

# АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ

*Красникова Н. С.*

Задача формирования инвестиционного портфеля, состоящего из реальных активов, может быть реализована с помощью экономико-математических моделей.

Существующие модели 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.

Модели формирования инвестиционного портфеля представлены двумя большими классами: однокритериальные и многокритериальные модели.

## 1. ВВЕДЕНИЕ

В рыночно-ориентированной экономике для предприятия актуальным является формирование портфеля реальных инвестиций (денежные средства направляются на приобретение производственного оборудования).

Формирование портфеля должно осуществляться в рамках реальных возможностей предприятия. Сложность формирования инвестиционной стратегии предприятия (организации) заключается в разработке достаточно большого количества альтернативных вариантов инвестиционных проектов и выборе наилучших из них с экономической точки зрения.

На сегодняшний день известна достаточно представительная классификация инвестиционных портфелей. Необходимость четкого представления о классификации портфелей реальных инвестиций обусловлена тем, что каждый вид инвестиционного портфеля предполагает разработку соответствующей ему методики, включающей и экономическую постановку задачи, и экономико-математическую модель, и адекватный ей метод реализации.

В зависимости от количества присутствующих в экономико-математической модели критериев оптимальности в задаче формирования инвестиционного портфеля, состоящего из реальных активов (проектов), они могут быть классифицированы на два больших класса: однокритериальные и многокритериальные модели.

На этапе формирования инвестиционного портфеля необходимо одновременно определить виды и количество инвестиционных проектов, подлежащих реализации. В ряде математических моделей предусматривается формирование инвестиционного портфеля в тесной связи с разрабатываемой производ-

ственной программой предприятия и учетом возможностей сферы финансирования.

Задача настоящей работы: охарактеризовать модели формирования инвестиционных портфелей и определить их преимущества и недостатки.

## 2. ВИДЫ ОДНОКРИТЕРИАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ

Удельный вес однокритериальных моделей в практике инвестиционного планирования достаточно значителен.

Экономико-математические модели принятия решений об отборе инвестиционных проектов для финансирования делятся на детерминированные, стохастические и модели с элементами неопределенности.

Модели, реализуемые в условиях определенности, а также в зависимости от вида целевой функции и ограничений разделяются на четыре вида: 1) линейные, 2) нелинейные, 3) динамические и 4) графические.

Классификация моделей, с использованием которых возможно формирование инвестиционного портфеля, приведена на рис. 1.

В зависимости от поставленной цели и принятых ограничений однокритериальные модели можно разделить на следующие виды:

1. Модели, в которых предусматривается ранжирование инвестиционных проектов по выбранному критерию эффективности:

- в условиях определенности;
- в условиях риска.

2. Экономико-математические модели принятия решений об отборе инвестиционных проектов для финансирования:

- модели программных решений, реализуемых в условиях определенности;
- стохастические модели;
- модели, в которых присутствуют элементы неопределенности.

Наибольшим разнообразием отличается группа линейных моделей. В линейных моделях целевая функция (математическая форма критерия оптимальности) и ограничения линейны по управляющим переменным. Изменяя значения переменных, можно приблизиться к поставленной цели. К линейным однокритериальным моделям, которые представляют определенный теоретический и практический интерес, можно отнести такие:

- модель «рюкзака»;
- статическая модель Дина;

- одноступенчатая модель Альбаха;
- многоступенчатая модель Хакса и Вайнгартнера;
- модель с несколькими производственными ступенями – расширенная модель Ферстнера-Хенна;
- модель с возможностями выбора установок и дезинвестиций Якоба.

Авторами нелинейных моделей являются: Бумба, Ментцен-Шольц, Якоб, Дитхл и Петерс и др.

Динамические модели были разработаны Вагнером, Лайером, Зеелбахом [4].

Графические модели представлены различными модификациями сетевых моделей.

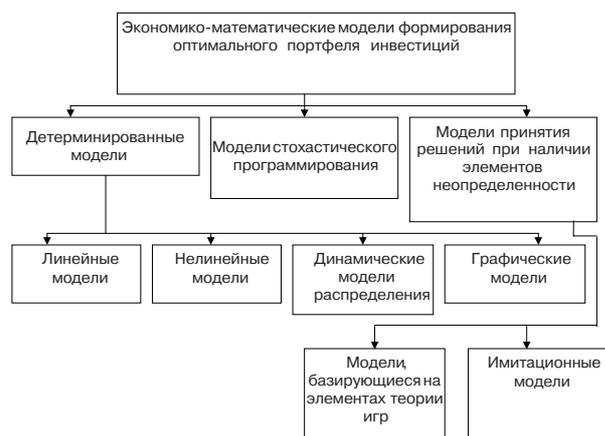


Рис. 1. Основные классы экономико-математических моделей

Единственным способом выхода из ситуации, когда проекты должны быть реализованы полностью, но не могут быть поделены на части или если результаты проектов зависят друг от друга, целесообразным является рассмотрение всех конкурентоспособных комбинаций возможных к реализации инвестиционных проектов [2]. Такая задача решается с помощью модели «рюкзак». На основе этой модели находится оптимальный инвестиционный портфель при наличии заранее установленного бюджета и разработанной производственной программы. Задача, решаемая с помощью модели «рюкзак», предусматривает неделимость включенных в инвестиционный портфель проектов. Основу алгоритма поставленной задачи составляет решение целочисленной задачи линейного программирования.

С помощью модели «рюкзак» можно сформировать оптимальный инвестиционный портфель при наличии известной производственной программы предприятия. В качестве критерия может фигурировать достигаемая максимальная величина чистой приведенной стоимости инвестиционных проектов, включенных в сформированный портфель. При этом сумма выделенных на их реализацию денежных средств не должна превышать заранее установленного бюджета (лимита) капитальных вложений.

При формировании (планировании, разработке) реального инвестиционного портфеля следует учитывать тесную взаимосвязь инвестиционной сферы со сферой финансирования. В связи с этим некоторые авторы предлагают использовать программные модели синхронного инвестиционного и финансового плани-

рования, реализуемые в условиях определенности. Важность таких моделей обусловлена тем, что в процессе формирования оптимального портфеля необходимо учесть не только разную эффективность альтернативных инвестиционных проектов, но и экономическую целесообразность привлечения капитальных вложений из разных источников финансирования под наиболее низкий процент.

Одним из вариантов поиска достаточно удачного варианта решения задачи инвестиционного планирования может служить статическая модель Дина. Эта модель отличается достаточной простотой. Это позволяет использовать ее для наглядной иллюстрации основных проблем, возникающих в процессе формирования инвестиционного портфеля из ряда альтернативных проектов, и при наличии различных источников финансирования, каждый из которых предлагает использование финансовых средств под вполне определенный (неодинаковый) процент. Для рассматриваемой модели характерно, что инвестиционные проекты делимы на отдельные части, а привлекаемый стартовый капитал из различных источников финансирования может быть любым по объему, но не более той суммы, которой располагает этот источник.

В модели реализуется целевая функция, предусматривающая максимизацию величины чистой приведенной стоимости (ЧПС) и оценку экономической выгоды предоставления кредита соответствующими финансовыми источниками. Конечная величина ЧПС по инвестиционному проекту определяется в конце срока жизни проекта как сальдо притоков (денежных поступлений) и оттоков (капитальных вложений) денежных средств. К началу планового периода необходимо обеспечить поступление достаточного по объему стартового капитала.

Модель Альбаха является многопериодной моделью, предназначенной для синхронного инвестиционного проектирования и финансового планирования. В целевой функции модели формализовано требование максимизации чистой приведенной стоимости от инвестиционной деятельности и результатов финансового обеспечения. При этом не должно нарушаться условие ликвидности, чем обеспечивается финансовое равновесие по всем плановым периодам.

В модели Хакса и Вайнгартнера инвестиционные проекты и мероприятия, связанные с их финансовым обеспечением, могут быть реализованы в разные периоды времени. Целевая функция модели предусматривает максимизацию чистой приведенной стоимости инвестиционного портфеля и его финансового обеспечения. Получаемое перед окончанием частного планового периода положительное сальдо денежных средств допускает их инвестирование на определенный период в форме краткосрочных финансовых инвестиций под определенный процент и в неограниченном объеме. Таким образом, для реализации модели не требуется расчетная процентная ставка.

Применение *нелинейных моделей* описали Бумба, Ментцен-Шольц, Якоб, Дихтл и Петерс. Такие модели описывают нелинейные зависимости между постоянными и переменными факторами. Для нелинейных моделей нет единого метода расчета. Можно выделить класс нелинейных задач, которые относятся к классическим методам оптимизации. Такие задачи можно решать методом множителей Лагранжа. Этот метод относится к непрямым методам оптимизации, позволяющим перейти от условной оптимизации к безусловной. Большее распространение получили прямые методы, основанные на итеративных процессах вычисления и сравнения значений оптимизируемых функций (семейство градиентных методов: метод наискорейшего спуска, метод дробления шага, метод Гаусса-Зейделя).

*Динамические модели.* В основу моделей Вагнера, Лайера и Зеелбаха положен принцип динамической оптимизации. Смысл подхода, реализуемого в динамическом программировании, заключен в замене решения исходной многомерной задачи последовательностью задач меньшей размерности. В основу динамического программирования положен принцип оптимальности и уравнение Беллмана. В отличие от моделей линейного программирования, которые можно использовать в экономике для принятия крупномасштабных плановых решений в сложных ситуациях, модели динамического программирования применяются при решении задач значительно меньшего масштаба, например, при распределении капитальных вложений между возможными направлениями их использования.

*Графические модели.* Существует ряд экономических постановок задач, связанных с формированием инвестиционного портфеля, которые удобно представлять в виде графических структур. Практически доказано, что в ряде случаев вполне возможно и целесообразно формализовать процесс принятия решений о формировании оптимального портфеля инвестиций. Для построения и исследования графических структур разработана система методов, изучаемая в теории графов. К этой группе методов относится и метод ПЕРТ, который оперирует с временными харак-

теристиками, определяемыми на графе. Основой метода ПЕРТ является граф, представляющий собой процесс выполнения соответствующих процедур во времени. Кроме временных учитываемых параметров на графе могут быть введены другие характеристики, например стоимость, ресурсы.

*Стохастическое программирование* представляет собой совокупность методов решения оптимизационных задач вероятностного (стохастического) характера. В стохастических моделях неизвестные факторы являются случайными величинами. Однако для них известны функции распределения и статистические характеристики (математическое ожидание, дисперсия, среднеквадратическое отклонение и т.п.). В моделях с элементами неопределенности для неизвестных факторов практически невозможно собрать необходимые статистические данные и получить их числовые оценки.

В задаче стохастического программирования параметры целевой функции или системы ограничений рассматриваются как случайные величины.

В случае принятия решений о составе инвестиционного портфеля в условиях полной неопределенности применяются имитационное моделирование и критерии, разработанные в теории игр. В имитационных моделях процесс формирования инвестиционного портфеля реальных проектов разворачивается в машинное время, и прослеживаются результаты случайных воздействий на него.

Однако, несмотря на свои очевидные преимущества модели программирования обладают следующими недостатками:

- ресурсы до некоторой степени взаимозаменяемы;
- затраты ресурсов не строго пропорциональны выпуску;
- целевая функция наряду с количественными должна учитывать и качественные показатели;
- оптимальное решение модели зависит от используемой ставки дисконта.

На основе анализа однокритериальных моделей формирования инвестиционного портфеля создадим таблицу, отражающую преимущества и недостатки вышеизложенных моделей.

Таблица 1. Преимущества и недостатки однокритериальных моделей формирования инвестиционного портфеля

Экономико-математические модели	Достоинства	Недостатки
1) Детерминированные модели: – модель «рюкзака»;	1. Определяется оптимальная инвестиционная программа при заданном бюджете и производственной программе. 2. Допускается расширение модели для возможности оперировать взаимоисключающими или взаимосвязанными проектами.	1. Учитывается только направление инвестирования, нет связи со сферой финансирования. 2. В результате использования метода могут быть получены результаты, которые противоречат друг другу, что делает не очевидным выбор того или иного варианта решения.

Таблица 1. Преимущества и недостатки однокритериальных моделей формирования инвестиционного портфеля

Экономико-математические модели	Достоинства	Недостатки
– статическая модель Дина;	1. Простота в использовании. 2. Инвестиционные проекты делимы на отдельные части.	1. Модель не предусматривает учета инвестиционных и финансовых возможностей, имеющих место за пределами срока реализации инвестиционного портфеля. 2. Не учитывается переменная величина стоимости привлекаемого капитала на начало реализации инвестиционного проекта и в период его эксплуатации.
– одноступенчатая модель Альбаха;	1. Предназначена для синхронного инвестиционного проектирования и финансового планирования. 2. Альтернативные инвестиционные проекты могут быть делимыми. 3. Инвестиционные проекты и привлекаемые инвестиции могут использоваться многократно.	Сложность и большая трудоемкость расчетов для задач практических примеров
– многоступенчатая модель Хакса и Вайнгартнера	1. Инвестиционные проекты и мероприятия могут быть реализованы в разные периоды времени. 2. Инвестиционные проекты и привлекаемый капитал могут использоваться неоднократно.	1. По отношению к инвестиционным проектам должно соблюдаться условие неделимости. 2. Для реализации модели требуется весьма эффективная программа линейной оптимизации в целочисленном её варианте.
2) Нелинейные модели	1. Позволяют перейти от условной оптимизации к безусловной.	Нет единого метода расчета.
3) Динамические модели распределения	Замена решения исходной многомерной задачи последовательностью задач меньшей размерности. 2. Целевая функция и ограничения не учитываются.	Применяются только при решении задач небольшого масштаба, например, при распределении капитальных вложений между возможными направлениями их использования.
4) Графические модели	Удобство использования для определенного ряда задач.	Используются для решения узкого круга задач.
5) Модели стохастического программирования	Неизвестные факторы являются случайными величинами.	Практически невозможно собрать необходимые статистические данные и получить их числовые оценки.
6) Модели с элементами неопределенности (модели теории игр, имитационные модели)	Процесс формирования инвестиционного портфеля реальных проектов осуществляется на ПЭВМ.	Погрешность расчетов.

Для достижения наилучшего конечного совокупного результата производства и сбыта готовой продукции предприятие реализует не одну, а некоторое множество целей. Это означает, что основным должен быть признан не одноцелевой подход к решению оптимизационных планово-экономических инвестиционных задач, занимавший прежде доминирующее в теории и практике положение, а многоцелевой.

### 3. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ В РЕШЕНИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ЗАДАЧ

В отличие от однокритериальных моделей многоцелевая модель имеет следующие возможности: количественной оценки качественных различий в сравниваемых вариантах оптимизируемой системы; косвенной оценки труднооценимых факторов;

представления результатов расчетов в удобном аналитическом виде.

Многоцелевой подход к решению оптимизационных задач трактуется как двухэтапный процесс. На первом этапе строится многоцелевая экономико-математическая модель задачи, а на втором разрабатывается (или выбирается из уже известных) метод её реализации.

Применение многоцелевого подхода к решению инвестиционных задач открывает реальную возможность действенного управления системой технико-экономических и финансовых показателей, применяемых для оценки деятельности производственных подразделений или предприятия в целом.

Многокритериальные модели содержат несколько критериев оптимальности. Если при однокритериальном подходе к моделированию на этапе формулирования экономической постановки из множества критериев нужно выбрать единственный, то при многокритериальном подходе задача состоит в том, чтобы оставить в модели наиболее существенные (экономически наиболее важные) критерии, не зависящие друг от друга. Понятие существенности (важности) критериев означает, что они должны отражать главные цели деятельности предприятия, составляющие суть моделируемой задачи, а также такие ее качества, по которым может производиться окончательный выбор оптимального плана.

Многокритериальные методы формирования инвестиционного портфеля могут быть разделены по числу шагов решения задачи на многошаговые методы и одношаговые методы.

Метод цепочек, опорных множеств, линейных коэффициентов важности являются многошаговыми методами, так как приводят к результату путем последовательного сужения исходного множества стратегий за счет дополнительной информации каждого шага. Более традиционными являются одношаговые методы, в которых вся исходная информация задается при постановке задачи.

Достоинством одношаговых методов является то, что они, как правило, дают единственное решение. Недостатком являются сильные допущения, которые ограничивают область использования одношаговых методов.

Одношаговые методы делятся на две группы: эвристические и аксиоматические. Эвристические методы не имеют строгого обоснования, оговаривается только область их применимости за счет вводимых допущений. Особенностью эвристических методов является отсутствие строгих математических доказательств оптимальности получаемых решений. Однако использование эвристических методов позволяет уменьшить трудоемкость поиска наилучших решений.

Аксиоматические методы основываются на некоторой системе аксиом и строго выводятся на основе гипотезы о выполнении этих аксиом.

Широко применимы методы иерархий и метод экспертных оценок. Метод иерархий является систематической процедурой для иерархического представ-

ления элементов, определяющей суть любой проблемы. Метод состоит в декомпозиции проблемы на более простые составляющие части и дальнейшей обработке по парным сравнениям. Преимуществом метода анализа иерархий является то, что он лучше других методов учитывает как интересы лиц, которые воздействуют и находятся под воздействием конечного результата планирования, так и сложность прогнозирования экономических результатов инвестиционной политики предприятия.

Метод анализа экспертной информации подразделяется на:

- метод предпочтения;
- метод ранга;
- первый метод попарного сопоставления;
- второй метод попарного сопоставления;
- метод полного попарного сопоставления;
- метод последовательных сопоставлений.

#### 4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получение комплексной оценки выбора оптимального портфеля инвестиций вполне возможно только на основе применения методологии многоцелевой оптимизации. Практическая реализация многоцелевого подхода к решению инвестиционных задач обеспечит повышение уровня научной обоснованности получаемых решений за счет учета сравнительно большого числа критериев.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. 1. Блех Ю., Гетце У. Инвестиционные расчеты: Пер. с нем. / Под ред. к.э.н. А.М. Чуйкина, Л.А. Галютина. – 1-е изд., стереотип. – Калининград: Янтарный сказ, 1997.
2. 2. Ковалев В.В. Методы оценки инвестиционных проектов. – М.: Финансы и статистика, 1998.
3. 3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования (вторая редакция). Официальное издание. – М.: Экономика, 2000.
4. 4. Царев В.В. Оценка экономической эффективности инвестиций. – СПб.: Питер, 2004. – 464 с.

---

#### Красникова Нина Сергеевна

Аспирант СибГУТИ

Телефон: 267-34-60, 8-913-388-32-82

e-mail: skns@ngs.ru