

Московская финансово-промышленная академия

Шабалин А.Н.

Инвестиционное проектирование

Москва, 2004

УДК 336.714
ББК 65.9(2Рос)-56
Ш 122

Шабалин А.Н. Инвестиционное проектирование / М., Московская финансово-промышленная академия.- 2004. – 139 с.

© Шабалин А.Н., 2004
© Московская финансово-промышленная академия, 2004

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
ЧАСТЬ 1. ПРОБЛЕМЫ, ОСОБЕННОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ.....	8
Раздел 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	8
1.1. Проектирование как деятельность.....	8
1.2. Составляющие инвестиционной деятельности	9
1.3. Синтез и анализ в инвестиционном проектировании	9
Раздел 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА.....	14
2.1 . Макроэкономический рост.....	14
2.2 . Корпоративный рост.....	16
2.3. Инвестиционное взаимодействие в экономическом росте.....	17
Раздел 3. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	18
3.1. Проблема барьерного нуля.....	18
3.2. Проблема обратимости социально-экономического времени.....	18
3.3. Проблема неограниченного роста	19
3.4. Проблема монотонного роста	19
3.5. Проблемы инвестиционной логики.....	19
ЧАСТЬ 2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.....	21
Раздел 4. СУЩНОСТЬ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	21
4.1. Структура инвестиционного проектирования	21
4.2. Методы и подходы инвестиционного проектирования	22
4.3. Современное состояние инвестиционного проектирования	24
4.4. Сложность в инвестиционном проектировании	25
4.5. Задачи инвестиционного проектирования.....	28
Раздел 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ЦИКЛА	31
5.1. Цикл моделирования инвестиционного цикла.....	31
5.2. Моделирование в пространстве критериев эффективности.....	31
5.3. Синтез инвестиционных моделей.....	35
5.4. Риск и неопределенность в моделях инвестиционного цикла	36
Раздел 6. МНОГОМЕРНЫЕ ИНВЕСТИЦИОННЫЕ МОДЕЛИ.....	38
6.1. Необходимость многомерного дисконтирования	38
6.2. Вектор чистого дисконтированного дохода.....	
6.3. Матричная внутренняя норма доходности.....	
6.4. Вектор индексов рентабельности	43
6.5. Вектор сроков окупаемости	44
Раздел 7. ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ДИСКОНТИРОВАНИЕ.....	46
7.1. Уравнения логистического роста	46
7.2. Приведение будущих значений	49
7.3. Чистый дисконтированный доход логистический	50

7.4. Логистическая внутренняя норма доходности	51
7.5. PBPL и PII	52
Раздел 8. МНОГОМЕРНОЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ДИСКОНТИРОВАНИЕ	54
8.1. Векторная функция логистического роста (ВФЛР).....	54
8.2. Вектор логистического чистого дисконтированного дохода	56
8.3. Логистическая матрица внутренней доходности.....	57
8.4. NPVL для двух инвестиционных проектов	58
8.5. IRRL для двух инвестиционных проектов	60
Раздел 9. ГЕНЕРАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ	62
9.1. Одномерные функциональные уравнения.....	62
9.2. Скалярные функции роста.....	63
9.3. Исчисление денежных сумм	65
9.3.3 Обобщенный срок окупаемости	67
9.4. Векторные функции роста.....	68
9.5. Классификация	71
Раздел 10. СТОХАСТИЧЕСКОЕ ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	73
10.1. Вероятностные критерии экономической эффективности	73
10.2. Условные вероятностные показатели эффективности.....	75
10.3. Первые статистические моменты	77
10.4. Адаптация аналитиков.....	77
Раздел 11. ОПТИМАЛЬНОЕ ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ.....	81
11.1. Цели и ограничения в инвестиционном проектировании	81
11.2. Свертка критериев оптимальности	83
11.3. Оптимизация деятельности аналитиков	84
11.4. Оптимизация инвестиционных портфелей.....	88
Раздел 12. КРИТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ, ПОТОКИ И ОБЛАСТИ	93
12.1. Критический поток реальных денег	93
12.2. Динамическая точка безубыточности	93
12.3. Критическая область стоимостей капитала.....	95
12.4. Критические области по оценке	96
12.5. Критические доверительные области	96
12.6. Анализ безубыточности для нескольких видов товаров проекта ...	97
12.7. Анализ безубыточности и чувствительности с учетом фактора времени.....	98
ЧАСТЬ 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	101
Раздел 13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ (ИС&Т) В ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ИД)	101
13.1. Основные понятия и характерные примеры	101
13.2. Поддержка перемещения инвестиционных ресурсов	103
13.3. Особенности и тенденции развития	105

13.4. Классификации	107
13.5. Принципы построения информационных систем ИД.....	108
Раздел 14. БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ИД .	109
14.1. Мошеннические схемы в ИД с использованием Сети	109
14.2. Противодействие мошенничеству.....	110
14.3. ИТ для надзора за ИД	111
Раздел 15. ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В СРЕДЕ MATHCAD 2001	113
Раздел 16. ОПТИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ	114
16.1. Три вида активов	114
16.2. Оптимизация по Марковицу инвестиционного портфеля (общий случай) и эксперименты в MathCAD 2001	117
Раздел 17. АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.....	122
17.1. Взаимодействие пределов роста.....	122
17.2. Взаимодействие темпов роста	125
17.3. Инвестиционные осцилляции	129
Заключение	134
ГЛОССАРИЙ.....	135
Список литературы	137

ВВЕДЕНИЕ

Качественные изменения российского инвестиционного климата предъявляют к аналитикам и финансовым инженерам новый уровень требований, а именно, уметь:

- обеспечить обоснованность инвестиционных решений;
- встроить в бизнес-план проекта средства достижения его целей;
- оперативно разрабатывать и сопровождать модель инвестиционного цикла;
- конструировать сложные инвестиционные инструменты и системы для обеспечения между ними эффективного взаимодействия;
- следовать общей тенденции в финансовых науках перехода от обработки данных и применения главным образом расчетных процедур к представлению и обработке знаний.

Инвестиционное проектирование осуществляется на разных уровнях экономической системы. Дефекты проектирования неизбежно проявляются и ранее неудачно спроектированная система, затем дорабатывается или перепроектируется. Рост экономики РФ следует объяснять доработками экономики и социума. Мерой этих доработок сейчас может служить сумма инвестиций, начиная от второй половины 1998 года. Темпы экономического роста во многом определяются параллелизмом экономических, политических и социальных процессов, которые попеременно задают для экономики ориентиры будущего развития

В издании учтен опыт преподавания курса «Инвестиционное проектирование» в 2000-2004 годах в МФПА. Здесь расширены материалы, детализирующие многомерный подход к проектированию инвестиционного цикла. Этот подход ориентирован на разработку процедур обоснования инвестиционных решений, оптимизацию инвестиционных портфелей и оценку параметров построенных моделей. Эти модели объектно-ориентированны и позволяют обеспечить решение широкого спектра проблем инвестиционного проектирования, включая проектирование взаимодействия между инвестиционными портфелями.

Кроме того, добавлены вероятностные инвестиционные модели, поддерживающие процедуры обеспечения гарантированных результатов инвестиционного проектирования. Показатели экономической эффективности модифицированы соответствующим многомерным образом, а для их оценки представлены свои уравнения.

Существенно дополнены процедуры дисконтирования потока реальных денег, которые теперь позволяют учесть пределы экономического роста, взаимодействие параллельно реализуемых инвестиционных проектов, а также проявления факторов случайности.

В новом разделе «Критические точки, потоки и области» для исследования реализуемости предложены методы, которые позволяют

выявить допустимые входы пространства модели инвестиционного цикла. К таким входам относятся элементы потока реальных денег, параметры инвестиционных источников проекта. Для двух параллельно реализуемых на предприятии инвестиционных проектов рассматривается динамическая модель безубыточности, которая позволяет исследовать проявление эффекта инвестиционного взаимодействия. Рассмотрены подходы к оценке безубыточности с учетом диверсификации производства и фактора времени.

В инвестиционном проектировании невозможно изолированно рассматривать финансовые и реальные инвестиции. Действительно, составляющие реальных инвестиций возможно и, все чаще, включают в себя ценные бумаги, а инвестиции в ценные бумаги рациональный инвестор осуществляет, прогнозируя успешность реализации в компании-эмитенте ее инвестиционных проектов.

Качество прохождения циклов инвестиционного проектирования и результативность инвестиционных решений сейчас во многом зависит от эффективности использования инвесторами и аналитиками современных информационных технологий. Эти технологии дают возможность повысить достоверность оценок стартовых инвестиций, проводить вертикальную и горизонтальную интеграцию информационных систем для рабочих мест аналитиков и лиц, принимающих инвестиционные решения.

Реальный сектор экономики требует интенсивного применения информационных технологий для оценки технико-экономической реализуемости и экономической эффективности инвестиционных проектов. Кроме того, у потенциальных инвесторов и аналитиков часто возникает практическая необходимость поставить эксперименты с компьютерной моделью самого цикла реального инвестирования, чтобы проверить, насколько чувствительны результаты проекта к изменениям рыночной среды.

В финансовой системе, которая поддерживается информационно и аналитически действиями компьютеризированных инвесторов, привлекаются в свою деятельность информационные ресурсы глобальных и корпоративных сетей. Для инвестиционного проектировщика важно знать, не только каким может или должен быть рынок, но также уметь оценить его по фактическим данным. И для достижения этой цели компьютеризированный инвестиционный анализ наиболее ценен. Исследователям и лицам, принимающим решения, актуально использовать на практике стратегии, основанные на результатах именно этого анализа.

Информационные технологии особенно эффективны для обоснования инвестиционных решений в условиях проявления факторов случайности и неопределенности.

Для успешности инвестиционной деятельности на всех организационных и технических уровнях также важно обеспечить безопасность и надежность используемых информационных систем.

Часть 1. Проблемы, особенности и тенденции

Раздел 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

1.1. Проектирование как деятельность

Под проектированием понимается создание на некотором носителе или носителях более или менее приближенного к реальности будущего облика изделия, программы или деятельности. Здесь можно было бы воспользоваться термином система для трех последних интуитивно ясных понятий. Часто сами проектировщики не владеют полной информацией о том, каково целевое назначение продукта их деятельности, и каким образом технологически может быть воплощен в реальность их проект. Например, разработанный проект программной системы, возможно, найдет свою реализацию в виде матричной интегральной схемы. Таким образом, имеется неопределенность относительно элементной базы, которая окончательно привлекается для реализации проекта. Следовательно, можно говорить о проектировании как о целенаправленной деятельности для формирования облика перспективной системы только тогда, когда проектировщики полностью информированы о цели инвестора и четко определена технология реализации проекта.

Для последнего полувека развития проектирования характерно опережающее развитие аппаратных средств и технологий. После каждого из технологических прорывов следовали с некоторым запаздыванием прогрессивные изменения в программировании и проектировании, чтобы воспользоваться вновь открывающимися возможностями. Одно из решающих видоизменений – это представление проекта в виде совокупности взаимосвязанных процессов. По аналогии с аппаратными блоками процессы бизнеса, технологические процессы и процедуры принятия решений проектировщикам стало удобно представлять в виде модулей, соединенных между собой информационно и физически. Это позволяет отобразить передачу сигналов и сообщений внутри системы, а также информационные и физические воздействия среды.

Проекты сложных систем неизбежно содержат ошибки проектирования и ошибки требований, заданных заказчиком. Затраты на поиск, локализацию и устранение этих ошибок для современных условий кратно превосходят затраты на само проектирование. Совершенство представления требований и их полнота, а также качество проектирования существенно влияют на стоимость проекта. До реального воплощения системы заказчиком проекта и самим проектировщиком чрезвычайно актуально избавиться от потенциально устранимых источников отказов, чтобы сократить самую затратную

составляющую стоимости разработки сложного проекта. Таким образом, проектирование и тестирование проекта следует рассматривать совместно.

Современные проекты следует представлять, привязываясь к некоторой среде автоматизированного проектирования, например, к системам Project Expert, AutoCAD или MathCAD, где уже в библиотеках и базах данных содержатся лучшие и/или полезные образцы проектировочной деятельности. Кроме того, для многих проектов решения проектировщиков уже могли найти свое воплощение в проектах-аналогах, а эта информация доступна в сетях, корпоративных или глобальных. Следовательно, существует значительный объем проектных и технологических, уже отработанных схем и решений, которые возможно и выгодно привлечь для разработки проекта, если воспользоваться компьютерными системами и сетями.

Результат проектирования позволяет часто за счет коммерческого тиражирования проекта осуществлять высокодоходный бизнес, а в некоторых случаях построить источник инвестирования самого проекта или новых проектов.

Успешные проекты, особенно в области высоких технологий, делают национальную экономику привлекательной, дают возможность эффективно участвовать в международном или межотраслевом разделении труда, а также контролировать направления экономического роста.

1.2. Составляющие инвестиционной деятельности

На рис. 1 представлены составляющие инвестиционной деятельности. Компоненты этой схемы могут быть декомпозированы в зависимости от конкретных инвестиционных целей.

К этой схеме можно сделать следующие принципиальные замечания. Инвесторы способны воздействовать на рынок инвестиций и инвестиционные процессы, формируя денежные и материальные потоки, а также давая оценки рыночной ситуации.

Обозначенные связи между инвестиционными составляющими являются возможными и формируются в результате инвестиционного проектирования.

1.3. Синтез и анализ в инвестиционном проектировании

Схема рис.1 показывает, что инвестиционные проектировщики располагают возможностью выстраивать последовательно-параллельные схемы или строить ориентированные графы, в вершинах которых располагаются инвестиции разного вида. Область схемы над рынком инвестиций соответствует потенциалу лиц, причастных к инвестиционной деятельности. Выбору и прохождению каждого из

потенциально возможных маршрутов соответствует некоторый сложный инвестиционный проект. Отработанные и принятые к реализации проекты затем погружаются в социально-экономическую среду: рынок инвестиций.

Принято агрегировать инвестиционные проекты в портфели, если они формируются или реализуются, например, инвестиционным фондом или интегрированной бизнес группой. Такая агрегированная структура дана на рис.2. Для синтеза этого портфеля необходимо проводить несколько циклов проектирования, последовательно повторяя аналитические и синтетические процедуры. Заметим, что в этой структуре возможно присутствие вложенных портфелей и наборов идентичных портфелей.

Конечно, для целенаправленного синтеза необходимо использовать оптимизационные процедуры. Обычно ведется поиск эффективного портфеля, т.е. портфеля, имеющего минимальный риск при заданной доходности или портфеля, обладающего максимальной доходностью для фиксированного уровня риска. Долгосрочным интересам устойчивого и успешного развития в наибольшей степени подходит в качестве целевой функции максимизация рыночной капитализации компании. Эта функция отвечает главным интересам собственников компании.

Заметим, что такая структура инвестиционного портфеля и возможность взаимодействия с другими инвестиционными портфелями позволяют контролировать рост сложности модели, а также учитывать особенности конкурентного противоборства на рынке инвестиций.

Если рассматривать процесс инвестиционного проектирования как преобразование информации с помощью некоторой системы проектирования, то для этой системы характерна возможность доработок самой системы, которую используют эффективные проектировщики (см. рис. 3).

В системе инвестиционного проектирования можно выделить организационные, программные и технические средства. Во время доработок имеется принципиальная особенность: некоторые дефекты являются неустраняемыми, что объясняется наличием барьеров технологического и функционального характера. Например, используемые проектировщиками программы неизбежно имеют ошибки, которые устранить за время разработки проекта не удастся.

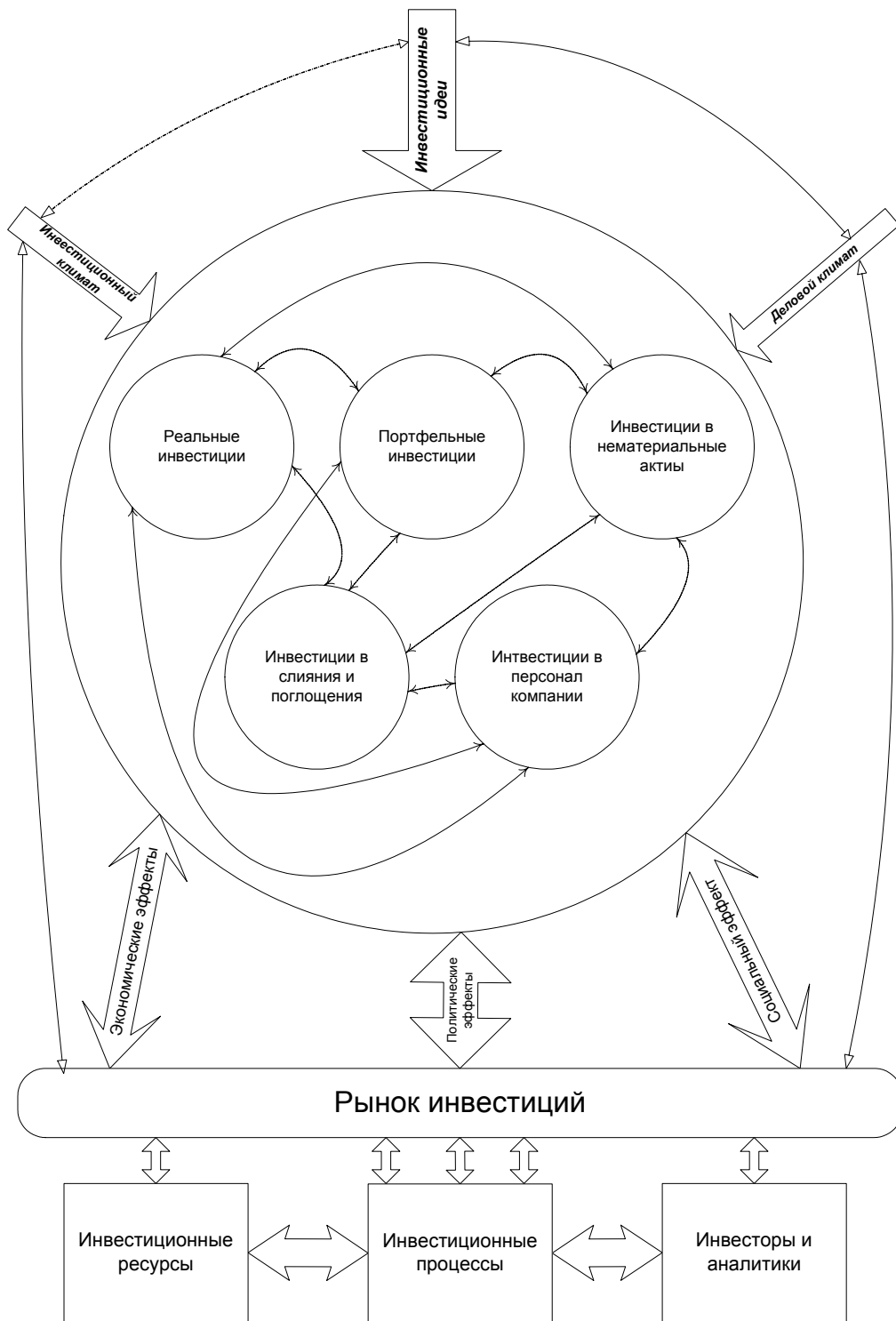


Рис. 1

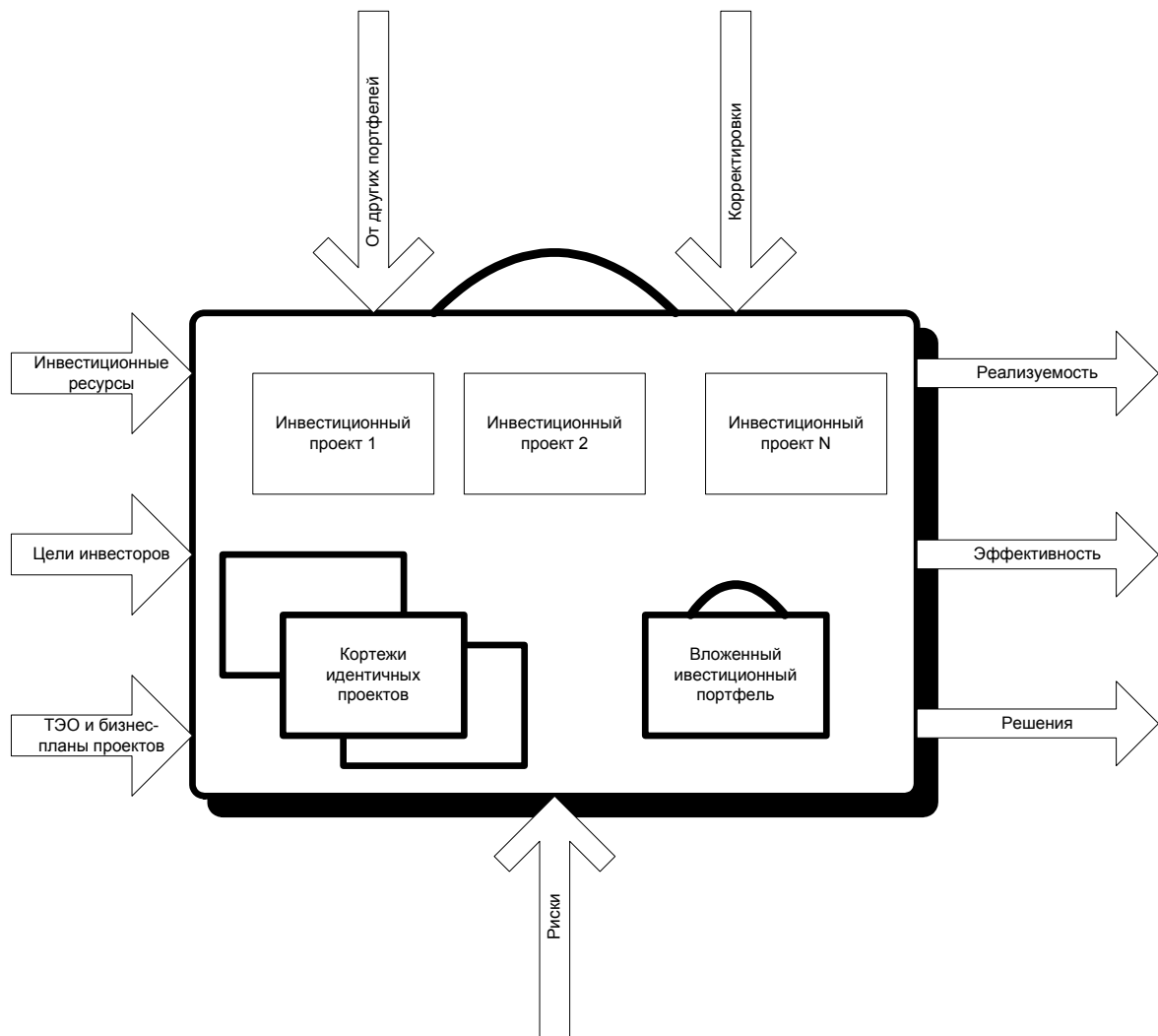


Рис. 2. Инвестиционный портфель

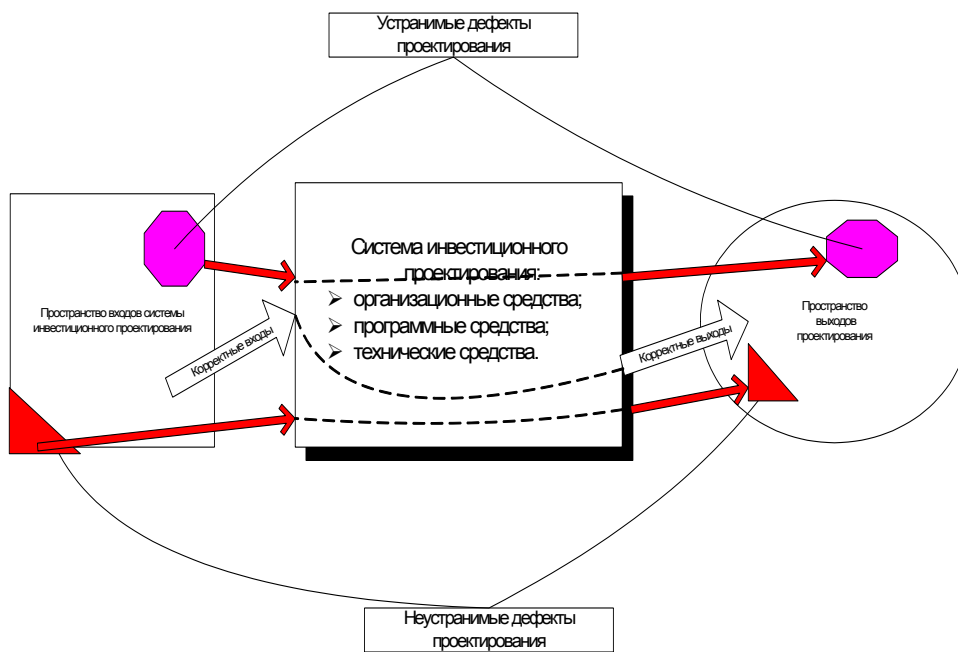


Рис. 3

Выводы к разделу 1:

1. Проектирование становится целенаправленной деятельностью, когда проектировщики информированы о цели инвестора и четко определена технология реализации проекта.

2. Рационально представить проект в виде модулей, соединенных между собой информационно и физически, чтобы отобразить передачу сигналов и сообщений внутри системы, а также физические воздействия среды.

3. Проекты содержат ошибки и до реализации спроектированной системы актуально избавиться от устранимых источников отказов для сокращения этой высоко затратной составляющей стоимости разработки сложного проекта.

4. Привлечение отработанных проектных схем и решений позволяет извлечь дополнительные выгоды.

5. Проектирование является потенциально высокодоходным бизнесом.

6. Успешные проекты дают возможность эффективно участвовать в разделении труда.

7. Инвесторы и аналитики воздействуют на рынок инвестиций денежными и материальными потоками, а также оценками рыночной ситуации.

8. Инвестиционные проектировщики сложного инвестиционного проекта формируют маршруты из инвестиций разного вида и затем погружают их в рынок инвестиций.

9. Для проектирования структуры и содержимого инвестиционного портфеля необходимо контролировать рост сложность модели и учитывать конкуренцию на рынке инвестиций.

10. В системе инвестиционного проектирования можно выделить следующие подсистемы: организационные, программные и технические средства.

11. Системы инвестиционного проектирования имеют дефекты, неустранимые доработками в процессе разработки конкретного проекта.

Раздел 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА

2.1. Макроэкономический рост

Рассмотрим статистические данные, характеризующие экономический рост РФ и динамику инвестиций в основной капитал, начиная с 1997 года по 2003 год (данные Росстата РФ и ЦБ РФ).

Таблица 1.

Рост экономики и инвестиций в основной капитал в РФ

Год	ВВП, % к прошломu году	ВВП, % к 1997	Инвестиции в основной капитал, % к прошломu году	Инвестиции в основной капитал, % к 1997 году
1997	100,9%	100,0%	95,0%	100,0%
1998	95,1%	95,1%	88,0%	88,0%
1999	106,4%	100,2%	105,3%	97,7%
2000	108,3%	108,5%	117,4%	108,8%
2001	105,0%	111,9%	108,7%	118,3%
2002	104,30%	117,90%	106,00%	125,00%
2003	107,30%	126,51%	112,50%	139,06%

Отметим следующие факты:

1. Накануне экономического кризиса 1998 года отмечался существенный спад инвестиций в основной капитал.

2. Рекордному экономическому росту РФ 2000 года соответствует также и рекорд роста инвестиций в основной капитал.

Удобно для проектирования на макро уровне исследовать накопленный экономический рост в зависимости от накопленных инвестиций в основной капитал. Коэффициент корреляции между этими временными рядами очень близок к единице 0,99.

Результаты статистического анализа с использованием линейной регрессии представлены на графике рис. 4. Отметим также близость коэффициента детерминации к 1, что говорит о малом значении остаточной суммы квадратов оценивания.

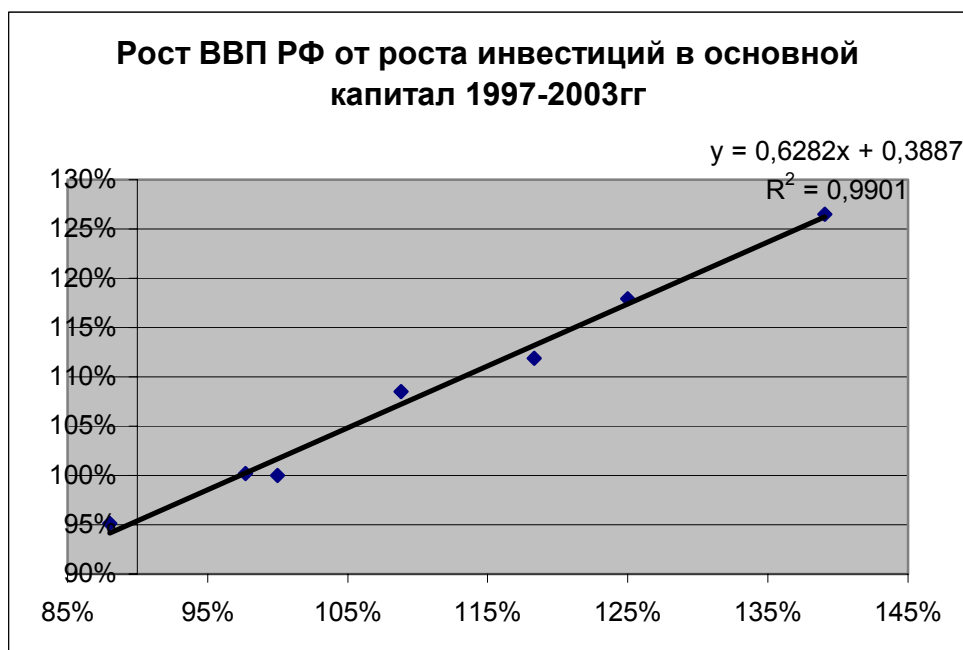


Рис.4

Эта закономерность говорит о том, что экономический рост на уровне национальной экономики может быть исследован, спрогнозирован и скорректирован, если аналитикам удастся оценить суммарные инвестиции в основной капитал.

Отметим также, что коэффициент пропорциональности между этими двумя макроэкономическими показателями роста равен 0,9901. Таким образом, для действительно амбициозного экономического роста необходимо обеспечить еще более амбициозный рост инвестиций в основной капитал. Для двух процентов прироста ВВП следует увеличить инвестиции в основной капитал примерно на 3%.

Таким образом, чтобы активно влиять на экономику РФ и предотвращать возможность возникновения кризисных явлений следует в первую очередь обеспечить успешность инвестиционных процессов в реальном секторе.

Конечно, в рамках такой модели невозможно в явном виде учесть проявление таких эффектов, как экономические мультипликаторы и запаздывание проявления инвестиционных воздействий, но последующий анализ дает возможность выявить наиболее значимые факторы и управлять экономическим ростом.

2.2. Корпоративный рост

Привлечение и формирование массированных и обоснованных инвестиций на корпоративном уровне поддерживается перспективами роста рыночной капитализации и ожиданиями коммерческих успехов от реализации инвестиционных проектов.

В 2004 году, несмотря на общую неустойчивость поведения фондового рынка РФ, практически удвоил свою рыночную капитализацию Газпром. Такой рост стал следствием реализации проекта слияния с Роснефтью. Значительный рост стоимости отмечен и для СБ РФ.

Причинами кратного роста рыночной капитализации российских компаний-лидеров с 2000 года стали:

- устойчивые темпы роста ведущих компаний;
- повышение информационной прозрачности корпораций;
- успехи в реализации своих амбициозных инвестиционных проектов и стремление быстрорастущих корпораций приблизить свою дивидендную политику к мировым стандартам;
- повышение инвестиционных рейтингов ведущих рейтинговых агентств в отношении РФ и ее корпораций;
- положительные итоги 2001-2003 инвестирования в экономику РФ, показавшие, что западные инвестиционные фонды, инвестировавшие в ценные бумаги РФ сумели извлечь наиболее высокие доходы;
- ведущие корпорации России по своей сути, становятся транснациональными корпорациями, и их низкая по сравнению с западными аналогами капитализация также способствует притоку инвестиций на фондовый рынок.

Таким образом, тенденции роста российского фондового рынка и ведущих корпораций говорят о стремлении корпораций обеспечить себя самими «дешевыми» инвестиционными источниками. Кроме того, обозначилась тенденция повышения инвестиционной привлекательности российских корпоративных облигаций. Можно утверждать, что сейчас преобладает интеграционная тенденция различных секторов рыночной экономики. Особенность интеграции состоит в том, что тенденция имеет горизонтальную и вертикальную направленность. Это необходимо учитывать в современном инвестиционном проектировании.

2.3. Инвестиционное взаимодействие в экономическом росте

В настоящей рыночной экономике инвестиционные потоки устремляются в те ее сегменты, где они способны эффективно и безопасно аккумулироваться, а затем трансформироваться в новые высокодоходные инвестиции. Это правило объясняет во многом эффекты взаимодействия на рынке инвестиций, которые имеет следующие проявления:

- усиление темпов экономического роста корпораций, объединяющих свои технологические и экономические потенциалы для достижения общей инвестиционной цели;
- формирование более высокого предела экономического роста;
- возникновение взаимной зависимости роста различных секторов рыночной экономики, например, фондового рынка и реального сектора экономики.

Денежные потоки, порожденные инвестиционными проектами, также способны к взаимодействию, например, из-за привлечения общих пользователей инвестиционных проектов к результатам нескольких инвестиционных проектов и/или использования в нескольких проектах общей инфраструктуры и оборудования.

Выводы к разделу 2:

1. На макроэкономическом уровне инвестиционное проектирование позволяет выявить пути обеспечения экономического роста.
2. Для уровня национальной экономики накопленный экономический рост линейно зависит от накопленных инвестиций в основной капитал.
3. Российские корпорации стремятся обеспечить себя экономически эффективными инвестиционными ресурсами, извлекаемыми на фондовых рынках.
4. В инвестиционном проектировании необходимо учитывать горизонтально и вертикально ориентированные интеграционные эффекты различных секторов рыночной экономики.
5. Темпы и пределы экономического роста рынков и корпораций взаимно зависимы и эта зависимость во многом является результатом распределенной инвестиционной деятельности.
6. Рациональные инвесторы могут проектировать инвестиционное взаимодействие своих проектов.

Раздел 3. НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИНАНСОВОГО АНАЛИЗА В ИНВЕСТИЦИОННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

3.1. Проблема барьерного нуля

Инвестор, располагая составляющими своего богатства с нулевыми значениями, способен к их изменению за счет рационального перераспределения. Однако основные одномерные теоретические построения выставляют для такого участника непреодолимый формальный барьер, поскольку из уравнения сложных процентов

$$FV = (1 + r)^t \cdot PV \quad (1)$$

следует, что $FV=0$ при $PV=0$. Это вступает в противоречие с накопленным инвестиционным опытом.

Парадокс исчезает, если перейти к многомерному представлению денежных сумм. В этом общем подходе первоначальная нулевая или даже отрицательная денежная сумма возможно через некоторое число периодов времени станет положительной величиной.

3.2. Проблема обратимости социально-экономического времени

Всякий инвестиционный проект невозможно повторить, а его реализация меняет в большей или меньшей степени рыночную ситуацию. Учитывается ли это в одномерном подходе?

Преобразование некоторой системы является обратимым, если соответствующий ему оператор коммутативный. В естественных науках операторы обладают свойством коммутативности, если перестановка операторов не влияет на окончательный результат двух последовательно проведенных преобразований. Рассмотрим два варианта реинвестирования.

$$FV_{12} = (1 + r_1)^{t_1} \cdot (1 + r_2)^{t_2} \cdot PV$$

$$FV_{21} = (1 + r_2)^{t_1} \cdot (1 + r_1)^{t_2} \cdot PV$$

Следовательно,

$$FV_{12} = FV_{21}.$$

Это равенство вступает в противоречие с действительностью, поскольку игнорируется способность инвестора обучаться, адаптироваться к рыночным условиям и действовать более эффективно в результате приобретения и обобщения инвестиционного опыта. Для экономической системы, которая рассматривается в многомерном представлении, двухэтапный рост, вообще говоря, в условиях переменных темпов роста порядок инвестирования имеет значение. Таким образом, в многомерном подходе к проектированию инвестиционной деятельности отражается необратимый характер

социально-экономического времени. Кроме того, современные инвестиционные процессы получают возможность рассматриваться с учетом их возможного параллелизма и конвейеризации.

3.3. Проблема неограниченного роста

В своем большинстве инвестиционные аналитики допускают формальную возможность неограниченного роста капитала, когда оценивают такие показатели как чистый дисконтированный доход, внутреннюю норму доходности, индекс рентабельности. Обосновывается такой подход тем, что существует некоторое наилучшее применение инвестиционных ресурсов, позволяющее наращивать богатство в геометрической пропорции. Принимается следующее правило приведения будущих денежных сумм:

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^t} \quad (2)$$

Такое приведение денежных сумм необоснованно обесценивает будущие инвестиционные выгоды. Неудивительно, что в условиях экономического состояния, близкого к равновесному, некоторые аналитики и инвесторы, оценивая эффективность инвестиций, отдают предпочтение бухгалтерскому подходу, не проводя дисконтирование денежных потоков.

3.4. Проблема монотонного роста

Если взглянуть на большую часть фактических данных, характеризующих инвестиционные процессы, мы увидим, что эти процессы имеют более или менее значительные осцилляции. И эти колебательные явления должны объясняться внутренними свойствами инвестиционной деятельности. Для этого следует применить многомерный подход к представлению и исследованию денежных потоков.

3.5. Проблемы инвестиционной логики

Для того, чтобы превратить инвестиционный проект в управляющий инструмент достижения его целей, используемая инвестиционная логика должна отражать неизбежные проявления факторов случайности и неопределенности. Действительно, инвестор имеет возможность регулярно корректировать свои решения в связи с уточнением оценок и прогнозов развития рыночной ситуации. Кроме того, от двузначной логики инвестиционных решений также следует перейти к многозначной логике, чтобы обеспечить полноценную

градацию принимаемых решений, учитывая субъективный характер оценки вероятностей и событий.

Выводы к разделу 3:

Переход к многомерному представлению денежных сумм в инвестиционном проектировании позволяет:

1. Избавиться от парадокса барьерного нуля.
2. Объяснить осцилляции денежных потоков внутренними свойствами инвестиционной деятельности.
3. Отразить необратимость социально-экономического времени.
4. Исследовать инвестиционные процессы с учетом параллелизма и конвейеризации.
5. Для оценки экономической эффективности инвестиций необходимо учитывать ограниченность пределов экономического роста.
6. Современная инвестиционная логика становится вероятностной, событийной и многозначной.

Часть 2. Методологические основы

Раздел 4. СУЩНОСТЬ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

4.1. Структура инвестиционного проектирования

Под **инвестиционным проектированием** понимается деятельность, включающая в себя:

- исследование технико-экономической реализуемости инвестиционного проекта;
- анализ социальных, экономических и экологических последствий реализации инвестиционного проекта;
- разработку, отладку и применение инструментариев для обеспечения эффективности инвестиций.

Инвестиционное проектирование является целенаправленной многоуровневой деятельностью, осуществляемой в условиях ограничений ресурсов, воздействия факторов случайности и неопределенности.

Лица, участвующие в проектировании, заинтересованы в достоверной оценке инвестиционного проекта, поскольку они, как правило, извлекают выгоды из своей деятельности (несколько процентов стоимости проекта расходуется на технико-экономическое обоснование и разработку бизнес-плана). Качество проектирования должно обеспечить заказчиков разработки проекта гарантиями правильности их инвестиционных решений и способствует достижению успеха инвестиционной деятельности.

Под **успехом инвестиционного проекта** понимается сложное событие, состоящее в одновременном удовлетворении следующих требований:

1. Цель инвестиционного проекта достигнута;
2. Выполнены все ограничения социального, экологического и правового характера;
3. Ресурсы, использованные в ходе реализации проекта, не превысили заданные критические уровни;
4. Проведено обобщение опыта инвестиционного проекта.

Инвестиционное проектирование осуществляется на прединвестиционной и операционной фазах инвестиционного проекта. Ранее внесение ошибки в проект, как правило, на последующих фазах могут приводить к необходимости повторного частичного или полного дорогостоящего прохождения этих фаз для поиска, локализации и устранения внесенных дефектов проектного и технологического характера.

Проектирование является одним из этапов жизненного цикла создания любой системы. Инвестиционное проектирование это целенаправленное применение средств разработки и сопровождения продуктов инвестиционной деятельности.

Многоуровневость данного вида деятельности состоит в использовании методов инвестиционного проектирования для формирования рынков, инвестиционных портфелей, взаимодействия между инвестициями разного вида. Инвестиционные решения, принятые на более высоком уровне порождают мультипликативные эффекты, способствующие или тормозящие реализацию инвестиций на смежных уровнях.

Обеспечение успеха инвестиционного проектирования достигается за счет: применения отработанных процедур построения или выбора модели инвестиционного цикла; оценки параметров этой модели; обоснования инвестиционных решений; прогнозирования эффектов реализации инвестиций. Построенная модель должна учитывать:

⇒ Систему целей и ограничений основных субъектов инвестиционного проекта, включая исследователей инвестиционного цикла;

⇒ Риск инвестиционной деятельности;

⇒ Технологические возможности моделирования;

⇒ Качество первичной информации;

⇒ Возможность применения построенной модели в процедурах обоснования и принятия инвестиционных решений на других организационных и концептуальных уровнях.

Последнее требование может быть выполнено за счет моделирования и проектирования эффектов взаимодействия инвестиций с учетом существующих ограничений на экономический рост.

4.2. Методы и подходы инвестиционного проектирования

Для оценки реализуемости, оптимизации структуры и параметров денежных потоков инвестиционных проектов используются методы экономико-математического анализа и синтеза. Кроме того, также интенсивно применяются методы информационных технологий для поиска и верификации данных и фактов.

Применение конкретного метода или сочетания методов определяется видами и формами требований к инвестиционному проекту.

Требования могут задаваться в следующих видах:

❖ В нормативном виде. Для этого вида инвесторы согласны вкладывать инвестиционные ресурсы, когда показатели технико-

экономической эффективности предлагаемого проекта удовлетворяют заданному перечню ограничений;

❖ В изыскательском виде. В таком виде требования задаются, когда инвесторы предоставляют носителям инвестиционной идеи ресурсы, заведомо зная, что показатели эффективности проекта невозможно оценить с приемлемой точностью. К таким проектам относятся венчурные проекты, где риск инвестирования и доходность проектов высоки.

❖ В доверительном виде. Показатели эффективности принадлежат с удовлетворяющей инвестора вероятностью некоторым доверительным интервалам.

Требования могут иметь следующие формы:

➤ Точечную, когда значения критериев представлены конкретными числовыми значениями;

➤ Интервальную, если участники проекта выполняют проект, обеспечивая принадлежность значений критериев разрабатываемого проекта интервалам значений. Эти интервалы определяются в результате обобщения накопленного инвестиционного опыта или моделирования;

➤ Алгоритмическую, если инвестиционный проект реализуется в условиях высокой неопределенности цен и объемов продаж. В таких условиях инвестору разумно предъявить требование к росту объемов производства в виде функции времени. Иногда участники проекта приходят к соглашениям делить доходы проекта, следуя алгоритмическим правилам. Например, распределение потока доходов проекта Сахалин-2 среди его участников, который выполняется в рамках СРП, зависит от его срока окупаемости. В свою очередь величина срока окупаемости является функцией мировых цен на углеводородное сырье.

Приложения современных методов инвестиционного проектирования имеют в своей разработке системный, объектно-ориентированный и расчетно-экспериментальный подходы или их сочетания. Комплексному применению этих подходов предшествуют аналитические исследования, разработка математических моделей и программных средств с учетом достоверности первичной информации.

Системный подход рассматривает инвестиционный проект как совокупность элементов и взаимосвязей между ними, объединенных общим целевым назначением, т.е. как систему. Сами элементы, их взаимосвязи и целевое назначение проекта могут представляться системами в результате структурирования и/или декомпозиции. Управляющие эффективные воздействия и структурированные решения в системном подходе формируются в соответствии с критериями оптимальности и ограничениями, которые представляют интересы субъектов инвестиций.

Объектно-ориентированный подход позволяет распространять отработанные логические и математические конструкции для решения аналогичных задач. Например, модель Марковица, первоначально разработанная для оптимизации структуры портфеля ценных бумаг, затем была модифицирована и используется для оптимизации портфеля инвестиционных проектов. Модель Шарпа также находит применения в анализе инвестиционных рисков, как для портфельных, так и для реальных инвестиций. Как правило, более сложные инвестиционные модели наследуют содержательные и функциональные элементы своих моделей-предков. Кроме того, данный подход сокращает затраты на разработку и сопровождение технико-экономического обоснования и бизнес-плана проекта.

Расчетно-экспериментальный подход основан на идеи мысленных экспериментов с моделями экономических систем и дает возможность исследовать отклики моделей инвестиционного цикла. Например, чистый дисконтированный доход и внутреннюю норму доходности анализируют в зависимости от варьируемых параметров и факторов, таких как ставка сравнения и темпы инфляции. Компьютерные эксперименты позволяют провести синтез сложных моделей, а затем и экспериментальную проверку с возможной последующей модификацией синтезированной модели. Современные информационные технологии в инвестиционном проектировании служат эффективным инструментарием для оценки технико-экономической реализуемости и последствий реализации проектов, оптимизации инвестиционных решений, а также управления инвестиционными проектами.

4.3. Современное состояние инвестиционного проектирования

Особенности практического применения и дальнейшей разработки методов и технологий инвестиционного проектирования обусловлены следующими моментами:

◆ происходят качественные изменения в российской экономике. В условиях экономической глобализации и постоянных технологических нововведений преобразуются каналы финансовых услуг. Потенциальному инвестору доступна информация о лучших технологических достижениях мировой практики. В результате инвестиционной деятельности трансформируется, зачастую непредсказуемым образом, структура самой рыночной экономики. Сеть INTERNET позволяет кратно сократить затраты на поиск актуальной для инвестора технико-экономической информации и разработчиков проекта. Большой экономический эффект достигается в результате инвестиций для обеспечения эффективного взаимодействия достижений информационных технологий и реального сектора экономики;

◆ приток инвестиций наблюдается там, где предприятия прозрачны для потенциальных инвесторов и акционеры могут

достоверно и оперативно получать информацию о динамике рыночной стоимости предприятий приоритетных для них отраслей;

◆ инвестиционные проекты в условиях рыночной экономики являются товаром. Достоинства этого товара с упреждением определяют будущие изменения в рыночной экономике в соответствии с позитивными ожиданиями общественного сознания;

◆ факторы риска требуют расчета критических уровней объемов производства, темпов инфляции, при которых проект реализуем;

◆ понятийная система инвестиционного проектирования адаптируется и совершенствуется в соответствии с требованиями правильной трактовки понятий в процессе обоснования, согласования и принятия коллективных инвестиционных решений;

◆ существуют ограничения на точность оценок стартовых инвестиций, денежных потоков и, следовательно, критериев экономической эффективности инвестиций.

4.4. Сложность в инвестиционном проектировании

Под сложностью системы понимается разнообразие образующих ее элементов и взаимосвязей между ними. В жизненном цикле инвестиционного проекта проявляются структурная, временная и функциональная сложность самого проекта, инвестиций, целей и ограничений.

Структурная сложность представляется в инвестиционном проектировании такими объектами как портфель инвестиционных проектов, дерево критериев инвестиционной государственной политики, список отраслей экономики приоритетных для инвестиций.

Декомпозиция цели инвестиционной деятельности является одной из процедур инвестиционного концептуального проектирования для управления ростом структурной сложности.

В государственной инвестиционной политики РФ ее цель: «Создание и поддержание эффективных условий для достижения такого предложения на рынке капитала, который полностью удовлетворял бы потребность экономики в инвестициях определенного объема и структуры, определяемых на основе заинтересованности участников хозяйственной деятельности в экономическом эффекте от данных инвестиций¹» затем декомпозируется, преобразуясь в следующие критерии эффективности государственной инвестиционной политики.

А. Критерии роста:

⇒ *Прирост инвестиций,*

⇒ *Рост валового национального продукта,*

¹ См. «Государственная инвестиционная политика РФ» на сайте Института прямых инвестиций www.ivt.ru.

⇒ Рост физического национального потребления на душу населения,

⇒ Рост дохода на душу населения.

Б. Критерии взаимодействия и риска:

⇒ Повышение эффективности хозяйственных связей на рынке товаров, услуг, капитала,

⇒ Снижение финансового риска в экономике.

В. Критерии эффективности структуры:

⇒ Повышение эффективности структуры производства,

⇒ Повышение эффективности потребления национального продукта,

⇒ Рост товарного выпуска,

⇒ Рост рыночной капитализации предприятий в приоритетных отраслях экономики.

Г. Обеспечение национальных стратегических интересов.

Спроектированная система критериев характеризует изменения инвестиционного климата на уровне национальной экономики. Воздействия на российскую экономику, улучшающие инвестиционный климат страны, декомпозированы в инвестиционной программе РФ следующим образом:

⇒ Создание благоприятных условий для инвестирования;

⇒ Рациональное стимулирование инвестиционной деятельности;

⇒ Соблюдение равновесия между лоббизмом, протекционизмом и либерализмом.

Современные приоритетные для инвестиций российские отрасли экономики включают в себя машиностроение, информационные технологии, создание глобальных транспортных коридоров. Успех развития этих отраслей возможен, если рост сложности соответствующих инвестиционных программ будет осуществляться по безопасным траекториям.

Элементы системы целей и примеры возможных инвестиционных решений для уровня предприятия представлены в таблице 1. Из элементарных целей может быть построена сложная цель, которая представляет собой логическую суперпозицию элементарных целей. Примеры инвестиционных воздействий характеризуют также функциональную сложность при генерации управляющих решений.

Элементарные цели инвестирования

№ п.п.	Целевое назначение инвестиций	Пример инвестиционного воздействия
1	Повышение экономической эффективности	Перемещение производства в регионы с дешевыми ресурсами и налоговыми льготами
2	Увеличение объемов производства	Закупка и внедрение нового более производительного оборудования
3	Реабилитация производства	Модернизация и восстановление производственного потенциала, переподготовка персонала
4	Создание новых производств и внедрение новых технологий	Стимулирование инновационной деятельности
5	Выполнение заказа государства или другой крупной организация	Налоговые, ценовые и другие льготы
6	Разработки и фундаментальные научные исследования в приоритетных направлениях	Создание тепличных условий и/или условий жесткой конкуренции
7	Повышение или обеспечение качества жизни	Определение или формирование стандартов жизни

Другим аспектом структурной сложности является представление взаимосвязей инвестиционных проектов, например, по их рентабельности, что отражает таблица 2.

Взаимодействие инвестиционных проектов по рентабельности

№ п.п.	Наименование инвестиционного взаимодействия проектов	Характеристика взаимодействия
1	Взаимно исключаящие проекты	Рентабельность одного проекта уменьшается до нуля в случае принятия другого проекта, когда проекты предназначены для достижения одной цели.
2	Условные проекты	Рентабельность каждого из инвестиционных проектов без принятия другого равна нулю.
3	Независимые проекты	Принятие одного из инвестиционных проектов не отражается на рентабельности другого
4	Замещающие проекты	Рентабельность одного из инвестиционных проектов снижается при принятии другого.
5	Синергические проекты	Рентабельность одного из инвестиционных проектов возрастает при принятии другого.
6	Убыточные проекты	Проекты, приносящие косвенные выгоды, например, благодаря приобретению устойчивости или доступа к новым рынкам сырья, или решая социальные проблемы.

Временная сложность в инвестиционном проектировании проявляется в асинхронности и параллелизме процессов прединвестиционной фазы, а также в реализации возможности реинвестирования прибыли в новые инвестиционные проекты. Кроме того, временная сложность проявляется в экономическом мультипликаторе, когда реализация глобального инвестиционного проекта, порождает «волну» вспомогательных проектов.

Функциональная сложность инвестиционного проектирования состоит в разработке и применении процедур оценки, оптимизации и обеспечения реализуемости проекта. На основе этих процедур конструируются сложные инструментари, обслуживающие обоснование, принятие и сопровождение инвестиционных решений.

4.5. Задачи инвестиционного проектирования

Понятийная система инвестиционного проектирования продолжает развиваться в условиях качественного изменения экономики и формирования активной позиции аналитиков.

Основными задачи являются:

❖ Идентификация модели инвестиционного цикла с учетом взаимодействия инвестиционных проектов и инвестиций разных видов. Для этого осуществляются построение или синтез сложной модели из

простых моделей, или выбор типовой отработанной модели с последующей оценкой параметров модели;

❖ Моделирование и оптимизация самого инвестиционного проектирования, как доходного бизнеса;

❖ Использование технологии представления и обработки знаний в инвестиционном проектировании;

❖ Превращение бизнес-плана в управляющий инструмент инвестиционного цикла;

❖ Снижение и минимизация рисков проявления ошибок и технологических дефектов инвестиционного проектирования за счет применения новых технологий.

Для решения всего комплекса задач используются отработанные на практике технологии.

Одна из таких технологий получила название принцип логической основы (ПЛО). ПЛО допускает, что сам инвестиционный проект служит инструментом достижения его целей. Для этого участники проекта наделяются ответственностью для управления показателями деятельности, причем их деятельность рассматривается как проверка гипотез, осуществляемая в условиях неопределенности. Разработка проекта осуществляется по нисходящему принципу системного анализа, т.е. к решению очередной проблемы проектировщики не приступают пока не проведено исследование более крупной проблемы.

Другая эффективная спиральная технология состоит в создании встроенных в сам проект программно-аппаратных и организационных средств, снижающих до допустимого уровня шансы проникновения ошибок инвестиционного проектирования на смежные по времени или по структуре составляющие проекта.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 4:

1. Какую деятельность включает в себя инвестиционное проектирование?

2. Почему инвестиционное проектирование может быть доходным бизнесом?

3. Каким требованиям должен удовлетворять успешный инвестиционный проект?

4. Каким требованиям должна соответствовать модель инвестиционного цикла?

5. Перечислите методы, используемые для оценки технико-экономической реализуемости и оптимизации инвестиционных проектов?

6. Приведите примеры проектов, к которым требования предъявляются в изыскательском виде?

7. Инвестор требует, чтобы срок окупаемости проекта составлял не более двух лет, а его внутренняя норма доходности превышала тридцать процентов. К какой форме относятся эти требования?

8. Два инвестора согласны инвестировать в проект средства, если его чистый дисконтированный доход с вероятностью 0,95 находится в интервале значений (5;7) млн. у. е., причем объем выпускаемой продукции ежегодно должны утраиваться до достижения срока окупаемости. К какому виду и форме относятся эти инвестиционные требования?

9. Какие подходы используются в инвестиционном проектировании?

10. В чем состоят главные особенности инвестиционного проектирования?

11. Какие аспекты сложности проявляются в жизненном инвестиционном цикле?

12. Каковы основные критерии государственной инвестиционной политики?

13. Приведите примеры элементарных инвестиционных целей предприятий и соответствующих инвестиционных воздействий?

14. Приведите примеры взаимосвязей инвестиционных проектов по рентабельности?

15. В чем состоят функциональная и временная сложность в инвестиционном проектировании?

16. В чем состоит принцип логической основы?

17. Для какой основной цели используются в инвестиционном проектировании спиральная технология?

18. Каковы главные проблемы современного инвестиционного проектирования?

Раздел 5. МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОГО ЦИКЛА

5.1. Цикл моделирования инвестиционного цикла

Моделирование позволяет определить степень соответствия инвестиционного проекта экономическим и социальным ожиданиям рыночной среды (иногда с упреждением), обосновать и корректировать инвестиционные решения. Под моделированием понимается повторное выполнение некоторого цикла. Этот цикл включает в себя: построение модели, оценку параметров, практическое применение построенной модели. Практическое применение в свою очередь состоит в обосновании и принятии решений, оптимизации и прогнозирования эффектов инвестиционной деятельности. Число таких циклов зависит от ресурсов, выделяемых на выполнение проектных исследований, разработок и корректировок.

При моделировании осуществляется декомпозиция сложной проблемы до такого уровня детализации, когда упрощенные задачи уже ранее были решены и/или их решение не вызывает принципиальных затруднений.

Недостатком декомпозиции сложной задачи к комплексу элементарных подзадач является необходимость их зачастую дорогостоящего сопровождения при уточнении требований проекта или при непредсказуемых изменениях рыночной ситуации. Альтернативой этому в инвестиционном проектировании служит разработка концептуально избыточного набора объектов (здесь объект понимается с позиции информатики), из которых проектировщик оперативно конструирует и настраивает для применения проектировочные объекты. Объекты представляют сущности инвестиционных проектов, также содержат основные функции оценки, процедуры оптимизации и обеспечения реализуемости проекта и позволяют генерировать для участников экономического сообщества сообщения о проекте с приемлемой для всех достоверностью, например, бизнес-план.

5.2. Моделирование в пространстве критериев эффективности

Следуя системному подходу, рассмотрим модель инвестиционного цикла, ориентированную на оценку экономической реализуемости проекта. Входами в систему, моделирующую инвестиционный цикл, служат параметры, которые определяют поток реальных денег, ставку сравнения, показатели инвестиционных рисков, параметры ресурсных ограничений. Для моделирования сложных систем в процессе их проектирования и сопровождения эффекты принимаемых решений и вносимых корректировок рационально исследовать в пространстве выходов моделирующей системы. Таким пространством в инвестиционном проектировании служит пространство критериев

эффективности, координатами которого являются чистый дисконтированный доход (NPV), внутренняя норма доходности (IRR), срок окупаемости проекта (PBP), индекс рентабельности (PI). Эти координаты, вообще говоря, являются зависимыми, но для инвестора и носителей инвестиционной идеи такая избыточность дает возможность иметь гарантии достоверности оценок проекта.

Расчеты критериев осуществляются следующим образом:

$$NPV = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+r_t)^t}; \quad (1)$$

где

T – продолжительность инвестиционного цикла;

NCF_t – реальные деньги для периода t ;

r_t – ставка сравнения периода t ,

причем элементы потока реальных денег в свою очередь вычисляется следующим образом:

$$NCF_t = Q_t^+ - Q_t^-, \quad (2)$$

где

Q_t^+ – приток денежных средств период времени t инвестиционного цикла, а

Q_t^- – соответствующий отток денежных средств.

Для расчета внутренней нормы доходности решается численными методами относительно IRR следующее уравнение:

$$\sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+IRR)^t} = 0. \quad (3)$$

Срок окупаемости соответствует минимальному значению PBP , для которого начинает выполняться неравенство:

$$\sum_{t=0}^{PBP} \frac{NCF_t}{(1+r_t)^t} \geq 0. \quad (4)$$

Для сравнения и ранжирования инвестиционных проектов используется следующий относительный критерий - индекс рентабельности:

$$PI = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{Q_t^+}{(1+r_t)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{Q_t^-}{(1+r_t)^t}}. \quad (5)$$

Преобразование координат в пространстве критериев позволяет наблюдать за достигнутым качеством и изменением состояния проекта, а также исследовать динамику инвестиционного цикла в пространстве его критериев. Изменения состояния инвестиционного проекта также целесообразно анализировать в зависимости от отклонения от целевых ориентиров проекта.

Динамику откликов инвестиционного проекта удобно исследовать с помощью следующей дискретной переменной в рассматриваемом пространстве:

$$w_\tau = \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+r_t)^t}, \quad (6)$$

где w_τ - накопленный дисконтированный эффект в результате реализации проекта.

Из определения (6) следует разностное уравнение:

$$w_{\tau+1} = w_\tau + \frac{NCF_{\tau+1}}{(1+r_{\tau+1})^{\tau+1}}. \quad (7)$$

Инвестиционный цикл является приемлемым для инвестора, когда удовлетворяется условие:

$$w_T > 0. \quad (8)$$

Преобразованный эффект для отклонения от равновесного состояния, которое имеет чистый дисконтированный доход равный нулю, характеризуется следующим образом:

$$\tilde{w}_{\tau+1} = \tilde{w}_\tau + \frac{NCF_{\tau+1}}{(1+IRR)^{\tau+1}}, \quad (9)$$

причем должно выполняться условие:

$$\tilde{w}_T = 0. \quad (10)$$

Кроме этого, можно исследовать отклонение от равновесного состояния, которое имеет локальное по времени свойство нулевого дисконтированного дохода для текущего времени. Другими словами:

$$w'_{\tau+1} = w'_\tau + \frac{NCF_{\tau+1}}{(1 + \tilde{r}_{\tau+1})^{\tau+1}}, \quad (11)$$

где преобразованный накопленный эффект удовлетворяет следующему условию

$$w'_\tau(r_\tau) = 0 \quad (12)$$

т.е. величина \tilde{r}_τ является внутренней нормой доходности для проекта, который заканчивается в момент времени τ .

Можно представить выполнение инвестиционного цикла в виде траектории движения точки-проекта, которая изображается в этом преобразованном пространстве критериев. Успех проекта, измеряемый критерием NPV , интерпретируется, как достижение этой точкой целевого подмножества в момент времени t , не превышающий значение T , где выполняется условие:

$$w_t \geq 0. \quad (13)$$

Для анализа окупаемости проекта можно найти и проверить выполнение условия:

$$w_{PBP} > 0, \quad (14)$$

а для проектов, использующих заемные средства необходимо проверять выполнение условия:

$$\tilde{r}_\tau > WACC,$$

где $WACC$ – средневзвешенная стоимость заимствованного капитала для всех моментов времени, превышающих наименьшее значение времени PBP .

Таким образом, проектировщики имеют возможность управлять инвестиционным проектом, наблюдая за эффективным проявлением состояния проекта. Моделирование в построенном пространстве также позволяет оценить ставку сравнения для проектов конкретных предметных областей. Действительно, для результатов моделирования

можно использовать разностное уравнение (7) и рассчитать выборочные значения переменные значения ставки сравнения. Элементы потока реальных денег неотрицательны для допустимой траектории реализации проекта, а соответствующие приращения чистого дисконтированного дохода положительны. Следовательно,

$$r_{\tau+1} = \tau+1 \sqrt{\frac{NCF_{\tau}}{w_{\tau+1} - w_{\tau}}} - 1, \quad (16)$$

что допускает исследование выборочных характеристик сгенерированной последовательности ставок сравнения.

Для обобщения приведенных соотношений переходят к стохастическим уравнениям, считая элементы потока реальных денег и ставки сравнения случайными величинами.

5.3. Синтез инвестиционных моделей

Для синтеза сложной модели инвестиционного цикла могут быть применены следующие способы:

1) Каждый элемент денежного потока или параметр, участвующий в расчетах критериев эффективности или в формировании ограничивающих условий инвестиционного проекта, определяется в результате применения вспомогательной процедуры или функции (см. разд. 9, 9);

2) Общая многомерная модель наследует определяющие функциональные свойства своей скалярной модели (см. разд. 7, 8, 9);

3) Сложная инвестиционная модель конструируется в итоге применения оптимизационной процедуры (см. разд. 11,15).

Способ синтеза зависит от достоверности первичной информации и полноты понятийной системы инвестиционного проектирования, которую можно представить в виде семантической сети. В частности основные уравнения должны учитывать эффекты проектов, инвестиций разного вида и денежных потоков. Кроме того, дисконтирование денежных потоков осуществляется, как правило, в предположении возможности экономического роста по экспоненте, а это часто противоречит экономической реальности (см. разд. 7-9).

5.4. Риск и неопределенность в моделях инвестиционного цикла

Риски реального инвестирования рассмотрены в пособии профессора Максимовой В.Ф. «Реальные инвестиции».

Дополнительно рассмотрим риски, обусловленные деятельностью самих проектировщиков. Как правило, эти риски в наибольшей степени обусловлены различными аспектами проявления сложности инвестиционного проекта. Необходимость исследования сложности реальных инвестиций определяется следующими причинами:

- 1) ошибки инвестиционного проектирования вносятся в проект, когда разработчики превышают в процессе разработки проекта некоторые критические уровни сложности;
- 2) именно сложность инвестиционных проектов позволяет компаниям-лидерам сохранять свои лидирующие позиции;
- 3) оптимизация проектов с учетом сложности позволяет снизить риски инвестиционного проектирования.

Примерами ошибок и дефектов инвестиционного проектирования являются отнести следующие проявления риска инвестиционного проектирования:

1. Самой существенной ошибкой является отказ от первоначальной цели проекта или ее существенная трансформация.
2. Ошибки выбора ставок сравнения, прогнозирования потоков доходов и затрат неизбежны в период качественных изменений российской экономики.
3. Ошибки методологии:
 - При построении модели инвестиционного цикла возникают теоретические построения, основанные на упрощенных представлениях об экономической реальности. Примером является ММ-парадокс, относящийся к совместному исследованию производительной и финансовой деятельности компании;
 - Игнорирование рисков внесенных ошибок;
 - Неполнота учета ограничений логического характера.
4. Возможность вовлечения участников проекта в мошеннические инвестиционные схемы.
5. Наследование проектом проявлений дефектов из-за отказа аппаратных, программных и организационных средств, которые используют проектировщики.

Существенную долю затрат жизненного цикла любого проектирования, в том числе и инвестиционного, составляют затраты на повторное прохождение уже пройденных этапов для устранения ошибок проектирования и дефектов технологий. Такие ошибки обладают следующим негативным свойством: при переходе к новому этапу проекта их число в проекте увеличивается по степенному закону. Таким

образом, особое значение имеют тестирование инвестиционной идеи, технико-экономического обоснования бизнес-плана для снижения риска от внесения ошибок проектирования до минимального уровня. Этим целям служит спиральная технология проектирования, которая нацелена на защиту проникновения ошибок проектирования на следующие этапы инвестиционного цикла.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 5:

1. Что понимается под моделированием инвестиционного цикла, и какие возможности оно предоставляет проектировщикам?
2. В чем состоит процедура декомпозиции инвестиционной проблемы, и какие особенности этой процедуры следует учитывать при уточнении требований к инвестиционному проекту?
3. Какие составляющие содержит инвестиционный проект как объект информатики?
4. Приведите перечень основных входов параметров модели инвестиционного цикла?
5. Перечислите критерии экономической эффективности, которые исследуются в пространстве выходов системы инвестиционного проектирования?
6. Каким условиям должны удовлетворять критерии NPV, IRR, PI для успешной реализации инвестиционного проекта?
7. Каковы основные разностные уравнения, которые позволяют наблюдать развитие инвестиционного процесса?
8. Назовите основные способы синтеза сложной модели инвестиционного цикла?
9. От каких факторов зависит выбор способа синтеза инвестиционной модели?
10. Перечислите основные причины и источники внесения ошибок в инвестиционный проект?

Раздел 6. МНОГОМЕРНЫЕ ИНВЕСТИЦИОННЫЕ МОДЕЛИ

6.1. Необходимость многомерного дисконтирования

В рамках одномерных денежных потоков аналитики не в состоянии объективно оценить и исследовать эффекты взаимодействия инвестиционных проектов. Финансовые инженеры испытывают потребность в построении обратных связей между портфелями ценных бумаг и инвестиционных проектов. Для инвестиционного анализа и проектирования таких сложных систем разрабатываются многомерные инвестиционные модели.

Параллелизм и конвейеризация инвестиционных циклов, многообразные проявления экономических мультипликаторов в развивающейся рыночной экономике, возможная неопределенность и ошибочность инвестиционных решений здесь учитывается многомерными представлениями динамики показателей экономической эффективности.

Нельзя дать вразумительного ответа на вопрос о росте скалярного богатства, если в начале оно численно равно нулю. Кроме того, существенно влияет на обогащение участников экономического сообщества взаимодействие инвестиционных процессов, когда рациональный инвестор перенаправляет свои временно свободные ресурсы в сегменты рыночной экономики, где наблюдается наибольшие темпы роста.

К основным уравнениям многомерного инвестиционного анализа можно отнести следующие соотношения:

- Уравнение роста вектора богатства;
- Уравнение вектора чистого дисконтированного дохода;
- Уравнения матричной внутренней нормы доходности;
- Уравнения вектора наблюдений роста богатства;
- Уравнения вектора сроков окупаемости.

Все приведенные обобщения должны удовлетворять правилу предельного перехода. Когда потоки инвестиционных затрат и доходов становятся одномерными, векторные уравнения должны переходить в известные уравнения. Практическое применение этих моделей следует поддержать процедурами принятия и оптимизации инвестиционных решений.

Принципиальным здесь является упрощающее допущение о линейности приращения вектора за один временной период, что приводит к степенной зависимости для t целых периодов времени. Конечно, от этого упрощения необходимо затем отойти, поскольку реальный экономический рост, как правило, отстает от экспоненциального роста.

$$\mathbf{FV} = (\mathbf{I} + \mathbf{R})^t \cdot \mathbf{PV} \quad (1)$$

где

\mathbf{FV} - вектор богатства через t календарный период;
 \mathbf{PV} - вектор богатства в начале календарного периода;
 \mathbf{R} - матрица ставок сравнения;
 \mathbf{I} - единичная матрица.

Диагональные элементы матрицы ставок сравнения соответствуют значениям ставок роста богатства изолированных составляющих богатства. Элементы, расположенные вне главной диагонали этой матрицы, позволяют учесть взаимодействие составляющих богатства. Допустим, что матрица $\mathbf{I} + \mathbf{R}$ обратима, тогда наличие прогноза вектора будущей суммы позволяет найти настоящее значение этого вектора, т.е. осуществить многомерное дисконтирование следующим образом:

$$\mathbf{PV}_t = (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{FV}_t. \quad (2)$$

Следует отметить, что наличие кососимметрической составляющей в матричном дисконте позволяет отразить неизбежные осцилляции, присущие развивающейся рыночной экономике.

6.2. Вектор чистого дисконтированного дохода

Допустим, что каждая будущая сумма представляется элементом векторного потока реальных денег (чистого кэш-флоу). Тогда вектор чистого дисконтированного дохода за инвестиционный цикл продолжительностью τ определяется следующим образом:

$$\mathbf{NPV} = \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{NCF}_t, \quad (3)$$

\mathbf{NCF}_t - вектор реальных денег для периода времени t .

В качестве продолжительности всего инвестиционного цикла может быть принята максимальная продолжительность инвестиционного цикла из всех составляющих многомерного инвестиционного процесса.

6.2.1. Постоянный поток реальных денег

Пусть выполняются следующие условия:

$$\text{NCF}_t = \text{NCF} = \text{Const}$$

$$t = 1, \dots, \tau.$$

Кроме того, допустим, что вектор стартовых инвестиций сосредоточен в начальном моменте времени и равен IC_0 . Тогда вектор чистого дисконтированного дохода представляется следующим образом:

$$\text{NPV} = -\text{IC}_0 + \left(\sum_{t=1}^{\tau} \mathbf{Z}^t \right) \text{NCF}, \quad (4)$$

где матрица

$$\mathbf{Z} = (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-1}. \quad (5)$$

Введем обозначение

$$\mathbf{S} = \mathbf{Z} + \mathbf{Z}^2 + \dots + \mathbf{Z}^{\tau-1} + \mathbf{Z}^{\tau} \quad (6)$$

Отсюда

$$\mathbf{ZS} = \mathbf{Z}^2 + \mathbf{Z}^3 + \dots + \mathbf{Z}^{\tau} + \mathbf{Z}^{\tau+1}$$

$$\mathbf{S} - \mathbf{ZS} = \mathbf{Z} - \mathbf{Z}^{\tau+1}$$

Таким образом,

$$\mathbf{S} = (\mathbf{I} - \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z} (\mathbf{E} - \mathbf{Z}^{\tau})$$

Следовательно, в этом частном случае вектор чистого дисконтированного дохода можно представить в виде

$$\text{NPV} = -\text{IC}_0 + (\mathbf{I} - \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z} (\mathbf{E} - \mathbf{Z}^{\tau}) \text{NCF}, \quad (7)$$

что позволяет для практически важных частных случаев получить удобные матричные соотношения и содержательно их проинтерпретировать.

6.2.2. Асимптотические оценки вектора NPV

Допустим, что все собственные значения матрицы \mathbf{Z} по модулю меньше единицы, тогда для $\tau \rightarrow \infty$ имеем следующую асимптотическую оценку вектора чистого дисконтированного дохода в случае постоянного вектора потока реальных денег.

$$\text{NPV}_{\infty} = -\text{IC}_0 + (\mathbf{I} - \mathbf{Z})^{-1} \text{NCF} = -\text{IC}_0 + (\mathbf{I} - (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-1}) \text{NCF} \quad (8)$$

6.2.3. Принятие инвестиционных решений по вектору NPV

Пусть размерность вектора потока реальных денег равна n , что соответствует инвестиционному параллельному процессу реализации n инвестиционных проектов. Тогда общий инвестиционный эффект, с учетом замечания раздела 2.2, может быть оценен суммой всех его составляющих, если все составляющие многомерного инвестиционного процесса представляют интересы единого собственника. Разумно определить сумму чистого дисконтированного дохода следующим образом:

$$NPV_{\Sigma} = \sum_{k=1}^n NPV_k, \quad (9)$$

где NPV_k - чистый дисконтированный доход k -ого инвестиционного проекта, который рассчитывается по формуле (3).

Когда интересы инвестора представляются некоторым подмножеством проектов K , эффективность которых характеризуется чистым дисконтированным доходом, критерий (9) переходит в следующий скалярный показатель

$$NPV'_{\Sigma} = \sum_{k \in K} NPV_k. \quad (10)$$

Инвестиционное решение по критериям (9) и (10) разумно считать обоснованным, когда соответствующие значения положительны. Критерий (10) позволяет также вести поиск оптимального портфеля инвестиционных проектов и оценить максимальное значение чистого дисконтированного дохода инвестора в условиях ограниченных ресурсов, если его преобразовать в следующую форму

$$NPV_{\Sigma}^{opt} = \max_{\bar{y}} \sum_{k=1}^n NPV_k \cdot y_k, \quad (11)$$

если дополнительно ввести ограничение

$$\sum_{k=1}^n IC_{0k} \cdot y_k \leq IC_{\Sigma}, \quad (12)$$

где

y_k - двоичная переменная, равная 1, если проект-претендент включается в инвестиционный портфель, и равная нулю, когда проект отвергается;

IC_{0k} - стартовые инвестиции для соответствующего проекта;

IC_{Σ} - суммарные стартовые инвестиции инвестора, принимающего участие в формировании портфеля проектов.

Ограничение (12) естественно может быть дополнено ограничениями, учитывающими дополнительные взаимосвязи между проектами. Кроме того, здесь имеется возможность учесть кооперативные интересы инвесторов, когда формирование портфеля проектов осуществляет коллектив инвесторов.

6.3. Матричная внутренняя норма доходности

Определим матричную внутреннюю норму доходности **IRR** следующим образом

$$\sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-t} \mathbf{NCF}_t = 0, \quad (13)$$

что вытекает из определения (3) и обобщает традиционный подход к определению внутренней нормы доходности.

6.3.1. Постоянный поток реальных денег

Воспользуемся основными соотношениями раздела 3.2.1, тогда из (7) и (5) следует, что

$$\mathbf{IC}_0 - \mathbf{Z}_I \cdot \mathbf{IC}_0 = \mathbf{Z}_I (\mathbf{I} - \mathbf{Z}_I^{\tau}) \mathbf{NCF},$$

причем

$$\mathbf{Z}_I = (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-1}$$

или

$$\mathbf{IC}_0 - \mathbf{Z}_I \cdot \mathbf{IC}_0 = \mathbf{Z}_I \cdot \mathbf{NCF} - \mathbf{Z}_I^{\tau+1} \cdot \mathbf{NCF},$$

т. е.

$$\mathbf{IC}_0 - (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-1} \cdot \mathbf{IC}_0 = \mathbf{Z}_I \cdot \mathbf{NCF} - (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-(\tau+1)} \cdot \mathbf{NCF}$$

или

$$\mathbf{IC}_0 - (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-1} \cdot \mathbf{IC}_0 = (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-1} \cdot \mathbf{NCF} - (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-(\tau+1)} \cdot \mathbf{NCF}$$

Следовательно, матрица ставок сравнения удовлетворяет уравнению.

$$\mathbf{IRR} \cdot \mathbf{IC}_0 = (\mathbf{I} - (\mathbf{I} + \mathbf{IRR})^{-\tau}) \cdot \mathbf{NCF}$$

6.3.2. Асимптотические оценки матрицы IRR

Из (7) при допущении раздела 2.2. следует, что

$$\mathbf{IC}_0 = (\mathbf{I} - \mathbf{Z}_I)^{-1} \mathbf{Z}_I \mathbf{NCF}, \quad (15)$$

Тогда

$$\mathbf{IC}_0 = \mathbf{Z}_I (\mathbf{IC}_0 + \mathbf{NCF})$$

или

$$(\mathbf{I} + \mathbf{IRR}_\infty) \mathbf{IC}_0 = \mathbf{IC}_0 + \mathbf{NCF}.$$

Таким образом, асимптотическая оценка матрицы внутренней нормы доходности должна удовлетворять следующему условию

$$\mathbf{IRR}_\infty \cdot \mathbf{IC}_0 = \mathbf{NCF}. \quad (16)$$

Диагональные элементы этой матрицы могут быть оценены на основании предварительных оценок внутренних норм доходности для инвестиционных проектов без учета взаимодействия, а для оценки элементов, учитывающих инвестиционное взаимодействие, при $n > 2$ требуется использовать статистический или феноменологический подход.

6.4. Вектор индексов рентабельности

Для сравнительного анализа инвестиционных проектов удобно использовать относительные критерии экономической эффективности. Пусть инвестиционные затраты распределены по всем составляющим многомерного инвестиционного процесса. Для представления этих затрат используем матрицу инвестиционных затрат следующего вида

$$\mathbf{IC} = [\mathbf{ic}_0 \quad \dots \quad \mathbf{ic}_t \quad \dots \quad \mathbf{ic}_\tau] \quad (17)$$

где \mathbf{ic}_t – вектор-столбец инвестиционных затрат для периода времени t .

Такая структура инвестиционных затрат позволяет представить главные особенности инвестиционного цикла и провести дисконтирование инвестиционного потока. Пусть многомерное дисконтирование осуществляется с помощью матрицы \mathbf{R} . Тогда обозначим вектор дисконтированного потока инвестиционных затрат следующим образом

$$\mathbf{DICF} = \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{IC}_t, \quad (18)$$

Определим k -ый элемент векторного индекса рентабельности с помощью выше определенного вектора чистого дисконтированного потока и вектора (18)

$$pi_k = 1 + \frac{npv_k}{dicf_k}. \quad (19)$$

Определенный здесь индекс рентабельности позволяет осуществить ранжирование составляющих многомерного инвестиционного процесса в порядке убывания индексов рентабельности.

Для всего процесса можно формализовать этот показатель и таким образом:

$$PI_{\Sigma} = 1 + \frac{\sum_{k=1}^n npv_k}{\sum_{k=1}^n dicf_k} \quad (20)$$

Этот критерий дает возможность оценить рентабельность всего сложного инвестиционного процесса.

6.5. Вектор сроков окупаемости

Следуя правилам предельного перехода, в качестве вектора срока окупаемости примем вектор, составим его из n показателей PBP отдельных составляющих многомерного инвестиционного процесса. Другим полезным критерием является срок окупаемости, определенный с помощью критерия (9)

$$PBP_{\Sigma} = \min(t : NPV_{\Sigma}(t) \geq 0). \quad (21)$$

В этом разделе представлены критерии многомерного инвестиционного процесса, обобщающие обычно используемые критерии эффективности на многомерный случай. Эти критерии предназначены для инвестиционного проектирования сложных экономических систем с учетом эффектов взаимодействия денежных потоков.

Когда матрица ставок сравнения изменяется во времени, возможно приблизиться к экономической реальности, поскольку здесь удастся отразить необратимость времени, действительно, в общем случае эти матрицы не коммутируют.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 6:

1. В чем состоят основные особенности современных инвестиционных циклов, обуславливающие необходимость использования многомерного подхода?

2. Что понимается под моделированием инвестиционного цикла, и какие возможности оно предоставляет проектировщикам?

3. В чем состоит ограниченность применения скалярного уравнения сложных процентов для исследования роста составляющей собственности, если в начальный момент времени эта составляющая равна нулю.

4. Какую многомерную интерпретацию можно дать деятельности инвесторов, когда они направляют свои временно свободные средства в другие наиболее эффективные сегменты деятельности?

5. Перечислите основные уравнения многомерного инвестиционного анализа.

6. От каких параметров зависит вектор чистого дисконтированного дохода?

7. В чем состоит экономический смысл матрицы ставок сравнения?

8. Пусть вектор потока реальных денег не изменяется со временем, а стартовые инвестиции являются точечными. В каком виде представляется вектор чистого дисконтированного дохода?

9. Каким образом видоизменяется процедура принятия инвестиционного решения по критерию чистого дисконтированного дохода при рассмотрении портфеля инвестиционных проектов?

10. Что представляет собой многомерное обобщение показателя внутренней нормы доходности? Какой вид имеет уравнение для этой величины?

11. Каким образом можно интерпретировать асимптотическую оценку матрицы внутренней нормы доходности для многомерного инвестиционного цикла?

12. В какой форме могут быть представлены соотношения для расчета индекса рентабельности взаимосвязанных инвестиционных проектов?

13. Приведите уравнение для расчета вектора дисконтированных сроков окупаемости.

14. Какую интерпретацию можно дать для срока окупаемости PBP_{Σ} многомерного инвестиционного цикла?

15. Какому условию должна удовлетворять матрица ставок сравнения, чтобы учесть необратимый характер времени в инвестиционном проектировании?

Раздел 7. ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ДИСКОНТИРОВАНИЕ

7.1. Уравнения логистического роста

Этот метод двухпараметрического дисконтирования позволяет приблизиться к экономической реальности, поскольку он учитывает предел экономического роста и удовлетворяет правилу предельного перехода. Когда ограничение на предел роста отсутствует, логистическое дисконтирование переходит в общепринятую процедуру. Здесь приведены соответствующие определения и уравнения для расчета критериев экономической эффективности.

Многие недоразумения оценки эффективности инвестиций связаны с тем допущением, что наилучшее применение финансов способно обеспечить экспоненциальный рост богатства участника экономического сообщества. Здесь рассматривается процедура двухпараметрического дисконтирования, основанная на допущении об ограниченном пределе этого роста даже в самом благоприятном варианте развития инвестиционного цикла.

Применение степенной функции для дисконтирования, по своей сути, допускает обратимость экономического времени. Реальный экономический рост можно представить в виде последовательности *S*-образных траекторий. Переход на новую более высокую траекторию роста обычно происходит, когда экономическое развитие наталкивается на очередной барьер. Огибающая к *S*-образным роста, как правило, сама повторяет эту же форму. Для того, чтобы выполнить логистическое дисконтирование необходимо идентифицировать параметры этой процедуры. Для корректного исследования показателей экономической эффективности инвестиционного цикла следует идентифицировать инвестиционный цикл системы, в которую включена исследуемая подсистема. Для российской экономики, по мнению автора, цикл является десятилетним и начинается в 1999 году, но из-за возмущающих воздействий на российскую экономику политического и военного характера этого года, а также для удобства анализа разумно принять начало фазы качественного роста 2000 год. К этому году следует отнести начало качественных изменений в российской экономике. За этот и следующий десятилетний период можно ожидать рост на порядок размера вовлеченного в хозяйственный оборот национального богатства страны. Темпы и пределы экономического роста хозяйствующих объектов, погруженных в глобальную для них систему, могут быть самыми разными.

Для сопряжения построенной ниже модели с ранее построенными приложениями разумно предъявить к ней требование перехода в традиционную степенную модель сложных процентов.

Среди моделей ограниченного роста, удовлетворяющих этому требованию, выделяется *функция логистического роста* (ФЛР). Эта

функция с успехом используются для исследования развития экономических и технологических систем. За начало отсчета времени здесь выбирается начало перехода системы на качественно новый виток спирали развития.

$$y(t) = \frac{b \cdot y_0}{1 + (b - 1) \cdot e^{-\alpha t}} \quad (1)$$

где

$$b = \frac{y_\infty}{y_0} - \text{параметр пределов роста, характеризующий потенциал}$$

роста от начального y_0 до предельно достижимого y_∞ ;

α - параметр темпа роста.

ФЛР для значений времени, удовлетворяющих условию $\alpha \cdot t \ll 1$, близка к функции экспоненциального роста, а ее предел роста ограничен и равен $b \cdot y_0$.

Заметим, что уравнение (1) может быть представлено в следующем виде

$$y(t) = \text{logistC}(b, \alpha, t) \cdot y_0 \quad (2)$$

где логистический оператор logistC для непрерывного времени определяется уравнением

$$\text{logistC}(b, \alpha, t) = \frac{b}{1 + (b - 1) \cdot e^{-\alpha t}} \quad (3)$$

Пусть процесс роста исследуется в дискретном временном представлении, тогда между параметром темпа роста и процентной ставкой r имеется следующее соотношение:

$$\alpha = \ln(1 + r), \quad (4)$$

и логистический оператор для дискретного времени приобретает вид

$$\text{logistD}(b, r, t) = \frac{b}{1 + (b - 1) \cdot (1 + r)^{-t}} \quad (5)$$

Чтобы получить удобные разностные уравнения для вычисления ФЛР рассмотрим её значение для следующего момента времени

$$y(t+1) = \frac{b \cdot y_0}{1 + (b-1) \cdot e^{-\alpha t} \cdot e^{-\alpha}} \quad (6)$$

Из (1) - (3) следует, что

$$\begin{aligned} y(t+1) &= \frac{b \cdot y_0}{1 + (b-1) \cdot e^{-\alpha t} \cdot e^{-\alpha}} = \frac{b \cdot y_0}{1 + \left(\frac{b \cdot y_0}{y(t)} - 1\right) \cdot e^{-\alpha}} = \\ &= \frac{y_\infty}{1 + \left(\frac{y_\infty}{y(t)} - 1\right) \cdot \frac{1}{1+r}} \end{aligned} \quad (7)$$

Если возникает необходимость оценить значение ФЛР на предыдущем шаге по известному значению $y(t+1)$, то удобно использовать следующее соотношение. Имеем

$$\begin{aligned} \left(\frac{y_\infty}{y(t)} - 1\right) \cdot \frac{1}{1+r} &= \frac{y_\infty}{y(t+1)} - 1 \\ \frac{y_\infty}{y(t)} - 1 &= \left(\frac{y_\infty}{y(t+1)} - 1\right) \cdot (1+r) \end{aligned}$$

Отсюда следует соотношение, позволяющее найти настоящего значения будущей суммы

$$y(t) = \frac{y_\infty}{1 + \left(\frac{y_\infty}{y(t+1)} - 1\right) \cdot (1+r)} \quad (8)$$

Для дисконтирования необходимо уметь обращать логистические операторы для вычисления начальных значений. Из (1) следует, что

$$y_0 = \left(\frac{1}{b} + \left(1 - \frac{1}{b}\right) \cdot e^{-\alpha t}\right) y(t), \quad (9)$$

а для дискретного представления времени получаем, что

$$y_0 = \left(\frac{1}{b} + \left(1 - \frac{1}{b}\right) \cdot (1+r)^{-t}\right) y(t). \quad (10)$$

Таким образом, обращение логистического оператора приводит к убывающей экспоненте следующего вида:

$$\mathit{expl}C(g, \alpha, t) = g + (1 - g) \cdot e^{-\alpha \cdot t}, \quad (11)$$

где $g = \frac{1}{b}$. Иначе

$$\mathit{logist}C^{-1}(b, \alpha, t) = \mathit{expl}C(b^{-1}, \alpha, t) \quad (12)$$

Аналогично для дискретного представления времени получаем, что

$$\mathit{expl}D(g, r, t) = g + (1 - g) \cdot (1 + r)^{-t}, \quad (13)$$

следовательно,

$$\mathit{logist}D^{-1}(b, r, t) = \mathit{expl}D(b^{-1}, r, t). \quad (14)$$

7.2. Приведение будущих значений

Теперь можно наделить определенный выше формализм экономическим смыслом. Пусть время дискретно, а будущий элемент денежного потока оценивается в результате прогноза значением *FVL* (*Future Value Logistic*). Уравняем это значение в соответствии с подходом раздела 7.1 с настоящим значением *PVL* (*Present Value Logistic*), на который воздействует скалярный дискретный логистический оператор. Тогда

$$PVL = g \cdot FVL + (1 - g) \cdot \frac{FVL}{(1 + r)^t}. \quad (15)$$

Принципиальное значение имеет целевое назначение процедуры дисконтирования. Допустим, что необходимо сравнить два инвестиционных цикла с одинаковыми стартовыми инвестициями разной протяженности, начатые в разное время, по их эффективности. Тогда следует привести для каждого проекта все локальные эффекты к началу качественных изменений в глобальной системе, а затем их просуммировать.

Параметры логистического дисконтирования имеют следующий смысл: g является величиной обратной к величине отношения предела роста к настоящему значению, а r – процентная ставка. Заметим, что в случае малых значений g логистическое дисконтирование переходит в обычное дисконтирование.

7.3. Чистый дисконтированный доход логистический

Для обоснования инвестиционных решений используется чистый дисконтированный доход. Основой для расчета этого показателя является прогноз будущих денежных потоков доходов и затрат. Для этого осуществляется приведение локальных по времени экономических эффектов к моменту времени принятия решения.

Если воспользоваться уравнением (15), то чистый дисконтированный доход приобретает форму

$$NPVL = g \cdot \sum_{t=0}^{\tau} NCF_t + (1 - g) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1 + r)^t}, \quad (16)$$

где

NCF_t – элемент потока реальных денег (Net Cash Flow).

$NPVL$ – чистый дисконтированный доход логистический, если все элементы денежного потока NCF_t приводятся к актуальному для анализа моменту времени оператором, обратным логистическому.

В тех случаях, когда начало инвестиционного цикла лежит левее момента времени перехода на качественно новую траекторию глобального экономического роста, поток реальных денег формально дополняется равными нулю элементами. Представим соотношение (16) в виде

$$NPVL = g \cdot NCF_{\Sigma} + (1 - g) \cdot NPV, \quad (17)$$

где сумма чистых доходов

$$NCF_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{\tau} NCF_t,$$

а чистый дисконтированный доход

$$NPV = \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1 + r)^t},$$

Следует подчеркнуть, что такое определение интегрального экономического эффекта в предельном случае при малых значениях параметра уравнения (17) g переходит в обычный показатель чистого дисконтированного дохода.

Интересно отметить, что такой подход взвешивает и в определенной степени примиряет два главных подхода к исследованию инвестиций: бухгалтерский подход и подход, учитывающий фактор

времени с помощью дисконтирования. Когда консервативно мыслящий бухгалтер исключает возможность экономического роста, он фактически использует параметр свертки g для суммарных чистых доходов, равный 1 . В противоположность ему оптимистически настроенный аналитик верит в возможность экономического роста по степенному закону и принимает $g=0$.

Рассмотрим частные случаи.

Когда стартовые инвестиции сосредоточены в начале жизненного цикла проекта, уравнение (16) приобретает следующую форму

$$NPVL = -\frac{IC_0}{(1+r)^{t_0}} + \sum_{t=t_0+1}^{\tau} \left[\frac{1-g}{(1+r)^t} + g \right] \cdot NCF_t, \quad (18)$$

где

IC_0 - величина стартовых инвестиций проекта;

t_0 - количество периодов времени от начала качественных изменений в глобальной экономической системе.

В еще более частном случае постоянного потока реальных денег, формула для расчета $NPVL$ становится такой:

$$NPVL = -\frac{IC_0}{(1+r)^{t_0}} + \left[(1-g) \cdot \frac{1}{r} \cdot (1 - (1+r)^{-(\tau-t_0)}) + g \cdot (\tau - t_0) \right] \cdot NCF, \quad (19)$$

а для продолжительного инвестиционного цикла, когда стартовые инвестиции осуществляются в начале глобального цикла и выполняется условие $r > 0$, последнее соотношение приобретает следующее приближенное представление:

$$NPVL \cong -IC_0 + \left[(1-g) \cdot \frac{1}{r} + g \cdot \tau \right] \cdot NCF, \quad (20)$$

7.4. Логистическая внутренняя норма доходности

Рассмотрим следующий по важности критерий экономической эффективности. Внутренняя норма доходности логистическая $IRRL$ соответствует такой ставке сравнения, при которой логистический чистый дисконтированный доход, определенный уравнением (16), равен нулю. Таким образом, для расчета этого показателя следует решить относительно $IRRL$ следующее уравнение

$$\sum_{t=0}^{\tau} NCF_t = -(b-1) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+IRRL)^t}, \quad (21)$$

или в другой форме

$$\sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_t'}{(1 + IRRL)^t} = -\frac{1}{b-1}, \quad (21')$$

где нормированный по величине суммарной чистой прибыли поток реальных денег удовлетворяет условию

$$NCF_t' = \frac{NCF_t}{NCF_{\Sigma}}.$$

В простейшем случае, соответствующему уравнению (20), получаем

$$IRRL \cong \frac{b-1}{b \cdot \frac{NCF}{IC_0} - \tau}.$$

Заметим, что уравнение (21') позволяет утверждать о наличии подобных по определяющим величинам b , $IRRL$, τ инвестиционных процессов. Кроме того, присутствие дополнительного параметра потенциала роста b позволяет избежать многих неприятностей, связанных с неопределенностью оценки внутренней нормы доходности в традиционном подходе.

7.5. PBPL и PIL

Не вызывает принципиальных затруднений определить и исследовать срок окупаемости и индекс рентабельности, когда для прогноза экономического развития используется S-образная ФЛР.

Разработанный подход позволяет проводить инвестиционное проектирование, учитывая ограничения экономического роста.

Практическое применение этой процедуры логистического дисконтирования позволяет:

- Сравнивать инвестиционные циклы разной продолжительности с разными началами реализации;
- Учитывать в аналитических процедурах оценки экономической эффективности инвестиций циклические насыщения экономического развития.

Объединяя методы и идеи многомерного дисконтирования и логистического дисконтирования, следующим логическим шагом для

разработки аналитического инструментария построения многомерных моделей с учетом существующих ограничений экономического роста.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 7:

1. В чем состоят особенности реальных инвестиционных циклов, обуславливающие необходимость использования логистического дисконтирования?

2. При каких условиях логистическое дисконтирование переходит в традиционное?

3. Выведите разностные и дифференциальные уравнения для вычисления функции логистического роста.

4. В какой оператор переходит логистический оператор при своем временном обращении?

5. Каким образом осуществляется логистическое дисконтирование?

6. В чем заключается экономический смысл чистого дисконтированного дохода, если дисконтирование является логистическим?

7. При каком условии критерий экономической эффективности NPVL переходит в NPV?

8. При каком условии критерий экономической эффективности NPVL переходит в сумму чистых доходов?

9. Выведите уравнение для расчета показателя внутренней нормы доходности в рамках представления процедуры дисконтирования этого раздела.

10. Выведите уравнение в безразмерном виде для расчета показателя внутренней нормы доходности.

11. Найдите соотношение для расчета показателя PBPL.

12. Найдите соотношение для расчета показателя PII.

Раздел 8. МНОГОМЕРНОЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЕ ДИСКОНТИРОВАНИЕ

8.1. Векторная функция логистического роста (ВФЛР)

В разделе «Многомерные инвестиционные модели» изложен подход к исследованию инвестиционного взаимодействия между проектами, а в разделе «Логистическое дисконтирование» даны уравнения и критерии экономической эффективности, учитывающие предел экономического одномерного роста. Следующий шаг к адекватному представлению в проектировании экономической реальности, конечно, состоит в разработке процедуры многомерного логистического дисконтирования для построения адекватных критериев экономических эффективности.

Инвестиционная практика предоставляет примеры взаимного влияния темпов роста и пределов экономического роста инвестиционных процессов, параллельно реализуемых на одном предприятии или предприятиях, связанных технологическими цепочками. Это влияние в частности выражается в более высоких темпах роста показателей экономической эффективности, когда нововведения, сопутствующие одному из проектов способствуют технико-экономической реализации смежных с ним проектов.

Когда инвестиционные циклы выполняются в интересах единого собственника или кооперирующихся собственников, конечные экономические результаты этих циклов также способны взаимно усиливаться или взаимно ослабляться. Ограниченная емкость рынка для продуктов и услуг каждого инвестиционного проекта приводит к тому, что интегральный инвестиционный эффект ограничен. Таким образом, пределы локального и глобального экономического роста взаимно связаны.

Эти особенности сложных инвестиционных процессов необходимо учесть и исследовать для оценки технико-экономической реализуемости портфелей инвестиционных проектов и/или ценных бумаг.

Определим матричную логистическую функцию для дискретного времени следующим образом:

$$Y(t) = (I + (B - I) \cdot (I + R)^{-t})^{-1} B, \quad (1)$$

где

R - квадратная матрица ставок сравнения, размер которой определяется числом взаимодействующих инвестиционных циклов;

B - матрица пределов роста;

I – единичная матрица.

ВФЛР является векторной функцией времени, заданной операцией умножения матричной функции $Y(t)$ на некоторый вектор начального состояния.

Интерпретации для денежного представления экономического ограниченного роста состоит в следующем. Значение вектора будущих сумм определяется ВЛФР векторным уравнением сложных процентов

$$FVL(t) = (I + (B - I) \cdot (I + R)^{-t})^{-1} B \cdot PVL, \quad (2)$$

где

PVL – значение вектора денежных сумм в начальный момент времени;

$FVL(t)$ – будущее значение вектора денежных сумм.

Если все вещественные части собственных значений матрицы $(I + R)^{-1}$ по абсолютной величине меньше 1, то асимптотическое значение вектора будущих сумм можно оценить, зная матрицу пределов роста:

$$FVL_{\infty} = B \cdot PVL, \quad (3)$$

Допустим, что матрица пределов роста обратима, тогда уравнение (2) можно решить относительно вектора PVL . Многомерный рост теперь позволяет привести прогнозное значение вектора будущих денежных сумм к настоящему моменту времени с учетом взаимного влияния инвестиционных составляющих, используя уравнение

$$PVL = B^{-1} \cdot FVL + (I - B^{-1}) \cdot (I + R)^{-t} FVL, \quad (4)$$

Для исследования показателей экономической эффективности в непрерывном времени необходимо решить следующее матричное уравнение

$$e^A = I + R, \quad (5)$$

относительно матрицы A .

Матричная экспонента e^{-tA} определяется следующим разложением в ряд:

$$e^{tA} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(tA)^k}{k!}, \quad (6)$$

а для вычисления матричного логарифма в соответствии с уравнением (5) дополнительно предположим, что все собственные

значения матрицы \mathbf{R} находятся внутри единичной окружности комплексной плоскости. Тогда для вычислений полезно использовать разложение в ряд

$$\mathbf{A} = \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(-1)^{k-1}}{k} \cdot \mathbf{R}^k .$$

Теперь ВФЛР (2) приобретает следующий вид для непрерывного вида

$$\mathbf{FVL}(t) = (\mathbf{I} + (\mathbf{B} - \mathbf{I}) \cdot e^{-t\mathbf{A}})^{-1} \mathbf{B} \cdot \mathbf{PVL} , \quad (7)$$

Допустим, что спектр собственных значений матрицы \mathbf{A} является простым и состоит из положительных чисел. Тогда финальное значение ВФЛР

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{FVL}(t) = \mathbf{B} \cdot \mathbf{PV} . \quad (8)$$

и, следовательно, явно не зависит от элементов матрицы \mathbf{A} .

Дисконтирование вектора будущих локальных инвестиционных эффектов для непрерывного временного представления инвестиционного цикла задается соотношением

$$\mathbf{PVL}_t = \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{FVL}_t + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot e^{-t\mathbf{A}} \cdot \mathbf{FVL}_t , \quad (9)$$

Существует формальная многозначность определения логистической матрицы, если матрицы темпов роста \mathbf{A} и пределов роста \mathbf{B} не коммутируют. Принятое здесь определение логистической матрицы соответствует наиболее доступному для анализа многомерному дисконтированию в соответствии с уравнением (4) или уравнением (9).

8.2. Вектор логистического чистого дисконтированного дохода

Так же как и в процедуре одномерного логистического дисконтирования, будем приводить взаимодействующие потоки реальных денег к началу качественных изменений глобальной экономической системы. Для проектов, имеющих начало инвестиционного цикла, не совпадающее с общим началом, элементы денежных потоков принимаются нулевыми для моментов времени, где инвестиционный цикл не активен. Воспользуемся уравнением (4) для дисконтирования векторного потока реальных денег \mathbf{NCF}_t . Вычисляя сумму дисконтированных элементов этого потока, имеем для вектора логистического чистого дисконтированного дохода следующее соотношение:

$$\mathbf{NPVL} = \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{NCF}_t + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{NCF}_t),$$

или после преобразования находим, что

$$\mathbf{NPVL} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \sum_{t=0}^{\tau} \mathbf{NCF}_t + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{NCF}_t. \quad (10)$$

Если определить вектор чистого дохода многомерного инвестиционного потока

$$\mathbf{NCF}_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{\tau} \mathbf{NCF}_t. \quad (11)$$

и вектор чистого дисконтированного дохода

$$\mathbf{NPV} = \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{NCF}_t,$$

то уравнение (10) представляется в наглядной форме

$$\mathbf{NPVL} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{NCF}_{\Sigma} + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot \mathbf{NPV}. \quad (12)$$

Не вызывает также принципиальных затруднений получить соотношения для вектора \mathbf{NPVL} , когда инвестиционные циклы исследуются в непрерывном времени.

8.3. Логистическая матрица внутренней доходности

Определим логистическую матрицу внутренней нормы доходности как матрицу \mathbf{IRRL} , удовлетворяющую условию равенства нулю величины \mathbf{NPVL} . Из уравнения (10) тогда следует, что

$$\sum_{t=0}^{\tau} \mathbf{NCF}_t = -(\mathbf{B} - \mathbf{I}) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{IRRL})^{-t} \cdot \mathbf{NCF}_t. \quad (13)$$

Для вычисления матрицы \mathbf{IRRL} возможно использовать несколько подходов. Например, когда рассматривается два взаимодействующих инвестиционных процесса, сначала следует оценить диагональные элементы этой матрицы. Затем, считая эти процессы автономными,

решить численным методом систему двух уравнений (13) относительно элементов матрицы, лежащих вне главной диагонали.

8.4. NPVL для двух инвестиционных проектов

Пусть матрица темпов роста диагональная, т.е.

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & 0 \\ 0 & a_{22} \end{bmatrix}$$

матрица пределов имеет произвольный вид

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{bmatrix},$$

а эффект взаимного влияния мал в следующем смысле

$$|b_{21}| + |b_{12}| \ll |b_{11}| + |b_{22}|$$

Тогда после подстановки в уравнение (7), после упрощающих преобразований и с учетом допущения о том, что взаимное влияние пределов роста незначительно, получаем

$$\begin{cases} FVL_1(t) \cong \varphi_1(t)PVL_1 + b_{12} \frac{\varphi_1(t)\varphi_2(t)(1 - e^{-a_{22}t})}{b_1 b_2} PVL_2, \\ FVL_2(t) \cong \varphi_2(t)PVL_2 + b_{21} \frac{\varphi_1(t)\varphi_2(t)(1 - e^{-a_{11}t})}{b_1 b_2} PVL_1 \end{cases} \quad (14)$$

где

$$\varphi_i = \frac{b_{ii}}{1 + (b_{ii} - 1) \cdot e^{-a_{ii}t}}$$

$i=1,2$.

При $t \rightarrow \infty$ находим асимптотическое значение будущих сумм

$$\begin{cases} FVL_{1\infty} \cong b_{11}PVL_1 + b_{12}PVL_2, \\ FVL_{2\infty} \cong b_{21}PVL_1 + b_{22}PVL_2. \end{cases} \quad (15)$$

Воспользуемся уравнением (9) для приведения будущих выгод к настоящему моменту времени. Имеем

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} PVL_1 \\ PVL_2 \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \frac{1}{b_{11}} & -\frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} \\ -\frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} & \frac{1}{b_{22}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} FVL_1 \\ FVL_2 \end{bmatrix} + \\ &+ \begin{bmatrix} (1 - \frac{1}{b_{11}}) \cdot e^{-a_{11}t} & \frac{b_{21} \cdot e^{-a_{11}t}}{b_{11} \cdot b_{22}} \\ \frac{b_{12} \cdot e^{-a_{22}t}}{b_{11} \cdot b_{22}} & (1 - \frac{1}{b_{22}}) \cdot e^{-a_{22}t} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} FVL_1 \\ FVL_2 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Таким образом,

$$\begin{aligned} PVL_1 &= \mathbf{explC}(b_{11}^{-1}, a_{11}, t) \cdot FVL_1 - \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} (1 - e^{-a_{11}t}) \cdot FVL_2 \\ PVL_2 &= -\frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} (1 - e^{-a_{22}t}) \cdot FVL_2 + \mathbf{explC}(b_{22}^{-1}, a_{22}, t) \cdot FVL_2, \end{aligned} \quad (16)$$

где функции \mathbf{explC} , \mathbf{explD} соответствуют определениям.

Двухмерное логистическое дисконтирование в дискретном временном представлении (16) переходит в

$$\begin{aligned} PVL_1 &= \mathbf{explD}(b_{11}^{-1}, r_{11}, t) \cdot FVL_1 - \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[1 - \frac{1}{(1 + r_{11})^t} \right] \cdot FVL_2 \\ PVL_2 &= -\frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[1 - \frac{1}{(1 + r_{22})^t} \right] \cdot FVL_2 + \mathbf{explD}(b_{22}^{-1}, r_{22}, t) \cdot FVL_2, \end{aligned} \quad (17)$$

что позволяет найти составляющие вектора логистического чистого дисконтированного дохода, а именно:

$$\begin{aligned} NPVL_1 &= NPVL_{01} - \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[NCF_{\Sigma}^{(2)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t}}{(1 + r_{11})^t} \right] \\ NPVL_2 &= NPVL_{02} - \frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[NCF_{\Sigma}^{(1)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t}}{(1 + r_{22})^t} \right], \end{aligned} \quad (18)$$

где

$NPVL_{0i}$ - логистический чистый дисконтированный по ставке r_{ii} потока реальных денег i -ого проекта;

$NCF_{\Sigma}^{(i)}$ - чистая прибыль i -ого проекта;

NCF_{it} - элемент потока реальных денег i -ого проекта для момента периода времени t .

8.5. IRRL для двух инвестиционных проектов

Считая матрицу темпов роста диагональной, а эффект взаимного влияния пределов роста незначительным, воспользуемся уравнением (19) для определения элементов диагональной матрицы, которая задает внутреннюю норму доходности.

$$\begin{aligned} NCF_{\Sigma}^{(1)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t}}{(1 + IRLL_{11})^t} &= \beta_2 \left[NCF_{\Sigma}^{(2)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t}}{(1 + IRLL_{11})^t} \right] \\ NCF_{\Sigma}^{(2)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t}}{(1 + IRLL_{22})^t} &= \beta_1 \left[NCF_{\Sigma}^{(1)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t}}{(1 + IRLL_{22})^t} \right], \end{aligned} \quad (19)$$

где

$$\begin{aligned} \beta_2 &= \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}}, \\ \beta_1 &= \frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}}. \end{aligned}$$

После преобразований находим, что

$$\begin{aligned} \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t} - \beta_2 \cdot NCF_{2t}}{(1 + IRLL_{11})^t} &= NCF_{\Sigma}^{(1)} - \beta_2 NCF_{\Sigma}^{(2)} \\ \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t} - \beta_1 \cdot NCF_{1t}}{(1 + IRLL_{22})^t} &= NCF_{\Sigma}^{(2)} - \beta_1 NCF_{\Sigma}^{(1)}. \end{aligned} \quad (20)$$

Заметим, что решение уравнений для идентификации элементов матрицы, которая характеризует внутреннюю норму доходности, в этом частном случае можно проводить независимо для каждого из элементов.

Опыт применения математики, вообще, и финансовой математики в частности показывает, что решение более общей проблемы часто является более простым и позволяет преодолеть смысловые и формальные барьеры частных подходов. Возникает проблема построения общей платформы для генерации матричных функций, обслуживающих практически возможные рыночные ситуации.

С точки зрения теории исследования операций, проведенная формализация позволяет исследовать экономический рост, отражающий кооперацию и/или противоборство участников экономического

сообщества при достижении своих инвестиционных целей. Таким образом, имеется проблема идентификации матриц пределов и темпов роста, отражающих эти особенности.

С точки зрения массовой психологии, навязанное теорией сомнительное представление о возможности неограниченного экономического роста приводит к искаженному представлению о качестве достигнутых результатов инвестиционной деятельности. Действительно, наиболее эффективным участникам экономического сообщества теоретически навязывается представление о необходимости и возможности наращивать свое соло-богатство в геометрической прогрессии, а это в условиях действующих ограничений экономического и технологического характера невозможно. Общественное и индивидуальное сознание должно быть адекватно ориентировано и настроено на реальности экономического роста.

Процедура многомерного логистического дисконтирования, что позволяет учесть взаимное влияние темпов пределов роста сопутствующих параллельно реализуемых инвестиционных проектов. Построенная система векторных критериев экономической эффективности позволяет исследовать сложные инвестиционные циклы.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 8:

1. В чем состоят особенности взаимодействия инвестиционных циклов, обуславливающие необходимость использования в проектировании векторной функции логистического роста?
2. Какой экономический смысл имеют матрицы темпов и пределов роста?
3. В чем состоит отличие дискретного и непрерывного представления времени в ВФЛР?
4. Каким образом могут быть вычислена матричная экспонента?
5. Каким образом могут быть вычислен матричный логарифм?
6. Дайте экономическую интерпретацию для матрицы пределов роста, рассматривая случай всех положительных собственных значений матрицы пределов роста?
7. Выведите уравнение для приведения вектора будущих денежных сумм, используя ВФЛР.
8. Получите уравнение для расчета вектор чистого дисконтированного дохода для модели инвестиционного цикла этого раздела.
9. Какому условию должен удовлетворять многомерный инвестиционный цикл, чтобы принятие положительного решения об его реализации считать обоснованным по критерию NPVL?
10. Какому условию должна удовлетворять матрица внутренней нормы доходности и каков ее экономический смысл? Какой подход к идентификации матрицы IRRL?
11. Выведите уравнения логистического дисконтирования подразделов 8.4. и 8.5.

Раздел 9. ГЕНЕРАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

9.1. Одномерные функциональные уравнения

В разделе «Логистическое дисконтирование» приведена обобщенная процедуры одномерного дисконтирования, для того чтобы учесть ограничения экономического роста, а в разделах «Многомерные инвестиционные модели» и «Многомерная логистическая модель» подходы, учитывающие инвестиционное взаимодействие между проектами и/или портфелями. Теперь рассмотрим содержательные и формальные основы для обобщения этих результатов, а затем экономически проинтерпретируем эти обобщения.

Инвестиционное проектирование является по своей сути многоуровневой обработкой данных, фактов и знаний, включая разработку инструментариев для обеспечения успеха инвестиционных проектов. Практическая полезность такого обобщения состоит в методологической поддержке представления и обработки инвестиционных знаний. Эта поддержка актуальна для систематизации процедур обоснования и сопровождения инвестиционных решений. Кроме того, исследование самой процедуры генерации инвестиционных моделей позволяет выбрать ключевые признаки для классификации инвестиционных моделей.

Под генерацией моделей здесь понимается целенаправленный синтез и анализ математических построений, а также выбор ключевых признаков классификации синтезированных моделей для их практического применения. Целью синтеза является обеспечить инвестиционное проектирование математическими моделями и методами на основе объектно-ориентированного и системного подходов.

Общая предлагаемая здесь схема для генерации моделей инвестиционного цикла состоит в следующих шагах:

- решить функциональное скалярное уравнение роста;
- провести интерпретацию одномерного обобщения для процедуры дисконтирования денежных потоков;
- повторить два предыдущих шага для многомерного инвестиционного процесса;
- исследовать полученные уравнения и критерии экономического роста;
- выявить формальные и содержательные признаки для классификации инвестиционных моделей.

Функциональное уравнение для функции экспоненциального роста e^{at} имеет вид

$$f(t + s) = f(t) \cdot f(s). \quad (1)$$

Для функции логистического роста

$$\varphi(t) = \frac{\beta}{1 + (\beta - 1) \cdot e^{-\alpha \cdot t}}, \quad (2)$$

соответствующее функциональное уравнение имеет вид

$$\frac{\beta - \varphi(t + s)}{\varphi(t + s)} = \frac{\beta - \varphi(t)}{\varphi(t)} \cdot \frac{1}{\beta - 1} \cdot \frac{\beta - \varphi(s)}{\varphi(s)}. \quad (3)$$

Для экспоненциальной функции с ограниченным пределом роста

$$\chi(t) = \beta - (\beta - 1) \cdot e^{-\alpha \cdot t} \quad (4)$$

выполняется следующее соотношение

$$\beta - \chi(t + s) = (\beta - \chi(t)) \cdot \frac{1}{\beta - 1} \cdot (\beta - \chi(s)). \quad (5)$$

Чтобы убедиться в этом достаточно разрешить относительно экспоненты соответствующие соотношения, определяющие характер роста, и воспользоваться (1).

Все четыре уравнения обобщает следующее функциональное уравнение:

$$\frac{\beta - \psi(t + s)}{\eta_1 \beta + \eta_2 \psi(t + s)} = \frac{\beta - \psi(t)}{\eta_1 \beta + \eta_2 \psi(t)} \cdot \frac{1}{\beta - 1} \cdot \frac{\beta - \psi(s)}{\eta_1 \beta + \eta_2 \psi(s)}. \quad (6)$$

В чем состоит отличие дискретного и непрерывного представления времени в ВФЛР?

9.2. Скалярные функции роста

Решение функционального уравнения (6) позволяют определить актуальную для исследования денежных сумм детерминированную основу. Чтобы найти в явном виде функцию роста следует выразить из соотношения

$$\frac{\beta - \psi(t)}{\eta_1 \beta + \eta_2 \psi(t)} \cdot \frac{1}{\beta - 1} = e^{\alpha t}$$

искомую функцию, что дает функцию роста

$$\psi(t) = \frac{(1 - \eta_1(\beta - 1)e^{-\alpha t})\beta}{1 + \eta_2(\beta - 1)e^{-\alpha t}}. \quad (7)$$

Удобно использовать в программных средах следующий оператор:

$$\text{rostC}(\eta_1, \eta_2, \alpha, \beta, t) = \frac{(1 - \eta_1(\beta - 1)e^{-\alpha t})\beta}{1 + \eta_2(\beta - 1)e^{-\alpha t}}. \quad (8)$$

Тогда для обращения этого оператора получаем интересное соотношение

$$\text{rostC}^{-1}(\eta_1, \eta_2, \alpha, \beta, t) = \text{rostC}(-\eta_2, -\eta_1, \alpha, \beta^{-1}, t). \quad (9)$$

В дискретном временном представлении имеем следующий оператор роста:

$$\text{rostD}(\eta_1, \eta_2, r, \beta, t) = \frac{(1 - \eta_1(\beta - 1)(1 + r)^{-t})\beta}{1 + \eta_2(\beta - 1)(1 + r)^{-t}}. \quad (10)$$

Для экономических приложений параметр r может быть интерпретирован, как процентная ставка, причем

$$\alpha = \ln(1 + r)$$

Аналогично соотношению (9) обращение оператора (10) приводит к следующему правилу:

$$\text{rostD}^{-1}(\eta_1, \eta_2, r, \beta, t) = \text{rostD}(-\eta_2, -\eta_1, r, \beta^{-1}, t). \quad (11)$$

Когда необходимо построить траекторию роста из начального состояния системы $x(t_0)$, где t_0 - начальный момент времени, располагая оператором роста (7), уравнение этой траектории роста имеет вид:

$$x(t) = \psi(t)\psi^{-1}(t_0)x(t_0) = \Psi(t, t_0) \cdot x(t_0), \quad (12)$$

где функция перехода определяется уравнением

$$\Psi(t, t_0) = \psi(t)\psi^{-1}(t_0). \quad (13)$$

Если допустить возможность переключения траектории роста с одной модели на другую внутри исследуемого интервала времени, то из локальных представлений экономического развития (13) общая функция перехода строится следующим образом:

$$\Phi(t, t_0) = \prod_{j=0}^J \Psi(t_{j+1} | t_j). \quad (14)$$

Пусть начало инвестиционного цикла совпадает с переходом основной экономической системы на новую S-образную траекторию роста, тогда

$$\begin{aligned} x(t) &= \psi(t) \cdot x_0, \\ x_0 &= x(0) \end{aligned}$$

поскольку

$$\psi(0) = 1.$$

Таким образом, данный подход позволяет синтезировать из элементарных моделей сложную последовательную модель.

9.3. Исчисление денежных сумм

Для дискретного времени закон сложных процентов теперь приобретает вид:

$$FV = \frac{\beta \cdot PV - \eta_1 \cdot (\beta - 1) \cdot \frac{\beta \cdot PV}{(1+r)^t}}{1 + \eta_2 \cdot (\beta - 1) \cdot \frac{1}{(1+r)^t}}. \quad (15)$$

Разумно ввести следующее обозначение

$$FV_{\infty} = \beta \cdot PV,$$

ведь эта величина является пределом роста настоящей денежной суммы. Тогда из (10) следует, что потенциал дальнейшего экономического роста для некоторой будущей суммы в обобщенном уравнении

$$\begin{aligned}
FV_{\infty} - FV &= \eta_1 \cdot (\beta - 1) \cdot \frac{FV_{\infty}}{(1+r)^t} - \eta_2 \cdot (\beta - 1) \cdot \frac{FV}{(1+r)^t} = \\
&= \frac{(\beta - 1)}{(1+r)^t} \cdot (\eta_1 \cdot FV_{\infty} - \eta_2 \cdot FV)
\end{aligned} \tag{16}$$

Из (7) вытекает, что будущая денежная сумма

$$PV = \frac{1 + \eta_2 \cdot \frac{\beta - 1}{(1+r)^t}}{1 - \eta_1 \cdot \frac{\beta - 1}{(1+r)^t}} \cdot \frac{FV}{\beta}.$$

После преобразований процедура дисконтирования приобретает такой вид

$$PV = \gamma \cdot FV + (1 - \gamma) \cdot \frac{\gamma \cdot (\eta_1 + \eta_2)}{\gamma \cdot (1+r)^t - \eta_1} \cdot FV, \tag{17}$$

где параметр

$$\gamma = \beta^{-1}.$$

9.3.1. Обобщенный чистый дисконтированный доход

Пусть инвестиционный цикл порождает поток реальных денег $\{NCF\}_0^{\tau}$, тогда критерий обобщенного чистого дисконтированного дохода *NPVG* (*Net Present Value General*), учитывая (17), можно представить таким образом:

$$NPVG = \gamma \cdot \sum_{t=0}^{\tau} NCF_t + (1 - \gamma) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} \frac{\gamma \cdot (\eta_1 + \eta_2)}{\gamma \cdot (1+r)^t - \eta_1} \cdot NCF_t. \tag{18}$$

Заметим, что этот критерий превращается в традиционный *NPV*, если параметр предела экономического роста удовлетворяет условию

$$\beta \gg 1,$$

а структурные параметры модели роста удовлетворяют условию:

$$\eta_1 = 0, \eta_2 = \tilde{1}$$

Если экономическая система насыщена в своем развитии, и $\beta=1$, то $NPVG$ переходит в сумму всего потока реальных денег. Наконец, если $\eta_1 = 0$, то мы получаем критерий $NPVL$, определенный в разделе «Логистическое дисконтирование».

Обобщенный чистый дисконтированный доход позволяет оценить интегральный инвестиционный эффект с учетом действующих ограничений экономического роста.

9.3.2. Обобщенная внутренняя норма доходности

Для критерия экономической эффективности внутренней нормы доходности IRR в данном случае определим обобщенную внутреннюю норму доходности $IRRG$ как результат решения следующего уравнения:

$$\sum_{t=0}^{\tau} NCF_t + (b-1) \cdot (\eta_1 + \eta_2) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+IRRG)^t - b \cdot \eta_1} = 0. \quad (19)$$

Если суммарная чистая прибыль удовлетворяет условию,

$$NCF_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{\tau} NCF_t \neq 0, \quad (20)$$

то удобно перейти к безразмерным элементам потока реальных денег

$$NCF'_t = \frac{NCF_t}{NCF_{\Sigma}}, \quad (21)$$

что позволяет представить уравнение для рассматриваемого показателя и в такой форме:

$$\sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF'_t}{(1+IRRG)^t - b \cdot \eta_1} + \frac{1}{(b-1) \cdot (\eta_1 + \eta_2)} = 0. \quad (22)$$

9.3.3 Обобщенный срок окупаемости

Пусть, начиная с момента времени $PBPG$, выполняется неравенство

$$\sum_{t=0}^{PBPG} NCF_t + (b-1) \cdot (\eta_1 + \eta_2) \cdot \sum_{t=0}^{PBPG} \frac{NCF_t}{(1+r)^t - b \cdot \eta_1} \geq 0, \quad (23)$$

тогда этот момент времени естественно принять в качестве срока окупаемости инвестиций в данном подходе.

9.4. Векторные функции роста

Чтобы провести обобщение разработанных выше одномерных моделей на многомерный случай для исследования эффектов инвестиционного взаимодействия в условиях ограниченного экономического роста, рассмотрим процессы экономического роста и спада экономической системы с учетом их взаимодействия. Построим такую модель взаимосвязанного роста n подсистем, образующих сложную систему.

9.4.1. Дифференциальное уравнение

Пусть процесс взаимосвязанного роста описывается векторным дифференциальным уравнением следующего вида:

$$\begin{aligned} \frac{d\mathbf{x}}{dt} &= \mathbf{F}(t)\mathbf{x}(t), \\ \mathbf{x}(0) &= \mathbf{x}_0, \end{aligned} \quad (24)$$

где $\mathbf{x}(t)$ - векторная функция роста (ВФР) времени, $\mathbf{x}^T(t) = [x_1(t), \dots, x_i(t), \dots, x_n(t)]$

\mathbf{x}_0 - значение векторной функции в начале исследуемого многомерного инвестиционного цикла;

$\mathbf{F}(t)$ - квадратная матрица размером n на n , элементы которой определяют скорость экономического роста подсистем с учетом их взаимного влияния. Идентификация матричной функции времени требует значительных затрат, которых можно избежать, если строить модель исходя из соображения сохранения функциональных свойств при переходе к многомерному случаю.

9.4.2. Функциональное уравнение

Для определения фундаментальной матрицы решений векторного дифференциального уравнения (24) по аналогии с одномерным подходом решается функциональное матричное уравнение

$$\begin{aligned} (\mathbf{B} - \mathbf{X}(t+s))(\mathbf{D}_1\mathbf{B} + \mathbf{D}_2\mathbf{X}(t+s))^{-1} &= (\mathbf{B} - \mathbf{X}(t)) \cdot \\ \cdot (\mathbf{D}_1\mathbf{B} + \mathbf{D}_2\mathbf{X}(t))^{-1}(\mathbf{B} - \mathbf{E})^{-1}(\mathbf{B} - \mathbf{X}(s))(\mathbf{D}_1\mathbf{B} + \mathbf{D}_2\mathbf{X}(s))^{-1} \end{aligned} \quad (25)$$

где квадратные матрицы размером n на n

\mathbf{X} - фундаментальная матрица решений дифференциального уравнения (24);

\mathbf{B} - матрица, характеризующая взаимосвязанные пределы роста;

$\mathbf{D}_1, \mathbf{D}_2$ - матрицы, определяющие структурные особенности ограниченного роста;

Решением функционального уравнения (25) являются следующие матричные функции времени:

$$\mathbf{X}_1(t) = (\mathbf{I} + e^{-t\mathbf{A}}(\mathbf{B} - \mathbf{I})\mathbf{D}_2)^{-1}(\mathbf{I} - e^{-t\mathbf{A}}(\mathbf{B} - \mathbf{I})\mathbf{D}_1)^{-1}\mathbf{B}, \quad (26)$$

$$\mathbf{X}_2(t) = (\mathbf{I} + (\mathbf{B} - \mathbf{I})e^{-t\mathbf{A}}\mathbf{D}_2)^{-1}(\mathbf{I} - (\mathbf{B} - \mathbf{I})e^{-t\mathbf{A}}\mathbf{D}_1)\mathbf{B} \quad (27)$$

где \mathbf{I} - единичная матрица,

$e^{-t\mathbf{A}}$ - матричная экспонента, определяемая соотношением:

$$e^{-t\mathbf{A}} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(t\mathbf{A})^k}{k!}$$

\mathbf{A} - квадратная матрица размером n на n .

Запишем решение дифференциального уравнения роста в следующем виде:

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{X}(t)\mathbf{X}^{-1}(0)\mathbf{x}_0, \quad (28)$$

где матрица $\mathbf{X}(t)$ определяется соотношениями (26) или (27). Дифференцируя по времени векторную функцию (28) после соответствующей подстановки в (24) и очевидных преобразований нетрудно получить явное выражение для матрицы $\mathbf{F}(t)$.

Если взаимодействие отсутствует, то все рассматриваемые матрицы матриц $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{D}_1, \mathbf{D}_2$ становятся диагональными и ВФР (26) состоит из n функций вида (6). Взаимное влияние между составляющими различных подсистем учитывается элементами матрицы \mathbf{A}, \mathbf{B} , лежащими вне главной диагонали. Элемент матрицы $[a_{ij}]$ определяет воздействие, оказываемое j -ой подсистемы на темпы роста i -й подсистемы. Матрица фундаментальных решений при $t=0$ является единичной. Отсюда следует, что векторная функция роста может быть записана следующим образом:

$$\mathbf{x}(t) = (\mathbf{I} + (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-t}(\mathbf{B} - \mathbf{I})\mathbf{D}_2)^{-1}(\mathbf{I} - (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-t}(\mathbf{B} - \mathbf{I})\mathbf{D}_1)\mathbf{B}\mathbf{x}_0. \quad (29)$$

где в качестве ВФР $\mathbf{x}(t)$ может выступать и вектор \mathbf{FV} , а \mathbf{x}_0 соответствует вектору \mathbf{PV} .

Для многих приложений спектр собственных значений матрицы темпов роста \mathbf{A} (или соответственно $(\mathbf{R}+\mathbf{I})$) является простым и состоит из положительных чисел. Тогда финальное значение ВФР

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{x}(t) = \mathbf{Bx}_0 \quad (30)$$

и, следовательно, явно не зависит от элементов матрицы \mathbf{A} .

9.4.3. Разностные матричные уравнения

Расчеты векторных функций удобно проводить переходом к рекуррентным соотношениям. Можно показать, что для матрицы \mathbf{X} , определенной формулой (2.24) выполняются условия

$$\begin{aligned} \mathbf{X}(j+1) &= (\mathbf{I} + \mathbf{Y}(j)\mathbf{D}_2)^{-1}(\mathbf{I} - \mathbf{Y}(j)\mathbf{D}_1)\mathbf{B}, \\ \mathbf{X}(0) &= \mathbf{I}, j = 0,1,2,\dots \end{aligned} \quad (31)$$

где матрица

$$\mathbf{Y}(j) = (\mathbf{R} + \mathbf{I})(\mathbf{B} - \mathbf{X}(j))(\mathbf{D}_2\mathbf{X}(j) + \mathbf{D}_1\mathbf{B})^{-1}. \quad (32)$$

Последовательность матриц, заданная соотношениями (31) и (32), дает возможность вычислить ВФР для дискретного временного представления инвестиционного проекта.

Прогнозируемый вектор будущих значений в соответствии с (29) дисконтируется для приведения к нулевому началу времени следующим образом:

$$\mathbf{PV} = \mathbf{B}^{-1}(\mathbf{I} - (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-t}(\mathbf{B} - \mathbf{I})\mathbf{D}_1)(\mathbf{I} + (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-t}(\mathbf{B} - \mathbf{I})\mathbf{D}_2)^{-1}\mathbf{FV}. \quad (33)$$

Следует заметить, что присутствие операции обращения матрицы делает возможным моделирование различного рода экономических катаклизмов для их предупреждения и избежания.

Кроме того, считая параметры инвестиционной модели случайными величинами, можно перейти к исследованию вероятностных сторон инвестиционного цикла.

9.4.4. Вектор обобщенного чистого дисконтированного дохода

Многомерное дисконтирование (33) позволяет привести все локальные многомерные инвестиционные эффекты, которые задаются вектором потока реальных денег \mathbf{NCF}_t к началу глобального инвестиционного цикла. Интегральный многомерный эффект характеризуется вектором обобщенного чистого дисконтированного дохода

$$\mathbf{NPVG} = \mathbf{B}^{-1} \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} - (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-t} (\mathbf{B} - \mathbf{I}) \mathbf{D}_1) (\mathbf{I} + (\mathbf{R} + \mathbf{I})^{-t} (\mathbf{B} - \mathbf{I}) \mathbf{D}_2)^{-1} \mathbf{NCF}_t \quad (34)$$

9.4.5. Матричная внутренняя норма доходности

Если обратиться к (34) и определить матрицу внутренней нормы доходности как матрицу ставок сравнения, соответствующую нулевому вектору чистого дисконтированного дохода, то получаем следующее условие, которому должна удовлетворять эта матрица **IRRG**:

$$\sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} - (\mathbf{IRRG} + \mathbf{I})^{-t} (\mathbf{B} - \mathbf{I}) \mathbf{D}_1) (\mathbf{I} + (\mathbf{IRRG} + \mathbf{I})^{-t} (\mathbf{B} - \mathbf{I}) \mathbf{D}_2)^{-1} \mathbf{NCF}_t = \mathbf{0} \quad (35)$$

Идентификация этого матричного показателя экономической эффективности требует использования дополнительных процедур, например, вариационного характера.

Таким образом, показана возможность исследования взаимодействующих параллельно протекающих инвестиционных циклов.

9.5. Классификация

Заметим, что выбор и настройка аналитического инструментария осуществляется в зависимости от характера конкретной инвестиционной деятельности, а также интересов инвесторов и аналитиков. Следовательно, говорить о какой-то исчерпывающей классификации едва ли возможно. Эта система далее должна быть адаптирована к конкретной предметной области для удовлетворения запросов практики.

Построенные здесь модели инвестиционного цикла можно классифицировать по следующим признакам:

❖ *Целевым:*

⇒ *Аналитические исследования и обобщения;*

⇒ *Обеспечение безопасного экономического роста;*

⇒ *Проектирование инвестиционного цикла;*

❖ *Структурным:*

⇒ *Размерность вектора роста и денежных потоков;*

- ⇒ *Симметричность взаимодействия;*
- ⇒ *Переменная структура моделей.*
- ❖ *Временным:*
- ⇒ *Последовательные инвестиционные модели;*
- ⇒ *Параллельные модели;*
- ⇒ *Сетевые.*
- ❖ *Поведенческим:*
- ⇒ *Внешнее аналитическое наблюдение;*
- ⇒ *Обучаемые инвесторы;*
- ⇒ *Рациональные инвесторы и аналитики.*
- ❖ *Детерминистическим:*
- ⇒ *Детерминированные денежные потоки;*
- ⇒ *Случайные денежные потоки;*
- ⇒ *Случайные матрицы темпов и пределов роста.*

Аналитический инструментарий генерации элементарных и синтеза сложных инвестиционных моделей позволяет повысить эффективность инвестиционного проектирования с учетом ограничений экономического роста и взаимодействия инвестиционных процессов.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 9:

1. Какие элементы и процедуры включает в себя схема генерации моделей инвестиционного циклов?
2. Какой экономический смысл имеют параметры уравнений (1) - (6)?
3. Непосредственной подстановкой убедитесь в справедливости уравнений (3) и (5)?
4. При каких значениях параметров уравнение (6) соответствует логисте, а при каких экспоненте?
5. Убедитесь в том, что построенный критерий экономической эффективности NPVG действительно обобщает критерии NPVL и NPV.
6. Покажите, что построенный критерий экономической эффективности IRRG действительно обобщает критерии IRRL и IRR.
7. Какой экономический смысл имеет показатель PBPG?
8. Непосредственным дифференцированием определите матричную функцию $F(t)$, характеризующую скорость экономического роста.
9. Каким образом в инвестиционном проектировании можно интерпретировать вектор обобщенного чистого дисконтированного дохода?
10. По каким ключевым признакам можно классифицировать модели инвестиционного цикла?

Раздел 10. СТОХАСТИЧЕСКОЕ ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

10.1. Вероятностные критерии экономической эффективности

Элементы потока реальных денег и параметры процедуры дисконтирования по своей природе случайны, поскольку экономический эффект инвестиционного цикла зависит от трудно предсказуемых величин. К таким величинам относятся цены на энергоресурсы, темпы инфляции и цены на продукцию и услуги. Также случаен и сам результат аналитического исследования. Действительно, выбор методики для оценки эффективности проекта аналитиком зависит от используемых финансовых и информационных ресурсов для оценки инвестиций, а характер этих ресурсов является случайным.

Применение детерминированных подходов для обоснования инвестиционных решений может привести к ошибкам. Пусть, например, различные аналитические организации дают несовпадающие оценки величины стартовых инвестиций для некоторого проекта. Тогда решение о принятии проекта по критерию NPV содержит в себе угрозу ошибки, поскольку чистый дисконтированный доход у некоторых исследователей может быть и отрицательным. Здесь возможны две основные ошибки инвестора на основе представленных ему оценок:

1. принять к реализации экономически неэффективный проект;
2. отклонить действительно экономически эффективный технически реализуемый проект.

Признание несомненного факта воздействия от факторов случайности и неопределенности требует адекватного подхода к исследованию критериев экономической эффективности, как величин случайных или неопределенных. Следовательно, необходимо разрабатывать соответствующие процедуры оценки экономической эффективности инвестиций и принятия обоснованных инвестиционных решений с учетом проявления в инвестиционном цикле факторов случайности в явном виде. В первую очередь следует найти вероятностные характеристики экономической эффективности и реализуемости для обеспечения их успешности.

Пусть событие V соответствует оценке степени удовлетворения инвестиционных требований. Эти требования могут состоять, например, в следующем: достичь положительности чистого дисконтированного дохода, добиться превышения внутренней нормой доходности значения средневзвешенной стоимости заемного капитала, обеспечить приемлемый срок окупаемости проекта. Степень этого удовлетворения можно характеризовать вероятностно:

$$C(V) = C((NPVP > NPV^*) \cap (IRR > WACC) \cap (PBPP < PBP^*)) (1)$$

где

символ **P**, добавленный к традиционным сокращениям для критериев эффективности: обозначает сокращение английского прилагательного Probabilistic, а символ * соответствует предельно допустимому уровню экономического показателя, например, **PBP*** - критическое для инвестора значение срока окупаемости;

WACC – средневзвешенная стоимость капитала.

В зависимости от уровня детализации инвестиционной проблемы и выбранного подхода в качестве критериев экономической эффективности могут выступать различные показатели, включая и векторные. Здесь разумно допустить в качестве ограничивающего значения чистого дисконтированного дохода отличные от нуля значения. Например, для венчурного инвестора значение NPV^* обычно является существенно большее нуля, а для социально значимых проектов допускаются и отрицательные значения этой величины.

Дополнительно примем, что рациональный инвестор способен предъявить требования и к самим вероятностным критериям экономической эффективности инвестиционного цикла. Тогда для каждого критерия имеем следующие неравенства, характеризующие качество инвестиционных решений:

$$C(NPVP > NPV^*) \geq \gamma_{NPV}, \quad (2)$$

$$C(IRR > WACC) \geq \gamma_{IRR}, \quad (3)$$

$$C(PBPP > PBP^*) \geq \gamma_{PBP}, \quad (4)$$

где параметры правой части ограничений (2)-(4) определяют приемлемые для инвестора уровни соответствующих вероятностей и характеризуют его требования к значениям показателей экономической эффективности инвестиций.

В зависимости от специфики своей инвестиционной деятельности инвестор имеет разные допустимые уровни доверия к своим оценкам. Венчурный капиталист за счет высокой диверсификации инвестиционного портфеля и высокого значения NPV^* может выразить свое требование к доходности проекта, например, в следующем виде:

$$C(NPVP > \$10^6) \geq 0,1. \quad (5)$$

10.2. Условные вероятностные показатели эффективности

Рассмотрим, каким образом можно исследовать априорную плотность распределения в частном случае случайной точечной стартовой инвестиции, детерминированных значений ставки сравнения r и последующих элементов потока реальных денег NCF_t для инвестиционного цикла продолжительностью τ . Допустим, что случайная величина стартовых инвестиций распределена по равномерному закону. Тогда чистый дисконтированный закон является величиной случайной, также имеющей равномерное распределение, поскольку

$$NPVP = -ICP_0 + \sum_{t=1}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+r)^t} \quad (6)$$

где

ICP_0 – стартовые инвестиции, удовлетворяющие условию

$$ICP_0 = Const, ICP_0 \in [ICP_{0min}, ICP_{0max}]. \quad (7)$$

Таким образом, плотность распределения вероятностей (PPB) величины стартовых инвестиций в этом интервале определяется следующей формулой:

$$PPB_{ICP_0} = \frac{1}{IC_{o\max} - IC_{o\min}}, \quad (8)$$

а вне интервала (7) эта PPB равна нулю. Следовательно, распределение вероятностей задано соотношениями:

$$P(ICP_0 \in (IC_{o\min}, IC_o]) = \frac{IC_o - IC_{o\min}}{IC_{o\max} - IC_{o\min}}, \quad (9)$$

$$P(ICP_0 > IC_{o\max}) = 0, \quad (10)$$

$$P(ICP_0 \leq IC_{o\min}) = 1. \quad (11)$$

Для стандартного подхода используется $NPV^* = 0$. В этом случае требование (2) имеет следующий вид условного вероятностного показателя

$$C_{(NPVP > 0 | r = r, (NCF_t = NCF_t, (t = 1, \tau)))} \geq \gamma_{NPV}. \quad (12)$$

Из (6) следует, что для приемлемого чистого дисконтированного дохода в рассматриваемом частном случае должно выполняться следующее условие:

$$ICP_0 < \sum_{t=1}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+r)^t}, \quad (13)$$

что позволяет найти распределение вероятностей для рассматриваемой условной случайной величины и затем проверить реализуемость инвестиционного проекта в соответствии с условием (12). Имеем следующее равносильное ограничение:

$$P(ICP_0 < \sum_{t=1}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+r)^t} | r = r, (NCF_t = NCF_t, (t=1, \tau))) \geq \gamma_{NPV}. \quad (14)$$

Отсюда, используя (9), находим, что выполнение следующего неравенства

$$\frac{\sum_{t=1}^{\tau} \frac{NCF_t}{(1+r)^t} - IC_{o \min}}{IC_{o \max} - IC_{o \min}} \geq \gamma_{NPV} \quad (15)$$

обеспечивает реализацию инвестиционных требований к чистому дисконтированному доходу с учетом априорной информации о равномерном распределении вероятностей стартовых инвестиций.

Для удовлетворения инвестиционных требований к чистому дисконтированному доходу, представленных в рассматриваемой стохастической форме, из (15) следует возможность воздействовать на успех инвестиционной деятельности для рентабельных проектов в результате аналитических и оценочных исследований за счет сжатия интервала, достоверно содержащего величину стартовых инвестиций.

Аналогично этому подходу проводится исследование распределения случайных величин **IRR** и **PBPP**. Особенностью определения этих распределений является их представление в алгоритмической форме, поскольку возникает необходимость решать алгебраическое уравнение и неравенство соответственно.

10.3. Первые статистические моменты

Рассмотрим два первые статистические момента показателя эффективности **NPVP**. Пусть поток реальных денег инвестиционного цикла представлен случайными величинами, а ставка сравнения является детерминированной величиной, тогда

$$E(\text{NPVP}) = E\left(\sum_{t=0}^{\tau} \frac{\text{NCFP}_t}{(1+r)^t}\right) = \sum_{t=0}^{\tau} \frac{E(\text{NCFP}_t)}{(1+r)^t}. \quad (16)$$

Следовательно, традиционный подход фактически оперирует со средними значениями. Второй центральный момент показателя доходности в инвестиционном анализе характеризует риск.

$$D(\text{NPVP}) = \sum_{t=0}^{\tau} \frac{D(\text{NCFP}_t)}{(1+r)^{2t}} + \sum_{\substack{t,s=1 \\ t \neq s}}^{\tau} \frac{\text{Cov}(\text{NCFP}_t, \text{NCFP}_s)}{(1+r)^{t+s}}. \quad (17)$$

Рациональный инвестор располагает возможностью управлять своими рисками. Здесь предоставляется возможность снижать риска за счет коррелированности величины капиталовложений и эксплуатационных затрат. Кроме того, целесообразно встраивать в бизнес-план проекта средства, обеспечивающие независимость или даже отрицательную корреляцию между элементами потока реальных денег операционной фазы.

10.4. Адаптация аналитиков

Для инвестиционного проектирования особенно актуально обезопасить инвестора и аналитиков от совершения основных ошибок, упомянутых выше. В процессе аналитической деятельности генерируется случайный поток доходов. Случайность исходов проявляется одновременно и в случайности извлекаемых доходов, извлекаемых из аналитической деятельности и в продолжительности самого потока.

Пусть аналитики приступили к разработке инвестиционной идеи, располагая априорной оценкой ее успешности. Эта характеристика является объективной характеристикой рыночной среды генерировать технически и экономически реализуемые и эффективные инвестиционные идеи. Обозначим это событие, соответствующее поступлению к аналитикам через **G**, а его вероятность через p_s , тогда показателями успешной деятельности аналитиков удобно считать условные вероятности принять к реализации проект при условии, что он

адекватен (событие $C|G$), и отклонить проект при условии его неадекватности (событие $F|\bar{G}$) соответственно, т.е.

$$\begin{aligned} u_1 &= C(C|G), \\ u_2 &= C(F|\bar{G}). \end{aligned} \quad (18)$$

Возможны следующие сценарии:

Сценарий 1. Инвестиционный проект, к разработке которого приступают аналитики, является экономически эффективным и технически реализуемым. В результате аналитической деятельности этот проекта возможна его адекватная оценка с вероятностью u_1 . Тогда вероятностью этого аналитического успеха

$$C(S_1) = C(C \cap G) = C(C|G) \cdot C(G) = u_1 \cdot p_s. \quad (19)$$

В этом случае аналитическая организация, как правило, извлекает доход, состоящий из гонораров за разработку ТЭО проекта $g_{ТЭО}$ и гонорара за разработку бизнес-плана проекта $g_{БП}$.

Сценарий 2. Для проекта, адекватного запросам и возможностям социально-экономической среды, аналитики принимают ошибочное решение об его отклонении. Вероятность этого события равна $p_s(1-u_1)$, а извлекаемый гонорар состоит из вознаграждения за разработку ТЭО. С некоторым запаздыванием возможно возникновение угрозы для аналитической организации, состоящей в прерывании потока заказов на инвестиционные разработки.

Сценарий 3. Пусть инвестиционный проект, к разработке которого приступают аналитики, не является экономически эффективным или технически реализуемым. Вероятность этого события равна $(1-p_s)$. В результате аналитической деятельности этот проекта приходят к его неадекватной оценке с вероятностью $(1-u_2)$. Тогда вероятность аналитической неудачи равна $(1-u_2)(1-p_s)$. В этом случае аналитическая организация извлекает доход $(g_{ТЭО} + g_{БП})$, но имеется вероятность прекращения деятельности аналитической организации.

Сценарий 4. Инвестиционный проект является экономически неэффективным или технически нереализуемым. Вероятность аналитического успеха определяется следующим соотношением

$$C(S_2) = C(F \cap \bar{G}) = C(F|\bar{G}) \cdot C(\bar{G}) = u_2 \cdot (1 - p_s). \quad (20)$$

Поскольку события S_1 и S_2 являются несовместными, то вероятностью успеха аналитической организации при разработке данной инвестиционной идеи служит

$$C(S_1 \cup S_2) = C(S_1) + C(S_2) = u_1 \cdot p_s + u_2 \cdot (1 - p_s) \quad (21)$$

или иначе

$$P(S) = u_2 + p_s \cdot (u_1 - u_2), \quad (21')$$

а вероятность противоположного события может служить мерой риска бизнеса аналитической организации, выполняющей разработку инвестиционного проекта

$$P(\bar{S}) = 1 - u_2 - p_s \cdot (u_1 - u_2). \quad (22)$$

Допустим, что к аналитической организации, которая не способна к совершенствованию своей деятельности, прекращаются запросы для разработки инвестиционной идеи, когда она отвергает успешный инвестиционный проект или разрабатывает ТЭО и бизнес-план проекта, обреченного на неудачу. Тогда математическое ожидание числа всех запросов на разработку инвестиционных идей, имеющих геометрическое распределение, определяется следующей дробью

$$\frac{P(S)}{P(\bar{S})} = \frac{u_2 + p_s \cdot (u_1 - u_2)}{1 - u_2 - p_s \cdot (u_1 - u_2)}. \quad (23)$$

Для моделирования процесса адаптации аналитиков необходимо построить модели роста надежности аналитических исследования в виде разностных или дифференциальных для вероятностей, входящих в уравнения (21) – (22).

Росту надежности аналитических исследований способствует также возникновение в настоящей рыночной среде устойчивых тенденций зарождения инвестиционных идей, адекватных технико-экономической реализуемости.

Другой важной характеристикой деятельности аналитиков является средний доход, который может быть получен в результате разработки инвестиционной идеи. Можно показать, что

$$E(g) = \bar{g}_{ТЭО} + [u_1 \cdot p_s + (1 - u_2) \cdot (1 - p_s)] \cdot \bar{g}_{БЛ}. \quad (24)$$

Тогда используя (23) и (24), нетрудно найти оценку среднего всех вознаграждений аналитической организации за все время ее существования.

Кроме того, адаптация инвестиционных аналитиков проявляется в повышении точности оценок инвестиционных затрат и доходов.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 10:

1. Чем обусловлена необходимость построения и применения стохастических моделей инвестиционных циклов в инвестиционном проектировании?
2. Какие две основные ошибки могут допускать инвестиционные проектировщики?
3. Дайте содержательную интерпретацию вероятности (1).
4. Каким образом рациональный инвестор может формализовать и задать свой уровень доверия к оценкам экономической эффективности?
5. Приведите факторы случайности, которые влияют на инвестиционные денежные потоки и ставку сравнения?
6. Каким образом рациональный инвестор способен снижать свои риски за счет учета факторов случайности?
7. Какие сценарии являются благоприятными для деятельности инвестиционных проектировщиков?
8. Какими параметрами количественно характеризуется процесс адаптации инвестиционных аналитиков?
9. Какие позитивные тенденции в самой социально-экономической среде способствуют экономическим успехам инвестиционных проектировщиков?

Раздел 11. ОПТИМАЛЬНОЕ ИНВЕСТИЦИОННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

11.1. Цели и ограничения в инвестиционном проектировании

Системы целей в инвестиционном проектировании, как правило, имеют иерархическую структуру и содержат процедуры поиска компромиссных решений, согласующих цели основных участников проекта.

Цель инвестиций является сложным объектом, который можно представить в виде логического дерева. В вершинах этого дерева располагаются логические конструкции для проверки условий достижения или достижимости локальных целей. Формализованное представление таких конструкций осуществляется на различных уровнях инвестиционной деятельности. На практике системы целей позволяют сформировать и обосновать рациональные инвестиционные решения.

Например, на уровне государственной инвестиционной политики РФ выбор приоритетных отраслей проведен в соответствии со следующим сложным критерием: «отрасли со значительным государственным участием» И/ИЛИ «отрасли значительной добавочной стоимостью за счет материалоемкости, энергоемкости» И/ИЛИ «отрасли с высоким экспортным потенциалом» И/ИЛИ «отрасли, имеющие длительный жизненный цикл производства». Каждая система целей является результатом преобразования другой абстрактной системы, которая может представляться и в неформализованном виде.

Основой построения инвестиционной модели для оптимизации являются:

- применение в качестве ее составляющих отработанные модели-модули,
- учета инвестиционных ресурсов и рисков с помощью целевой функции или ограничений,
- отражения логических ограничений инвестиционных решений.

Успех инвестиционного проекта характеризуется векторным индикатором, каждая составляющая которого принимает значения из некоторого множества значений. Для принятия детерминированных решений обычно используется двузначная логика. Для формализации составляющей успеха в инвестиционный цикл по каждому критерию эффективности достижимость инвестиционных целей можно представить следующим образом:

$$I_{NPV}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } NPV \geq 0 \\ 0, & \text{если } NPV < 0 \end{cases} \quad (1)$$

$$I_{IRR}(t) = \begin{cases} 1, & \text{если } IRR \geq WACC \\ 0, & \text{если } IRR < WACC \end{cases} \quad (2)$$

где WACC - средневзвешенная стоимость заемного капитала. В условиях (3.1) случаи равенства нулю для упрощения не рассмотрены.

Заметим, что уже в этих простых формализациях присутствие фактора времени t требует перехода к вероятностному представлению успеха. Вероятностное представление успеха инвестиционного цикла проводится с помощью оператора математического ожидания от произведения индикаторов, которые являются случайными функциями времени, следующего вида:

$$p_s(t) = \mathbf{E}(I_{NPV}(t) \cdot I_{IRR}(t)), \quad (3)$$

где $p_s(t)$ - достигнутая для времени t вероятность успеха инвестиционного цикла. Здесь успех инвестиционного проекта интерпретируется, как одновременное достижение положительной рентабельности проекта и способности инвестора возратить кредиторам заемные средства.

Проектирование системы целей во многом зависит от мотивации инвестора. В условиях рыночной экономики участники инвестиционного проекта свободны в выражении своих выгод и интересов, если они учитывают действующие нормы права и этики. Мотивация инвестора сама является динамической сущностью, которая способна изменяться во времени и объясняться, например, следующими причинами: проявлением «животного чувства» (Кейнс), стремлением перейти к новому более высокому стандарту жизни (Фридмен), желанием провести экспериментальные проверки новых теоретических построений (Сорос).

Исследователи инвестиционного цикла, как субъекты капиталовложений, для обеспечения своих долгосрочных выгод заинтересованы в обеспечении своего успеха. Формализация успеха исследователя имеет свои особенности. Поток доходов исследователей зависит от инвестиций в исследовательскую деятельность. Происходит обучение заказчиков и разработчиков ТЭО, а также отработка бизнес-планов в соответствии с опытом реализации проектов.

Для оценки технико-экономической реализуемости инвестиционного проекта необходимо принимать всю совокупность ограничений, включая показатели безубыточности и ограничения на ресурсы исследователей. Достоверные оценки исследователей проектов способны воздействовать на эффективность инвестиций.

11.2. Свертка критериев оптимальности

В тех случаях, когда невозможно отдать предпочтение какому-либо одному критерию, используется процедура свертки критериев эффективности в один глобальный критерий эффективности. Свертка позволяет свести поиск оптимального инвестиционного решения по вектору критериев эффективности к процедуре поиска экстремума по одному критерию. Кроме того, свертка критериев проводится для оптимизации структуры портфеля инвестиционных проектов.

Для сравнения альтернативных проектов применяется свертка критериев следующего вида:

$$\Phi = \sum_{j=1}^J \lambda_j \cdot F_j \quad (4)$$

где

J - число критериев, которые применяются для анализа экономической эффективности;

λ_j - весовые коэффициенты, характеризующие важность критерия;

F_j - частный критерий эффективности, предварительно нормированный.

Свертка (4) дает возможность упорядочить инвестиционные проекты.

Для оптимизации инвестиционного портфеля используется свойство аддитивности чистого дисконтированного дохода. В этом случае поиск наилучшего варианта сводится к идентификации бинарных параметров свертки критерия вида (4).

Рентабельность всего портфеля без учета факторов взаимовлияния может быть представлена следующей суммой:

$$NPV_{портф.} = \sum_{k=1}^N NPV_k \cdot y_k, \quad (5)$$

где

N – число проектов, претендующих на место в инвестиционном портфеле;

$NPV_{портф.}$ - чистый дисконтированный доход всего инвестиционного портфеля;

NPV_k - чистый дисконтированный доход k -го проекта, претендующего на место в портфеле проектов ;

y_k - двоичная (бинарная) переменная, равная 1, если k -ый проект включен в портфель и равная 0, если проект k -ый проект отвергается.

Отметим, что сложные инвестиционные решения, такие как формирование инвестиционного портфеля, могут приостанавливать действие других правил. Например, в портфеле допускается присутствие проекта, имеющего отрицательную рентабельность, когда оптимизируется структура портфеля и этот проект должен быть обязательно включен в портфель.

11.3. Оптимизация деятельности аналитиков

Системный подход подразумевает требование оптимизации каждой составляющей объекта исследования, включая подсистему проектировщика.

В своей работе проектировщикам необходимо обеспечить доходность и финансовую устойчивость своей собственной предпринимательской деятельности. Эта проблема возникает тогда, когда определяются размеры и порядок инвестиций в различные составляющие имущества организации, которая разрабатывает инвестиционный проект. Действительно, слабая обеспеченность аналитической компании квалифицированными кадрами, методическими, программными и аппаратными средствами деятельности со временем приведет к тому, что низкая репутация компании будет отпугивать потенциальных клиентов и не позволит создать необходимый для эффективной работы объем проектных работ.

Повышение требований российского законодательства к достоверности оценок инвестиционной деятельности, расширение круга потенциальных клиентов, заинтересованных в обоснованных оценках инвестиционных проектов, могут быть удовлетворены только на достаточном уровне качества аналитической деятельности.

С этой целью надо исследовать три вида риска:

I. ***Риск заказчика*** разработки проекта понести убытки в результате ошибочных оценок проекта,

II. ***Риск аналитика*** потерять своих перспективных клиентов и будущие доходы;

III. ***Риск инвестора*** в развитии аналитической деятельности, когда его инвестиции в организацию не окупаются в течение разумного периода времени.

Эти риски связаны между собой и необходим поиск рациональных сочетаний рисков заказчика, аналитика и инвестора в инвестиционное проектирование.

Возникают следующие задачи самооценки и оптимизации развития аналитической организации:

1. Оптимизировать объем и распределение инвестиций в имущественный комплекс аналитика;

2. Оценить риски, связанные с инвестированием в развитие аналитической организации;

3. Оценить период окупаемости инвестиций на основании прогноза доходов от аналитической деятельности, где в качестве управляющих воздействий выступают инвестиции, распределенные во времени и по составляющим имущественного комплекса самого оценщика.

Рассмотрим риск инвестора, в качестве которого может выступать заказчик или сам аналитик. Этот риск является ключевым и для исследования остальных рисков. Структура рисков исследуемого риск является сложной структурой, причем необходимый уровень детализации зависит от конкретной цели исследования.

Риск заказчика работ инвестиционного проектирования содержит в себе:

- риск несвоевременной разработки проекта;
- риск получить необоснованную оценку инвестиционного проекта;
- риск получить оценку, приводящую к финансовым потерям инвестора.

Риск аналитика включает в себя:

- риск потери клиентов, для которых выполняются оценки;
- риск потери лицензии на выполнение данного вида деятельности;
- риск юридической ответственности за ошибочные оценки инвестиционного проекта.

Риск инвестора в рассматриваемую область предпринимательской деятельности включает в себя:

- риск потери части инвестиций в течение планируемого периода окупаемости;
- риск потери экономической дееспособности аналитической организации.

Аналитик является лицом, заинтересованным в положительных результатах своей деятельности. Действительно, оценка инвестиционных проектов для клиентов, которые ранее обращались к услугам аналитика по затратам обходится значительно дешевле по сравнению с затратами на первоначальную оценку. Следовательно, инвестиции в первую очередь должны быть направлены на повышение качества оценок, что позволит обеспечить дополнительный экономический эффект аналитической деятельности.

Качество инвестиционного проектирования зависит от следующих факторов:

- ⇒ квалификации персонала аналитической организации;
- ⇒ качества используемых для оценки программных средств;
- ⇒ производительности используемых для оценки аппаратных средств.

Обобщающим принципом анализа и оценки имущества, а к имуществу относится и инвестиционный проект, является принцип наилучшего и эффективного использования имущественных комплексов, которому соответствует рациональный и реализуемый вариант использования комплекса имущества, обеспечивающий объекту оценки наивысшую текущую стоимость, определенную на момент оценки. В данном случае объектом оценки является предприятие аналитика и этот принцип означает, что инвестиции должны использоваться таким образом, чтобы создать наибольший экономический эффект для организации осуществляющей инвестиционное проектирование.

Принцип рационального выбора проектировщика заказчиком работы состоит в том, что при всех прочих равных условиях заказчик отдаст предпочтение той организации, производящей инвестиционное проектирование, где цена услуг по сравнению с его конкурентами ниже.

Модель инвестиционного проектирования использует вероятностные характеристики процессов сохранения, привлечения и потери клиентов аналитической организации.

Допустим, что поток заказов на выполнение инвестиционное проектирование формируется из двух пуассоновских потоков, а именно: потока заказов от “старых” и потока заказов от “новых” клиентов. Тогда математическая модель включает следующие уравнения динамики средних значений:

$$K_{t+1} = \alpha_t \cdot \left(\sum_{i=1}^l V_i\right) \cdot K_t + \beta_t \cdot \left(\sum_{i=1}^l V_i\right) \cdot N_t, \quad (6)$$

$$N_{t+1} = \gamma_t(V_t) \cdot (K_t + N_t) N_{t+1}, \quad (7)$$

где

K_t - среднее число заказов в календарный период t , полученных от ранее обслуженных клиентов;

N_t - среднее число заказов в календарный период t , полученных от новых клиентов;

$$K_1 = K_0;$$

$$N_1 = N_0;$$

γ_t - показатель привлекательности услуг аналитика;

α_t - вероятность повторного заказа на инвестиционное проектирование от “старого” клиента в календарный период $t+1$;

β_t - вероятность получить заказ на инвестиционное проектирование в календарный период $t+1$ от клиента, для которого проведено инвестиционное проектирование впервые;

V_t - размер инвестиций в имущественный комплекс аналитика в период времени t .

Система разностных уравнений учитывает показатели эффективности и качества деятельности организации аналитика, а также управляющие воздействия, которые представляются в виде последовательности инвестиционных вложений $\{V_t\} t=1, \dots, l$.

Для модели (6) - (7) естественно допустить, что ее вероятностные показатели $\alpha_t, \beta_t, \gamma_t$ являются монотонно возрастающими функциями объемов инвестиций. В качестве моделей обучения заказчиков и исполнителей инвестиционного проектирования могут быть использованы следующие S-образные кривые роста:

$$P(V) = P_\infty - (P_\infty - P_0)e^{-hV} \quad (8)$$

где

h - параметр модели роста, характеризующий чувствительность показателя эффективности аналитической деятельности к объему инвестиций;

P_∞ - предельное значение показателя эффективности вложений для повышения качества оценочной деятельности, которое не превышает единицы;

P_0 - начальное значение показателя эффективности;

V - суммарные инвестиции.

Допустим, что организация, выполняющая оценочные и аналитические работы, специализируется на выполнении конкретного вида заказов. Пусть для каждого заказа известны размеры выплачиваемого среднего гонорара проектировщиков и средние затраты проектировочных работ для “новых” и “старых” клиентов m_1 и m_2 соответственно. Тогда с учетом дисконтирования доходов от деятельности, целевая функция для распределения инвестиций по этапам жизненного цикла аналитической организации принимает следующую форму:

$$\Phi(\mathbf{V}) = \sum_{t=1}^l (1+r_a)^{-t} \cdot [(g-m_1) \cdot K_t(\vec{V}) + (g-m_2) \cdot N_t(\vec{V})], \quad (9)$$

где r_a - ставка сравнения для аналитической деятельности.

Для оценки сверху дисконтированного дохода аналитиков необходимо найти максимум функции (9) по вектору распределяемых

инвестиций в аналитическую деятельность при ограничении на суммарный объем инвестиций, которые распределяются по календарным периодам времени.

Другим аспектом, для которого оптимизируется деятельность инвестиционных проектировщиков, является технология. Оптимальная спиральная технология проектирования состоит в распределении ресурсов инвестиционного проектирования таким образом, чтобы практически исключить шансы повторного прохождения этапов для жизненного цикла проекта.

11.4. Оптимизация инвестиционных портфелей

Для обеспечения успеха инвестиций формируются целевые функции инвестиционные портфели, которые затем оптимизируются по критериям риска или доходности. Когда в качестве критерия риска используется дисперсия дохода портфеля инвестиционных проектов, проектировщики стремятся получить гарантированные результаты, т.е. выражают стратегию осторожного инвестора. В этом случае основные соотношения для расчета оптимальной структуры портфеля повторяют подход модели Марковица.

Другим подходом к формированию портфеля инвестиционных проектов является оптимизация его чистого дисконтируемого дохода с учетом ограничений на располагаемые суммарные инвестиции, на риск и ограничений логического характера, обусловленных взаимными связями проектов.

Для оптимизации портфеля инвестиционных проектов дополним модель (5) поправками, учитывающими эффекты парного взаимодействия двух проектов, претендующими на место в инвестиционном портфеле. Тогда целевая функция примет следующий вид

$$\max_{\vec{y}} \left(\sum_{k=1}^N NPV_k \cdot y_k + \sum_{\substack{k,j \\ k \neq j}}^N \Delta_{kj} \cdot y_k \cdot y_j \right), \quad (10)$$

где

N – число проектов, претендующих на место в инвестиционном портфеле;

NPV_k – математическое ожидание чистого дисконтированного дохода k -го проекта;

\vec{y} – вектор независимых переменных, составленный из двоичных (бинарных или булевых) переменных, имеющих тот же смысл, что и в уравнении (3.5);

Δ_{kj} - поправка, учитывающая взаимное влияние соответствующих k -го и j -го проектов, если влияние является синергетическим, то она положительна.

Дополним целевую функцию основными ограничениями на ресурсы и допустимый риск для проектируемого инвестиционного портфеля.

Ограничение на ресурсы

$$\sum_{k=1}^N IC_k \cdot y_k - \sum_{\substack{k,j \\ k \neq j}}^N \delta_{kj} IC_{kj} \cdot y_k \cdot y_j \leq IC_{\Sigma}, \quad (11)$$

где

IC_k - инвестиционные затраты на реализацию k -го проекта

IC_{Σ} - суммарный распределяемый инвестиционный ресурс,

δIC_{kj} - возможное снижение инвестиционных затрат в случае одновременной реализации k -го проекта и j -го проекта.

Ограничение на риск

$$\sum_{k=1}^N \sigma_k^2 \cdot y_k + 2 \cdot \sum_{\substack{k,j \\ k \neq j}}^N \rho_{jk} \cdot \sigma_k \cdot \sigma_j \cdot y_k \cdot y_j \leq \sigma_{\Sigma}^2, \quad (12)$$

где

σ_k^2 - дисперсия чистого дисконтированного дохода k -го проекта;

σ_{Σ}^2 - допустимая дисперсия чистого дисконтированного дохода для всего инвестиционного портфеля;

ρ_{kj} - коэффициент корреляции между чистыми дисконтированными доходами k -го проекта и j -го проекта в случае их одновременной реализации.

Возможные дополнительные ограничения.

1) Условные проекты.

Пусть проекты l и m являются условными (см. табл. 2). Тогда должно выполняться условие

$$\begin{matrix} y_l = y_m \\ 0 \end{matrix} \quad (13)$$

2) Взаимно исключающие проекты.

Пусть проекты l и m являются взаимно исключающими. Тогда должно выполняться условие

$$y_l + y_m \leq 1. \quad (14)$$

3) Ограничения для представления эффектов экономического мультипликатора.

Пусть, например, эффект инвестиционного мультипликатора является трехступенчатым, т.е. проект l способен инициировать выполнение проекта m , а в свою очередь проект m является предпосылкой для выполнения проекта n . Тогда оптимизационную задачу следует дополнить следующими двумя неравенствами:

$$y_n \leq y_m, \quad (15)$$

$$y_m \leq y_l.$$

Сложные инвестиционные портфели.

Оптимизированные инвестиционные портфели можно тиражировать, т.е. в инвестиционный портфель вкладывать другие уже сформированные некоторым оптимальным образом инвестиционные портфели. Пусть, например, оптимизированному портфелю недвижимости соответствует NPV_n^{opt} , оптимизированному портфелю инвестиций в транспорт NPV_m^{opt} , а оптимальным инвестициям в производство NPV_n^{opt} . Тогда сложный оптимальный портфель формируется в результате решения следующей задачи линейного целочисленного программирования:

$$\max_{\mathbf{z}} (NPV_n^{opt} \cdot z_1 + NPV_m^{opt} \cdot z_2 + NPV_n^{opt} \cdot z_3), \quad (16)$$

где целочисленные компоненты вектора \mathbf{z} соответствуют значениям числа портфелей каждого вида в сложном портфеле.

Последнюю целевую функцию следует дополнить ограничениями на суммарные располагаемые инвестиционные ресурсы и риск.

Заметим, что рассмотренный подход более близок к экономической реальности, чем модель Марковица, поскольку все независимые переменные имеют дискретный характер. Для инвестиционного портфеля ценных бумаг, кроме того, применяя аналогичные дискретные построения, легко учесть организационные ограничения покупки и продажи ценных бумаг.

На следующем уровне детализации проектирования возникает практическая необходимость провести оптимизацию инвестиционного взаимодействия. Для исследования экономической реализуемости инвестиционных проектов оптимальный выбор источников

финансирования и последующая оптимальная настройка структуры этих источников позволяют:

- Оценить верхнюю границу вероятности успешной реализации инвестиционного портфеля;
- Построить эффективные обратные связи для пересмотра портфеля;
- Извлекать дополнительные выгоды за счет перераспределения доходы инвестиционной деятельности в различных сегментах рыночной экономики.

Например, допустим, что финансирование портфеля инвестиционных проектов осуществляется за счет деятельности инвестора на фондовом рынке. Тогда выбор структуры портфеля ценных бумаг, подчиненный интересам успеха в реальном секторе экономики, во многом определяет критерий, по которому формируется портфель ценных бумаг. В качестве целевой функции здесь разумно принять максимум вероятности успешной реализации проекта. Подход к построению такой функции аналогичен методам построения и исследования вероятностных показателей экономической эффективности, изложенных в разделе 7.

Для практического решения оптимизационных задач инвестиционного проектирования можно рекомендовать применение пакета «Поиск решения», настраиваемого в среде электронных таблиц EXCEL, или оптимизационные процедуры системы MathCAD.

Заметим, что двузначная логика, по которым принимаются и оптимизируются инвестиционные решения в условиях неопределенности, должна быть модифицирована и расширена. Кроме того, в условиях высокой динамики настоящей российской экономики эта логика должна быть событийной, т.е. допускать адаптацию инвестиционных оценок и решений к внешним сообщениям социально-экономической среды. Примерами таких сообщений являются сообщение ЦБ об изменении ставки рефинансирования или уточнение сведений о темпах инфляции.

Дополнительные гарантии достоверности оценки проекта могут дать инвестиционные исследования и разработки, проведенные разными аналитическими подразделениями и/или в разных программно-аппаратных средах.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 11:

1. Представьте в графическом виде дерево целей государственной инвестиционной политики.
2. Запишите с помощью индикаторов индикаторную функцию, характеризующую успешность реализации государственной инвестиционной политики.
3. Дайте содержательное объяснение возможности считать инвестиционную мотивацию динамической сущностью.
4. Каким образом формализуется многокритериальность в инвестиционном проектировании для оптимизации инвестиционных решений?
5. Какое свойство чистого дисконтированного дохода используется при формировании целевой функции портфеля инвестиционных проектов?
6. Перечислите риски заказчиков, аналитиков и инвесторов, которые проявляются в процессе инвестиционного проектирования?
7. Каким образом рациональный инвестор в предприятие, выполняющее инвестиционное проектирование, способен снижать свои риски за счет распределения инвестиционных ресурсов?
8. Объясните, почему проектировщики являются лицами, заинтересованными в высоком качестве своей деятельности?
9. Каким образом можно учесть при оптимальном проектировании инвестиционного портфеля в целевой функции и ограничениях эффекты взаимовлияния проектов?
10. Приведите примеры сложных инвестиционных проектов?
11. Почему возникают дополнительные требования к логике инвестиционных решений?
12. В каких программных средах имеется возможность проводить оптимизацию инвестиционных проектов?

Раздел 12. КРИТИЧЕСКИЕ ТОЧКИ, ПОТОКИ И ОБЛАСТИ

12.1. Критический поток реальных денег

Для обеспечения успеха инвестиционного проекта важно контролировать допустимость значений элементов его денежных потоков по критерию рентабельности.

Найдем для оценки экономической реализуемости проекта вектор ограничений на прогнозируемый поток реальных денег.

Расчеты осуществляются следующим образом.

Рассчитывается чистый дисконтированный доход NPV_0 с учетом инфляции и риска для некоторого опорного варианта развития инвестиционного процесса, зафиксированного в бизнес-плане. Корректируется поток реальных денег и определяется для каждого момента времени ограничение на элементы потока. Тогда получаем следующую оценку для каждого периода времени

$$NCF_t^{kp} = NCF_t - (1 + r_t)^t \cdot NPV_0 \quad (1)$$

где

NCF_t – реальные деньги для периода t ;

NCF_t^{kp} – предельно допустимое значение элемента потока реальные деньги для периода t ;

NPV_0 – чистый дисконтированный доход для прогнозируемого потока реальных денег;

r_t – ставка сравнения периода t .

Экономический смысл полученного ограничения состоит в том, что инвестиционный проект имеет отрицательное значение чистого дисконтированного дохода, когда какой-либо элемент потока реальных денег становится меньше соответствующего значения критического уровня. Этот уровень определяется формулой (1).

12.2. Динамическая точка безубыточности

Для обеспечения технико-экономической реализуемости инвестиционного проекта и его сопровождения следует идентифицировать барьерные значения объемов.

Допустим, что основные параметры модели безубыточности могут изменяться в зависимости от выбранной инвестиционной стратегии компании и времени.

Точка безубыточности инвестиционного проекта зависит от цены единицы продукции или услуг CU , постоянных затрат FC_t , переменных затрат VC_t :

$$V_{кр,t} = \frac{FC_t}{CU - VC_t} \quad (2)$$

Локальные экономические выгоды без учета налогов, выплат процентов по кредитам и амортизационным отчислениям, характеризуются элементами денежного потока брутто-прибыли PFT_t , связаны с параметрами модели следующим образом

$$PFT_t = V_t \cdot (CU - VC_t) - FC_t \quad (3)$$

Рассмотрим три сценария, соответствующие различным инвестиционным стратегиям развития предприятия.

Сценарий 1. Реализуется проект, целью которого является увеличение объемов выпускаемой продукции. В этом случае на операционной фазе успешного проекта достигается снижение значения критического объема выпускаемой продукции в соответствии с уравнением (2) и одновременно пропорционально объемам возрастают локальные выгоды, как это выражается соотношением (3).

Сценарий 2. Автономно от первого проекта реализуется другой инвестиционный проект, направленный на повышение экономической эффективности, за счет снижения переменных и постоянных затрат в результате, например, внедрения информационной технологии в масштабах всего предприятия. Если проект успешно внедряется, то повышается экономическую безопасность и эффективность предприятия, причем экономические эффекты линейным образом зависят от эффектов снижения постоянных и переменных издержек, как это следует из уравнения (3).

Сценарий 3. На предприятии параллельно и успешно выполняются оба проекта, рассмотренные в двух предыдущих инвестиционных сценариях. Тогда принципиально изменяется характер локального по времени, но общего для двух проектов экономического эффекта, характеризуемого выражением (3). Приращение объема и снижение обеспечивают локальный мультипликативный эффект, достигаемый за счет одновременности внедрения этих двух нововведений.

Для формализованного представления и исследования эффекта инвестиционного эффекта для последнего сценария необходимо рассматривать многомерный поток реальных денег и для исчисления критериев эффективности использовать матрицу ставок сравнения.

12.3. Критическая область стоимостей капитала

Пусть инвестиционный проект выполняется с использованием заимствованных средств. Тогда источники финансирования должны удовлетворять дополнительному ограничению, обеспечивающему экономическую целесообразность проекта. Средневзвешенная стоимость заимствованного капитала должна обеспечить выполнение следующего неравенства:

$$WACC = \sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot CC_j < IRR, \quad (4)$$

где

γ_j – доля заимствованных средств из j -ого источника финансирования проекта;

CC_j – стоимость капитала j -ого источника.

Отсюда получаем уравнение для верхней границы критических значений стоимостей капитала, а именно:

$$\sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot CC_j^{kp_1} = IRR. \quad (5)$$

С другой стороны, показатель $WACC$ должен удовлетворять следующему условию:

$$\sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot CC_j < r. \quad (6)$$

Отсюда находим другую границу критической области для стоимостей заимствованного капитала.

$$\sum_{j=1}^m \gamma_j \cdot CC_j^{kp_2} = r \quad (7)$$

Кроме того, могут возникнуть дополнительно барьерные точки для стоимостей капитала, обусловленные порядком возврата заимствованных кредитов.

Рациональный инвестор часто решает и более сложную задачу, когда одновременно ведется поиск не только допустимых параметров источников финансирования, но и допустимых долей заимствованных средств.

12.4. Критические области по оценке

В ряде инвестиционных приложений возникают оценочные ситуации, когда оценка некоторых показателей экономической эффективности становится неопределенной.

Рассмотрим расчет внутренней нормы доходности для двухгодичного инвестиционного цикла и точечной стартовой инвестиции. Уравнение для оценки IRR приобретает следующий вид:

$$-IC_0 + \frac{NCF_1}{1+IRR} + \frac{NCF_2}{(1+IRR)^2} = 0. \quad (8)$$

Последнее уравнение имеет решение, когда выполняется условие

$$NCF_1^2 + 4 \cdot IC_0 \cdot NCF_2 \geq 0. \quad (9)$$

Неопределенность может возникнуть, если значительные доходы извлекаются в самом начале проекта в результате продажи «ноу-хау», или, когда в конце инвестиционного цикла возникают значительные расходы, связанные с утилизацией и восстановлением экологической обстановки.

Таким образом, критическая область параметров здесь может быть определена в результате анализа условия (9).

Другой пример дает многомерная логистическая модель, когда для расчета вектора чистого дисконтированного дохода необходимо обращать матрицу пределов роста (см. уравнение (8.10)). Следовательно, в этом случае необходимо предъявить дополнительное требование к определителю матрицы \mathbf{B} .

12.5. Критические доверительные области

Эти области могут быть сформированы в результате подхода, разработанного в разделе 10.1, после соответствующей его детализации. Для оценки статистических моментов показателей экономической эффективности, необходимых для построения соответствующих доверительных границ, требуется провести серию компьютерных экспериментов с моделью инвестиционного цикла. Затем сформированную выборку обработать статистическими методами. Кроме того, для определения доверительных вероятностей следует разработать соответствующие процедуры оценки.

12.6. Анализ безубыточности для нескольких видов товаров проекта

В условиях проявления возможных ошибок маркетинговых исследований, сезонных колебаний спроса, а также снижения выручки, обусловленного успехами проектов конкурентов, диверсификация позволяет повысить вероятность успеха проекта и понизить значения критических объемов выпуска-продажи по отдельным товарам. Кроме того, даже в случае неприемлемо низкого значения доли компании на рынке для отдельного товара диверсификация производственной деятельности позволяет обеспечить общий успех нескольких совместно выполняемых проектов.

Рассмотрим уравнение для брутто-прибыли двух видов товаров для последовательности календарных периодов времени $t=0, 1, \dots, T$.

$$PFT_t = V_t^{(1)} \cdot (C_t^{(1)} - VC_t^{(1)}) + V_t^{(2)} \cdot (C_t^{(2)} - VC_t^{(2)}) - FC_t^{(12)}$$

Здесь обозначения сохраняют смысл предыдущих разделов, значения верхних индексов уравнения соответствуют порядковым номерам товаров, а значение параметра постоянных затрат учитывает возможность их существенного снижения по сравнению с суммой $FC_t^{(1)} + FC_t^{(2)}$. Условие безубыточности имеет вид неравенства

$$\frac{V_t^{(1)}}{V_*^{(1)}} + \frac{V_t^{(2)}}{V_*^{(2)}} \geq 1$$

где

$$V_*^{(1)} = \frac{FC_t^{(12)}}{C_t^{(1)} - VC_t^{(1)}}, \quad V_*^{(2)} = \frac{FC_t^{(12)}}{C_t^{(2)} - VC_t^{(2)}}$$

Область критических значений объемов выпуска-продажи представляется отрезком в плоскости объемов и удовлетворяет условию

$$\frac{V_{кр}^{(1)}}{V_*^{(1)}} + \frac{V_{кр}^{(2)}}{V_*^{(2)}} = 1.$$

Если объем выпуска продукции проекта носит дискретный характер, то необходимо провести целочисленные округления в большую сторону, которые дают при расчете неотрицательное значение общей брутто-прибыли.

Для произвольного числа вида товаров K имеем следующее условие для определения области критических значений объемов

$$\sum_{k=1}^K \frac{V_{кр}^{(k)}}{V_*^{(k)}} = 1$$

Таким образом, область критических значений представляет собой K -мерный линейный образ, удовлетворяющий условию положительности величины каждого из объемов.

12.7. Анализ безубыточности и чувствительности с учетом фактора времени

Найдем оценку критического объема продукции по критерию чистого дисконтированного дохода. Допустим, что стартовые инвестиции проекта включают в себя затраты на приобретение оборудования $IC_0^{об}$ и создание необходимого чистого оборотного капитала $IC_0^{чОК}$, причем инвестиции осуществляются в течение первого года проекта. Кроме того, примем, что в течение операционной фазы объемы выпуска и реализации продукции принимают для каждого календарного периода постоянные значения. Тогда элементы потока денежных поступлений вычисляются следующим образом:

$$CF_0 = -IC_0,$$

$$IC_0 = IC_0^{об} + IC_0^{чОК},$$

$$CF_t = (1 - \xi) \cdot (V \cdot (C_t - VC_t) - FC_t) + \frac{IC_0^{об}}{T},$$

$$t = 1, 2, \dots, (T - 1)$$

$$CF_T = (1 - \xi) \cdot (V \cdot (C_T - VC_T) - FC_T) + \frac{IC_0^{об}}{T} + IC_0^{чОК},$$

где

T - продолжительность проекта;

ξ - ставка налога на прибыль.

В этих соотношениях принято, что приобретенное оборудование за время реализации проекта полностью амортизируется, а чистый оборотный капитал в последний период операционной фазы переводится в денежную форму и относится к инвестиционным выгодам проекта.

Точка безубыточности $V_{кр}^{(дин)}$ с учетом фактора времени находится в результате решения уравнения, полученного приравниванием чистого дисконтированного дохода к нулевому значению. Чистые денежные поступления для каждого периода времени линейным образом зависят от объемов выпускаемой продукции. Поскольку дисконтирование и суммирование при расчете NPV сохраняет эту линейность, то поиск точки безубыточности сводится к решению линейного уравнения. Решение этого уравнения относительно критического объема имеет вид

$$V_{кр}^{(дин)} = \frac{FC}{C - VC} + \frac{c_1 \cdot IC_0^{об} + c_2 \cdot IC_0^{чОК}}{(C - VC) \cdot S(r, T)},$$

где вспомогательные коэффициенты рассчитываются по формулам

$$c_1 = 1 - \frac{S(r, T)}{T},$$

$$c_2 = 1 - \frac{1}{(1+r)^{T+1}},$$

$$S(r, T) = \frac{(1+r)^T - 1}{r \cdot (1+r)^T}$$

Таким образом, первое слагаемое в формуле для расчета величины $V_{кр}^{(дин)}$ является точкой безубыточности без учета фактора времени, а второе слагаемое определяет ее увеличение, обусловленное дисконтированием денежных потоков. Асимптотическое значение оценки критического объема по критерию чистого дисконтированного дохода для проекта неограниченной по времени продолжительности линейно зависит от суммарных первоначальных инвестиций и ставки дисконтирования, т.к. при неограниченной продолжительности проекта.

$$T \rightarrow \infty, S(r, T) \rightarrow \frac{1}{r},$$

$$V_{кр}^{(дин) \infty} = \frac{FC}{C - VC} + \frac{IC_0 \cdot r}{C - VC}$$

Аналогичным образом могут быть проведены расчеты критических значений ставок дохода на прибыль, постоянных и переменных затрат, цены за единицу продукции. Результатом решения задачи определения критических значений для нескольких параметров по критерию NPV является множество значений. Такие множества могут иметь и нелинейный характер. Например, в плоскости объемы-цены будет получена критическая кривая гиперболического вида.

Заметим, что для практического исследования чувствительности аналитические зависимости позволяют достаточно просто осуществить графическое представление результатов. Действительно, в среде электронных таблиц EXCEL после определения в алгоритмическом виде зависимости чистого дисконтированного дохода от параметров V , C , ξ , FC , VC имеется возможность осуществить расчет для нескольких значений какого-то из параметров. Затем, обратившись к Мастеру диаграмм, строим точечную диаграмму зависимости NPV от этого параметра, а затем проводим линейную или другую интерполяцию соответствующей функции, которая и представляет чувствительность NPV к возможным изменениям рассматриваемых параметров. Дополнительно к графику удобно вывести соответствующие уравнения конкретной зависимости.

Вопросы и задачи для самопроверки к разделу 12:

1. С какими целями осуществляются расчеты критических значений?
2. Используя определение чистого дисконтированного дохода, убедитесь в справедливости соотношения (1).
3. Найдите выражение для критического значения стартовых инвестиций, если они имеют точечный характер.
4. Получите обобщение уравнения (1), если необходимо построить критическое по рентабельности линейное многообразие.
5. Дайте интерпретацию показателя IRR как критического значения по рентабельности значения ставки сравнения инвестиционного проекта.
6. Какому условию должны удовлетворять цена единицы продукции для каждого периода времени, чтобы точка безубыточности оставалась постоянной в условиях переменных издержек производства? (Указание: следует воспользоваться определением точки безубыточности).
7. В каком из инвестиционных сценариев раздела 12.3. имеет место мультипликативный эффект за счет параллельной реализации двух проектов?
8. Каким образом в многомерной модели инвестиционного цикла может быть учтен мультипликативный эффект?
9. Найдите уравнения для критических отрезков и плоскостей стоимостей капиталов заимствованных инвестиционных ресурсов для случая двух и трех источников финансирования?
10. Выведите соотношение (9), гарантирующее определенность внутренней нормы доходности для двухгодичного инвестиционного цикла?
11. Сформулируйте общие условия, при которых можно оценить IRR.

Часть 3. Информационные технологии в инвестиционном проектировании

Раздел 13. ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ (ИС&Т) В ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ИД)

Для исследования удобно рассматривать ИС&Т в ИД с объектно-ориентированных позиций самой же информатики. Для финансовой системы, в которой изучаются инвестиционные процессы, можно выделить соответствующие им свойства, функции и способность реагировать на сообщения внешней среды, а также генерировать сообщения для этой среды.

13.1. Основные понятия и характерные примеры

Создание открытого информационного экономического общества в сегменте инвестиционной деятельности предполагает поддержку повсеместного использования информационных технологий и систем.

Здесь общие понятия, относящиеся к информатизации и информационным системам, конкретизируются следующим образом. Для инвестиционной деятельности актуальна информация, включающая сведения об объектах и субъектах инвестиционной деятельности, а также факты, характеризующие результаты прошлых инвестиций и события, явления, процессы рыночной экономики, которые влияют на результаты инвестиционной деятельности.

Информатизация ИД - организационный социально-экономический и научно-технический процесс создания оптимальных условий для удовлетворения информационных потребностей и реализации прав субъектов ИД, потенциальных инвесторов и государственных органов, общественных объединений на основе формирования и использования информационных ресурсов, относящихся к ИД.

Среди наиболее используемых аппаратных средств информатизации для данной предметной области относятся компьютеры, компьютерные сети, сети связи, телевизионные каналы, печатные издания.

Программные средства информатизации здесь представляются в основном программами обработки и передачи данных, а также программами оценки и визуализации результатов анализа и оптимизации, базами данных.

Информационные процессы ИД - процессы сбора, обработки, накопления, хранения, поиска и распространения информации, относящейся к ИД.

Информационная система ИД - это организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных

технологий, программные средства обработки, отображения и поддержки инвестиционных решений, а также инструментальных средств сопровождения и надзора, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы ИД.

Информационные ресурсы - отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах.

Средства обеспечения автоматизированных информационных систем и их технологий ИД - программные, технические, правовые, организационные средства, используемые или создаваемые при проектировании информационных систем ИД и обеспечивающие их эксплуатацию и сопровождение.

Выделяются в соответствии с потенциально возможным уровнем интеграции, следующие информационные системы ИД:

♦ **Глобальные информационные системы**, обеспечивающие ИД, погруженные в мировые сети типа Интернет, CompuServe. Эти сети позволяют интегрировать информационные технологические цепочки, используя информационные ресурсы «мировой паутины», в интересах успеха инвестиционной деятельности. Доступ к таким ресурсам для

♦ **Национальные информационные системы**. Примером таких систем является система компьютеризованного ускоренного исполнения сделки ACES (Advanced Computerized Execution System), которая используется на фондовом рынке США в составе Системы автоматизированных котировок Национальной ассоциации дилеров по ценным бумагам (National Association of Securities Dealers Automated Quotation, NASDAQ). ACES автоматизирует процесс сделок между маркет-мейкерами и рядовыми фирмами, которым требуется установить друг с другом торговые связи, указывает определенное число ценных бумаг для автоматического исполнения сделки. Как только параметры сделки установлены, через ACES посылается приказ об ее исполнении по наилучшей цене и о поддержании ограничений по приказу, а также о возможностях контроля запаса ценных бумаг. Затем сделки автоматически генерируют заявки для отчетности и обмена информацией о совершенных сделках и отсылаются для клиринга.

♦ **Корпоративные информационные системы**. Примером таких систем является система РТС, представляющая уникальный комплекс программных, аппаратных и организационных, интегрированная с национальными информационными системами. Другой пример дает автоматизированная облигационная подсистема (automated bond system, ABS) компьютеризованной системы Нью-йоркской фондовой биржи, которая регистрирует предложения на покупку и продажу неактивно обращающихся облигаций вплоть до того, как совершится сделка или не снимется заявка.

♦ **Информационные системы с общим доступом.** Примером является система ИДО МЭСИ, где имеется доступ к информационным источникам для обучения инвестиционной деятельности. Другой пример дает компьютеризированный учебный курс, который распространяется с учебником З.Боди и Р.Мертони на CD-ROM носителе.

♦ **Информационные системы рабочих мест инвестиционной деятельности.** Примерами универсальной системы дают системы MetaStock и Investor`s Dreams, в которых интегрированы базы данных, процедуры технического анализа, средства визуализации первичной рыночной информации и результатов анализа, а также обеспечивается информационный доступ к консультантам с помощью сети Интернет.

Последний пример показывает, что современные информационные системы обладают способностью к вертикальной интеграции. Кроме того, существуют многочисленные результаты горизонтальной интеграции информационных систем на уровнях мировой и национальной экономик. Так, например, Компьютерная информационная система, Межрыночная торговая система Intermarket Trading System (ITS) связывает брокеров Нью-йоркской, Американской, Бостонской, Среднего Западной, Филадельфийской и Тихоокеанской бирж, а также маркет-мейкеров Национальной ассоциации дилеров по ценным бумагам, ведущих операции с теми же видами ценных бумаг. Брокер с одной бирже может передать приказ на другую, где котировки являются более выгодными. Сделка, принятая брокером на другой бирже, представляет собой контракт, готовый к заключению. Для РФ имеется случай информационного взаимодействия РТС и Санкт-Петербургской биржи при организации торговли акциями РАО «Газпром».

13.2. Поддержка перемещения инвестиционных ресурсов

К программам автоматического инвестирования относятся программы, с помощью которых инвестор может автоматически перемещать в пространстве и времени инвестиционные ресурсы. Такими программами являются:

➤ **Программное обеспечение дебетования** взаимных инвестиционных фондов, по которым фонд автоматически изымает текущий остаток на банковских сберегательных и чековых счетах. На эти средства владельцу счета периодически (еженедельно, ежемесячно, ежеквартально или ежегодно в соответствии с договоренностью) осуществляется покупка акций или паев фонда;

➤ **Программное обеспечение реинвестирования** взаимных инвестиционных фондов, по которым все дивиденды и средства от прироста капитала автоматически инвестируются в акции фонда;

➤ Программное обеспечение реинвестирования дивидендов в акции, по которым компания предлагает своим акционерам возможность реинвестировать полученные дивиденды в акции компании, а в некоторых случаях - купить дополнительные акции со скидкой, с уплатой небольших комиссионных брокеру или вовсе без уплаты комиссионных;

➤ Программное обеспечение сберегательных выплат на сберегательные облигации, позволяющие работникам покупать сберегательные облигации за счет автоматического вычета оговоренных сумм из их заработной платы. Помимо возможности автоматически приобретать паи и ценные бумаги, эта программа позволяет своим участникам регулярно изымать фиксированные суммы денег;

➤ Программное обеспечение автоматического изъятия средств. Например, пенсионер может потребовать, чтобы взаимный инвестиционный фонд каждый месяц автоматически продавал на определенную сумму часть его пая в фонде и присылал ему чек;

➤ Программа взаимных фондов, предоставляющая акционерам право получать ежемесячные или ежеквартальные выплаты фиксированного объема. Выплата этих сумм производится из дивидендов, включая полученный прирост капитала и доход по ценным бумагам, принадлежащим фонду.

Особую роль для информационной системы, поддерживающей инвестиционную деятельность, играет компьютеризованная система анализа рыночной конъюнктуры. Эта система отслеживает сигналы о покупках и продажах, а затем сводит воедино огромные массивы информации о торговых операциях для выявления тенденций развития рынка. Эти изменения в направлении движения средних показателей являются основой для рекомендаций о проведении покупок или продаж. Эта система, обычно используемая на фондовых и товарно-сырьевыми биржах, как правило, полезна для обоснования инвестиционных решений тогда, когда рынок стабильно растет или падает.

Примером информатизации рассматриваемой здесь функции ИД банков в США является банковская сеть электронной связи. Эта компьютеризованная система связи, передает информацию между банками о переводе крупных денежных сумм, а также информацию, касающуюся участия в займах, сделок с ценными бумагами, займов из средств Федеральной резервной системы, кредитной истории, платежей или неплатежей по счетам и иные важные для инвестиционной деятельности банков данные.

13.3. Особенности и тенденции развития

От применения в инвестиционной деятельности в 70-90 гг. XX века комплексов автоматизации задач, таких как система FINCAD, затем был осуществлен переход к функциональному принципу построения информационных систем. В частности десятки часто используемых финансовых функций, необходимых для инвестиционного анализа, уже доступны в среде электронных таблиц EXCEL и в электронных книгах системы MATHCAD. Эти функции и доступность языков программирования для создания собственных пользовательских функций на порядок сокращают жизненные циклы разработки прикладных программных средств, ориентированных на информационную поддержку инвестиционных решений. Следующим этапом развития информационной технологии для инвестиционной является применение объектно-ориентированных технологий, которые позволяют интегрировать и тиражировать эффективные для инвестора и аналитика электронные книги и базы данных.

Программные средства помогают инвестору обосновать и оптимизировать его решения. В частности надстройка электронных таблиц EXCEL программный пакет «Поиск решений» позволяет проводить оптимизацию портфельного и реального инвестирования, а надстройка этих же таблиц «Анализ данных» проводить статистическую обработку первичной информации.

Некоторые пакеты программного обеспечения позволяют провести технический анализ динамики курсов акций, объемов сделок и других показателей. Доступ к таким пакетам возможен через сеть Интернет на сайтах РТС, аналитических агентств РБК, АКМ, Финансовый Аналитик, Пролог.

Другие программы предназначены для проведения фундаментального анализа на этапах формирования и пересмотра портфеля ценных бумаг и предусматривают поиск акций по таким критериям, как прибыль, отношение прибыли к цене, номинальная стоимость и дивидендный доход.

Некоторые программы функционируют в режиме реального времени, сохраняют в базах данных рабочих мест записи и инвестор способен отслеживать изменение стоимости своего портфеля.

Многие пакеты программного обеспечения дают инвесторам доступ к распределенным базам данных для обновления сведений о курсах ценных бумаг, просмотра новых аналитических статей и обзоров результатов заключения сделок.

Специальные программы позволяют инвесторам оценить стоимость опционов, рассчитать доходность облигаций и выбрать инвестиционные фонды, отвечающие его требованиям по критериям доходности и риска.

Развитие аппаратных средств имеет здесь ряд особенностей. В информационных технологиях ИД находит свое применение практически весь типовой ряд компьютеров и средств связи. Суперкомпьютеры нашли использование для построения и расчетно-экспериментальной настройки технических индикаторов, актуальных для процесса информационной поддержки инвестиционных решений. Для практического нейронных сетей при моделировании движения цен на фондовом рынке разработаны специальные микроэлектронные устройства. Для оперативного применения в инвестиционной практике используются специализированные калькуляторы фирмы CASIO, которые позволяют проводить основные статистические и финансовые расчеты с небольшими объемами исходных данных. В частности на этих вычислителях быстро рассчитываются критерии экономической эффективности инвестиций NPV и IRR.

Статистика показывает, что спекулятивно настроенный инвестор, действующий на фондовом рынке 70-80% своего рабочего времени выжидает, причем большую часть своих решений он формирует в результате визуально воспринятой информации.

Сейчас уже реализованы преимущества глобальных компьютерных технологий. Пример – деятельность российских ИНТЕРНЕТ брокеров. Таблица 1, характеризует по данным ФКЦБ лидерство российских брокерских компаний в первом квартале 2002 года. Первая тройка лидеров основную часть своих сделок проводит через ИНТЕРНЕТ. ФКЦБ публикует рейтинг операторов с 3 квартала 2001 года.

Таблица 1.

6 крупнейших биржевых операторов РФ

Место		Наименование профессионального участника	Объем сделок, млн. руб.	
I кв. 2002 г.	IV кв. 2001 г.		I кв. 2002 г.	IV кв. 2001 г.
1	1	«КОМПАНИЯ БРОКЕРКРЕДИТСЕРВИС»	55,9	41,5
2	3	«Алор-Инвест»	41,2	34,6
3	2	«БК «Открытие»	35,7	41,3
4	6	«Тройка Диалог»	31,2	20
5	8	«Ренессанс Брокер»	24,1	18,5
6	3	«АТОН»	23,9	24,6

Для разработки инвестиционных проектов в российской практике широко применяются универсальные системы Project Expert и Альт-

Инвест. Системы позволяют оценить основные показатели экономической эффективности проектов, сгенерировать и отладить бизнес-план проекта, проводить компьютерные эксперименты с моделью инвестиционного цикла.

Информационные услуги на рынке инвестиций, основанные на современных высоких технологиях, являются высокодоходным расширяемым бизнесом, что позволяет здесь лидерам постоянно расширять и диверсифицировать деятельность. Например, агентство Bloomberg, извлекающее большую часть доходов, предоставляя информационные услуги в экономической сфере, также владеет ориентированным на финансистов телеканалом.

На уровне экономических сообществ важно обеспечить потенциальных инвесторов равными правами доступа к достоверной первичной информации. В ЕЭС такие функции реализованы на сайте eurgorages.com, причем актуальная для инвестирования аналитическая, регулярно обновляемая информация параллельно отображается на европейском телеканале EuroNews.

Улучшение российского инвестиционного климата на уровне национальной экономики обеспечивается взаимодействием информационных технологий и модернизируемого рынка ценных бумаг. Так, например, в новых стандартах эмиссии облигаций в РФ уже предусмотрен дополнительный доступ к информации, содержащейся в проспекте эмиссии облигаций, который может быть осуществлен путем размещения полного текста зарегистрированного проспекта эмиссии облигаций на странице (вэб-сайте) эмитента в сети "Интернет" с указанием адреса этой страницы в рекламных сообщениях

13.4. Классификации

Основными признаками классификации информационных систем для ИД могут служить выполняемые ими функции и принципы организационного построения.

По выполняемым функциям.

Следуя З.Боди и Р.Мертону², для информационной составляющей финансовой системы в аспекте инвестиционной деятельности выделяются следующие основные функции:

- а) Информационная поддержка перемещения инвестиционных ресурсов в пространстве и времени;
- б) Обеспечение информационной безопасности инвестирования;
- с) Информационная поддержка инвестиционных решений;
- д) Интеграция ресурсов инвесторов;
- е) Обучение инвестиционной деятельности;
- ф) Стимулирование инвесторов.

² З.Боди, Р.Мертон. Финансы. М., СПТ, Киев: Из-ий дом «Вильямс», 2000.

Информационная *специализированная* система может быть специально разработана для выполнения какой-либо одной из перечисленных функций. Информационная система становится *многофункциональной*, если в системе реализовано несколько основных функций, а затем система становится *универсальной*, когда все основные функции доступны в одной системе.

По организационному признаку можно выделить:

- I. Глобальные сетевые информационные системы, поддерживающие ИД;
- II. Национальные компьютерные сети;
- III. Корпоративные компьютерные сети;
- IV. Информационные системы с общим доступом;
- V. Информационные системы индивидуальных инвесторов.

Информационные технологии ИД имеют следующие основные признаки для своей классификации:

- A. Автоматизация решения комплекса задач;
- B. Сквозная автоматизация некоторых функций инвестиционной деятельности;
- C. Принципы построения диалоговых процедур;
- D. Открытость для развития системы за счет использованию инструментальных средств;
- E. Интеллектуальность;
- F. Целевое назначение;
- G. Возможность накопления, систематизации и обобщения прошлого инвестиционного опыта.

13.5. Принципы построения информационных систем ИД

❖ Архитектура вычислительной системы, которая состоит в распределении функций между аппаратными, программными и организационными средствами, должна быть ориентирована на существующие особенности ИД, учитывать перспективы ее развития, а также располагаемые информационные и прочие ресурсы.

❖ Безопасность ИД решающим образом должна быть обеспечена надежным функционированием информационной системы, обобщением существующего инвестиционного опыта и отладкой используемых информационных технологий.

❖ Адаптация методик инвестора к изменяемым условиям рыночной среды позволяет защитить систему от навязанных извне ошибочных решений.

❖ Производительность компьютеризированной инвестиционной деятельности определяется эффективным прохождением жизненного цикла инвестирования.

❖ Избыточность функциональных возможностей и процедур информационной поддержки инвестиционных решений повышает гарантии инвестиционного успеха.

❖ Расширяемость информационных систем обеспечивается возможностью встраивания в систему новых собственных программных средств и совершенствованием аппаратуры.

❖ Интегрируемость, вертикальная с глобальными информационными сетями, и горизонтальная с доступными информационными ресурсами ИД позволяют расширить функциональные возможности инвестиционной деятельности.

❖ Модульность построения повышает эффективность сопровождения вычислительной системы.

Раздел 14. БЕЗОПАСНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЙ ИД

14.1. Мошеннические схемы в ИД с использованием Сети

Под спекуляцией и манипулированием здесь понимается покупка или продажа ценных бумаг для создания ошибочного впечатления о деятельности торговой деятельности и влияние на решения инвесторов относительно покупки или продажи ценных бумаг. Это может быть смастерено одним лицом или группой функционирующих согласованно лиц.

Инвестирование денежных средств на фондовых рынках с использованием сети Интернет связано с риском вовлечения инвестора в мошеннические схемы. Результаты рассмотрения Комиссии по ценным бумагам и биржам США показали, что имеются следующие характерные мошеннические схемы в сети:

○ "увеличить и сбросить" (Pump&dump) - вид рыночной манипуляции, заключающейся в извлечении прибыли за счет продажи ценных бумаг, спрос на которые был искусственно сформирован. Манипулятор, выдает себя за осведомленным лицом и распространяет часто ложную информацию об эмитенте и этим создает галопирующий спрос на эти ценные бумаги, способствует повышению соответствующих цен. Это лицо затем осуществляет продажу ценных бумаг по завышенным ценам. После этих манипуляций цена на рынке обычно опускается к уровню, близкому к исходному уровню. В итоге вовлеченные в схему инвесторы несут финансовые потери. Эта схема обычно используется в условиях недостатка или отсутствия информации о компании, ценные бумаги которой обладают низкой ликвидностью.

○ финансовая пирамида (Pyramid Schemes) с использованием Интернет-технологий повторяет обычную финансовую пирамиду. При использовании данной схемы инвесторы получают прибыль исключительно за счет вовлечения в игру новых инвесторов.

○ схема "безрискового" вложения капитала (The "Risk - free" Fraud) - заключается в распространении через Интернет инвестиционных идей, имеющих низкий уровень риска и высокий уровень доходности. Как правило, это предложение несуществующих, но очень популярных проектов, таких как вложения в высоколиквидные ценные бумаги с безусловными гарантиями возврата вложенного капитала и высокой прибылью.

○ "Экзотические" предложения (Exotic Offerings) - это распространение через сеть Интернет предложений акций, компаний, имеющих высокодоходные контракты с банковской гарантией и обещающие получение высокой прибыли.

○ Схемы мошенничества с использованием банковской поддержки (Prime Bank Fraud) - заключаются в том, что мошенники используя имена и гарантии уважаемых финансовых учреждений, предлагают инвестиции с нереальной доходностью.

○ Навязывание информации (Touting) - часто инвесторов вводят в заблуждение недостоверной информацией об эмитенте, преувеличивая перспективы роста компании, ценные бумаги которой предлагаются. Распространение недостоверной информации может быть осуществлено среди широкого круга пользователей сети многими способами: размещена на информационных сайтах, электронных досках объявлений, в инвестиционных форумах, разослана по электронной почте по адресам.

14.2. Противодействие мошенничеству

Предпосылкой для реализации мошеннических является анонимность авторов заведомо ложной информации, которую предоставляет пользователям сеть Интернет. Кроме того, возможен охват немалой аудитории и низкая стоимость распространения информации по сравнению с обычными средствами, что делает сеть Интернет удобным инструментом для реализации мошеннических действий.

Для предотвращения потерь при инвестировании на фондовых рынках, инвестору следует придерживаться разумных правил:

1. Осознанно подходить к выбору объекта инвестиций.

Перед тем, как покупать ценные бумаги эмитентов инвестору необходимо ознакомиться с профилем деятельности компании - эмитента, провести историческую оценку движения акций, динамики финансовых показателей эмитента, ознакомиться с последними годовыми и квартальными отчетами, получить информацию о последних корпоративных событиях. В этом смысле полезными источниками информации для инвесторов в российские ценные бумаги будут сайты РТС, НАУФОР, агентств АКМ, Финмаркет. На фондовом рынке США такую информацию можно получить на сайтах Комиссии

по ценным бумагам и биржам США EDGAR (www.sec.gov/edgarhp.htm) и (www.financialweb.com, www.companysleuth.com, www.hoovers.com, www.financewise.com, www.bloomberg.com).

Сравнить кредитный рейтинг американского эмитента с рейтингом других эмитентов можно, используя информацию, размещенную на сайтах рейтинговых агентств Moody's и Standard&Poors (www.moody.com, www.standardpoor.com). Российским инвесторам доступен также российский сайт агентства Standard&Poors, www.standardpoor.ru.

14.3. ИТ для надзора за ИД

Примером отработанной информационной технологии надзора за инвестиционной деятельностью является компьютерный банк данных Нью-Йоркской фондовой биржи, где ведется учет дисциплинарных мер результата аудита счетов и жалоб клиентов в отношении компаний - членов биржи.

Здесь также важен уровень доверия к услугам брокерской компании. В 2001 году ФКЦБ РФ определила требования к информационной системе контроля торговли ценными бумагами:

- Обеспечить мониторинг сделок с ценными бумагами во всех режимах торгов, и за участниками торгов и эмитентами;
- осуществлять проверки нестандартных сделок;
- предотвращать манипулирование ценами;
- предотвращать неправомерное использование служебной информации;
- сопровождать базу данных критериев нестандартных сделок.

Помимо выбора объекта инвестиций инвестор должен определиться в выборе брокерской компании, через которую он намеревается совершать операции. Рейтинги российских брокерских компаний формирует и публикует НАУФОР.

Для информационных систем ФКЦБ и брокерских компаний важны требования к мониторингу и контролю по следующим критериям:

- отклонение цены сделки от цены открытия на установленную величину;
- отклонение цены сделки от цены закрытия предыдущих торгов на установленную величину;
- отклонение цены заявки (сделки) от цены последней сделки на установленную величину;
- отклонение цены сделки от средневзвешенной цены на установленную величину;

- отклонение сводного фондового индекса на установленную величину;
- ряд сделок участника торгов, ведущий к изменению цены в одном направлении;
- сделки, заключаемые участником торгов за свой счет, в которых этот участник одновременно является продавцом и покупателем ценных бумаг (кросс - сделки);
- сделки между участниками торгов, при которых стороны таких сделок меняются, выступая в качестве то продавцов, то покупателей (взаимные сделки);
- неоднократное изменение и удаление заявок одним участником торгов;
- превышение объема сделок участника торгов за торговую сессию установленного процента от общего объема торгов по ценной бумаге;
- отклонение объема сделок участника торгов по ценной бумаге за торговую сессию от среднего значения такого оборота для этого участника торгов на установленную величину;
- внесение заявок участником торгов после закрытия торговой сессии.

Воздействию угроз информационной безопасности РФ в сфере экономики наиболее подвержены:

- система государственной статистики;
- кредитно-финансовая система;
- информационные и учетные автоматизированные системы подразделений федеральных органов исполнительной власти, обеспечивающих деятельность общества и государства в сфере экономики.

Инвестиции, как это предусмотрено доктриной для обеспечения информационной безопасности РФ направляются на следующие цели:

- разработку программного обеспечения информационной безопасности РФ;
- работы, связанные с реализацией правовых и организационно - технических методов защиты информации,
- создание системы страхования информационных рисков физических и юридических лиц.

Раздел 15. ИДЕНТИФИКАЦИЯ МОДЕЛИ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА В СРЕДЕ MATHCAD 2001

Вектор, характеризующий ежегодный прирост ВВП РФ относительно уровня 1997 года, начиная с 1998 года

$$vVVP := \begin{pmatrix} -0.05 \\ 0 \\ 0.09 \\ 0.12 \end{pmatrix}$$

Вектор, характеризующий ежегодный прирост инвестиций в основной капитал в РФ относительно уровня 1997 года, начиная с 1998 года.

$$vIOK := \begin{pmatrix} -0.12 \\ -0.02 \\ 0.09 \\ 0.18 \end{pmatrix}$$

Расчет коэффициент корреляции между приростом и приростом инвестиций в основной капитал выполняется обращение к функции corr

$$k := \text{corr}(vIOK, vVVP)$$

Расчитанное значение коэффициент корреляции

$$k = 0.9896$$

говорит о практически линейной зависимости между макро переменными и целесообразности использования линейной регрессии.

Вектор параметров уравнения для линейной регрессии прироста в зависимости и прироста инвестиций в основной капитал рассчитывается с помощью следующей процедуры:

$$b := \text{line}(vIOK, vVVP)$$

Оценки параметров модели

$$b = \begin{pmatrix} 0.021 \\ 0.597 \end{pmatrix}$$

говорят о необходимости опережающего роста инвестиций в основной капитал для обеспечения требуемого роста ВВП российской экономики.

Раздел 16. ОПТИМИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПОРТФЕЛЯ

16.1. Три вида активов

Активы имеют следующие показатели доходности (%)

$$R1 := 15 \quad R2 := 20 \quad R3 := 25$$

и риска (стандартные отклонения доходности в %)

$$\sigma1 := 10 \quad \sigma2 := 15 \quad \sigma3 := 20$$

Активы имеют между собой следующие статистически взаимосвязи, заданные коэффициентами корреляции,

$$\rho12 := -0.5 \quad \rho23 := -0.3 \quad \rho13 := 0.1$$

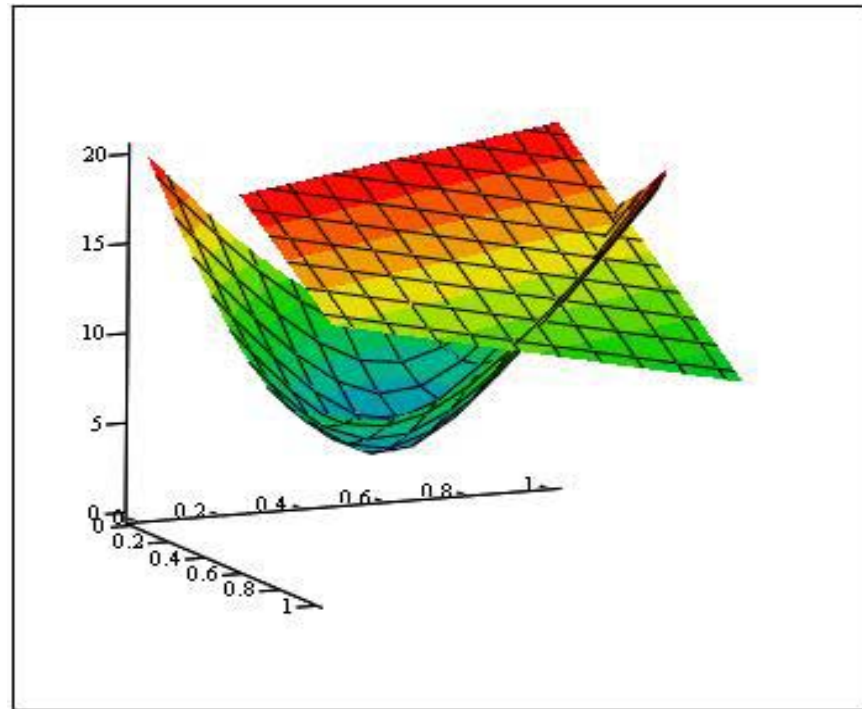
Инвестор предъявляет к доходности портфеля следующее требование (%)

$$ER := 21$$

Начальное приближение для переменных x и y

$$x := 0.1 \quad y := 0.1$$

Следующий этап состоит в определении функций риска и доходности инвестиционного портфеля. Эти функции и их трехмерное представление даны на следующем графике. Отметим, что оптимальное решение находится на пересечении выпуклой вниз поверхности и плоскости.



$\sigma_p, Prof_p$

Рис. 5. Поверхности риска и доходности инвестиционного портфеля в зависимости от распределения инвестиционных ресурсов между первым и вторым активами x и y соответственно. Функции риска и доходности заданы функциями

$$\sigma_p(x, y) := \sqrt{\sigma_1^2 \cdot x^2 + \sigma_2^2 \cdot y^2 + \sigma_3^2 \cdot [1 - (x + y)]^2 + 2 \cdot \rho_{12} \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot x \cdot y + 2 \cdot \rho_{23} \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_2 \cdot y \cdot (1 - x - y) + 2 \cdot \rho_{13} \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_1 \cdot x \cdot (1 - x - y)}$$

$$Prof_p(x, y) := R_1 \cdot x + R_2 \cdot y + R_3 \cdot (1 - x - y)$$

Блок ограничений на ресурсы и требование к портфелю имеет вид

Given

$$x + y \leq 1$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

$$R_1 \cdot x + R_2 \cdot y + R_3 \cdot (1 - x - y) \geq ER$$

Выполним поиск оптимального портфеля

$$R := \text{Minimize}(\sigma p, x, y)$$

Выведем результаты поиска структуры оптимального портфеля

$$R = \begin{pmatrix} 0.177 \\ 0.446 \end{pmatrix}$$

$$x := R_0 \quad y := R_1$$

$$x = 0.177 \quad y = 0.446$$

Риск оптимального портфеля

$$\text{Risk} := \sigma p(x, y) \quad \text{Risk} = 8.081$$

Доходность оптимального портфеля удовлетворяет требованию инвестора

$$R_p := R_1 \cdot x + R_2 \cdot y + R_3 \cdot (1 - x - y) \quad R_p = 21$$

Допустим, что инвестор обладает суммой в 1 млн. у.е. и должен распределить ее оптимальным образом, тогда

$$\text{Sum} := 1000000$$

$$z := 1 - x - y$$

и оптимальное распределение находится следующими операторами:

$$\text{Sumx} := x \cdot \text{Sum} \quad \text{Sumy} := y \cdot \text{Sum} \quad \text{Sumz} := z \cdot \text{Sum}$$

$$\text{Sumx} = 177143 \quad \text{Sumy} = 445714 \quad \text{Sumz} = 377143$$

16.2. Оптимизация по Марковицу инвестиционного портфеля (общий случай) и эксперименты в MathCAD 2001

16.2.1. Модуль 1. Инициализация модели

Программа сама определяет число видов направлений инвестиционной деятельности (ценных бумаг, инвестиционных проектов), претендующих на место в портфеле, т.е. идентифицирует размерность векторов и матриц N , а затем находит эффективный портфель и оптимальные характеристики его структуры. По вектору x осуществляется поиск эффективного портфеля и распределяется сумма первоначальных инвестиций между видами ценных бумаг.

$$x := \begin{pmatrix} 0.2 \\ 0.2 \\ 0.1 \\ 0.3 \\ 0.02 \\ 0.18 \end{pmatrix}$$

$$N := \text{length}(x)$$

В данном примере

$$N = 6 \\ \sum_{k=0}^{N-1} x_k = 1$$

т.е. сумма неотрицательных компонент вектора x равна 1. Эффективность и риск инвестирования задаются векторами двух первых моментов случайного вектора доходности. Второй момент здесь характеризуется стандартным отклонением доходности. В процентном представлении параметры имеют следующий вид:

$$R := \begin{pmatrix} 8 \\ 10 \\ 15 \\ 20 \\ 25 \\ 30 \end{pmatrix} \quad \sigma := \begin{pmatrix} 9 \\ 11 \\ 14 \\ 18 \\ 23 \\ 28 \end{pmatrix}$$

где

R_k - доходность k -ой ценной бумаги в процентном представлении;
 σ_k - стандартное отклонение доходности k -ой ценной бумаги в процентном представлении.

Случайные связи между доходностью составляющих портфеля определяются в данном примере следующей корреляционной матрицей:

$$P := \begin{pmatrix} 1 & 0.1 & -0.5 & 0 & -0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 1 & 0.2 & -0.25 & 0 & 0.25 \\ -0.5 & 0.2 & 1 & -0.6 & 0 & -0.2 \\ 0 & -0.25 & -0.6 & 1 & 0.3 & -0.4 \\ -0.3 & 0 & 0 & 0.3 & 1 & 0.05 \\ 0.1 & 0.25 & -0.2 & -0.4 & 0.05 & 1 \end{pmatrix}$$

16.2.2. Модуль 2. Преобразования данных

Для удобства матричных вычислений риска инвестиционного портфеля находится вспомогательный вектор v с компонентами, равными произведениям соответствующих стандартных отклонений на доли инвестирования в составляющие портфеля.

$$\text{Vecpr}(x) := \begin{cases} \text{count} \leftarrow 0 \\ \text{for count} \in 0..N-1 \\ \quad v_{\text{count}} \leftarrow \sigma_{\text{count}} \cdot x_{\text{count}} \\ v \end{cases}$$

Для расчета вектора v

$$v(x) := \text{Vecpr}(x)$$

Этот вектор для исходного приближения имеет следующие значения

$$v(x) = \begin{pmatrix} 1.8 \\ 2.2 \\ 1.4 \\ 5.4 \\ 0.46 \\ 5.04 \end{pmatrix}$$

16.2.3. Модуль 3. Функция доходности портфеля

Доходность инвестиционного портфеля определяется процедурой расчета скалярного произведения для вектора доходности и вектора инвестиционных долей и является линейной функцией долей инвестирования.

$$\text{Profpr}(x) := (R^T \cdot x)_0$$

Для исходного приближения доходность портфеля

$$\text{Profp}(x) = 17$$

16.2.4. Модуль 4. Функция риска портфеля

Риск портфеля является квадратичной функцией вектора $v(x)$ с корреляционной матрицей доходности для его составляющих

$$\text{Riskp}(x) := \left((v(x))^T \cdot \rho \cdot v(x) \right)_0$$

Для исходного приближения риск портфеля

$$\text{Riskp}(x) = 33.294$$

16.2.5. Модуль 5. Минимизация риска

Требуемый уровень задается инвестором

$$\text{ReqProf} := 19$$

Ограничения на структурные характеристики портфеля и его доходность заданы следующим блоком условий

Given

$$x \geq 0$$

$$\sum_{k=0}^{N-1} x_k \leq 1$$

$$\text{Profp}(x) \geq \text{ReqProf}$$

Поиск оптимальной структуры реализуется следующей процедурой. Следующий вектор является решением проблемы оптимизации

$$\text{Rez} := \text{Minimize}(\text{Riskp}, x)$$

Для исходных данных получаем в результате следующее оптимальное распределение инвестиций

$$\text{Rez} = \begin{pmatrix} 0.073 \\ 0 \\ 0.391 \\ 0.352 \\ 0 \\ 0.184 \end{pmatrix}$$

Стандартное отклонение доходности оптимизированного портфеля

$$\text{Riskmin} := \sqrt{\text{Riskp}(\text{Rez})}$$

имеет значение

$$\text{Riskmin} = 3.886$$

Убедимся в том, что оптимальное решение удовлетворяет требованию к доходности портфеля

$$\text{Profp}(\text{Rez}) = 19$$

16.2.6. Модуль 6. Накопление результатов оптимизации

Проведем серию экспериментов, изменяя требование к доходности портфеля, построим зависимость доходности оптимального портфеля от его минимального риска. Анализ и накопление результатов удобно осуществлять, вставив объект EXCEL (см. рис.6)



Рис. 6

Раздел 17. АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

17.1. Взаимодействие пределов роста

В этой модели экономический смысл взаимодействия, например, состоит в извлечении взаимных выгод двух инвесторов или единого инвестора, когда в результате одновременной реализации одного из двух проектов, общий инвестиционный эффект изменяется.

Пусть вектор стартовых инвестиций сосредоточен в начале инвестиционного цикла, а вектор потока реальных денег постоянный. Продолжительность инвестиционного цикла составляет

$$T := 6 \text{ лет}$$

Матрица ставок сравнения, как функция параметров взаимодействия

$$R := \begin{pmatrix} 0.12 & -0.15 \\ -0.06 & 0.15 \end{pmatrix}$$

а матрица пределов роста является функцией внедиагональных своих элементов

$$B(x, y) := \begin{pmatrix} 3 & x \\ y & 6 \end{pmatrix}$$

единичная матрица

$$I := \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Вектор стартовых инвестиций в условных единицах

$$IC_0 := \begin{pmatrix} 15 \\ 20 \end{pmatrix}$$

Значение вектора потока реальных денег в условных единицах

$$NCF := \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \end{pmatrix}$$

Тогда вектор чистого дисконтированного дохода в условных единицах

$$NPV := \left[-IC_0 + \sum_{t=1}^T (I + R)^{-t} \cdot NCF \right]$$

Отсюда находится функция вектор чистого дисконтированного дохода с учетом ограничения на пределы роста. Заметим, что символ $^{-1}$ означает, что соответствующий матричный оператор обращается.

$$NPVL(x, y) := B(x, y)^{-1} \cdot (-IC_0 + T \cdot NCF) + (I - B(x, y)^{-1}) \cdot (NPV)$$

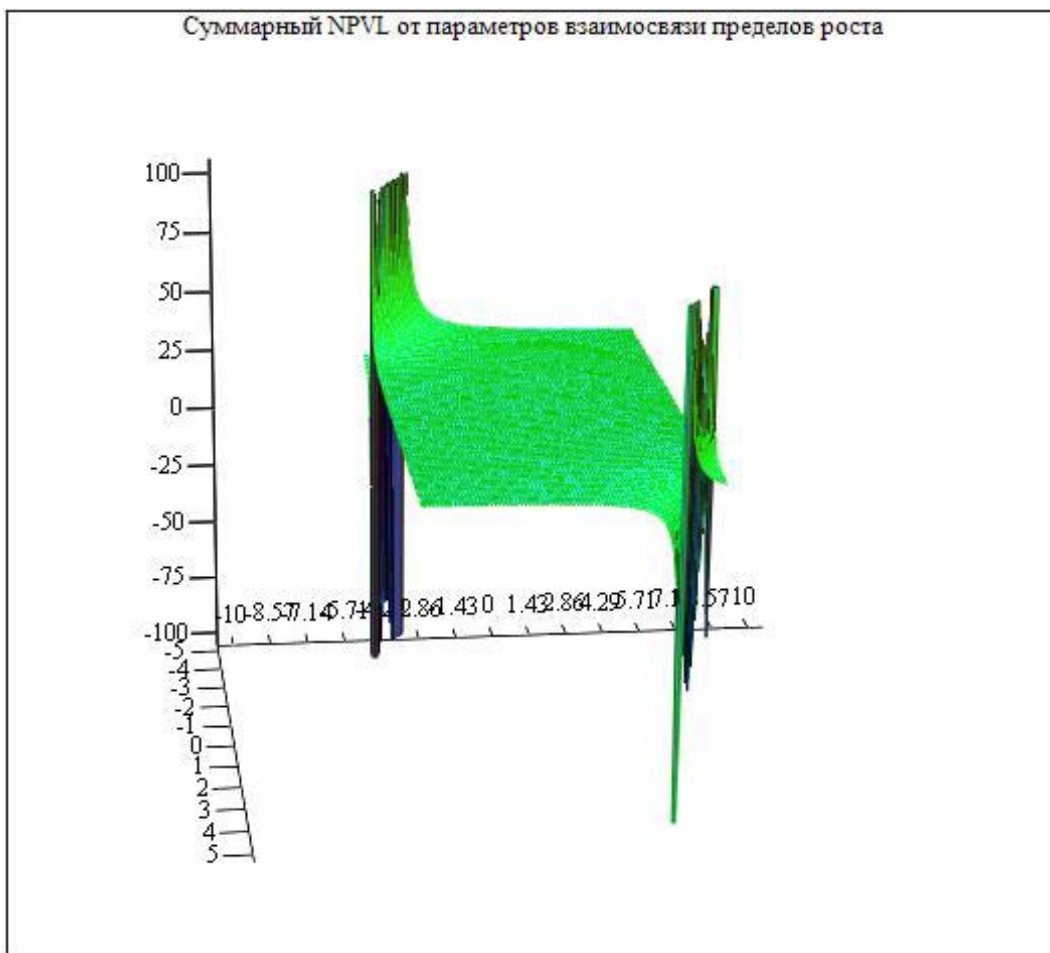
Суммарный чистый дисконтированный доход для двух проектов как функция параметров инвестиционного взаимодействия

$$NPVS(x, y) := NPV(x, y)_0 + NPV(x, y)_1$$

а, если учесть ограниченные пределы экономического роста, мы получаем, что

$$NPVLS(x, y) := NPVL(x, y)_0 + NPVL(x, y)_1$$

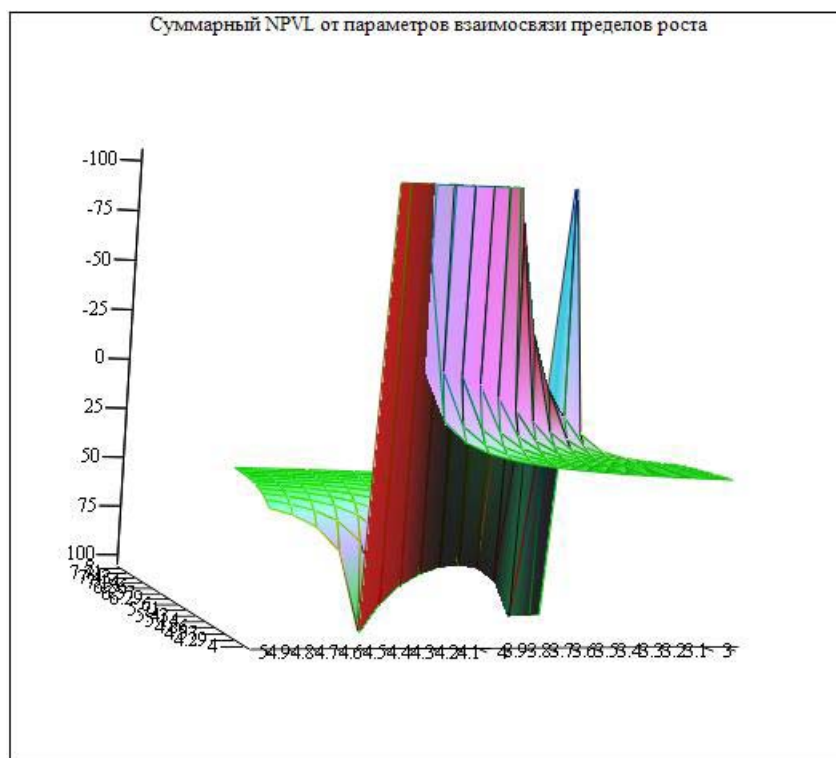
В объемном представлении этот показатель эффективности может зависеть от параметров взаимодействия сложным образом, что можно увидеть на графике рис. 7., образ который можно назвать “инвестиционной собакой”



NPVLS

Рис. 7

Конечно, существуют опасные для инвесторов области параметрического взаимодействия роста. Для предупреждения негативных возможных последствий инвестиционного взаимодействия эта модель также полезна (см. рис. 8), где фрагментирован один из участков предыдущей поверхности.



NPVLS

Рис. 8

17.2. Взаимодействие темпов роста

Пусть вектор стартовых инвестиций сосредоточен в начале инвестиционного цикла, а вектор потока реальных денег постоянный. Продолжительность инвестиционного цикла

$$T := 6 \text{ лет}$$

Матрица ставок сравнения, как функция параметров инвестиционного взаимодействия, заданного значениями внедиагональных элементов матрицы ставок сравнения имеет следующий вид:

$$R(x, y) := \begin{pmatrix} 0.12 & x \\ y & 0.15 \end{pmatrix}$$

Вектор стартовых инвестиций

$$IC0 := \begin{pmatrix} 15 \\ 20 \end{pmatrix}$$

Значение вектора потока реальных денег

$$NCF := \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \end{pmatrix}$$

$$I := \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Наличием пределов экономического роста здесь пренебрежем. Вектор чистого дисконтированного дохода

$$NPV(x, y) := -IC0 + \sum_{t=1}^T \left[I + \begin{pmatrix} 0.12 + g & x \\ y & 0.15 + g \end{pmatrix} \right]^{-t} \cdot NCF$$

где

I - единичная матрица, т.е.

$$I := \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

параметр g добавлен для использования возможной анимации графических отображений, характеризующих инвестиционное взаимодействие.

Обозначим и вычислим значение вектора чистого дисконтированного дохода без учета взаимодействия

$$NPV0 := NPV(0, 0)$$

Суммарный чистый дисконтированный доход для двух компонент вектора, как функция параметров инвестиционного взаимодействия имеет следующий вид:

$$NPVS(x, y) := NPV(x, y)_0 + NPV(x, y)_1$$

$$c := NPVS(-0.1, -0.2)$$

$$c = 38.419$$

Для оценки экономической эффективности взаимодействия двух инвестиционных проектов по рентабельности разумно найти относительное изменение $NPVS(0, 0)$ при уменьшении внедиагонального элемента матрицы ставок сравнения на 1%, которое является характеристикой чувствительности к наличию инвестиционного взаимодействия, а именно:

$$\Delta_{12} := \frac{(\text{NPVS}(-0.01, 0) - \text{NPVS}(0, 0))}{\text{NPVS}(0, 0)}$$

$$\Delta_{12} = 0.063$$

$$\Delta_{21} := \frac{(\text{NPVS}(0, -0.01) - \text{NPVS}(0, 0))}{\text{NPVS}(0, 0)}$$

$$\Delta_{21} = 0.045$$

Найдем показатель экономической эффективности инвестирования, аналогичный внутренней норме доходности, для того чтобы характеризовать эффективность инвестиционного взаимодействия. Оценим значения внедиагональных элементов матрицы ставок сравнения, при которых функция суммарного чистого дисконтированного дохода обращается в нуль. Конечно, этому условию удовлетворяют точки некоторой кривой плоскости $r_{12}0r_{21}$. Следовательно, надо зафиксировать один из параметров взаимодействия и оценить другой параметр взаимодействия, которому соответствует нулевое значение функции NPVS. Графики функций, описывающих влияние этих параметров на суммарный чистый дисконтированный доход и представлены на двух следующих графиках:

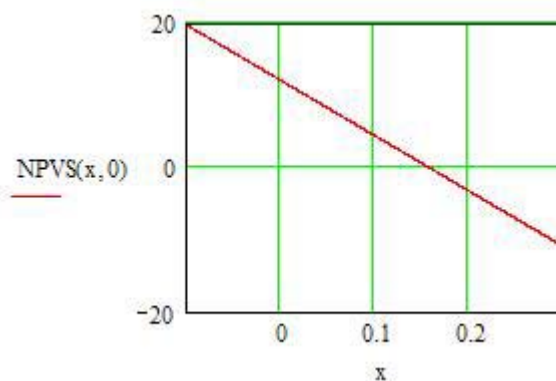


Рис. 9

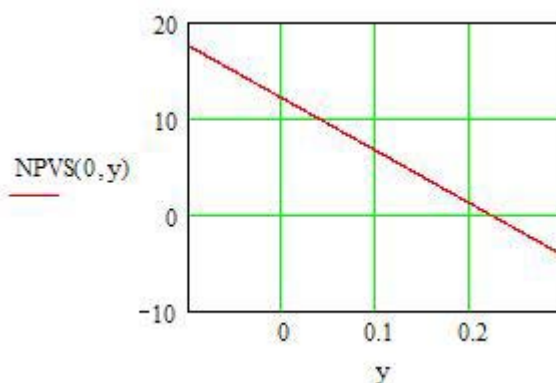


Рис. 10

Для того, чтобы найти точные оценки этих показателей, зафиксируем в нуле один из параметров взаимодействия, и определим другой параметр, который обращает суммарный чистый дисконтированный доход в нуль. Для этого удобно определить две функции, характеризующие влияние только одного параметра взаимодействия, а затем воспользуемся встроенной в MathCAD процедурой решения нелинейного, заданного алгоритмически уравнения. Имеем

$$fr12(x) := NPVS(x, 0)$$

$$r12 := \text{root}(fr12(x), x, 0, 0.5)$$

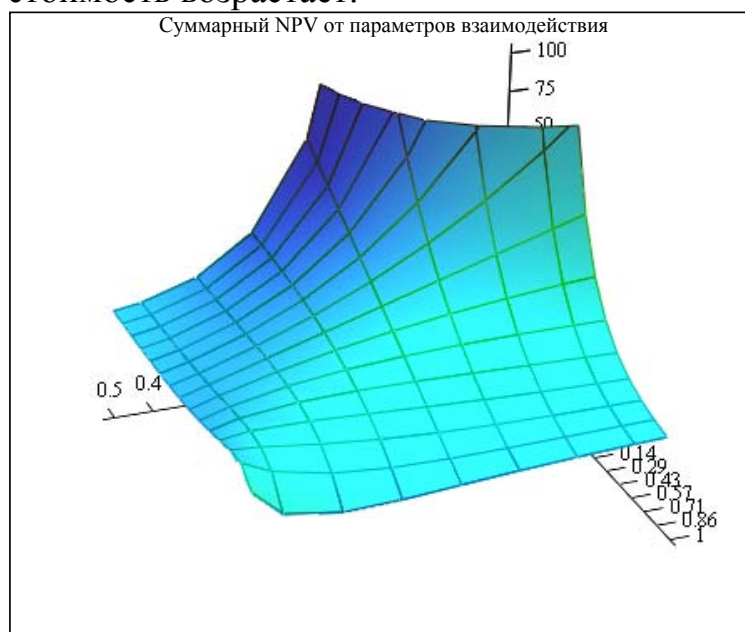
$$r12 = 0.158$$

$$fr21(y) := NPVS(0, y)$$

$$r21 := \text{root}(fr21(y), y, 0, 0.5)$$

$$r21 = 0.221$$

Наконец, проясним, то, каким образом влияют параметры инвестиционного взаимодействия темпов роста на суммарную настоящую стоимость двух проектов в данном конкретном случае. Оказывается, что с уменьшением значений этих параметров чистая приведенная стоимость возрастает.



NPVS

Рис. 11. Инвестиционный эффект взаимодействия

17.3. Инвестиционные осцилляции

Допустим, что инвестор намерен инвестировать сумму в 100 у.е. в три инвестиционных проекта, продолжительностью в 12,5 лет. Темпы экономического роста определяются суммой диагональной и кососимметрической матриц, т.е. в каждом периоде времени допускается перетекание денежных средств от одной составляющей многомерного инвестиционного цикла к другой

$$R := \begin{pmatrix} 0.05 & -0.05 & -0.04 \\ 0.05 & 0 & -0.1 \\ 0.04 & 0.1 & 0 \end{pmatrix}$$

Пределы экономического роста для многомерного денежного потока также имеют взаимное влияние и задаются следующей матрицей:

$$B := \begin{pmatrix} 20 & 1 & 1 \\ 2 & 15 & 2 \\ 3 & 4 & 10 \end{pmatrix}$$

Допустим, что начальные значения вектора потока реальных денег для операционной фазы определяются следующим образом:

$$PVL := \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$
$$FVL(s) := \left[I + (B - I) \cdot (I + R)^{-s} \right]^{-1} \cdot B \cdot PVL$$

Построим зависимости составляющих трехмерного потока реальных денег

$$s := 0..180$$

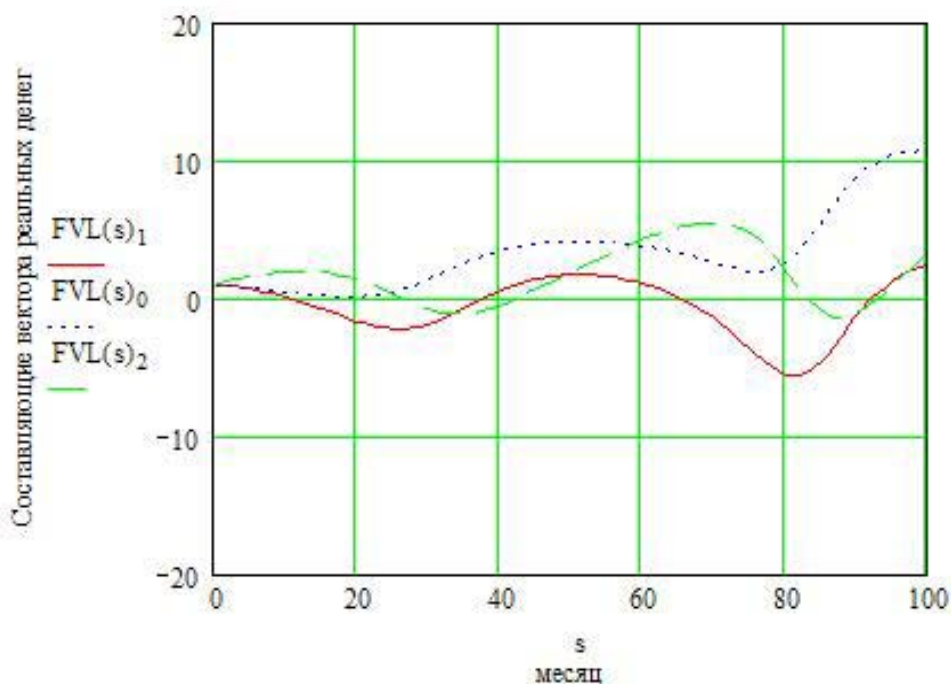


Рис. 12. Инвестиционные осцилляции

Взаимодействие между компонентами инвестиционного цикла может приобретать самые выразительные формы (см. рис.13-15), в большей степени способные отразить спирали экономического развития.

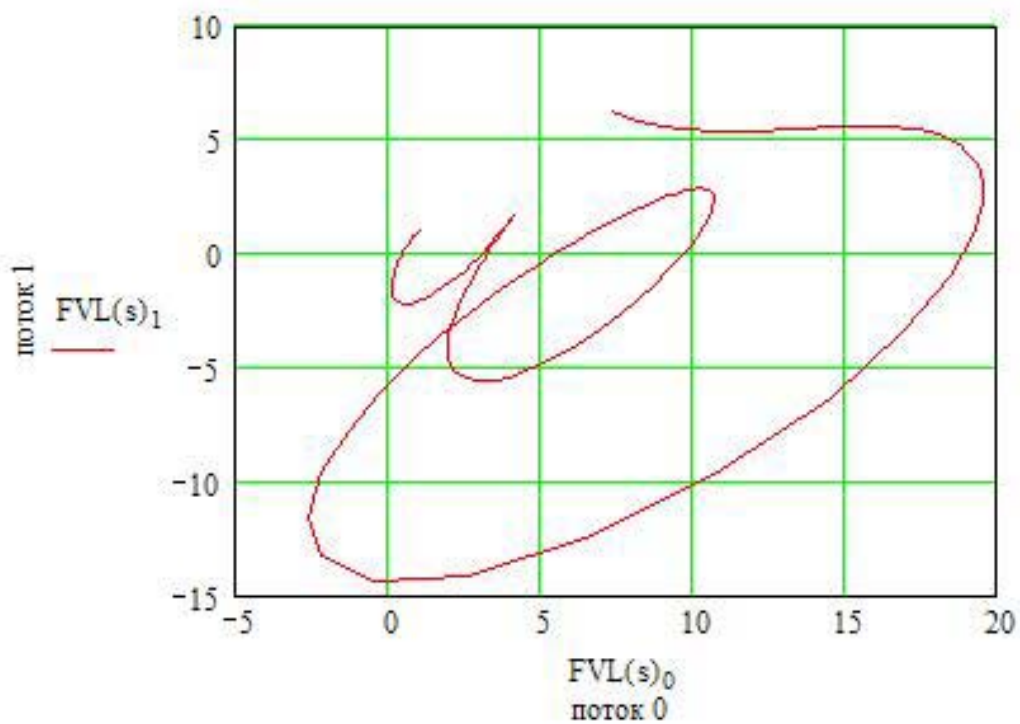


Рис. 13. Фазовый портрет «0-1» инвестиционного взаимодействия

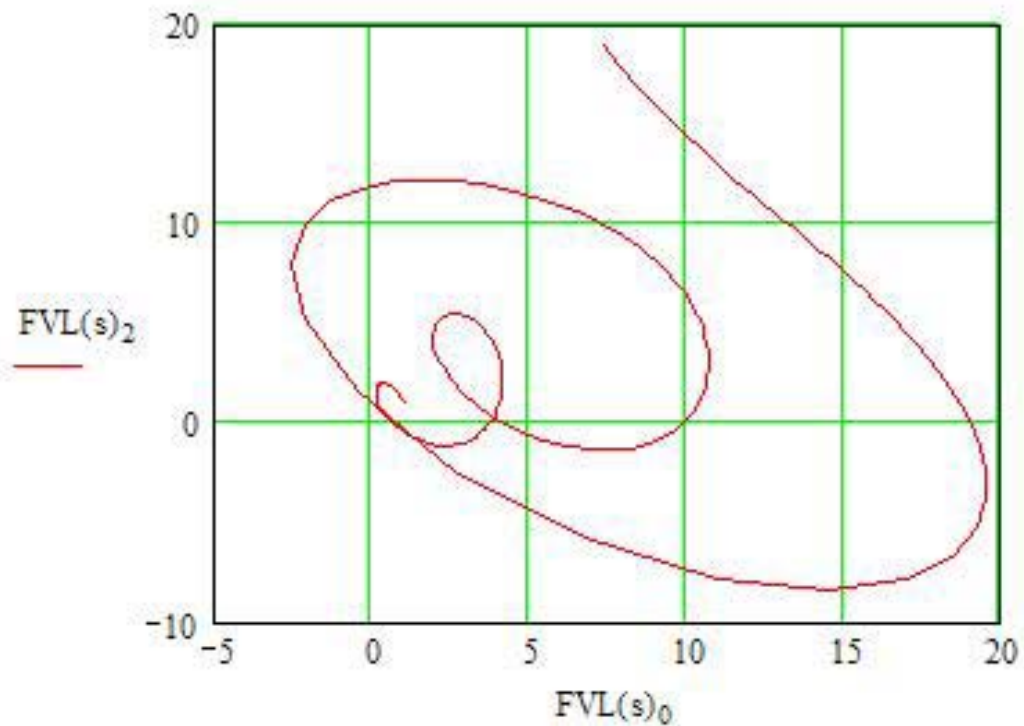


Рис. 14. Фазовый портрет «0-2» инвестиционного взаимодействия

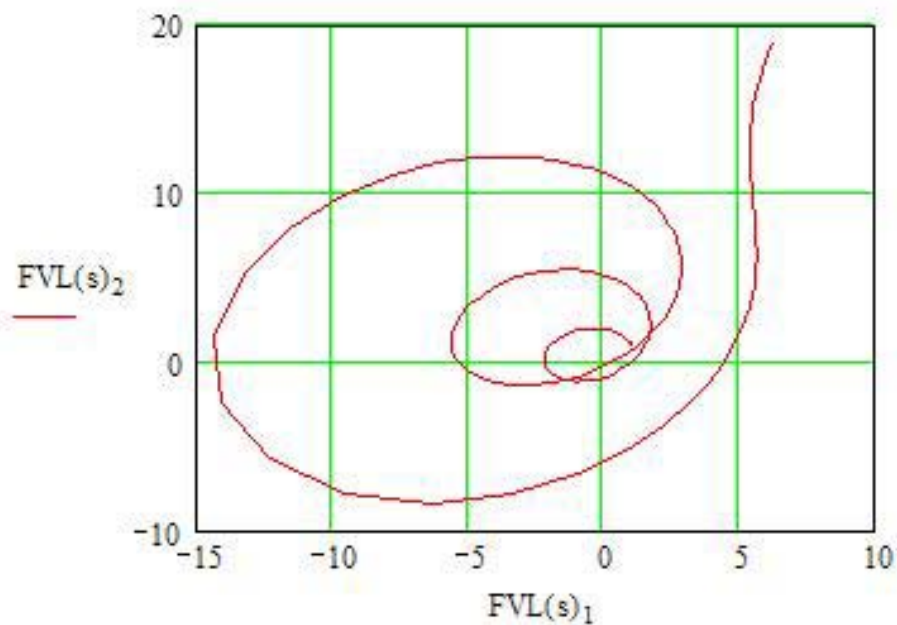


Рис. 15. Фазовый портрет «1-2» инвестиционного взаимодействия

Если обратиться к классическому принципу время – деньги, то фазовые портреты для многомерного инвестиционного цикла показывают, что инвестиционное прошлое может повторяться с некоторыми трансформациями.

Локальный суммарный инвестиционный эффект трехмерного инвестиционного цикла определяется следующей функцией времени.

$$FVLS(s) := \sum_{k=0}^2 FVL(s)_k$$

Воспользуемся процедурой дисконтирования, чтобы оценить в настоящий момент времени эффективность трехмерного инвестиционного цикла с учетом размера стартовых инвестиций.

$$NPVL(x,r) := -100 + \sum_{t=0}^x \frac{FVLS(t)}{(1+r)^t}$$

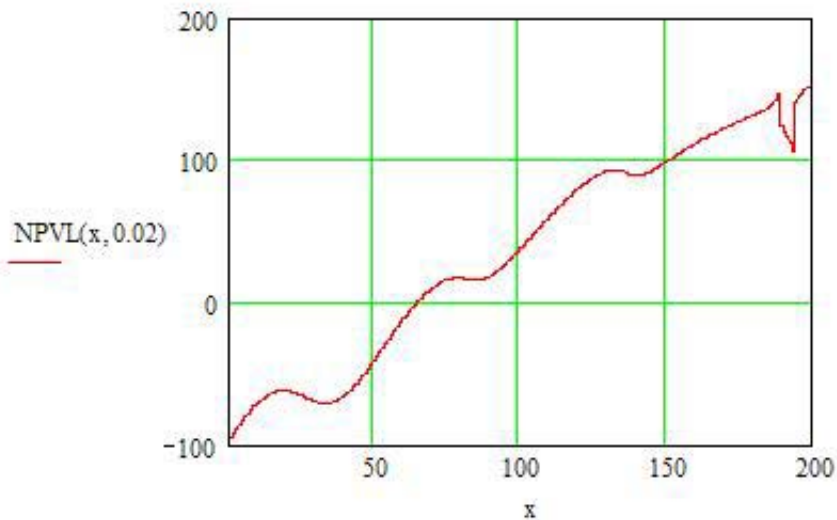


Рис. 16. Динамика приведенного инвестиционного эффекта

Следует отметить, что просуммированные и дисконтированные инвестиционные эффекты, представленные на Рис. 16., наследуют неизбежные осцилляции, обусловленные внутренними свойствами экономической системы.

Заметим, что удобство наблюдения инвестиционных эффектов зависит от выбора системы координат. Когда интересно провести анализ абсолютных значений пульсирующих денежных потоков, можно воспользоваться полярной системой координат (см. рис. 17).

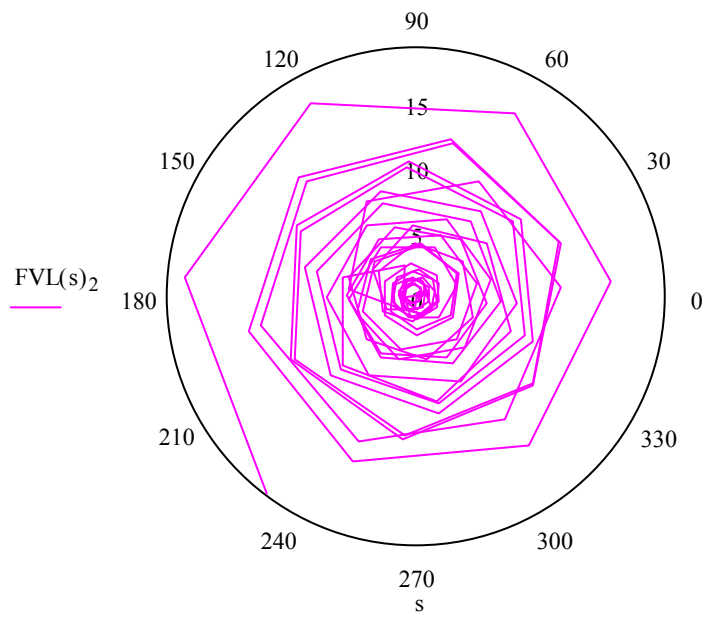


Рис. 17. «Розообразная» траектория инвестиционных эффектов третьей составляющей в полярной системе координат

Заключение

К современной системе инвестиционного проектирования могут быть предъявлены следующие общие требования:

- 1) обеспечить многоуровневое представление цели инвестиционного проекта для решения проблем организационного, аналитического и синтетического характера;
- 2) адекватно идентифицировать критические области параметров проекта (см. раздел 12) для обеспечения в пространстве выходов достижения целей проекта (см. раздел 5.2);
- 3) располагать методической избыточностью для обеспечения успешности проекта (см. разделы 8-12);
- 4) обеспечить возможность проектирования сложных моделей инвестиционного цикла (см. разделы 10-11);
- 5) оптимизировать инвестиционные портфели и взаимодействие между ними (см. раздел. 11).

Аналитический инструментарий инвестиционного проектирования развивается к многоуровневому представлению и распределенной обработке знаний.

Методы, представленные в данных материалах, позволяют учесть параллелизм и конвейеризацию инвестиционных процессов. Многомерные инвестиционные модели дают возможность исследовать технико-экономическую реализуемость проектов с учетом эффектов инвестиционного взаимодействия.

Для адекватной оценки экономические последствия результатов инвестиционного проекта дисконтирования следует учитывать пределы экономического роста, а для отражения проявлений факторов случайности использовать доверительные оценки.

Инвестиционное проектирование как деятельность должна настраиваться с учетом полноты и качества первичной информации, как о самом проекте, так и о предприятии, выполняющем проектирование. Практически нецелесообразно и теоретически невозможно создать универсальную методику инвестиционного проектирования. Следует отдать предпочтение применению объектно-ориентированных методов инвестиционного проектирования с последующей их идентификацией и экспериментальной отработкой.

Вопросы практического применения данных методов, моделей и оптимизационных процедур и их реализация в программных средах электронных таблиц EXCEL корпорации Майкрософт и системы проектирования Mathcad корпорации MathSoft, рассмотренные в третьей части показывают преимущества технологии электронных книг в инвестиционном проектировании.

Глоссарий

Анализ чувствительности - метод оценки рисков, который состоит в изучении влияния возможных отклонений отдельных параметров проекта от расчетных значений на конечные значения критериев эффективности проекта.

Барьерные точки – критические значения параметров модели инвестиционного цикла, выход за границы которых делает реализацию проекта нецелесообразной или недостижимой.

Бизнес-план – документ, который содержит полную структурированную информацию об инвестиционном проекте.

Внутренний анализ – анализ хозяйственной деятельности, проводимый в инвестиционном проектировании, при модернизации предприятия. Анализируются все области деятельности предприятия.

Внутренняя норма доходности (IRR) – такая норма доходности, при которой дисконтированные стоимости притоков и оттоков равны между собой.

Внутренняя норма доходности логистическая (IRRL) – такая норма доходности, при которой дисконтированные с учетом ограниченности экономического логистического роста стоимости притоков и оттоков равны между собой.

Декомпозиция - разделение создаваемого или приобретаемого технологического комплекса на технологию, инжиниринговые услуги, адаптацию комплекса к конкретным условиям эксплуатации.

Инвестиционное проектирование – исследование технико-экономической реализуемости проекта, анализ последствий реализации инвестиционного проекта, а также разработка, отладка и применение инструментариев обеспечения эффективности инвестиций.

Инвестиции в реальные активы - денежные средства, ценные бумаги, иное имущество, в том числе имущественные права, имеющие денежную оценку, вкладываемые в объекты предпринимательской и/или иной деятельности с целью получения прибыли и/или иного положительного эффекта.

Инвестиционный цикл – процесс от первоначальной идеи будущего продукта до эксплуатации нового или модернизированного предприятия. Возможно, инвестиционный цикл содержит в себя ликвидацию предприятия при завершении проекта.

Оценка проекта - заключительная оценка разработки инвестиционного проекта для принятия решения об инвестировании.

Оценка технологии – в инвестиционном проектировании исследование влияния и взаимодействия реализуемых в проекте технологий на общество, народное хозяйство, природу и технико-экономическую реализуемость проекта.

Предынвестиционная фаза – этап инвестиционного цикла, который состоит в определении инвестиционных возможностей, анализа альтернатив проекта, предварительного и детального исследования реализуемости проекта.

Продукт – результат человеческого труда в вещественной и/или нематериальной форме.

Проектный анализ – анализ технических и финансовых аспектов инвестиционных проектов как совокупности взаимосвязанных процессов для получения требуемых результатов. Рассматривает также народнохозяйственные и социальные последствия реализации проекта.

Риск – вероятность в инвестиционной деятельности понести убытки в результате вложения капитала.

Стратегия проекта – система целей и методологических принципов, предназначенных для распределения располагаемых ресурсов по этапам проекта и между его участниками для достижения целей инвестиционного проекта.

Чистый дисконтированный доход (NPV) – интегральный эффект проекта, равный сумме текущих локальных эффектов, приведенных к определенному шагу.

Векторный чистый дисконтированный доход (NPV) – интегральный эффект совокупности инвестиционных проектов, равный сумме текущих локальных многомерных инвестиционных эффектов, приведенных к определенному шагу.

Чистый дисконтированный доход логистический (NPVL) – интегральный эффект проекта, равный сумме текущих локальных эффектов, приведенных к определенному шагу, учитывающий предел глобального экономического роста, представленного логистической зависимостью.

Векторный чистый дисконтированный доход логистический (NPVL) – интегральный эффект проекта, равный сумме многомерных локальных эффектов, приведенных к определенному шагу, учитывающий предел глобального экономического роста, представленного векторной функцией логистического роста.

Экономический анализ – оценка и обоснование инвестиционного проекта с народнохозяйственной позиции.

Список литературы

1. Федеральный закон “Об инвестиционной деятельности в РФ, осуществляемой в форме капитальных вложений” от 25.02.99. № 39-ФЗ.
2. Беренс В., Хавранек П.М. Руководство по подготовке промышленных технико-экономических исследований. М.: Inter Expert. – 1995.
3. Грачева М.В. Анализ проектных рисков. М. Финстатинформ. – 1999.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных процессов и их отбору для финансирования. 2000.
5. Максимова В.Ф. Реальные инвестиции. - М. Изд-во МЭСИ, 2000.
6. Мелкумов Я.С. Экономическая оценка эффективности инвестиций. М. ИКЦ “ДИС” - 1997.
7. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. М. “Дело” – 1998.
8. В.В.Ковалев Методы оценки инвестиционных проектов. М.: Финансы и статистика. 1999.
9. Коссов В.В. Бизнес-план: обоснование решений. – М. «Высшая школа». 2000.
10. Коссов В.В. Бизнес-план: обоснование решений. – М. «Высшая школа». 2000.
11. Липсиц И. В, Коссов В Экономический анализ реальных инвестиций. М.: Экономистъ, 2003.
12. Инвестиции: Учебное пособие. /Подшиваленко Г.П., Лахметкина Н.И., Макарова М.В., и др. – М.: КНОРУС, 2004.
13. Максимова В.Ф. Портфельные инвестиции. М. Изд-во МЭСИ, 2003.
14. Шабалин А.Н. Инвестиционное проектирование. М. Изд-во МЭСИ, 2002.

Дополнительная литература

1. Крушвиц Л. Финансирование и инвестиции. – Санкт-Петербург: «Питер». 2000.
2. Зелль А. Бизнес-план: Инвестиции и финансирование, планирование и оценка проектов. – М. «Ось-89». 2001.
3. Станиславчик Е.Н. Бизнес-план: Финансовый анализ инвестиционного проекта – М. «Ось-89». 2000.
4. Бизнес-план. Методические материалы. Издание 3-е, дополненное. М. Финстатинформ. –2002.
5. Л.П.Белых Формирование портфеля недвижимости. М.: Финансы и статистика. 1999
6. Сорос Дж. Алхимия финансов. М.ИНФРА-М. 1998.

7. Боди З., Мертон Р. Финансы. М., СПТ, Киев: Из-ий дом «Вильямс», 2000.

8. Коупленд Т., Коллер Т., Муррин Д. Стоимость компаний: оценка и управление. – 2-е изд. / Пер. с англ. – М.: Олимп-Бизнес, 2002.

9. Дьяконов В. Mathcad. Учебный курс, численные и символные вычисления. – Санкт-Петербург: Питер. 2001.

Источники сети Интернет

<http://www.cbr.ru>

Сайт ЦБР РФ. Содержит информацию, полезную для фундаментального и технического анализа, методические материалы, данные о ценах и доходности государственных долговых ценных бумагах.

www.fedcom.ru

Официальный сайт ФКЦБ России. Содержит официальные документы, доступ к данным фондового рынка.

<http://www.rts.ru>

Сайт Российской торговой системы (РТС). На РТС содержится информация о движении цен и объемах торгов с акциями, облигациям, опционами и фьючерсами российских эмитентов, общие сведения об эмитентах, методические материалы. Представляются возможности визуального наблюдения за котировками и объемами сделок. Возможен импорт первичной информации в формате MetaStock.

<http://www.ivr.ru>

Сайт Института прямых инвестиций. Возможность получить разно-уровневую финансовую информацию для национальной экономики, регионов, предприятий, инвестиционных проектах. Имеется страница, где возможно заказать литературу, относящуюся к инвестиционной деятельности.

<http://www.rbc.ru>

Сайт информационного агентства "РосБизнесКонсалтинг". На сайте агентства представлены аналитические обзоры, первичная информация с международных и российских фондовых рынков. Доступны возможности обучения инвестиционной деятельности.

<http://www.vedomosti.ru>

Сайт периодического издания «Ведомости». Во второй части издания публикуются и комментируются 5 раз в неделю данные о развитии фондовых рынков. Имеется возможности получить доступ к архиву издания.

<http://www.finam.ru>

Сайт агентства «Финансовый аналитик», очень динамичный и быстрый, содержит практически в режиме реального времени первичную информацию о российских «голубых фишках» и массу аналитической информации.

<http://www.akm.ru>

Сайт информационного агентства "АК&М". В разделах сайта можно найти полную картину событий, происходящих на финансовом рынке России. Агентство рассчитывает собственные фондовые и отраслевые индексы, а также бета коэффициенты.

<http://www.prologia.ru>

Сайт информационного агентства "Пролог".

<http://www.finmarket.ru>

Сайт информационного агентства "Финмаркет".

<http://www.skrin.ru>

Здесь содержится необходима информация об эмитентах ценных бумаг РФ.

<http://www.Bloomberg.com.markets>