВИЛЬЕНАОболочка: горький шоколадНачинка: светлый крем и цельный лесной орех | 440 | 225 | 7817 | 3439480 | 1758825 |
| ПОРТОБЕЛООболочка: молочный шоколадНачинка: светлый крем и дробленый лесной орех | 320 | 105 | 7593 | 2429760 | 797265 |
| КРИОЛЛООболочка: горький шоколадНачинка: темный крем и дробленый миндаль | 320 | 105 | 6938 | 2220160 | 728490 |
| РОНШАРИОболочка: горький шоколадНачинка: паста из лесных орехов | 420 | 205 | 8001 | 3360420 | 1640205 |
| ДОМИНГООболочка: молочный шоколадНачинка: светлый крем и воздушный рис | 320 | 105 | 7455 | 2385600 | 782775 |
| МОРЕЛИЯОболочка: горький шоколадНачинка: миндальный крем и цельный лесной орех | 305 | 90 | 7292 | 2224060 | 656280 |
| МОНТИОболочка: горький шоколадНачинка: темный крем и дробленый лесной орех | 320 | 105 | 8000 | 2560000 | 840000 |
| ПУЭРРТООболочка: горький шоколадНачинка: темный ореховый крем, цельный орех | 345 | 130 | 8000 | 2760000 | 1040000 |
| АРРИЕРООболочка: горький шоколадНачинка: светлый ореховый крем и дробленый лесной орех | 320 | 105 | 7838 | 2508160 | 822990 |
| ГОРЬКИЙ ШОКОЛАДСостав: 72% какао-продуктов | 540 | 380 | 1899 | 1025460 | 721620 |
| ДЕМОНТЕОболочка: молочный шоколадНачинка: темный крем, цельный орех | 345 | 130 | 7774 | 2682030 | 1010620 |
| Выручка | 27595130 |  |  |  |
| Переменные затраты | 10799070 |  |  |  |
| Постоянные затраты | 2 000 000 |  |  |  |
| *Прибыль (целевая функция)* | 14 796 060 |  |  |  |

Оптимизация портфеля закупок материальных ресурсов ООО «Одинцовская кондитерская фабрика» с использованием модели (13)-(18), увеличивает прибыль предприятия при реализации выпущенной продукции на 18%.

В заключении диссертации перечислены основные результаты работы и вытекающие из них выводы, а также обсуждены возможные направления дальнейших исследований в области управления портфельными инвестициями.

**По теме диссертации опубликованы следующие работы**

1. Хайрулина Л.С., Мищенко А.В. Двухкритериальные задачи оптимизации портфельных инвестиций // Сборник научных трудов молодых ученых ЦЭМИ РАН, М., 2005 г., 0,4 п.л. (авторские 0,3 п.л.).
2. Хайрулина Л.С. Оценка эффективности управления инвестициями с использованием дерева решений при интервальном задании доходности // Сборник научных трудов молодых ученых, ЦЭМИ РАН, 2005 г., 0,4 п.л.
3. Хайрулина Л.С., Мищенко А.В. Многокритериальные дискретные задачи оптимизации портфельных инвестиций // Дайджест Финансы № 7, 2005 г., 0,4 п.л. (авторские 0,3 п.л.).
4. Хайрулина Л.С., Мищенко А.В., Золотых К.А. Формирование инвестиционного портфеля в условиях ограничений на величину лотов // Финансовый менеджмент № 6, 2005 г., 0,6 п.л. (авторские 0,5 п.л.).
5. Хайрулина Л.С. Модели портфельных инвестиций в условиях целочисленных ограничений на приобретаемые пакеты акций // Труды Всероссийского симпозиума «Стратегическое планирование и развитие предприятий. М., ЦЭМИ РАН 2005 г. 0,1 п.л.
6. Хайрулина Л.С., Мищенко А.В., Шатохина О.О. Управление оборотным капиталом в промышленной логистике // Логистика сегодня № 4, 2005 г., 0,7 п.л. (авторские 0,5 п.л.).
7. Мангушева Л.С., Мищенко А.В. Методы формирования портфельных инвестиций в условиях целочисленности лотов // Математические методы в инновационной экономике // Сборник научных трудов, МЭСИ, 2006 г., 0,4 п.л.
8. Мангушева Л.С., Мищенко А.В. Управление инвестиционными портфелями в условиях неопределенности и ограничений на величину лотов // Вестник Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова. № 2. 2007 г., 0,5 п.л. (авторские 0,4 п.л.).
9. Мангушева Л.С., Мищенко А.В. Управление портфелем инвестиций в условиях риска // Прикладная информатика № 5, 2007 г. 0,5 п.л. (авторские 0,4 п.л.).
10. Мангушева Л.С., Мищенко А.В. Модели управления портфельными инвестициями в оборотный капитал предприятия // Управленческий учет (в печати) 0,6 п.л. (авторские 0,4 п.л.).