

На правах рукописи



ГЛЕКОВ СЕРГЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ

**МЕХАНИЗМ ПРИНЯТИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ
С УЧЕТОМ АЛЬТЕРНАТИВЫ «ЭФФЕКТИВНОСТЬ – НАДЕЖНОСТЬ»**

Специальность 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством:
экономика, организация и управление предприятиями,
отраслями, комплексами (промышленность)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата экономических наук

Москва, 2011

Работа выполнена на кафедре Промышленного менеджмента Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС».

Научный руководитель: кандидат экономических наук, профессор
Ларионова Ирина Александровна

Официальные оппоненты: доктор технических наук
Акинфиев Валерий Константинович
кандидат экономических наук
Мальгинов Георгий Николаевич

Ведущая организация: ФГБОУ ВПО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации»

Защита состоится «8» декабря 2011 года, в 15.00 часов, на заседании диссертационного совета ДМ 212.132.01 при Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по адресу:

119049, г. Москва, ГСП-1, Ленинский проспект, д. 4, ауд. 1138.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», с авторефератом – на официальном сайте НИТУ «МИСиС» <http://www.misis.ru/ru/1065>.

Справки по телефону 955-00-47

Автореферат разослан « » ноября 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат экономических наук, профессор



Михин В.Ф.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Устойчивое развитие отечественной металлургической промышленности требует решения ряда проблем, связанных с повышением конкурентоспособности металлопродукции. Недостаточно высокое качество выпускаемой продукции обусловлено существующим технологическим уровнем производства. Удельные расходы материальных энергоресурсов на отечественных металлургических предприятиях выше, чем на зарубежных, а производительность труда – ниже¹. На российских предприятиях черной металлургии удельное энергопотребление на тонну стали примерно на 30% выше, чем в развитых странах. Доля стали, произведенной с применением технологии непрерывной разливки, хотя и увеличилась за последнее время до 71 %, все еще отстает от стран, являющихся технологическими лидерами отрасли (Германия, Япония, США), где эта доля превышает 90 %². Изменить ситуацию можно за счет дальнейшей модернизации и реконструкции материально-технической базы металлургических предприятий. Не стоит забывать, что металлургия в России относится к числу экологически неблагоприятных сфер экономики России, обуславливающей 28% промышленных выбросов в атмосферу и 6,7% сбросов загрязненных сточных вод. Для того чтобы добиться снижения вредного воздействия на окружающую среду металлургические предприятия должны активнее внедрять новые технологии.

Проведение модернизации и реконструкции металлургических предприятий, активизация инвестиционной и инновационной деятельности компаний невозможны без совершенствования механизма принятия инвестиционных решений и управления реальными инвестициями.

Высокая капиталоемкость характерная для проектов, реализуемых в металлургической промышленности, требует значительной осторожности при принятии инвестиционных решений. Механизм управления реальными инвестициями должен обеспечивать формализацию процесса оценки, сравнения и выбора наиболее эффективных инвестиционных проектов, в этом случае повышается обоснованность принимаемых решений.

¹ Пинчук А.В. Основные тенденции развития черной металлургии России. Доклад на Четвертой Международной Неделе Металлов. // Министерство промышленности и торговли РФ – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.minprom.gov.ru>.

² Стратегия развития металлургической промышленности на период до 2020 года // Министерство промышленности и торговли РФ – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.minprom.gov.ru/activity/metal/strateg/2>

Во время экономического роста компании испытывают значительно меньшие трудности с финансированием инвестиционной деятельности, что позволяет им реализовать более рискованные инвестиционные проекты. В период кризиса инвестиционная активность компаний обычно значительно снижается, но полностью отказаться от инвестиционной деятельности едва ли возможно. На рисунке 1 представлены объемы инвестиций в основные средства крупнейших металлургических компаний по годам. Видно, что в 2009 году произошло резкое сокращение инвестиционной деятельности по сравнению с 2008 годом, в то же время говорить о ее полном прекращении не приходится. Следовательно, задача управления реальными инвестициями не теряет своей значимости и в период кризиса, а скорее, наоборот, в условиях, когда финансовые ресурсы значительно ограничены, ее актуальность еще более возрастает.

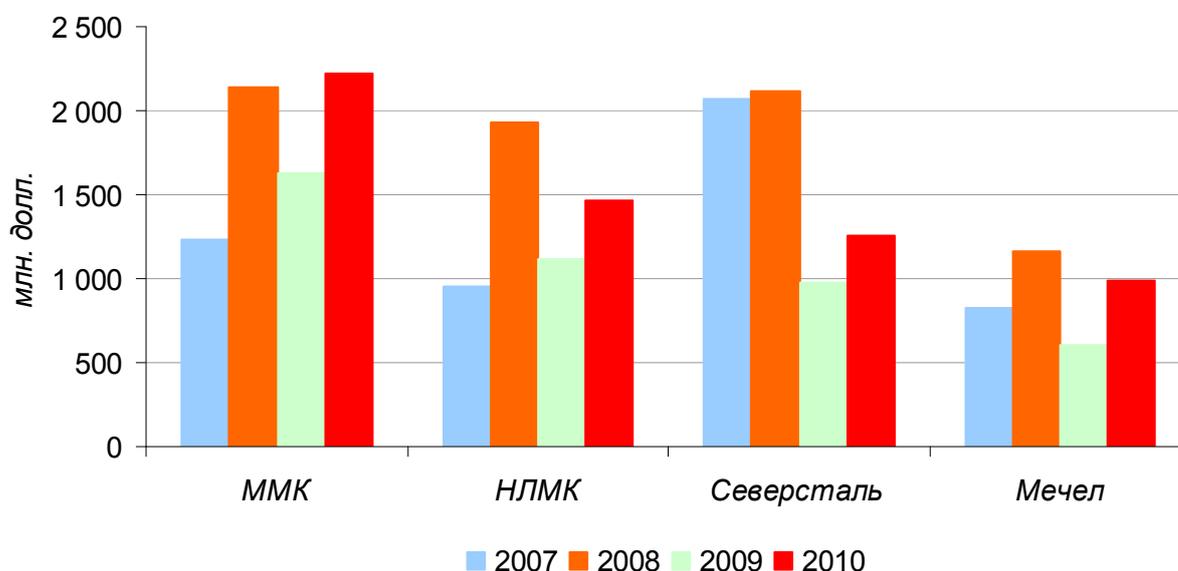


Рисунок 1 – Инвестиции в основные средства¹

Все вышеизложенное определяет актуальность проблемы принятия обоснованных инвестиционных решений для экономической науки.

Степень разработанности темы диссертационной работы. Проблемы оценки эффективности инвестиций и принятия инвестиционных решений нашли отражение в трудах многих отечественных ученых: И.А. Бланка, П.Л. Виленского, Е.П. Караваева, В.В. Ковалева, И.А. Ларионовой, В.Н. Лившица, М.А. Лимитовского, С.А. Смоляка, Т.В. Тепловой, Е.М. Четыркина, А.Д. Шеремета и др., а также таких зарубежных ученых, как Г. Бирман, Р. Брейли, Ю. Бригхем, А. Дамодоран, С. Майерс, Г. Марковиц, Ф. Модильяни, М. Миллер, Э. Хелферт, М.С. Эрхардт, У. Шарп и др.

¹ на основе данных публичной финансовой отчетности компаний

Вместе с тем, анализ публикаций по данной тематике позволяет сделать вывод о необходимости проведения дальнейших теоретических и практических исследований в области принятия инвестиционных решений и управления реальными инвестициями предприятия. Большинство исследователей рассматривают отдельные аспекты принятия инвестиционных решений, при этом остается не решенной проблема выбора наиболее эффективного проекта с использованием многокритериального подхода. Большое количество дискуссий вызывает проблема оценки риска инвестиций – требуется методика расчета адекватного результирующего значения риска/надежности проекта, с возможностью интеграции полученных данных в механизм принятия решений. В результате отсутствует комплексный подход к принятию инвестиционных решений с учетом альтернативы «эффективность – надежность». В этом направлении известны разработки Г. Марковица и У. Шарпа. Но они относятся к частному случаю инвестиций – вложению средств в портфель, состоящий из ценных бумаг публичных компаний. Подход к решению данной проблемы применительно к реальным инвестициям практически не реализован.

Цель исследования заключается в разработке методики выбора наиболее эффективных инвестиционных проектов с учетом альтернативы «эффективность – надежность».

Для реализации поставленной цели рассматриваются следующие **задачи**:

- Анализ состояния проблемы управления реальными инвестициями, принятия инвестиционных решений в рамках инвестиционной и инновационной деятельности хозяйствующих субъектов;
- Сравнительный анализ критериев эффективности, применяемых для оценки инвестиционных проектов;
- Сравнительный анализ методов оценки риска и неопределенности инвестиционных проектов;
- Разработка методики выбора инвестиционного проекта с учетом альтернативы «эффективность – надежность»;
- Реализация системы поддержки принятия инвестиционных решений.

Объектом исследования является металлургическое предприятие, рассматриваемое как хозяйствующий субъект, проводящий инвестиционную и инновационную деятельность.

Предметом исследования является механизм принятия инвестиционных решений, процессы их принятия в рамках этого механизма.

Область научного исследования соответствует требованиям специальности ВАК 08.00.05 – экономика и управление народным хозяйством; специализация - экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами: промышленность (1.1.4. Инструменты внутрифирменного и стратегического планирования на промышленных предприятиях, отраслях и комплексах; 1.1.24. Методологические и методические подходы к решению проблем в области экономики, организации и управления отраслями и предприятиями металлургического комплекса).

Теоретико-методологической основой диссертационного исследования являются труды зарубежных и отечественных авторов в области инвестиционного менеджмента, экономической оценки инвестиций, стратегического управления предприятиями, многокритериального принятия решений.

Для решения поставленных в диссертации задач потребовалось применение методов теории инвестиционного анализа, методов системного анализа, методов теории принятия решений, теории вероятности и метода экспертных оценок.

Программная реализация разработанных методик, выполнение анализа и экспериментальных расчетов осуществлялась в программной среде *Microsoft Excel*. Для имитационного моделирования в работе использовался, встраиваемый в *Microsoft Excel*, пакет компании *Oracle* под названием *Crystal Ball*.

Автором работы получены следующие **научные результаты**:

- Разработан алгоритм принятия управленческих решений по выбору наиболее эффективного инвестиционного проекта на основе многокритериального подхода;
- Даны предложения по включению оценки рисков в многокритериальную модель выбора инвестиционного проекта;
- Разработан алгоритм управления инвестиционной программой предприятия с учетом обобщенного показателя надежности;
- Разработаны рекомендации по принятию управленческих решений для созданных моделей поддержки принятия решений по управлению реальными инвестициями.

Научная новизна диссертационной работы состоит в том, что в ней разработан механизм поддержки принятия решений по управлению реальными инвестициями в условиях неопределенности.

Научная новизна подтверждена следующими результатами, **выносимыми на защиту**:

- Разработана методика многокритериальной оценки эффективности проекта на основе обобщенной функции желательности Харрингтона, учитывающая значение

нескольких критериев эффективности, предварительно переведенных в сопоставимый вид;

- Разработана методика интегральной оценки надежности проекта, использующая значения надежности, рассчитанные на основе имитационного моделирования распределений четырех показателей эффективности: чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности, индекса рентабельности и дисконтированного срока окупаемости;

- Сформулирован подход к сравнению инвестиционных проектов, основанный на выборе наиболее привлекательного проекта с помощью комплексного критерия, представляющего собой сумму нормированных показателей эффективности и надежности, взятых с весовыми коэффициентами, учитывающие требования лица принимающего решения, по соотношению между этими двумя показателями.

Практическая значимость работы заключается в том, что результаты диссертационного исследования доведены до конкретных методик, алгоритмов и реализованы в виде электронных таблиц *Microsoft Excel*, что открывает широкие возможности их использования в практической деятельности, как на промышленных предприятиях, так и в инвестиционных и консалтинговых компаниях.

Результаты диссертационного исследования могут быть использованы для обучения студентов по направлению 08.02.00 (менеджмент) и специальности 08.05.02 (экономика и управление на предприятии) по учебному курсу «Экономическая оценка инвестиций» в образовательных учреждениях высшего профессионального образования.

Научная апробация и внедрение результатов исследования. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались в 2009 году в ходе 4-ой международной конференции «Металлургия: вопросы экономики и менеджмента» в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС».

Основные результаты исследования были апробированы и приняты к внедрению в практическую деятельность ООО «ИндексАтлас» при оценке эффективности инвестиционных проектов.

Публикации. Основные положения диссертационного исследования опубликованы в 6 научных статьях автора общим объемом 1,3 п.л., из них три статьи опубликованы в журналах, рекомендуемых ВАК РФ для публикации результатов диссертаций.

Структура и объем диссертационного исследования. Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения. Общий объем диссертационной работы составляет 150

страниц машинописного текста, включает 28 рисунков, 28 таблиц и 2 приложения. Список литературы включает 108 наименований.

Во введении дана краткая характеристика состояния проблемы, обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы его цели и задачи.

В первой главе выполнен анализ проблемы принятия инвестиционных решений, произведен сравнительный анализ применяемых методов экономической оценке эффективности и оценки риска инвестиционных проектов.

Во второй главе разработана методика выбора наиболее привлекательного инвестиционного проекта и формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов на основе функции желательности Харрингтона и обобщенного показателя надежности.

Третья глава посвящена применению обобщенных показателей эффективности и надежностей в условиях анализа инвестиционных проектов на металлургических предприятиях.

В заключении обобщены результаты диссертационного исследования.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика многокритериальной оценки эффективности проекта на основе обобщенной функции желательности Харрингтона

Проблема оценки эффективности инвестиций является многофакторной и многокритериальной задачей, поэтому именно набор критериев дает возможность описать инвестиционный проект наиболее адекватным образом. Несмотря на это, при принятии инвестиционных решений часто выделяется один ведущий критерий, вследствие чего отбрасывается информация, содержащаяся в других показателях, что является сильным упрощением задачи сравнения и выбора наиболее эффективного инвестиционного решения из множества исходных вариантов.

Вопрос выбора того или иного показателя эффективности в качестве ведущего критерия, как в отечественной, так и в зарубежной литературе вызывает многочисленные споры, что вполне естественно – каждый из показателей обладает как неоспоримыми достоинствами, так и определенными недостатками. Большинство авторов в качестве ведущего критерия предлагают применять чистый дисконтированный доход *NPV*. Р. Брейли и С. Майерсом утверждают, что принцип чистой приведенной стоимости должен быть предпочтительней других методов основанных на дисконтировании денежных потоков. Чистый дисконтированный доход позволяет оценить величину дохода от реализации проекта, но это абсолютный показатель, который не учитывает масштаб инвестиций.

В отличие от чистого дисконтированного дохода, внутренняя норма доходности *IRR* – относительный показатель, который показывает ожидаемую норму доходности или максимально допустимый уровень инвестиционных затрат в оцениваемый проект, но на его основе невозможно судить о потенциальном вкладе проекта в увеличение капитала компании. Дж. Фридман, Ник. Ордуэй и ряд других авторов отмечают, что внутренняя норма доходности во многих случаях служит полезным средством ранжирования инвестиций и намного более пригодна для ранжирования, чем другие методы.

Индекс рентабельности *PI*, характеризует уровень доходов на единицу затрат, т.е. эффективность вложений – чем больше значение этого показателя, тем выше отдача каждого рубля, инвестированного в данный проект. Индекс рентабельности удобен при выборе одного проекта из ряда альтернативных, имеющих примерно одинаковые значения показателя чистого дисконтированного дохода.

Дисконтированный срок окупаемости показывает срок *DPP*, за который доходы проекта покроют его расходы с учетом фактора дисконтирования. Но срок окупаемости не учитывает денежные потоки, которые будут получены после того, как проект окупится.

Дж. Грэм и К. Харвей осуществили анкетный опрос 392 финансовых директоров¹, который состоял из нескольких вопросов относительно стоимости капитала, анализа эффективности капитальных вложений, структуры капитала. Анализ полученных результатов позволяет оценить, как часто в практической деятельности зарубежных компаний используются различные показатели эффективности. Результаты для внутренней нормы доходности, чистого дисконтированного дохода, дисконтированного срока окупаемости и индекса рентабельности приведены в таблице 1.

Таблица 1. Частота использования показателей эффективности

Частота применения	Процент зарубежных компаний, использующий тот или иной показатель			
	<i>IRR</i>	<i>NPV</i>	<i>DPP</i>	<i>PI</i>
Всегда	54	49	14	5
Часто	22	26	16	7
Иногда	11	14	18	13
Редко	7	6	19	15
Никогда	6	5	34	59

Исходя из статистических данных, представленных в таблице 1, можно сделать два ключевых вывода: во-первых, внутренняя норма доходности чаще других показателей используется в практической деятельности зарубежных компаний, во-вторых, *IRR* и *NPV* имеют наибольший вес в сравнении с другими показателями.

Нередко менеджеры предприятий стараются максимально учесть информацию, имеющуюся у них в наличии. Для этого рассчитывают и анализируют не единичный показатель эффективности, а совокупность, состоящую как из абсолютных показателей (чистый дисконтированный доход, дисконтированный срок окупаемости и др.), так и относительных (внутренняя норма доходности, индекс рентабельности и др.), каждый из которых несет дополнительную существенную информацию. Но использовать совокупность показателей эффективности целиком при сравнении проектов не всегда представляется возможным – может иметь место ситуация, когда показатели противоречат друг другу, другими словами критерии дают различные упорядочения инвестиционных проектов и различные решения «принять-отклонить».

¹ Graham J.R. and Harvey C.R. The Theory and Practice of Corporate Finance: Evidence from the Field, Journal of Financial Economics. – 2001. – №60. – pp. 187-243

Среди причин, приводящих к конфликту показателей эффективности, можно выделить следующие:

- несоответствие объемов начальных капиталовложений, необходимых для реализации сравниваемых проектов;
- несоответствие во времени денежных поступлений, рассматриваемых проектов.

Трудности при выборе наиболее эффективного инвестиционного проекта также могут возникнуть, когда требуемые уровни результирующих значений показателей эффективности не согласуются между собой условия. Например, инвестору достаточно, чтобы у проекта был неотрицательный чистый дисконтированный доход, но внутренняя норма доходности должна быть больше определенного значения, значительно превышающего ставку дисконтирования.

Очевидно, что для решения задач оценки эффективности инвестиций и сравнения проектов целесообразно применять набор критериев эффективности, которые должны сводиться в один итоговый показатель (обобщенный показатель эффективности), обеспечивающий однозначную и объективную оценку эффективности проекта. С такого рода обобщением связан ряд сложностей. Во-первых, необходимо определиться со способом комбинирования частных исходных критериев в обобщенный показатель. Во-вторых, каждый частный параметр имеет свою размерность, поэтому требуется введение единой безразмерной шкалы для всех параметров, что позволит их сравнивать.

Один из наиболее удобных способов построения обобщенного показателя эффективности – это функция желательности Харрингтона. В его основе лежит идея преобразования натуральных значения частных показателей эффективности в безразмерную шкалу желательности. Назначение данной шкалы, представленной в таблице 2, заключается в том, чтобы установить соответствие между физическими и психологическими параметрами.

Таблица 2. Стандартные отметки на шкале желательности Харрингтона.

Желательность	Отметки на шкале желательности
Очень хорошо	1,00 – 0,80
Хорошо	0,80 – 0,63
Удовлетворительно	0,63 – 0,37
Плохо	0,37 – 0,20
Очень плохо	0,20 – 0,00

Значения шкалы желательности Харрингтона лежат в интервале от 0 до 1 и обозначаются через d (*desirable* – желательный). Значение j -го частного параметра y_j ,

преобразованное в шкалу желательности, называется частной желательностью и обозначается как d_j .

После того как частные параметры y_j переведены в свои желательности d_j , может быть сформирована обобщенная функция желательности. Обычно ее рассчитывают как среднее геометрическое частных желательностей.

Под обобщенным показателем эффективности в работе понимается обобщенная функция желательности Харрингтона, построенная на основе четырех частных параметров (показателей эффективности): чистого дисконтированного дохода y_{NPV} , внутренней нормы доходности y_{IRR} , индекса рентабельности y_{PI} и дисконтированного срока окупаемости y_{DPP} , предварительно переведенных в соответствующие желательности. Формула для расчета обобщенного показателя эффективности имеет следующий вид:

$$D = \left(\sqrt[4]{\prod_{j=1}^4 d_j} \right) = \sqrt[4]{d_{NPV} \cdot d_{IRR} \cdot d_{PI} \cdot d_{DPP}}, \quad (1)$$

где D – обобщенный показатель эффективности.

Обобщенный показатель эффективности (1) позволяет, во-первых, исключить из рассмотрения те варианты, для которых хотя бы один из его частных показателей эффективности удовлетворяет требованию ($d_j = 0$), во-вторых, использовать для принятия решений шкалу предпочтительности, приведенную в таблице 2. Для выбора наиболее эффективного инвестиционного проекта из множества проектов, после расчета обобщенного показателя эффективности по каждому проекту, необходимо выбрать проект, для которого значение D будет максимальным.

Данный подход можно модифицировать за счет использования весовых коэффициентов, отражающих разную значимость частных параметров и вклад каждого из них в окончательное решение. Для этого среднее геометрическое частных желательностей необходимо изменить на среднее геометрическое взвешенное частных желательностей. В этом случае формула (1) приобретает следующий вид:

$$D = \left(\prod_{j=1}^4 (d_j)^{\gamma_j} \right)^{1/\sum_{i=1}^4 \gamma_i} = \left((d_{NPV})^{\gamma_1} \cdot (d_{IRR})^{\gamma_2} \cdot (d_{PI})^{\gamma_3} \cdot (d_{DPP})^{\gamma_4} \right)^{1/\sum_{i=1}^4 \gamma_i}, \quad (2)$$

где γ_j – значения весового вектора.

В качестве значений весового вектора могут быть использованы как результаты статистической обработки данных по частоте применения показателей эффективности, так и мнения экспертов касательно их взаимной важности.

В работе для определения весовых коэффициентов предлагается метод, основанный на парном сравнении показателей эффективности. Для удобства сравнения критериев эффективности обычно используется шкала качественных описаний уровней важности, далее каждому уровню ставится в соответствие определенное число. В таблице 3 приводится возможная шкала уровней важности, которую удобно использовать для сравнения показателей эффективности.

Таблица 3. Шкала уровней важности

Уровень важности	Количественное значение
Равная важность	1
Умеренное превосходство	2
Существенное превосходство	3
Значительное превосходство	4
Очень большое превосходство	5

На следующем этапе выполняются попарные сравнения элементов каждого уровня, при этом результаты сравнений переводятся в числа. Результаты экспертных сравнений четырех показателей эффективности, исходя из их уровней важности, представлены в таблице 4.

Таблица 4. Матрица сравнений показателей эффективности

Показатель эффективности	<i>NPV</i>	<i>IRR</i>	<i>PI</i>	<i>DPP</i>
<i>NPV</i>	1	2	4	4
<i>IRR</i>	½	1	3	3
<i>PI</i>	¼	⅓	1	½
<i>DPP</i>	¼	½	2	1

Весовые коэффициенты определяются путем нормализации собственных векторов по каждому показателю эффективности. Для вычисления собственного вектора матрицы извлекается корень n -й степени (где n – это размерность матрицы) из произведений элементов каждой строки матрицы сравнений. Результаты расчета весовых коэффициентов представлены в таблице 5.

Таблица 5. Весовые коэффициенты показателей эффективности

Показатель эффективности	Собственный вектор	Весовой вектор
<i>NPV</i>	2,378	0,463
<i>IRR</i>	1,456	0,284
<i>PI</i>	0,537	0,105
<i>DPP</i>	0,760	0,148

После подстановки значений весового вектора из таблицы 5 в формулу (2), получим формулу для расчета обобщенного показателя эффективности в следующем виде:

$$D = (d_{NPV})^{0,463} \cdot (d_{IRR})^{0,284} \cdot (d_{PI})^{0,105} \cdot (d_{DPP})^{0,148}. \quad (3)$$

Обобщенный показатель эффективности улучшает качество решения за счет компенсации уменьшения значений по одним критериям большим увеличением значений по другим критериям.

Оценка надежности инвестиционного проекта на основе данных имитационного моделирования

Инвестиционный проект считается эффективным, когда он удовлетворяет инвестора как с позиции доходности, так с точки зрения и риска, то есть, когда доходность и риск проекта сбалансированы. Сложность заключается в том, что лицо принимающее решения должно определить на какой риск готово пойти для достижения желаемого результата, при этом толерантность инвесторов к риску сугубо индивидуальна.

Показатели эффективности, рассчитанные для одного сценария, не могут полностью охарактеризовать инвестиционный проект, поскольку с их помощью невозможно оценить потенциальные риски, с которыми может столкнуться инвестор. Поэтому часто аналитики прибегают к сценарному анализу, в этом случае они вынуждены использовать априорные вероятности реализации того или сценария, но обоснованность введения точечных вероятностных оценок обычно недостаточна. Можно с большой долей уверенности утверждать, что банки не согласятся предоставлять кредит, а собственники предприятия вкладывать средства в проект, полагаясь на субъективные оценки аналитиков, который за свои оценки имущественно не отвечают. В результате, лицо принимающее решения, зачастую отказывается от применения формальных методов и руководствуется профессиональным опытом и управленческой интуицией.

Среди различных подходов к оценке риска в инвестиционном анализе – метод сценариев, анализ чувствительности, методы теории игр, имитационное моделирование, методы теории нечетких множеств – одним из наиболее эффективных среди них является метод имитационного моделирования, позволяющий осуществить многократную имитацию условий формирования проекта. Практическое применение данного метода показало широкие возможности его использования в инвестиционном анализе.

Анализ рисков при помощи метода имитационного моделирования представляет собой соединение методов анализа чувствительности и анализа сценариев на базе теории

вероятностей¹. Схематично этапы имитационного моделирования приводятся на рисунке 2.

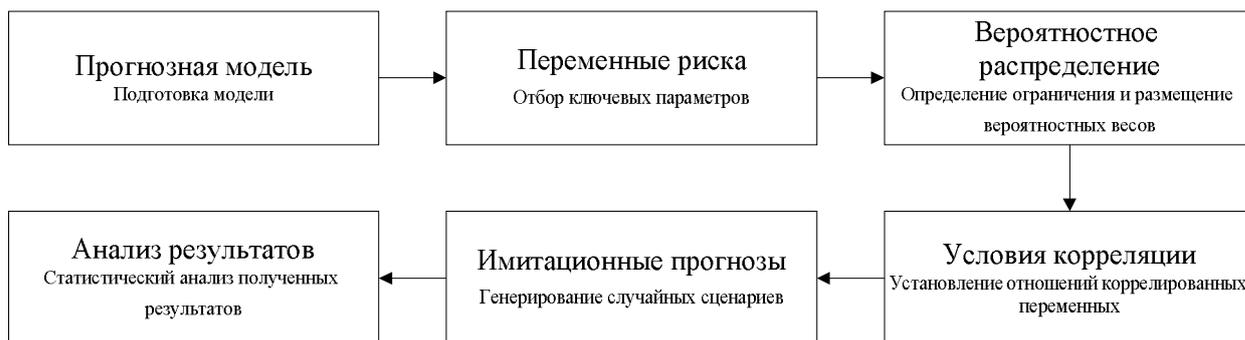


Рисунок 2 – Схема имитационного моделирования

Первым шагом является подготовка модели для оценки эффективности проекта. На следующем этапе определяются "уязвимые" и неопределенные переменные модели, далее выявляется тип распределения (нормальное, треугольное или др.) и его параметры (наиболее вероятное значение, среднеквадратичное отклонение или минимальное и максимальное значения). Следует отметить, что треугольное распределение в наибольшей степени подходит для цены и себестоимости продукции, при этом в последнем случае, распределение имеет не симметричную форму, а немного скошенную вправо – себестоимость скорее будет завышена, чем занижена по сравнению с наиболее вероятным значением. В отличие от цен, которые хотя и колеблются, но находятся под контролем менеджмента, объем продаж во многом зависит от неконтролируемых компанией факторов. Поэтому, как правило, объем продаж моделируется как случайная величина с нормальным распределением. Такие параметры модели, как инфляция и ставка дисконтирования обычно также моделируются как случайные величины с нормальным распределением.

После того, как сгенерированы случайные сценарии, можно приступить к анализу полученных результатов. Обычно в качестве характеристики уровня риска используют среднеквадратическое отклонение, рассчитываемое для одного из выходных параметров модели, например, чистого дисконтированного дохода или внутренней нормы доходности. Чем больше значение среднеквадратического отклонения, тем рискованнее будет принимаемое инвестиционное решение. В работе предлагается модифицированный подход, учитывающий отношение к риску лица, принимающего решение, через введение проектного уровня.

В качестве иллюстрации приведем результаты имитационного моделирования распределения чистого дисконтированного дохода, представленные на рисунке 3, для

¹ Волков И.М., Грачева М.В. Проектный анализ. – М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 1998. – 423 с.

проекта кислородно-конверторного цеха, рассматриваемого в дальнейшем. Проектный уровень для чистого дисконтированного дохода обозначим как H и установим равным нулю, т.е. эффективным признается проект, только в том случае, если чистый дисконтированный доход больше или равен нулю, тогда зона лежащая справа от проектного уровня является зоной эффективных инвестиций.

Выбор уровня H , может определяться не только тактическими, но и стратегическими соображениями инвестора. Например, инвестор может увеличить требования к доходности проекта, если в ходе его реализации, вынужден идти на повышенный риск.

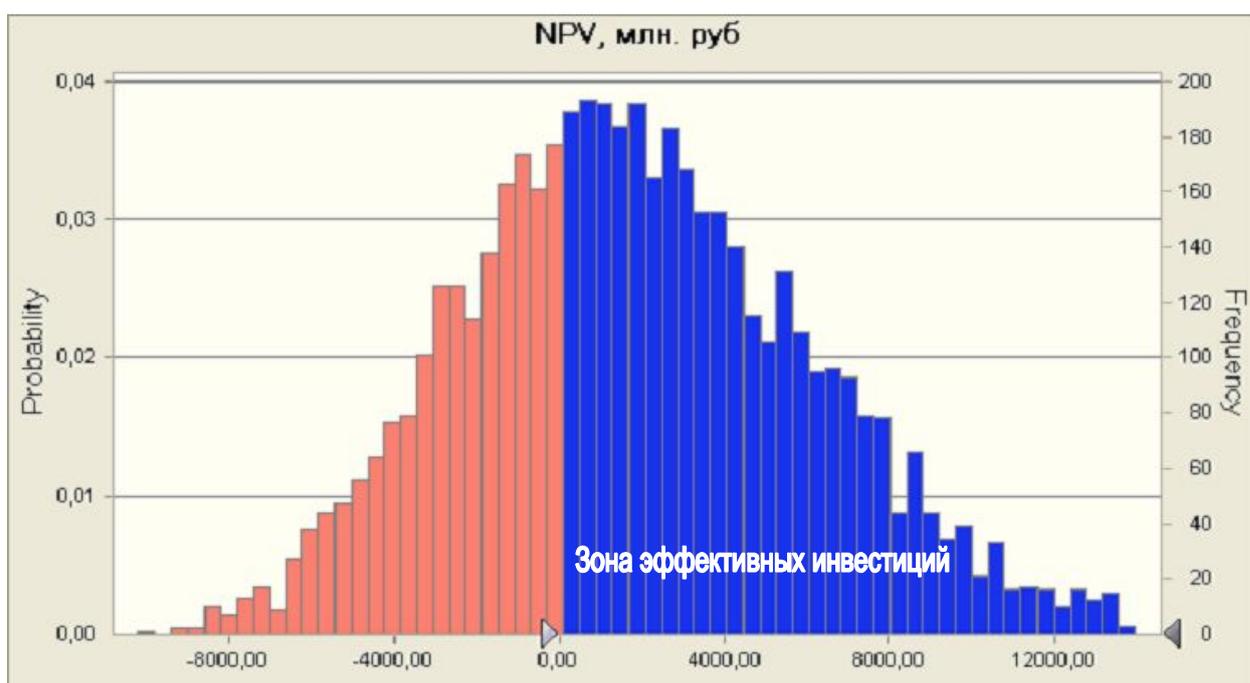


Рисунок 3 – Распределение чистого дисконтированного дохода и зона эффективных инвестиций

Площадь зоны эффективных инвестиций является численной характеристикой степени надежности проекта на основании какого-либо показателя эффективности и может быть определена по формуле:

$$r = \int_Z^{+\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2}} dx, \quad (4)$$

где r – степень надежности,

Z – нормализованное значение проектного уровня.

Уравнение для нормализованного значения проектного уровня H имеет следующий вид:

$$Z = \frac{H - \mu}{\sigma}, \quad (5)$$

где Z – нормализованное значение проектного уровня,

H – проектный уровень,

μ – математическое ожидание,

σ – среднеквадратическое отклонение.

Формула (5) является универсальной, поскольку дает возможность оценить степень надежности инвестиционного проекта на основе различных критериев эффективности. Лицу принимающему решения, достаточно установить соответствующие проектные уровни H_i , по которым проект может быть признан эффективным на основании того или иного показателя.

Отдельно необходимо отметить, что дисконтированный срок окупаемости в отличие от остальных показателей эффективности направлен в другую сторону – чем меньше срок окупаемости, тем проект эффективнее. Поэтому для расчета степени надежности для дисконтированного срока окупаемости, должно оцениваться зона, лежащая слева от проектного уровня H_{DPP} .

Методика интегральной оценки надежности проекта, использующая агрегирование значений частных показателей в обобщенный показатель надежности

Как уже отмечалось, использование одного критерия при принятии инвестиционных решений является упрощением, поэтому для оценки надежности проекта предлагается использовать интегральный критерий. Данный критерий базируется на большем объеме информации, включая в себя информацию нескольких частных показателей надежности, что с одной стороны может привести к повышению общего риска, но с другой стороны обоснованность принимаемых решений будет выше. По аналогии с обобщенным показателем эффективности, в обобщенный показатель надежности агрегируются четыре степени надежности (r_{NPV} , r_{IRR} , r_{PI} и r_{DPP}), рассчитанные на основе соответствующих распределений чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности, индекса рентабельности и дисконтированного срока окупаемости.

Значения степеней надежности проекта лежат в пределах от 0 до 1, следовательно, являются сопоставимыми величинами, что позволяет получить интегральное значение надежности проекта, которое формируется на основе многокритериального подхода. Обобщенный показатель надежности рассчитывается как среднее геометрическое взвешенное частных показателей надежности. Формула для расчета обобщенного показателя надежности имеет вид:

$$R = \left((r_{NPV})^{\gamma_1} \cdot (r_{IRR})^{\gamma_2} \cdot (r_{PI})^{\gamma_3} \cdot (r_{DPP})^{\gamma_4} \right)^{1/\sum_{i=1}^4 \gamma_i}, \quad (6)$$

где R – обобщенный показатель надежности,

γ_i – значения весового вектора.

Если лицо принимающее решения полагает, что показатели эффективности имеют одинаковую важность, то необходимо принять весовые коэффициенты равными. В этом случае формула (6) преобразуется к следующему виду:

$$R = \sqrt[4]{r_{NPV} \cdot r_{IRR} \cdot r_{PI} \cdot r_{DPP}}. \quad (7)$$

По аналогии с обобщенным показателем эффективности значения весовых коэффициентов для обобщенного показателя надежности могут быть получены экспертным путем методом парных сравнений, что позволяет использовать рассчитанные ранее значения, представленные в таблице 4. В результате формулу для расчета обобщенного показателя надежности будет записана в следующем виде:

$$R = (r_{NPV})^{0,463} \cdot (r_{IRR})^{0,284} \cdot (r_{PI})^{0,105} \cdot (r_{DPP})^{0,148}. \quad (8)$$

Каждый инвестор, исходя из своих инвестиционных предпочтений, может классифицировать значения R , выделив для себя отрезок приемлемых значений.

Для оценки и сравнения альтернативных инвестиционных проектов по увеличению производства на одном из отечественных металлургических комбинатов в работе, была построена экономико-математическая модель. Один из проектов предполагает строительство электросталеплавильного цеха, другой – кислородно-конверторного цеха. Модель построена на основе данных предпроектных изысканий. Однако часть переменных модели не поддаются точному прогнозу. Конкуренция на металлургическом рынке достаточно жесткая, возможно ценовое давление со стороны других производителей, что может привести к снижению цены. Прогнозная себестоимость зачастую превышает запланированное значение. Определение точечной ставки дисконтирования также весьма затруднительно. Поэтому основные параметры модели – цена, себестоимость, ставка дисконтирования – моделируются как случайные переменные, имеющие вероятностное распределение. Такой подход позволяет, с помощью имитационного моделирования, получить распределения четырех показателей эффективности: NPV , IRR , PI , DPP . Сравнение распределений чистого дисконтированного дохода для проектов строительства ЭСПЦ и ККЦ представлено на рисунке 4.

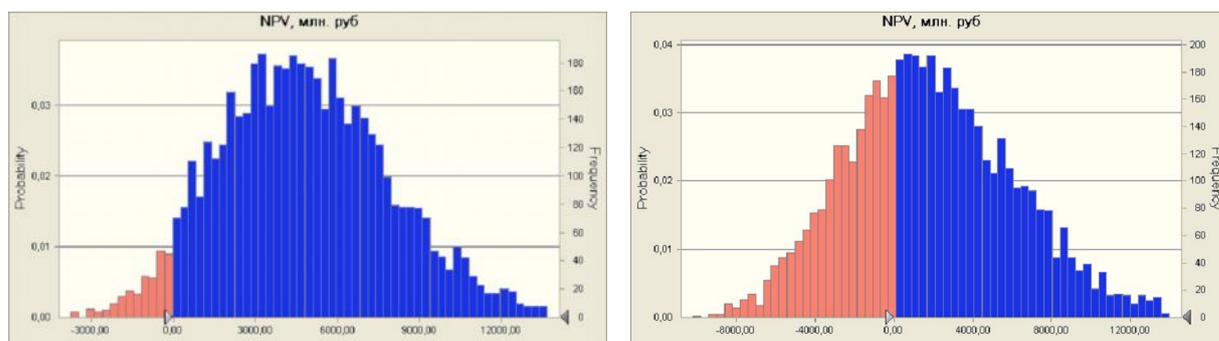


Рисунок 4 – Распределение чистого дисконтированного дохода для проектов строительства электросталеплавильного цеха и кислородно-конверторного цеха

Проектные уровни H были установлены исходя из того, что чистый дисконтированный доход по проекту должен быть больше нуля, внутренняя норма доходности больше 20%, индекс рентабельности больше единицы, срок окупаемости с учетом дисконтирования должен быть меньше 15 лет. По формуле (5) оценены степени надежности r_i по четырем показателям эффективности. Далее, по формуле (8), рассчитаны значения обобщенного показателя надежности для проектов строительства ЭСПЦ и ККЦ, результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6. Сравнительный анализ проектов строительства электросталеплавильного цеха и кислородно-конверторного.

Показатель	Проект	
	ЭСПЦ	ККЦ
NPV (базовый сценарий), млн. руб.	4087,8	771,4
IRR (базовый сценарий), %	23,38	18,6
PI (базовый сценарий)	1,33	1,03
DPP (базовый сценарий), лет	10,8	14,3
Обобщенный показатель надежности	0,927	0,573

Сравнительный анализ проектов строительства ЭСПЦ и ККЦ, исходя из данных таблицы 6, а также рисунка 4 показывает, что проект строительства электросталеплавильного цеха выглядит предпочтительней как с позиции критериев эффективности, так и на основе обобщенного показателя надежности.

Методика сравнения инвестиционных проектов, учитывающая значения показателей их эффективности и надежности

Совместное использование обобщенного показателя эффективности и обобщенного показателя надежности для принятия инвестиционных решений позволяет оценить проект с позиции доходности и риска. Условно можно выделить четыре

ключевые ситуации, возникающие при оценке инвестиционного проекта, представленные на рисунке 5.

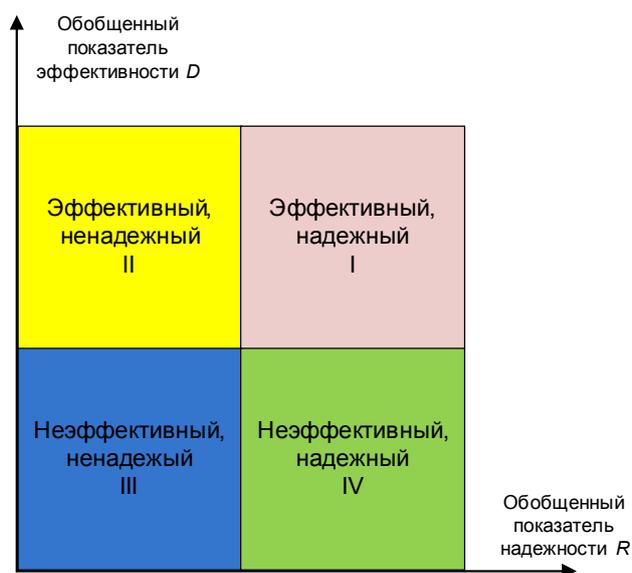


Рисунок 5 – Объединение оценок D и R

Если проект классифицирован инвестором как эффективный и надежный, то, естественно, он должен быть принят к реализации в первую очередь, в обратном случае, когда проект одновременно неэффективный и ненадежный проект необходимо исключить из рассмотрения. Наибольшие затруднения вызывает ситуация, когда проект попадает во вторую или четвертую четверти. В этом случае судьба проекта зависит инвестиционной стратегией компании. Требуется определиться с линией толерантности – критической границей терпимости к риску, иначе говоря, необходимо установить предел, до которого компания готова идти на повышенный риск для достижения желаемого уровня доходности.

Трудности с ранжированием инвестиционных проектов также могут возникнуть в случае, если проекты удовлетворяют как с позиции эффективности, так и надежности, но критерии эффективности и надежности противоречат друг другу. Один проект может выглядеть предпочтительней исходя из обобщенного показателя эффективности, хотя обобщенный показатель надежности отдает предпочтение другому. Для преодоления данной проблемы в работе предлагается следующий подход:

Первый этап. Нормализация значений обобщенного показателя эффективности и обобщенного показателя надежности, для этого значение каждого показателя делится на максимальное значение данного показателя среди всех рассматриваемых проектов.

Второй этап. Выбор и ранжирование наиболее привлекательного проекта на основе комплексного критерия, рассчитываемого по формуле:

$$(1 - \lambda) \cdot \overline{D}_i + \lambda \cdot \overline{R}_i, \quad (9)$$

где λ – требование лица принимающего решения к соотношению между эффективностью и надежностью $[0,1]$, если λ равна нулю, то решение основывается только на точечном детерминистическом прогнозе;

\overline{D}_i и \overline{R}_i – нормализованные значения обобщенного показателя эффективности и обобщенного показателя надежности для i -го проекта соответственно.

Далее сравнение проектов производится исходя из рассчитанного по формуле значения (9), при этом большее значение комплексного критерия соответствует более предпочтительному варианту.

Рассмотрим три альтернативных варианта реконструкции одного из отечественных металлургических комбинатов, которые были определены с позиции технической и экономической целесообразности. Проекты, составляющие возможные варианты реконструкции предприятия приведены в таблице 7.

Таблица 7. Варианты реконструкции металлургического комбината

Вариант №1	Вариант №2	Вариант №3
– вдувание ПУТ в доменные печи, – реконструкция ДСП (традиционная технология), – реконструкция МНЛЗ, – строительство установки печь-ковш, – реконструкция сортового стана	– реконструкция доменных печей, – реконструкция ДСП (традиционная технология), – реконструкция МНЛЗ, – строительство установки печь-ковш, – реконструкция сортового стана	– вдувание ПУТ в доменные печи, – реконструкция ДСП (жидкий чугун), – реконструкция МНЛЗ, – строительство установки печь-ковш, – строительство цеха ЖФВ, – реконструкция сортового стана

Для оценки и сравнения вариантов реконструкции была построена экономико-математическая модель, с её помощью были рассчитаны показатели эффективности, представленные в таблице 8.

Таблица 8. Показатели эффективности (базовый сценарий)

Показатель	Вариант реконструкции		
	№1	№2	№3
<i>NPV</i> , млн. долл.	44,1	36,9	61,9
<i>IRR</i> , %	24,7	25,6	25,2
<i>PI</i>	1,28	1,31	1,29
<i>DPP</i> , лет	5,6	5,6	5,8

Анализ полученных результатов показывает, что ни один из трех проектов не выглядит предпочтительней другого сразу по всем четырем показателям эффективности, кроме того требуется оценить надежность рассматриваемых проектов. Вследствие этого были рассчитаны обобщенный показатель эффективности и обобщенный показатель надежности, результаты представлены в таблице 9.

Таблица 9. Сравнительный анализ вариантов реконструкции

Показатель	Вариант реконструкции		
	№1	№2	№3
Обобщенный показатель эффективности для базового сценария	0,747	0,769	0,756
Обобщенный показатель надежности	0,946	0,908	0,906

Из таблицы 9 видно, что ранжирование вариантов реконструкции на основе обобщенного показателя эффективности и обобщенного показателя надежности дает разные результаты, имеет место конфликт критериев. На рисунке 6 представлены результаты объединения обобщенного показателя эффективности и обобщенного показателя надежности в комплексный критерий для различных значений λ .

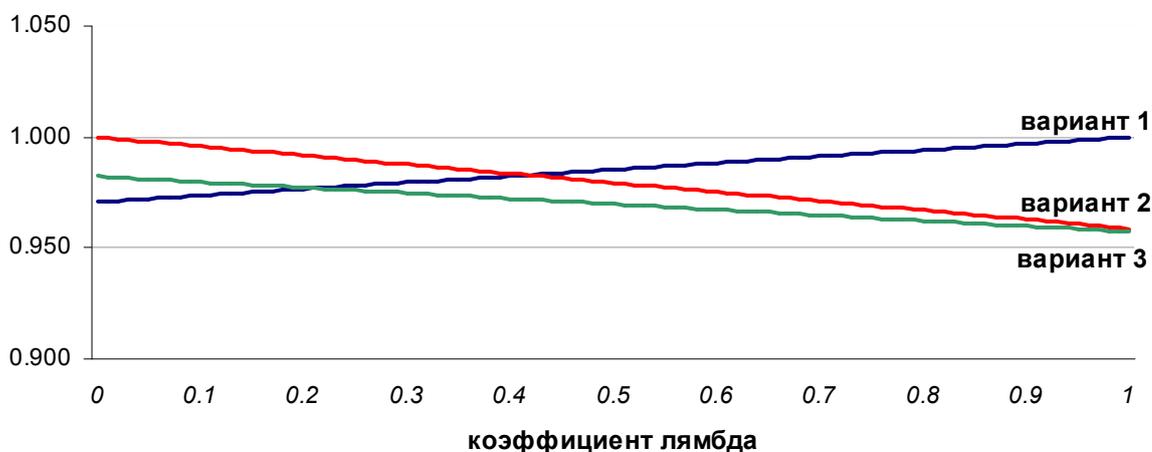


Рисунок 6 – Выбор наилучшего варианта реконструкции металлургического комбината в зависимости от λ

Видно, что по мере роста λ , или другими словами, с увеличением веса обобщенного показателя надежности и уменьшения веса обобщенного показателя эффективности в комплексном критерии, первый вариант реконструкции становятся более предпочтительным по сравнению с двумя другими. При умеренной склонности к риску ($\lambda = 0,3$) предпочтительным является второй вариант реконструкции.

Приоритеты в реализации инвестиционных проектов, которые получены на основании комплексного критерия, могут быть изменены в силу того, что ряд проектов

носят первоочередной характер. Важность подобных проектов определяется технологическими соображениями, они могут быть направлены на решение социальных задач. Отказ от их реализации может стать критическим для бизнеса и, в перспективе, обернуться для компании снижением конкурентоспособности или вообще банкротством.

Кроме сравнения инвестиционных проектов, в практической деятельности компании часто возникает потребность формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов. Один из вариантов задачи оптимизации портфеля проектов состоит в том, чтобы получить максимум эффективности при фиксированном риске. При этом должно быть выполнено условие, ограничивающее суммарный объем инвестиций. Пусть требуется найти такой набор проектов x_1, \dots, x_n , для которого

$$\sum_{j=1}^m D_j \cdot x_j \rightarrow \max, \quad (10)$$

при ограничениях:

$$\sum_{j=1}^m I_j \cdot x_j \leq B,$$

$$R_j \cdot x_j \geq \delta,$$

целое число x_j принимает значение равное либо 0, либо 1,

где

I_j – начальный объем инвестиций по j -варианту,

B – инвестиционный бюджет,

δ – приемлемый уровень надежности проекта (от 0 до 1).

В этой модели учтены показатели надежности, рассчитываемые по формулам (6) – (8). Данный подход позволяет снизить риск сформированного портфеля инвестиционных проектов, за счет того, что в него включаются только те проекты, которые соответствуют заданному уровню надежности.

Все этапы, связанные с оценкой эффективности инвестиций и принятием инвестиционных решений, взаимосвязаны и представляют собой единое целое. Соответственно, предложенные в работе подходы и методики изображены совместно на схеме, представленной на рисунке 7.



Рисунок 7 – Схема методики выбора наиболее привлекательного инвестиционного проекта и формирования оптимального портфеля инвестиционных проектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения работы получены следующие результаты.

Разработана методика интегральной оценки эффективности проекта. Предложен подход к формированию обобщенного критерия эффективности. Данный показатель представляет собой обобщенную функцию желательности Харрингтона, построенную на основе частных параметров (показателей эффективности), предварительно переведенные в сопоставимый вид. Использование обобщенного показателя эффективности способствует повышению обоснованности принимаемых инвестиционных решений.

Показано, что в качестве значений весовых коэффициентов в обобщенном показателе могут быть использованы как результаты статистической обработки данных по частоте применения показателей эффективности, так и мнения экспертов касательно их взаимной важности. Методом парных сравнений определены значения весовых коэффициентов, отражающих вклад каждого из частных показателей эффективности в окончательное решение.

Предложен подход к оценке степени надежности на основе данных имитационного моделирования. Показатель надежности проекта рассчитывается исходя из распределения показателя эффективности, полученного в ходе имитационного моделирования, и заданного проектного уровня. Показано, что выбор уровня, может определяться не только тактическими, но и стратегическими соображениями инвестора. Например, инвестор может увеличить требования к доходности проекта, если в ходе его реализации, вынужден идти на повышенный риск.

Разработана методика многокритериальной оценки надежности проекта, использующая агрегирование значений частных показателей надежности в обобщенный показатель. Частные показатели надежности рассчитываются на основе имитационного моделирования распределений четырех показателей эффективности: чистого дисконтированного дохода, внутренней нормы доходности, индекса рентабельности и дисконтированного срока окупаемости.

Разработана методика сравнения инвестиционных проектов, основанная на выборе наиболее привлекательного проекта с помощью комплексного критерия, представляющего собой сумму нормированных показателей эффективности и надежности, взятых с весовыми коэффициентами, учитывающие требования лица принимающего решения, по соотношению между этими двумя показателями.

По разработанной методике выполнены экспериментальные расчеты. Проведена сравнительная оценка альтернативных инвестиционных проектов для двух отечественных металлургических комбинатов.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Глеков С.Л. Ранжирование альтернативных инвестиционных проектов // Микроэкономика, №8 – М.: Издательство «Институт Микроэкономика», 2009 – 0,3 п.л.
2. Глеков С.Л. Разработка интегрального показателя эффективности инвестиционных проектов // Вестник УГТУ-УПИ, №6. – Екатеринбург: УГТУ, 2009 – 0,3 п.л.
3. Глеков С.Л. Выбор наиболее эффективного инвестиционного проекта в условиях неопределенности // Вестник ИНЖЭКОНа Вып. 3 (30) – СПб.: СПбГИЭУ, 2009. – 0,2 п.л.
4. Глеков С.Л. Методы финансового обоснования стратегических решений // Сборник научных трудов международной научно-технической конференции «Металлургия: вопросы экономики и менеджмента». Под редакцией проф. Михина В.Ф. – М.: МИСИС, 2009. – 0,2 п.л.
5. Глеков С.Л. Выбор оптимального инвестиционного проекта на основе обобщенного показателя эффективности // Известия Высших учебных заведений. Черная металлургия №7 – М.: МИСИС, 2008 – 0,2 п.л.
6. Глеков С.Л. Необходимость совместного использования критериев эффективности инвестиционного проекта в виде обобщенного показателя // Проблемы экономики Вып. 6. – М.: Изд-во «Компания Спутник+», 2008. – 0,1 п.л.