

Московская финансово-промышленная академия

Шабалин А.Н.

Инвестиционный анализ

Москва, 2004

УДК 336.714
ББК 65.9(2Рос)-56
Ш 122

Шабалин А.Н. Инвестиционный анализ / М., Московская финансово-промышленная академия.- 2004. – 78 с.

© Шабалин А.Н., 2004

© Московская финансово-промышленная академия, 2004

Содержание

Введение.....	5
Тема 1. Модели, методы и технологии инвестиционного анализа	7
1.1. Роль и место анализа в инвестиционном деле	7
1.2. Системный, объектно-ориентированный и расчетно- экспериментальный подходы.....	15
1.3. Жизненные циклы инвестирования и анализа	16
1.4. Инвестиционные парадигмы.....	18
1.5. Информационные технологии	21
Тема 2. Экономико-математическое моделирование в инвестиционном анализе.....	28
2.1. Эффективный портфель инвестиционных проектов.....	28
2.2. Оптимизация инвестиционного портфеля (три вида активов).....	31
2.3. Оптимизация инвестиционного портфеля по методу Марковица (общий случай)	33
Тема 3. Исследование критериев эффективности инвестиций	37
Тема 4. Анализ инвестиционной деятельности	41
Тема 5. Анализ ограничений инвестирования	45
5.1. Анализ безубыточности	45
5.2. Логистическое дисконтирование.....	48
Тема 6. Многомерный инвестиционный анализ	55
6.1. Многомерное дисконтирование	55
6.2. Вектор чистого дисконтированного дохода.....	56
6.3. Постоянный поток реальных денег	57
6.4. Асимптотические оценки вектора NPV	58
6.5. Принятие инвестиционных решений по вектору NPV	58
6.6. Матричная внутренняя норма доходности.....	59
6.7. Постоянный поток реальных денег	59
6.8. Асимптотические оценки матрицы IRR	60
6.9. Вектор индексов рентабельности	61
6.10. Вектор сроков окупаемости	62
6.11. Инвестиционные взаимодействия в условиях ограничений будущего роста	62
6.12. Вектор логистического чистого дисконтированного дохода	65
6.13. Логистическая матрица внутренней доходности.....	66
6.14. NPVL для двух инвестиционных проектов	66
6.15. IRRL для двух инвестиционных проектов	68

Тема 7. Анализ инвестиционных рисков	70
7.1. Источники инвестиционных рисков	70
7.2. Условные вероятностные показатели эффективности.....	72
7.3. Первые статистические моменты	74
7.4. Адаптация аналитиков	74
Литература	77

Введение

Качественные изменения российского инвестиционного климата, соответствующие высоким темпам экономического роста, предъявляют к аналитикам новый уровень требований, а именно:

- уметь обосновать инвестиционное решение;
- обладать навыками разработки, применения и сопровождения модели инвестиционного цикла;
- активно применять методы оценки и оптимизации критериев эффективности традиционных и новых сложных финансовых инструментов;
- исследовать механизмы инвестиционного взаимодействия между проектами и разными уровнями экономической системы;
- следовать общей тенденции инвестиционного анализа глубокого и широкого использования информационных технологий.

Инвестиционный анализ проводится на разных уровнях экономической системы, начиная с домохозяйств и, завершая уровнем мировой экономики, как для инвестиций в реальные активы, так и для инвестиций в финансовые активы. Темпы экономического роста во многом зависят от качества инвестиционных решений, а это качество определяется достоверностью анализа и его выводов, что создает условия для устойчивости этого роста.

Методология построения и пересмотра инвестиционного портфеля сейчас используется для формирования стратегии компании, направленной на увеличение стоимости бизнеса. Разработанные успешные проекты и обоснованные результаты анализа позволяют в свою очередь инвестиционным аналитикам сохранить и расширить свой доходный бизнес.

Следует отметить, что в современных условиях важно в явном виде учитывать взаимодействие инвестиционных портфелей и проектов, а также существующие и будущие пределы экономического роста. Кроме того, оценки доходности и риска инвестиций должны отражать возможные проявления факторов случайности и неопределенности.

В инвестиционном анализе часто недостаточно рассматривать изолированно финансовые и реальные инвестиции. Действительно, составляющие реальных инвестиций все чаще включают в себя ценные бумаги, а инвестиции в ценные бумаги рациональный инвестор осуществляет, прогнозируя успешность реализации инвестиционных проектов в ее компаниях-эмитентах. Таким образом, следует осуществлять исследование вложение капиталов комплексно, используя параллельно модели портфельного инвестирования и оценки эффективности в реальные активы.

Результаты инвестиционного анализа во многом зависят от используемых 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. Вычисления и базы данных, размещенные в электронных книгах, сейчас являются эффективным инструментарием инвестиционных аналитиков, а сеть Интернет позволяет на порядки сократить затраты на сбор первичной информации.

Данное пособие необходимо изучать, располагая учебно-методическими материалами по курсам «Портфельные инвестиции» и «Реальные инвестиции».

Тема 1. Модели, методы и технологии инвестиционного анализа

1.1. Роль и место анализа в инвестиционном деле

Инвестиционные аналитики накапливают и/или создают на некотором носителе информации для последующего полезного применения результаты своего исследования, т.е. модель инвестиционной деятельности, более или менее приближенную к реальности, а затем исследуют интегральные и локальные эффекты, главным образом экономического характера. Активность исследований в данной предметной деятельности является основой экономического роста и требует интеграции разнородных знаний.

Факты последних нескольких лет говорят о высокой ответственности инвестиционных аналитиков перед обществом. Например, ошибки и навязанные заблуждения инвесторам в виде рекомендации со стороны инвестиционных аналитиков в последние годы были доказаны и наказаны правительственными учреждениями США миллиардными штрафами. Следовательно, одну из первых позиций аналитической деятельности занимает максимизация безошибочности инвестиционных решений, основанная на результатах инвестиционного анализа.

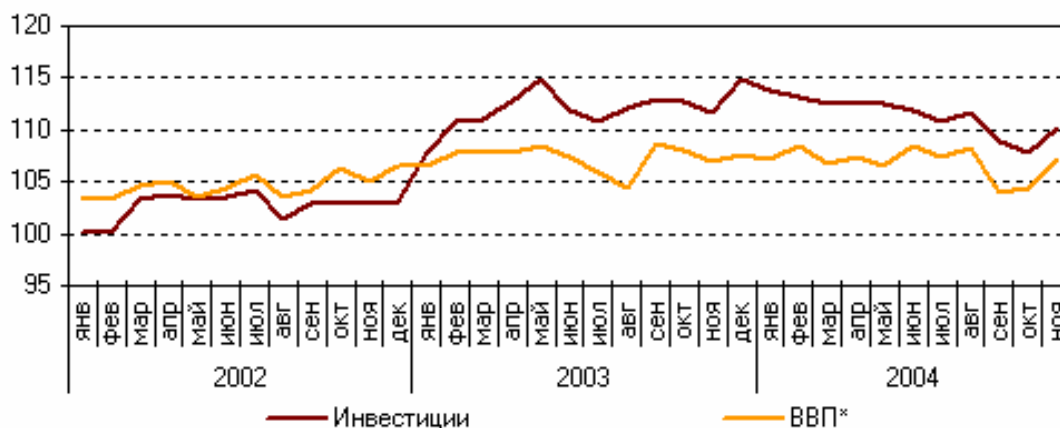
Успешные проекты, особенно в области высоких технологий, делают национальную экономику привлекательной, дают возможность эффективно участвовать в международном или межотраслевом разделении труда, а также контролировать направления экономического роста.

Необходимо соотносить проводимый инвестиционный анализ с целями и экономического развития, а также особенностями инвестиционных процессов на уровне национальной экономики.

Как правило, рост инвестиций в периоды высоких темпов развития экономике опережает рост ВВП. За 2004 года рост ВВП составлял 7,1%, а инвестиции выросли по данным Госкомстата РФ на 11,0%.

**Динамика валового внутреннего продукта* и инвестиций
в основной капитал**

(в % к соответствующему месяцу предыдущего года)



* Данные по ВВП - расчет Банка России.

Рис.1

Для роста ВВП по отношению к первому кварталу 2000 года характерны пульсации, которые накладываются на тренд, что представлено на следующем рисунке (по оценкам Госкомстата РФ, сайт www.gks.ru).

Под доходностью инвестиций понимается относительное изменение благосостояния экономической системы, которое зафиксированы в результате реализации соответствующего жизненного цикла инвестиционной деятельности. Поскольку в основных моделях инвестиционного анализа присутствует доходность рынка, которая соотносится росту ВВП, эти пульсации, вообще говоря, очевидно не имеют случайный характер, должны учитываться в теоретических построениях. В 2004 году этот показатель доходности составляет 7,1%.

Другой мерой доходности рынка может служить относительное изменение фондового индекса за календарный период. Действительно, суммарная рыночная капитализация пропорциональна значению этого индекса. На следующих графиках¹ волнообразные движения стоимости российских компаний, представленные графиками индекса ММВБ к середине 2004 года, свидетельствуют обо все возрастающей доходности финансовых инвестиций. Значительная и растущая амплитуда суммарной стоимости российского бизнеса говорит об очередном преодолении локального предела роста.

¹ Сайт Агентства «Финансовый аналитик», www.finam.ru.

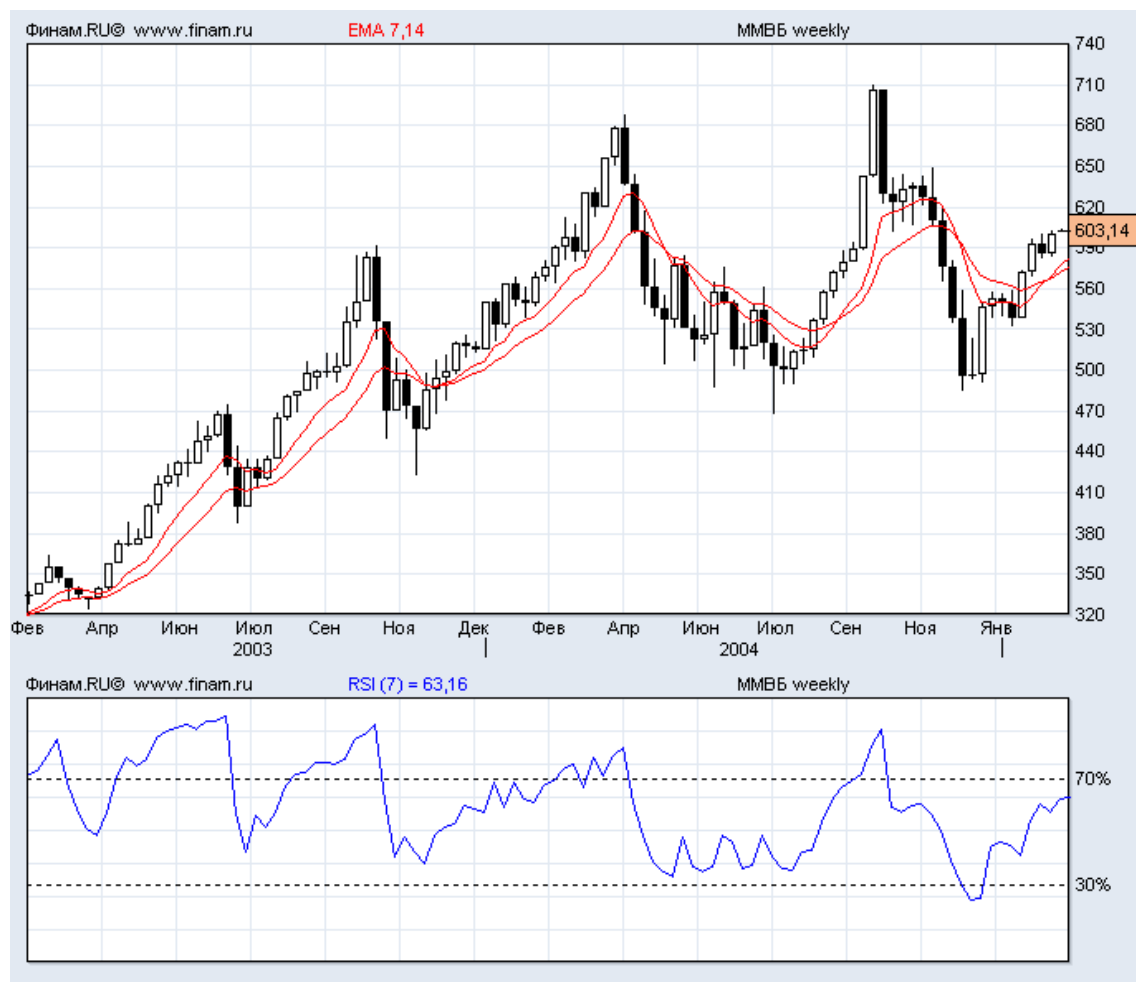


Рис. 2. Динамика индекса ММВБ

Аналитики имеют дело главным образом, как это принято рассматривать, с реальными, финансовыми (портфельными) инвестициями и инвестициями в нематериальные активы (программы, патенты, товарные знаки, топологию интегральных схем). Изолированное рассмотрение по отдельности этих инвестиций все чаще ставится неприемлемо. Например, в интеллектуальной недвижимости, которая осязаема, значительную часть рыночной стоимости составляют программное обеспечение и микропроцессоры. А без инвестиций в аппаратуру, будь это караоке или персональный компьютер, инвестиции в нематериальные активы, необходимые при функционировании всей такой системы, становятся бессмысленными.

В процессе анализа мы должны располагать максимально полной информацией о целевом назначении объекта своего исследования: проекте, портфеле ценных бумаг или инвестиционной деятельности в целом, чтобы рациональным образом выбрать или построить математическую модель и/или разработать информационную технологию, и это поможет воплотить в реальность анализируемый инвестиционный проект. Рациональное поведение становится таковым, когда имеется механизм генерации целей деятельности и средства

устойчивого воспроизведения целевого множества. Результаты целевых исследований и разработок могут иметь реализацию, как в виде программы, так и в аппаратной форме. Например, разработанная инвестиционная модель может быть воплощена интегральные схемы, которые имитируют поведение фондового рынка и его участников, а затем самообучаются на результатах такой имитации. Особую ценность представляют модели, реализованные в симбиозе программ и аппаратуры, а также обеспеченные дружественным или даже интеллектуальным интерфейсом. Таким образом, можно говорить об инвестиционном анализе как о целенаправленной деятельности для формирования облика перспективной при условии информированности о цели инвестора.

Следуя общей тенденции современного бизнеса, все чаще выбирающего основной своей целью увеличение стоимости компаний, разумно принять, что и деятельность современной аналитической компании, оказывающей услуги на рынке инвестиций, ориентирована на извлечение стабильного и все возрастающего дохода. Результат анализа позволяет часто за счет коммерческого тиражирования отчетов и рекомендаций осуществлять высокодоходный бизнес, а в некоторых случаях построить источник инвестирования самой аналитической деятельности.

На рис. 3 представлены возможные составляющие инвестиционной деятельности. Инвестиционный анализ является одним из инструментов инвестиционного проектирования. В сложных проектах совместно используются методы оценки и оптимизации эффективности для реальных, портфельных инвестиций, а также для инвестиций в нематериальные активы.

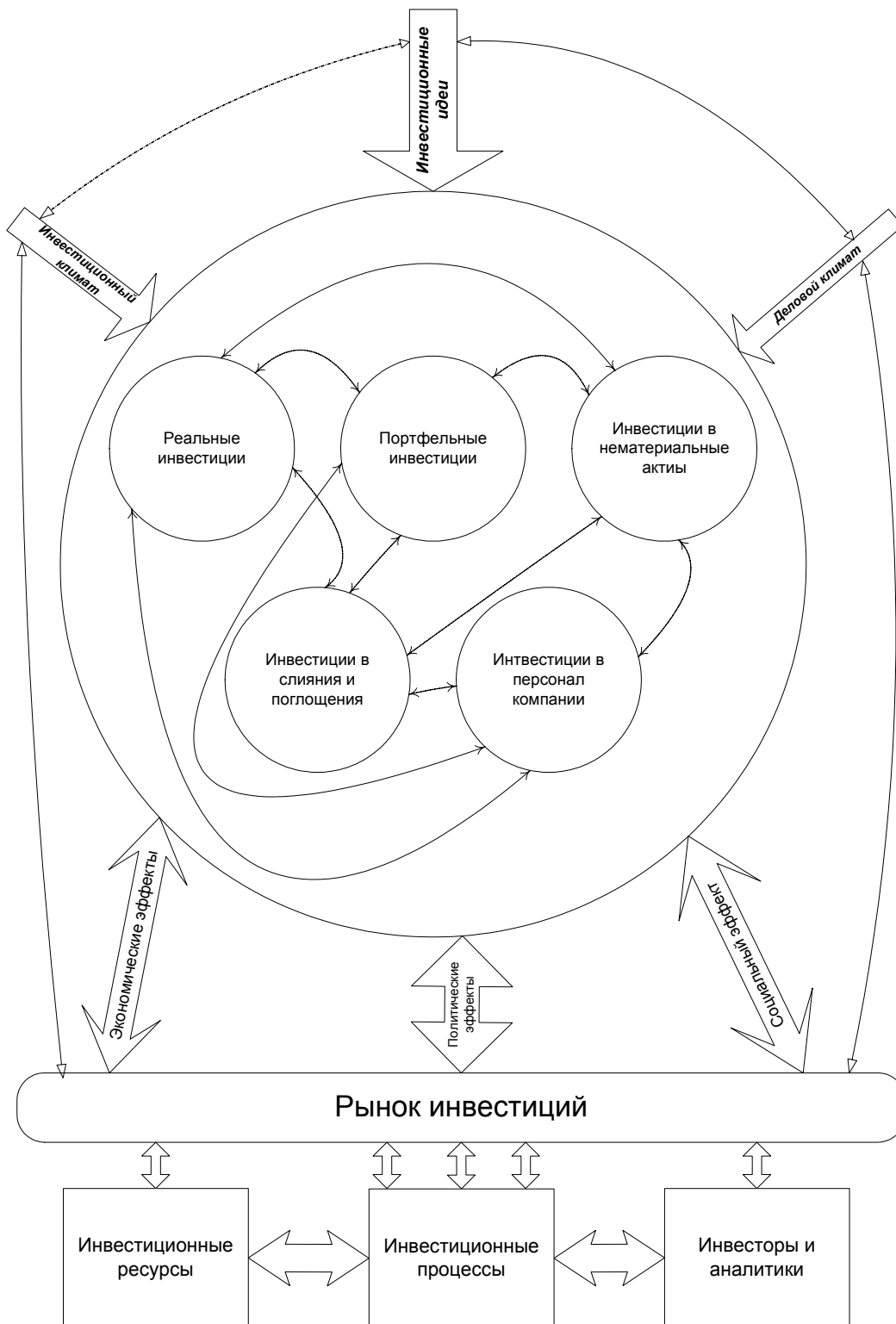


Рис. 3

Компоненты этой схемы могут быть декомпозированы в зависимости от конкретных инвестиционных целей. Каждый из элементов большого круга может иметь свое целевое назначение. Аналитики должны начинать свое исследование, отправляясь от возможного предназначения инвестиций и выбрать возможные или сгенерировать новые инвестиционные решения. Так для реальных

инвестиций примерами могут служить цели и решения, приведенные в табл. 1 следующие

Таблица 1

Элементарные цели реальных инвестиций

№ п.п.	Целевое назначение инвестиций	Возможное инвестиционное решение
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 крупной международной организации	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

К выше приведенной таблице можно сделать следующие принципиальное замечание. Инвесторы способны воздействовать на рынок инвестиций и инвестиционные процессы, формируя денежные и материальные потоки, а также давая оценки рыночной ситуации.

Аналогичные элементарные цели могут быть перечислены и для других инвестиций. Например, для инвестиций в слияния и поглощения могут быть приняты следующие цели:

- Выстраивание единых технологических цепочек;
- Расширение доступа к источникам сырья и комплектующих деталей или узлов изделия;
- Снижение издержек производства.

Здесь мы видим, что в такие инвестиции, возможно, встраиваются вышеперечисленные цели или они наследуются, т.е. инвестиции становятся сложными.

Обозначенные связи между инвестиционными составляющими являются возможными и создаются в результате инвестиционного анализа сложного инвестирования.

Схема рис 3. показывает, что инвестиционные аналитики должны исследовать выстраиваемые последовательно-параллельные схемы или ориентированные графы, в вершинах которых располагаются инвестиции разного вида. Такие построения следуют основному принципу: создавать инвестиционные модели, ориентированные на оптимизацию интегрального инвестиционного эффекта.

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. Такие проекты реализуются в области финансов, производстве и НИОКР. 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.4. Для формирования этого портфеля необходимо проводить несколько циклов анализа и синтеза, последовательно повторяя аналитические и синтетические процедуры. Заметим, что в такой структуре возможно присутствие вложенных портфелей и наборов идентичных портфелей.

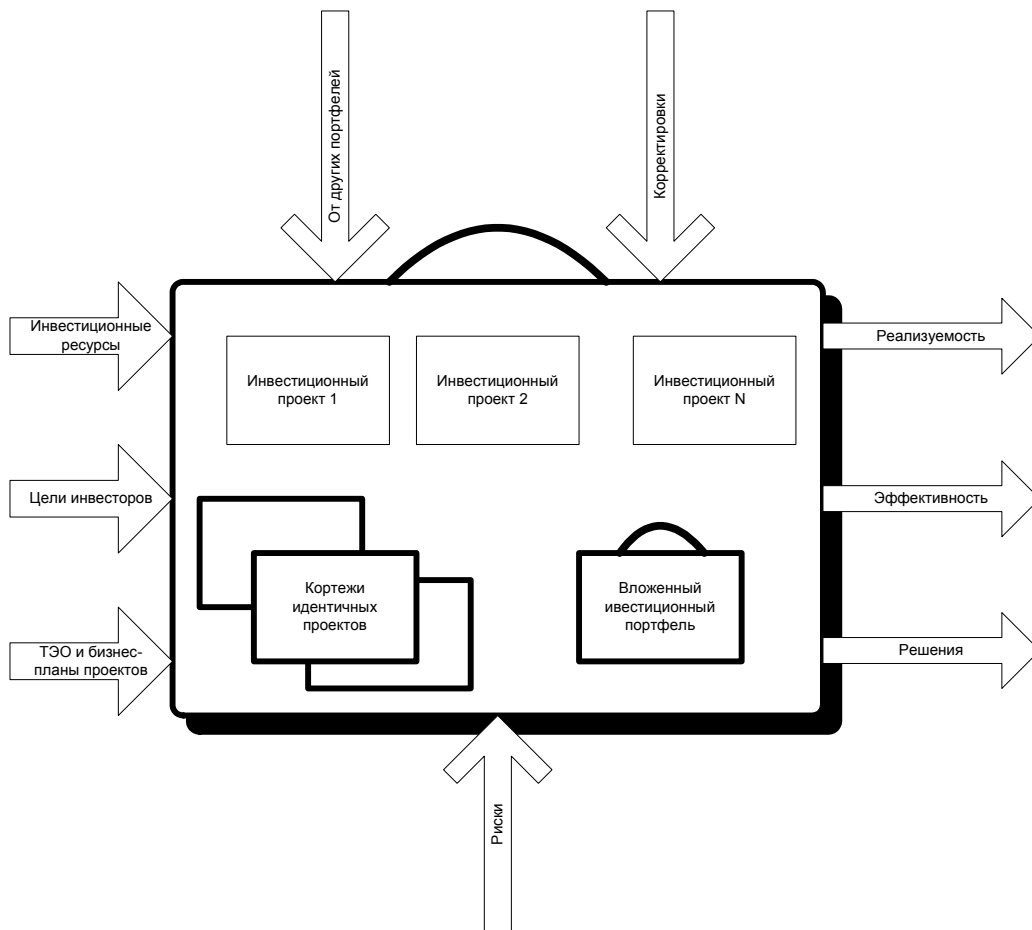


Рис. 4. Инвестиционный портфель

Конечно, для целенаправленного исследования используются 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 структура инвестиционного портфеля должна давать возможность исследовать взаимодействие с другими инвестиционными портфелями, а также позволять контролировать рост сложности модели, чтобы учесть особенности конкурентного противоборства на рынке инвестиций.

Если рассматривать процесс инвестиционного анализа как преобразование информации некоторой системой инвестиционного проектирования, преобразующей информацию, то для этой системы характерна возможность доработок самой системы. (см. рис. 5)

В системе инвестиционного анализа выделяются организационные, программные и технические средства. Во время доработок системы имеется принципиальная особенность: некоторые

дефекты являются неустранимыми, что объясняется наличием барьеров технологического и функционального характера. Например, используемые аналитиками программы неизбежно имеют ошибки, которые устранить за время разработки проекта не удастся.

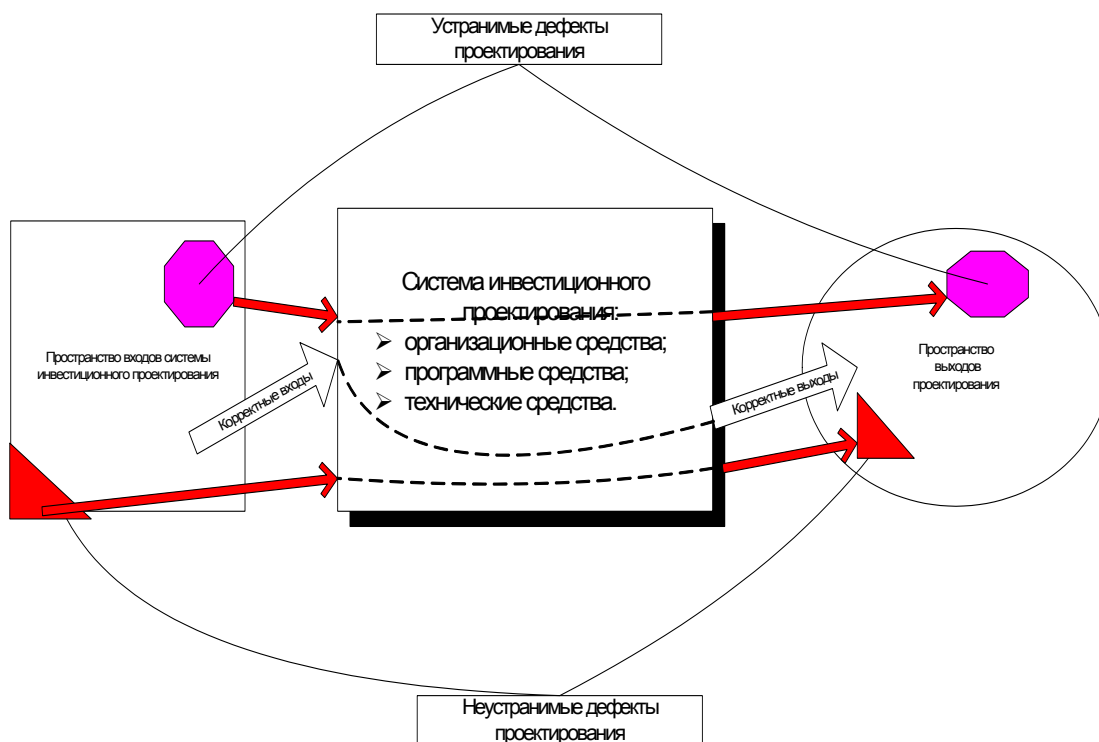


Рис. 5

1.2. Системный, объектно-ориентированный и расчетно-экспериментальный подходы

Системный подход рассматривает инвестиционный портфель или 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. Например, элементами могут служить отдельные ценные бумаги, а взаимосвязи носить логический или вероятностный характер. Управляющие эффективные воздействия и структурированные решения в системном подходе формируются в соответствии с критериями оптимальности и ограничениями, которые представляют интересы субъектов инвестиций. Откликами таких систем являются эффекты экономического, социального или политического характера. В системном подходе, как правило, присутствует некоторое целевое множество и возможность оказывать воздействие на систему, чтобы перевести ее в это множество.

Из элементарных целей может быть построена сложная цель в виде ориентированного графа или дерева целей. В современном бизнесе сложная цель во многих случаях соответствует целенаправленному увеличению стоимости компании.

Объектно-ориентированный подход позволяет распространять отработанные логические и математические конструкции для решения аналогичных задач. Действительно, аналогичные инвестиционные процессы должны, как это подсказывает опыт исследований, представляться близкими по виду математическими соотношениями. 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, снижает риск внесения в проект ошибок.

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 анализ и синтез сложных моделей, а затем и экспериментальную проверку с возможной последующей модификацией используемой 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. Компьютерные эксперименты в инвестиционном анализе являются необходимой частью исследования, поскольку инвестиционные циклы невозможно повторить многократно при близких условиях.

1.3. Жизненные циклы инвестирования и анализа

Принято выделять этапы инвестирования. Портфель ценных бумаг проходит следующие этапы своего жизненного цикла, которые могут дальше повторяться:

1. Формирование инвестиционной политики. Здесь определяются цели, объемы и сроки инвестирования.
2. Анализ рынка ценных бумаг. На этом этапе формируется список ценных бумаг, которые возможно будут включены в портфель.

3. Поиск эффективного портфеля, имеющего минимальный риск для требуемой доходности.

4. Пересмотр портфеля, осуществляемый в случаях появления новых высокоэффективных финансовых инструментов или проявления ошибок, предыдущих этапов.

5. Сравнительная оценка результатов инвестирования, проводимая путем сопоставления достигнутой доходности портфеля с доходностью портфелей крупных и успешных инвесторов.

На каждом из этих этапов используются методы и модели инвестиционного анализа.

В реальном инвестировании также имеются свои жизненные циклы. Здесь обычно рассматривают следующие фазы:

I. Предынвестиционную, на которой проводится технико-экономическое обоснование проекта и разрабатывается программа его реализации (бизнес-план). Для этого оцениваются критерии экономической эффективности, а также риск инвестирования.

II. Инвестиционную, на которой создаются и/или приобретаются необходимые реальные активы.

III. Операционную, на которой осуществляется производство и реализация товаров.

IV. Ликвидационную, на которой после прекращения производства осуществляются возможные демонтаж, продажа и утилизация, утративших свою экономическую полезность реальных активов.

V. Окончательная оценка, на которой обобщается опыт инвестиционного проекта.

Все эти фазы могут потребовать использования участия инвестиционных аналитиков, но главное их участие, во многом определяющее успех проекта, проявляется на первой и пятой фазах.

В свою очередь сама аналитическая деятельность проходит свой цикл, включающий в себя:

A. Построение модели или ее выбор из уже существующих неоднократно и успешно использованных моделей.

B. Идентификацию построенной модели на основе фактических данных или результатов компьютерного моделирования.

C. Проверку идентифицированной модели для ранее осуществленных инвестиций.

D. Практическое применение проверенной модели для оценки, обоснования инвестиционных решений, оптимизации портфелей или проектов.

E. Теоретические обобщения, извлечение новых правил, а возможно, и фактов.

Признаком настоящей модели является возможность использование ее самой или ее результатов в других моделях. Кроме того, модели полезны для хранения в агрегированном виде накопленных знаний и фактов.

1.4. Инвестиционные парадигмы

Под парадигмой здесь понимается совокупность моделей, правил и фактов, которые обеспечивают саморазвитие научной теории. Знание отличается от набора фактов тем, что оно постоянно генерирует проблемы и находит пути для их решения. В инвестиционном анализе генерация проблемы осуществляется в результате взаимодействия жизненных циклов рассмотренных выше.

В прошлом веке инвестиционные парадигмы проходили длинный путь до своего вхождения в финансовую деятельность.

Теория Ч. Доу, заложившая основу технического анализа, примерно через тридцать подтвердила свою практическую значимость, предсказав кризис на фондовом рынке США в 1929 году.

Научно обоснованный поиск эффективного портфеля, предложенный Г. Марковицем в 1952 г., стал широко использоваться только в семидесятые годы.

Следует выделить исключение: инвестиционная деятельность Дж. Сороса развивалась параллельно с его теоретическими разработками и их экспериментальной проверкой, подтвердив многократно возможность инвестиционных аналитиков своими оценками и решениями воздействовать на рыночную экономику и общественное сознание.

Б.Гейтса и Дж.Сороса, как успешных инвесторов, объединяет признание неизбежности возможных ошибок инвестирования, что делает работу над этими ошибками и их предотвращение в один из источников богатства.

Поскольку в современной экономике исключается искусственное навязывание инвестиционных парадигм, следует считать движение цен, изменения доходности и риска инвестиций результатами проявления самых разных научных и возможно противоречащих друг другу теоретических построений.

В современном инвестиционном деле это, в частности, приводит к необходимости исследовать взаимодействующие денежные потоки.

Рассмотрим примеры.

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, связывающего будущую денежную сумму FV с настоящей инвестируемой суммой PV для процентной ставки r ,

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

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 для некоторой составляющей богатства возможно через некоторое число периодов времени станет отличной от нуля величиной, если имеются составляющие вектора настоящей суммы отличные от нуля.

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 является коммутативным. В естественных науках операторы обладают свойством коммутативности, если перестановка операторов не влияет на окончательный результат двух последовательно проведенных преобразований. Рассмотрим два варианта реинвестирования.

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

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

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 в инвестиционном анализе отражается необратимый характер социально-экономического времени.

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

Следующим ключом к развитию инвестиционной парадигмы является анализ в явном виде влияние на эффективность пределов экономического роста.

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 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.

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. Следует применить многомерный подход к представлению и исследованию денежных потоков, допуская их взаимодействие.

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. В частности снижение инфляции и риска, начиная с некоторого их уровня, делает некоторые ранее отвергнутые проекты эффективными. 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.

1.5. Информационные технологии

Для исследования удобно рассматривать информационные системы и технологии (ИС&Т) для инвестиционной деятельности (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.

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 компьютеризованный 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».

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.

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.

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 ЕС такие функции реализованы на сайте europages.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

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:

- a) Информационная поддержка перемещения инвестиционных ресурсов в пространстве и времени;
- b) Обеспечение информационной безопасности инвестирования;
- c) Информационная поддержка инвестиционных решений;
- d) Интеграция ресурсов инвесторов;
- e) Обучение инвестиционной деятельности;

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

f) Стимулирование инвесторов.

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.

Тема 2. Экономико-математическое моделирование в инвестиционном анализе

2.1. Эффективный портфель инвестиционных проектов

Когда в качестве критерия риска используется дисперсия дохода портфеля инвестиционных проектов, аналитики 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 поправками, учитывающими эффекты парного взаимодействия двух проектов, претендующими на место в инвестиционном портфеле. Тогда целевая функция примет следующий вид

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

где

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

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

\bar{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

$$\sum_{k=1}^N IC_k \cdot y_k - \sum_{\substack{k,j \\ k \neq j}}^N \delta_{kj} IC_{kj} \cdot y_k \cdot y_j \leq IC_{\Sigma}, \quad (2)$$

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

$$\sum_{k=1}^N \sigma_k^2 \cdot y_k + 2 \cdot \sum_{\substack{k,j \\ k \neq j}}^N \rho_{jk} \cdot \sigma_k \cdot \sigma_j \cdot y_k \cdot y_j \leq \sigma_\Sigma^2, \quad (3)$$

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. Тогда должно
выполняться условие

$$y_l = y_m \quad (4)$$

2) Взаимно исключающие проекты.

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

$$y_l + y_m \leq 1. \quad (5)$$

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:

$$y_n \leq y_m, \tag{6}$$

$$y_m \leq y_l.$$

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:

$$\max_{\mathbf{z}} (NPV_n^{opt} \cdot z_1 + NPV_m^{opt} \cdot z_2 + NPV_n^{opt} \cdot z_3), \tag{7}$$

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.

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

2.2. Оптимизация инвестиционного портфеля (три вида активов)

Исследуем критерии доходности и риска инвестиционного портфеля, используя возможности среды MathCAD.

Активы имеют следующие показатели доходности (%)

$$R1 := 15 \quad R2 := 20 \quad R3 := 25$$

и риска (стандартные отклонения доходности в %)

$$\sigma_1 := 10 \quad \sigma_2 := 15 \quad \sigma_3 := 20$$

Активы имеют между собой следующие статистически взаимосвязи, заданные коэффициентами корреляции,

$$\rho_{12} := -0.5 \quad \rho_{23} := -0.3 \quad \rho_{13} := 0.1$$

Инвестор предъявляет к доходности портфеля следующее требование (%)

$$ER := 21$$

Начальное приближение для переменных x и y

$$x := 0.1 \quad y := 0.1$$

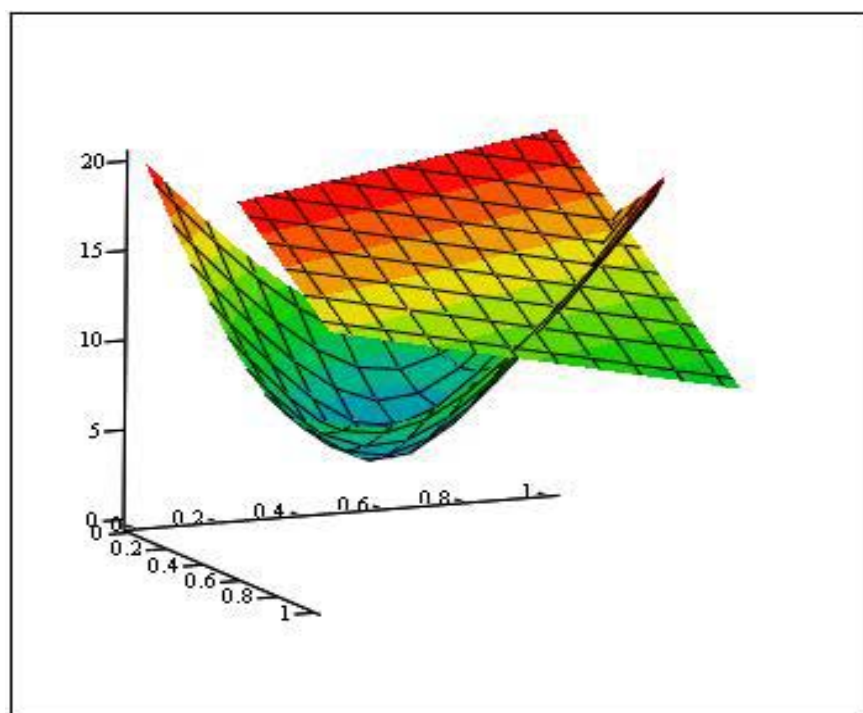
Следующий этап состоит в определении функций риска и доходности инвестиционного портфеля. Эти функции и их трехмерное представление даны на следующем графике. Отметим, что оптимальное решение находится на пересечении выпуклой вниз поверхности и

плоскости. Функции риска в среде MathCad могут быть заданы следующим образом

$$\sigma_p(x,y) := \sqrt{\sigma_1^2 \cdot x^2 + \sigma_2^2 \cdot y^2 + \sigma_3^2 \cdot [1 - (x + y)]^2 + 2 \cdot \rho_{12} \cdot x \cdot \sigma_1 \cdot \sigma_2 \cdot y + 2 \cdot \rho_{23} \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_2 \cdot y \cdot (1 - x - y) + 2 \cdot \rho_{13} \cdot \sigma_3 \cdot \sigma_1 \cdot x \cdot (1 - x - y)}$$

$$\text{Profp}(x,y) := R_1 \cdot x + R_2 \cdot y + R_3 \cdot (1 - x - y)$$

Тогда трехмерное графическое представление доходности и риска в зависимости от долей инвестируемых средств в первый и второй активы имеет следующий вид.



σ_p, Profp

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

$$\text{Risk} := \sigma p(x, y)$$

$$\text{Risk} = 8.081$$

Доходность оптимального портфеля удовлетворяет требованию инвестора

$$R_p := R_1 \cdot x + R_2 \cdot y + R_3 \cdot (1 - x - y)$$

$$R_p = 21$$

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:

$$\text{Sumx} := x \cdot \text{Sum}$$

$$\text{Sumy} := y \cdot \text{Sum}$$

$$\text{Sumz} := z \cdot \text{Sum}$$

$$\text{Sumx} = 177143$$

$$\text{Sumy} = 445714$$

$$\text{Sumz} = 377143$$

2.3. Оптимизация инвестиционного портфеля по методу Марковица (общий случай)

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:

$$P := \begin{pmatrix} 1 & 0.1 & -0.5 & 0 & -0.3 & 0.1 \\ 0.1 & 1 & 0.2 & -0.25 & 0 & 0.25 \\ -0.5 & 0.2 & 1 & -0.6 & 0 & -0.2 \\ 0 & -0.25 & -0.6 & 1 & 0.3 & -0.4 \\ -0.3 & 0 & 0 & 0.3 & 1 & 0.05 \\ 0.1 & 0.25 & -0.2 & -0.4 & 0.05 & 1 \end{pmatrix}$$

Для удобства матричных вычислений риска инвестиционного портфеля находится вспомогательный вектор v с компонентами, равными произведениям соответствующих стандартных отклонений на доли инвестирования в составляющие портфеля.

$$\text{Vecpr}(x) := \begin{cases} \text{count} \leftarrow 0 \\ \text{for count} \in 0..N-1 \\ v_{\text{count}} \leftarrow \sigma_{\text{count}} \cdot x_{\text{count}} \\ v \end{cases}$$

Для расчета вектора v

$$v(x) := \text{Vecpr}(x)$$

Этот вектор для исходного приближения имеет следующие значения

$$v(x) = \begin{pmatrix} 1.8 \\ 2.2 \\ 1.4 \\ 5.4 \\ 0.46 \\ 5.04 \end{pmatrix}$$

Доходность инвестиционного портфеля определяется процедурой расчета скалярного произведения для вектора доходности и вектора инвестиционных долей и является линейной функцией долей инвестирования.

$$\text{Profp}(x) := (R^T \cdot x)_0$$

Для исходного приближения доходность портфеля

$$\text{Profp}(x) = 17$$

Риск портфеля является квадратичной функцией вектора $v(x)$ с корреляционной матрицей доходности для его составляющих

$$\text{Riskp}(x) := (v(x))^T \cdot \rho \cdot v(x)_0$$

Для исходного приближения риск портфеля

$$\text{Riskp}(x) = 33.294$$

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

$$\text{Profp}(\text{Rez}) = 19$$

Тема 3. Исследование критериев эффективности инвестиций

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.

Тема 4. Анализ инвестиционной деятельности

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 риска 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:

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

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

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.

Тема 5. Анализ ограничений инвестирования

5.1. Анализ безубыточности

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).

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 :

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

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.

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.

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 **B**.

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.

5.2. Логистическое дисконтирование

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.

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

где

$b = \frac{y_\infty}{y_0}$ - 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

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

где логистический оператор *logistC* для непрерывного времени определяется уравнением

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

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

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

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:

$$\mathbf{explC}(g, \alpha, t) = g + (1 - g) \cdot e^{-\alpha t}, \quad (11)$$

где $g = \frac{1}{b}$. Иначе

$$\mathbf{logistC}^{-1}(b, \alpha, t) = \mathbf{explC}(b^{-1}, \alpha, t) \quad (12)$$

Аналогично для дискретного представления времени получаем, что

$$\mathbf{explD}(g, r, t) = g + (1 - g) \cdot (1+r)^{-t}, \quad (13)$$

следовательно,

$$\mathbf{logistD}^{-1}(b, r, t) = \mathbf{explD}(b^{-1}, r, t). \quad (14)$$

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.

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:

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

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.

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.

Тема 6. Многомерный инвестиционный анализ

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.

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 являются одномерными векторные уравнения должны давать известные уравнения.

Практическое применение этих моделей следует поддержать процедурами принятия и оптимизации инвестиционных решений.

6.1. Многомерное дисконтирование

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.

Принципиальным здесь является упрощающее допущение о линейности приращения вектора за один временной период, что

приводит к степенной зависимости для t целых периодов времени. Конечно, это упрощение должно быть далее модифицировано в связи с тем, что реальный экономический рост, как правило, отстает от степенного роста.

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

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, а недиагональные элементы этой матрицы позволяют учесть взаимодействие составляющих. Допустим, что матрица $\mathbf{I} + \mathbf{R}$ обратима, тогда наличие прогноза вектора будущей суммы позволяет найти настоящее значение этого вектора.

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

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 .

Заметим, что в качестве продолжительности инвестиционного цикла может быть принята максимальная продолжительность инвестиционного цикла из всех составляющих многомерного инвестиционного процесса.

6.3. Постоянный поток реальных денег

Пусть выполняются следующие условия:

$$\begin{aligned} \text{NCF}_t &= \text{NCF} = \text{Const} \\ t &= 1, \dots, \tau \end{aligned}$$

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.

6.4. Асимптотические оценки вектора NPV

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

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

6.5. Принятие инвестиционных решений по вектору NPV

Пусть размерность вектора потока реальных денег равна n , что соответствует инвестиционному процессу сопутствующему параллельной реализации n инвестиционных проектов. Тогда общий инвестиционный эффект, с учетом замечания раздела 2, может быть оценен суммой всех его составляющих, если все составляющие многомерного инвестиционного процесса представляют интересы единого собственника. Разумно определить суммарный чистый дисконтированный доход 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 характеризуем чистым дисконтированным доходом, то критерий (9) переходит в следующий

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

Тогда инвестиционное решение по критериям (9) и (10) следует 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

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

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.

6.6. 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.

6.7. Постоянный поток реальных денег

Воспользуемся основными соотношениями раздела 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.

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

6.8. 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 оценок внутренних норм доходности инвестиционных процессов без учета взаимодействия, а для оценки элементов, учитывающих инвестиционное взаимодействие, при $n > 2$ требуется использовать статистический или феноменологический подход.

6.9. 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{Q} . Тогда обозначим вектор дисконтированного инвестиционного потока следующим образом

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

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 значений 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.

6.10. 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)

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

6.11. Инвестиционные взаимодействия в условиях ограничений будущего роста

Во многих приложениях удается осуществить снижение затрат, когда несколько инвестиционных проектов используют в качестве своих зданий и сооружений общие здания и сооружения. Иногда несколько проектов привлекают общие источники Финансирования. Что дает определенную экономию, поскольку снижается стоимость используемого капитала. Наконец, на операционных фазах проектов реализуемые товары одних проектов способны увеличивать объемы продаж других проектов. Наконец, если инвесторы рациональны и последовательны, то они обмениваются информацией о причинах, проявлениях и последствиях ошибок инвестиционного анализа и проектирования, что дает возможность в будущем сокращать потери ресурсов будущих проектов.

Уже отмечалось, что инвестиционные аналитики своими оценками и рекомендациями инвестиционных решений способны изменять саму ситуацию рыночной экономики. Эти навигаторы немного виртуальны, но в ситуациях близким к критическим их влияние на инвестиционный климат чрезвычайно сильно.

Следующий шаг к адекватному представлению в проектировании экономической реальности, конечно, состоит в разработке процедуры многомерного логистического дисконтирования для построения адекватных критериев экономической 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:

$$Y(t) = (I + (B - I) \cdot (I + R)^{-t})^{-1} B, \quad (22)$$

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

$$FVL(t) = (I + (B - I) \cdot (I + R)^{-t})^{-1} B \cdot PVL, \quad (23)$$

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:

$$FVL_{\infty} = B \cdot PVL$$

Допустим, что матрица пределов роста обратима, тогда уравнение (23) 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

$$\mathbf{PVL} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{FVL} + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{FVL}, \quad (24)$$

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

$$e^{\mathbf{A}} = \mathbf{I} + \mathbf{R}, \quad (25)$$

относительно матрицы \mathbf{A} .
Матричная экспонента $e^{-t\mathbf{A}}$ определяется следующим разложением в ряд:

$$e^{t\mathbf{A}} = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(t\mathbf{A})^k}{k!}, \quad (26)$$

а для вычисления матричного логарифма в соответствии с уравнением (25) 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

$$\mathbf{FVL}(t) = (\mathbf{I} + (\mathbf{B} - \mathbf{I}) \cdot e^{-t\mathbf{A}})^{-1} \mathbf{B} \cdot \mathbf{PVL}, \quad (27)$$

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

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{FVL}(t) = \mathbf{B} \cdot \mathbf{PV}. \quad (28)$$

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

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

$$\mathbf{PVL}_t = \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{FVL}_t + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot e^{-t\mathbf{A}} \cdot \mathbf{FVL}_t, \quad (29)$$

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

6.12. 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

$$\mathbf{NPVL} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \sum_{t=0}^{\tau} \mathbf{NCF}_t + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{R})^{-t} \mathbf{NCF}_t. \quad (30)$$

Если определить вектор чистого дохода многомерного инвестиционного потока

$$\mathbf{NCF}_{\Sigma} = \sum_{t=0}^{\tau} \mathbf{NCF}_t. \quad (31)$$

и вектор чистого дисконтированного дохода

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

то уравнение (30) представляется в наглядной форме

$$\mathbf{NPVL} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \mathbf{NCF}_{\Sigma} + (\mathbf{I} - \mathbf{B}^{-1}) \cdot \mathbf{NPV}. \quad (32)$$

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

6.13. 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

$$\sum_{t=0}^{\tau} \mathbf{NCF}_t = -(\mathbf{B} - \mathbf{I}) \cdot \sum_{t=0}^{\tau} (\mathbf{I} + \mathbf{IRRL})^{-t} \cdot \mathbf{NCF}_t. \quad (33)$$

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 (33) относительно элементов матрицы, лежащих вне главной диагонали.

6.14. 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 (27), после упрощающих преобразований и с учетом допущения о том, что взаимное влияние пределов роста незначительно, получаем

$$\begin{cases} FVL_1(t) \cong \varphi_1(t)PVL_1 + b_{12} \frac{\varphi_1(t)\varphi_2(t)(1 - e^{-a_{22}t})}{b_1 b_2} PVL_2, \\ FVL_2(t) \cong \varphi_2(t)PVL_2 + b_{21} \frac{\varphi_1(t)\varphi_2(t)(1 - e^{-a_{11}t})}{b_1 b_2} PVL_1 \end{cases} \quad (34)$$

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

$$\begin{cases} FVL_{1\infty} \cong b_{11}PVL_1 + b_{12}PVL_2, \\ FVL_{2\infty} \cong b_{21}PVL_1 + b_{22}PVL_2. \end{cases} \quad (35)$$

Воспользуемся уравнением (29) 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,

$$\begin{aligned} PVL_1 &= \text{explC}(b_{11}^{-1}, a_{11}, t) \cdot FVL_1 - \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} (1 - e^{-a_{11}t}) \cdot FVL_2 \\ PVL_2 &= -\frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} (1 - e^{-a_{22}t}) \cdot FVL_2 + \text{explC}(b_{22}^{-1}, a_{22}, t) \cdot FVL_2, \end{aligned} \quad (36)$$

где функции $explC$, $explD$ соответствуют определениям.

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

$$\begin{aligned} PVL_1 &= explD(b_{11}^{-1}, r_{11}, t) \cdot FVL_1 - \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[1 - \frac{1}{(1+r_{11})^t} \right] \cdot FVL_2 \\ PVL_2 &= -\frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[1 - \frac{1}{(1+r_{22})^t} \right] \cdot FVL_2 + explD(b_{22}^{-1}, r_{22}, t) \cdot FVL_2, \end{aligned} \quad (37)$$

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

$$\begin{aligned} NPVL_1 &= NPVL_{01} - \frac{b_{21}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[NCF_{\Sigma}^{(2)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t}}{(1+r_{11})^t} \right] \\ NPVL_2 &= NPVL_{02} - \frac{b_{12}}{b_{11} \cdot b_{22}} \left[NCF_{\Sigma}^{(1)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t}}{(1+r_{22})^t} \right], \end{aligned} \quad (38)$$

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 .

6.15. *IRRL для двух инвестиционных проектов*

Считая матрицу темпов роста диагональной, а эффект взаимного влияния пределов роста незначительным, воспользуемся уравнением (29) для определения элементов диагональной матрицы, которая задает внутреннюю норму доходности.

$$\begin{aligned} NCF_{\Sigma}^{(1)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t}}{(1+IRLL_{11})^t} &= \beta_2 \left[NCF_{\Sigma}^{(2)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t}}{(1+IRLL_{11})^t} \right] \\ NCF_{\Sigma}^{(2)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t}}{(1+IRLL_{22})^t} &= \beta_1 \left[NCF_{\Sigma}^{(1)} - \sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t}}{(1+IRLL_{22})^t} \right], \end{aligned} \quad (39)$$

где

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

После преобразований находим, что

$$\sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{1t} - \beta_2 \cdot NCF_{2t}}{(1 + IRL L_{11})^t} = NCF_{\Sigma}^{(1)} - \beta_2 NCF_{\Sigma}^{(2)}$$
$$\sum_{t=0}^{\tau} \frac{NCF_{2t} - \beta_1 \cdot NCF_{1t}}{(1 + IRL L_{22})^t} = NCF_{\Sigma}^{(2)} - \beta_1 NCF_{\Sigma}^{(1)}.$$
(40)

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.

Тема 7. Анализ инвестиционных рисков

7.1. Источники инвестиционных рисков

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:

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

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

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

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:

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

7.2. 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 *IRRP* и *PBPP*. Особенностью определения этих распределений является их представление в алгоритмической форме, поскольку возникает необходимость решать алгебраическое уравнение и неравенство соответственно.

7.3. 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.

7.4. 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.

Литература

Основная:

1. Шарп У., Александер Г., Бейли Дж. Инвестиции. М.:Инфра-М, 2002.
2. Аньшин В.М. Инвестиционный анализ. М. «Дело». 2000.
3. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций. М. “Дело” – 2002.
4. Маркарьян Э. Инвестиционный анализ. М. «Март», 2003.
5. Липсиц И. В, Коссов В Экономический анализ реальных инвестиций. М.: Экономистъ, 2003.
6. Максимова В.Ф. Реальные инвестиции. М. Изд-во МЭСИ, 2003.
7. Максимова В.Ф. Портфельные инвестиции. М. Изд-во МЭСИ, 2003.
8. Шабалин А.Н. Инвестиционное проектирование. М. Изд-во МЭСИ, 2003.
9. Мелкумов Я.С. Экономическая оценка эффективности инвестиций. М. ИКЦ “ДИС” - 1997.
10. Грачева М.В. Анализ проектных рисков. М. Финстатинформ. – 1999.
11. Бочаров В.В. Инвестиции. СПб.: Питер, 2003.
12. В.В.Ковалев Методы оценки инвестиционных проектов. М.: Финансы и статистика. 1999.

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. Сорос Дж. Алхимия финансов. М.ИНФРА-М. 1998.
4. Боди З.,Мертон Р. Финансы. М., СПТ, Киев: Из-ий дом «Вильямс», 2000.

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.