



ISSN 2072-8468

**ИННОВАЦИОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

<http://elibrary.miu.by/journals!/item.iot.html>

Шаститко, Д.В. Деловая игра «Двухэтапное формирование портфеля инвестиционных проектов в условиях риска» на основе имитационной модели. Часть 2. Анализ финансовых параметров проектов / Д.В. Шаститко // Инновационные образовательные технологии. – 2014. – № 4 (40). – С. 62–68.

УДК 65.012

## **ДЕЛОВАЯ ИГРА «ДВУХЭТАПНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПОРТФЕЛЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ РИСКА» НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЧАСТЬ 2. АНАЛИЗ ФИНАНСОВЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЕКТОВ**

Шаститко Д.В.<sup>а</sup>

### **Аннотация**

Разработана ситуационная деловая игра, посвященная формированию эффективного портфеля инвестиционных проектов путем двухэтапного анализа их характеристик на основе обработки результатов имитационной модели. В статье описывается второй этап деловой игры, посвященный анализу финансовых показателей инвестиционных проектов.

**Ключевые слова:** деловая игра, имитационное моделирование, неопределенность, экономический анализ, инвестиционные показатели, чистая приведенная стоимость, дюрация.

**Веб:** <http://elibrary.miu.by/journals!/item.iot/issue.40/article.11.html>

**Поступила в редакцию:** 30.06.2014

## **BUSINESS GAME «TWO-STEP FORMATION OF A PORTFOLIO OF INVESTMENT PROJECTS AT RISK» BASED ON THE SIMULATION MODEL PART 2. FINANCIAL PROJECTS ANALYSIS**

Shastitko D.V.<sup>a</sup>

### **Abstract**

A situational business game, dedicated forming an efficient portfolio of investment projects through a two-step analysis of their performance on the basis of processing the results of simulation models, is developed. This paper describes the second phase of the business game based on the analysis of financial indicators of investment projects.

**Keywords:** business game, simulation, uncertainty, economic analysis, financial indicators, net present value, duration.

**Веб:** <http://elibrary.miu.by/journals!/item.iot/issue.40/article.11.html>

**Received:** 30.06.2014

### **Введение**

Разработка инвестиционных программ в условиях неопределенности предполагает использование инструментов, позволяющих формализовать и описать эту неопределенность, тем самым включая ее в процесс принятия решения. Если на пер-

вой фазе инвестиционного анализа, описанной в предыдущей статье, критерии отбора имели, как правило, качественную природу, на второй анализируются стандартные финансовые количественные характеристики проектов. С одной стороны, это несколько упрощает задачу, переводя

<sup>а</sup>Шаститко Дмитрий Витальевич, преподаватель кафедры экономико-математических методов управления Академии управления при Президенте Республики Беларусь  
*Shastitko Dmitry Vitaljevich, lecturer of the department of economic and mathematical methods of management of the Academy of Public Administration Under the aegis of the President of the Republic of Belarus*  
[dimm5@tut.by](mailto:dimm5@tut.by)

ее из плоскости формального, но субъективного выбора в плоскость объективных решений, лучше поддающихся верификации. С другой стороны, неопределенность оценок финансовых показателей требует более тщательного исследования.

### Исходные данные

В деловой игре для учета неопределенности и риска используются технологии имитационного моделирования. В ходе игры проекты, которые прошли первую фазу отбора и считаются соответствующими целям управления, описываются финансовыми характеристиками. Исходными данными являются оценки денежных потоков поступлений от проектов в каждый из последующих периодов до некоторого горизонта планирования. В модельном примере период выбран равным 1 году, а горизонт планирования — 5 лет. Для анализа реальных проектов эти параметры следует выбирать, учитывая специфику проектов (ожидаемые сроки окупаемости и сроки жизни проекта, реальные интервалы денежных поступлений, особенности финансового учета и т.д.), а также адекватный механизм дисконтирования (учитывая капитализацию процентов и альтернативные эффективные процентные ставки).

Для построения денежного потока поступлений используются оценки потенциального спроса на товары, выпускаемые при реализации проектов. Исходны-

ми данными являются предполагаемое количество товара, реализуемого за каждый отчетный период (календарный год), и рыночная конкурентная цена. Все оценки приводятся в интервальной форме, описывая неопределенность будущей рыночной ситуации.

Интервальные оценки характеризуют случайные величины, которые будут участвовать в дальнейших расчетах. В используемой модели для простоты выбран равномерный закон распределения (соответствующий максимуму энтропии), однако на практике на основе экспертных интервалов можно получить любой закон распределения, приравняв их к соответствующим квантилям.

Примерная структура исходных данных представлена в таблице 1.

Следует отметить, что приведенная модель является достаточно упрощенной и на практике построение оценок денежных потоков является сложной задачей, требующей исследования структуры проекта и моделирования его характеристик. Однако предлагаемый модельный пример позволяет продемонстрировать методику построения интегральных характеристик, описывающих проекты и портфели и позволяющих их сравнивать.

Кроме потока поступлений каждый проект, естественно, характеризуется потоком вложений денежных средств, необходимых для его реализации. Для упрощения дальнейшего анализа первоначальные затраты

**Таблица 1 — Исходные данные для расчета финансовых показателей проектов с учетом неопределенности**

	Предполагаемый объем реализуемой продукции					Предполагаемая конкурентная цена	
	2014		2015		...	Минимальная цена (д.е.), $P_{min}$	Максимальная цена (д.е.), $P_{max}$
	Минимальное количество (шт.), $Q_{min}$	Максимальное количество (шт.), $Q_{max}$	$Q_{min}$	$Q_{max}$			
Проект 1	6200	6500	6400	...	...	8200	8400
Проект 2	8500	9000	8500	...	...	6500	6700
Проект 3	7000	7300	7300	...	...	6000	6200
...	...	...	...	...	...	...	...

**Таблица 2 — Первоначальные вложения инвестиционных проектов**

	Первоначальные вложения (д.е.), $I_0$
Проект 1	11 000 000
Проект 2	8 500 000
Проект 3	6 000 000
Проект 4	3 300 000
Проект 5	4 000 000
Проект 6	2 000 000
Проект 7	10 000 000
Проект 8	14 000 000

на проект принимаются детерминированными и предполагается, что инвестирование средств непосредственно совпадает с началом проектов (таблица 2).

При анализе реальных проектов данные допущения легко снимаются. Имитационную модель можно легко модифицировать, заменив детерминированные точечные оценки затрат на стохастические или интервальные, что позволит учесть неопределенность, связанную с процессом реализации проекта.

Кроме того, затраты проекта могут быть представлены в двух формах — в виде денежного потока либо в виде его приведенной стоимости. В первом случае для вычисления интегральных показателей поток затрат сразу вычитается из соответствующих величин потока поступлений, и в дальнейшем анализируется чистый денежный поток (как, например, в [1]). Во втором случае при помощи дисконтирования отток денежных средств приводится к начальному моменту времени (при этом получаем величину первоначальных вложений  $I_0$ , эквивалентную потоку затрат) и соотносится с приведенной стоимостью потока поступлений. Оба представления эквивалентны, и в описываемой модели для упрощения вычислений для описания затрат применяется второй подход.

На основе приведенных выше исходных данных можно получить основные финансовые характеристики инвестиционного проекта — чистую приведенную стоимость ( $NPV$ ), дисконтированный срок окупаемости ( $DPP$ ), внутреннюю норму доходности ( $IRR$ ) и индекс прибыльности ( $PI$ ), а также дюрацию ( $D$ ) как меру процентного риска проекта [2].

### Формирование портфелей

После знакомства с проблемной ситуацией и общего описания поставленной задачи игрокам предлагается сформировать свои альтернативные инвестиционные программы. Каждый из участников формирует три портфеля из предложенных проектов, основываясь на оценке денежных потоков поступлений и затрат. При этом общая сумма инвестирования в проекты портфеля не должна превышать бюджет игрока (в данной игре — 60 % средств, необходимых для реализации всех проектов).

Для иллюстрации случая неопределенности денежные потоки генерируются случайным образом в соответствии с заданными диапазонами параметров и представляются игрокам в графическом виде (рисунок 1а). При этом по запросу модель может генерировать новые имитации, а игрок наблюдает изменение денежных потоков в различных ситуациях.

Такая постановка задачи несколько искусственна (т.к. при реальном анализе проекты сравниваются уже по результатам работы модели), но позволяет внести в игру элемент интерактивности и конкуренции (сценарий предполагает оценку и сравнение выбора игроков), что усиливает вовлечение в игровую ситуацию и способствует усвоению учебной информации. Игрокам также предлагаются графики интегральных характеристик проектов, например чистой приведенной стоимости (рисунки 1б и 2).

Для модельного примера игроками были сформированы портфели проектов, приведенные в таблице 3.

По заданным денежным потокам проектов модель определяет финансовые характеристики портфелей (например, таблица 4).

Имитационное моделирование этих характеристик позволяет на основе анализа выбрать наилучший портфель.

### Имитационное моделирование инвестиционных характеристик портфелей

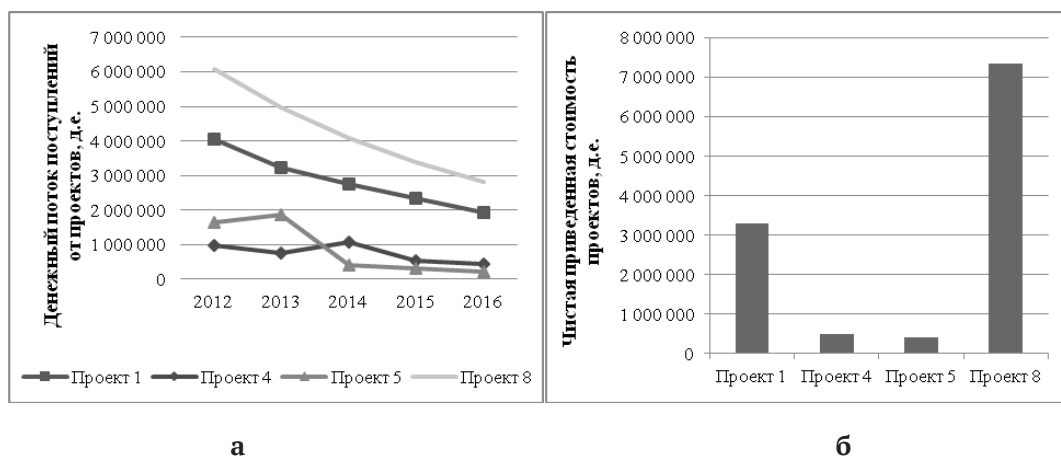
Данные, сгенерированные имитационной моделью, позволяют вычислить средние значения инвестиционных характеристик (рисунок 3).

При этом игрок сравнивает портфели по всем релевантным параметрам одновременно, что вносит элемент субъективности в принимаемые решения и стимулирует участников тщательнее анализировать сами показатели как критерии выбора. Например, часто, как в рассматриваемой ситуации, игроки сталкиваются с неоднозначностью выбора портфеля. По одному критерию — чистой приведенной стоимости — лидером является портфель 3, а по второму — индексу прибыльности — предпочтительнее портфель 1. Участник вынужден анализировать, что для него в данной ситуации важнее: получить больший чистый доход либо выбрать более высокую эффективность вложений.

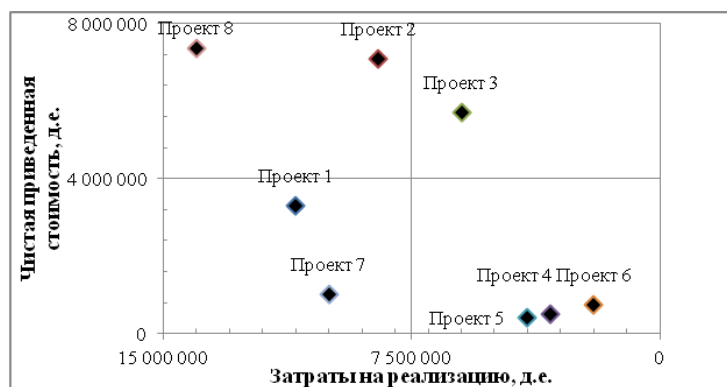
### Моделирование и учет рисков портфелей

Важной частью деловой игры является анализ рисков и степени влияния неопределенности на полученные результаты.

Так как для описания собственного риска портфеля (риск, связанный с изменением потоков платежей) все результирующие характеристики в модели представляются случайными величинами, нельзя рассматривать только их средние значения. Имитационная модель позволяет кроме среднего значения оценить характеристики разброса — размах, дисперсию. Но наиболее

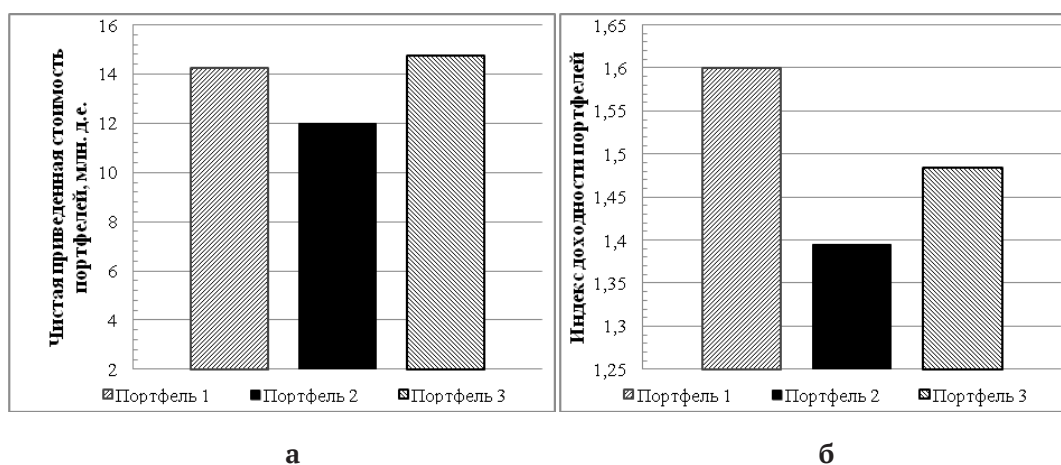


**Рисунок 1 – Денежные потоки (а) и чистая приведенная стоимость (б) одной имитации для некоторых проектов модельного примера**



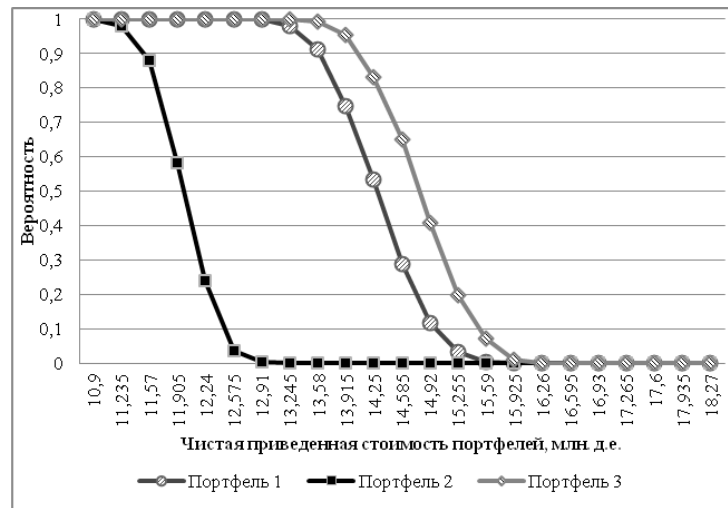
**Рисунок 2 – «Магический» квадрант соотношения чистой приведенной стоимости и затрат проектов модельного примера**

*Примечание* – График показывает наиболее выгодные проекты по соотношению «затраты – NPV». Так, проекты 1 и 7 попадают в область наихудших решений, а проект 3 – в область наилучших.



**Рисунок 3 – Чистая приведенная стоимость (а) и индекс доходности (б) портфелей модельного примера**

*Примечание* – Графики построены на основе 1000 имитаций.



**Рисунок 4 – Вероятность получить чистую приведенную стоимость не менее заданной величины ( $1 - F(x)$ )**

*Примечание* — График построен на основе 1000 имитаций.

полную информацию дают эмпирические функции распределения  $F(x)$ , полученные в результате имитационного эксперимента. Для параметров, которые необходимо максимизировать, для удобства строятся функции  $1 - F(x)$ , позволяющие определить вероятность того, что данная характеристика портфеля превысит некоторое заданное значение. Например, для модельного примера (рисунок 4) чистую приведенную стоимость на уровне 14,25 млн денежных единиц портфель 3 обеспечивает с вероятностью 0,85, портфель 1 — с вероятностью 0,52, а выбрав портфель 2, игрок ни при каких условиях не сможет получить такое значение.

При анализе графиков такого типа не всегда удается четко определить доминирование альтернативных стратегий (хотя

для приведенного примера портфель 3 явно лучше остальных портфелей по  $NPV$ ). В этом случае игрок может ориентироваться на средние показатели, наклон кривой или другие характеристики.

Для проектов, которые при некоторых условиях демонстрируют отрицательные результаты (например, при рассмотрении пессимистического сценария), строятся оценки риска портфеля в узком смысле, т.е. вероятности получить отрицательное значение чистой приведенной стоимости (значение  $F(NPV = 0)$ ).

В рамках игры для описания собственных рисков проектов применяется также сценарный подход. Ситуация рассматривается в трех возможных вариантах: «пессимистическом», «реалистическом», «оптимистическом». Каждый из них характери-

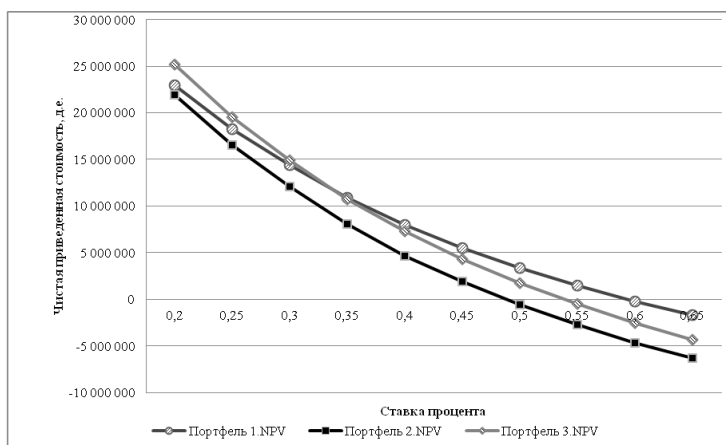
**Таблица 3 – Портфели проектов модельного примера**

Портфель 1	Портфель 2	Портфель 3
Проект 2	Проект 1	Проект 2
Проект 3	Проект 4	Проект 3
Проект 4	Проект 6	Проект 5
Проект 5	Проект 8	Проект 6
Проект 6		Проект 7

**Таблица 4 – Одна имитация для инвестиционных показателей портфелей**

	Приведенная стоимость доходов (д.е.), $PV$	Первоначальные вложения, (д.е.), $I_0$	Чистая приведенная стоимость, (д.е.), $NPV$	Индекс доходности, $PI$	Срок окупаемости (лет), $DPP$	Дюрация портфеля, (лет), $D$
Портфель 1	38 169 174	23 800 000	14 369 174	1,603 7	2,308 795	2,493 5
Портфель 2	41 686 055	30 300 000	11 386 055	1,375 8	3,088 487	2,611 2
Портфель 3	45 331 324	30 500 000	14 831 324	1,486 3	2,667 468	2,514 6

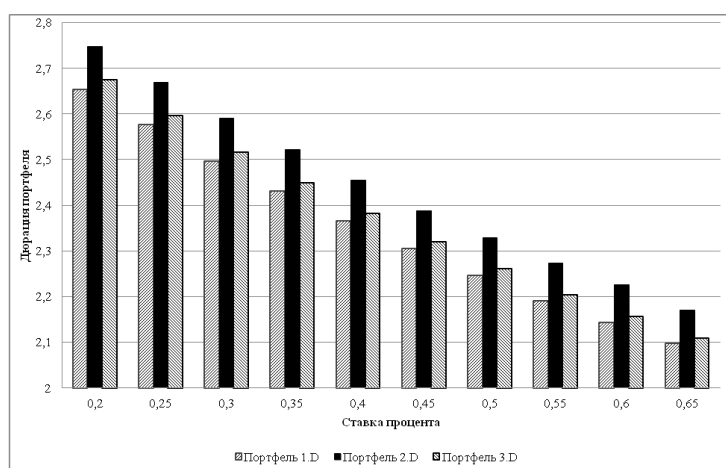




**Рисунок 5 — Зависимость чистой приведенной стоимости портфелей от процентной ставки**

*Примечание 1* — Точки графика построены по средним значениям  $NPV$ , определенным на основе 100 имитаций;

*Примечание 2* — График позволяет определить внутреннюю норму доходности портфеля по пересечению графика с горизонтальной осью.



**Рисунок 6 — Зависимость дюрации портфелей от процентной ставки**

зается различными исходными данными (значениями денежных потоков проектов). Участники рассматривают каждый из сценариев по отдельности, а затем делают окончательный выбор наилучшего портфеля.

Вторым важным фактором при принятии решения об инвестировании является процентный риск (риск, связанный с изменением рыночных процентных ставок  $r$ ). Общепринятым показателем, применяемым для его оценки, является внутренняя норма доходности  $IRR$ . Игрокам предлагается на основе графика  $NPV(r)$  определить этот показатель и сделать вывод об устойчивости портфеля (рисунок 5). Для примера наилучшие результаты дает портфель 1, обеспечивая  $IRR$  на уровне 0,6.

Процентный риск портфеля в финансовом анализе характеризуется также показателем дюрации  $D$  [2]. Она показывает

величину относительного изменения приведенной стоимости актива при изменении процентной ставки. Чем выше значение дюрации, тем выше процентный риск и тем круче кривая  $NPV(r)$ . Следует учитывать, что хотя  $D$  и учитывает структуру денежных потоков, она является мгновенной (для определенного  $r$ ) и линейной характеристикой, однако при сравнении портфелей соотношение дюраций при различных процентных ставках не меняется (рисунок 6).

Для модельного примера наилучшей характеристикой  $D$  обладает портфель 1, что соответствует более медленному снижению  $NPV(r)$  при росте  $r$  (рисунок 5), меньшей чувствительности к изменению процентных ставок и меньшему процентному риску.

Имитационная модель позволяет также смоделировать изменение процентной

ставки по заданному закону. При этом анализ и сравнение результатов базируются на построении эмпирических функций распределения и аналогичны сравнению параметров проектов с учетом собственных рисков, только к собственным рискам добавляется также процентный риск.

#### Подведение итогов игры

После проведения всех предусмотренных сценарием этапов анализа игрок должен выбрать наиболее эффективный с его точки зрения портфель, который будет конкурировать с портфелями других участников. При проведении игр такого типа предлагаются следующие варианты подведения итогов:

1. Сравнение на основании средней чистой приведенной стоимости. Это наиболее простой вариант определения победителя — игрока, который при ограниченном бюджете получил наилучший результат. При подсчетах следует также учитывать погрешность имитационных расчетов, т.к. у игроков, выбравших идентичные портфели, результат будет незначительно (в пределах долей процента) отличаться.

2. Сравнение на основании средней чистой приведенной стоимости для трех сценариев. Если игра предполагает рассмотрение нескольких сценариев, то подведение итогов требует проведения дополнительной групповой экспертизы. Каждый игрок определяет вероятности реализации каждого из сценариев (с учетом условия нормировки), которые усредняются для получения «объективных» вероятностей. Затем для каждого игрока строится линейный критерий, состоящий из суммы чистых приведенных стоимостей для трех сценариев, взвешенных на полученные вероятности. Участник, получивший максимальное значение критерия, объявляется победителем.

3. Сравнение на основании случайной чистой приведенной стоимости для трех сценариев. На основании оценки вероятностей реализации сценариев, полученных в результате экспертизы, описанной выше, генерируется значение дискретной случайной величины, показывающей, какой из сценариев «сработал». Результаты игроков сравниваются по чистой приведенной стоимости для этого сценария. Таким образом определяется «случайный» победитель, выигрыш которого определяется не только качеством расчетов, но и везением. Применение этого варианта в сочетании с другими позволяет снизить психологическое напряжение игроков.

#### Литература / References

1. Коссов, В.В. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В.В. Коссов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров. — М.: Экономика, 2000. — 421 с.  
Kossov, V.V. Metodicheskie rekomendacii po ocenke effektivnosti investicionnykh proectov / V.V. Kossov, V.N. Livshic, A.G. Shakhnazarov. — M.: Economica, 2000. — 421 p.
2. Мельников, А.В. Математические методы финансового анализа / А.В. Мельников, Н.В. Попова, В.С. Скормякова. — М.: Анкл, 2006. — 440 с.  
Melnikov, A.V. Matematicheskie metody finansovogo analiza / A.V. Melnikov, N.V. Popova, V.S. Skornjakova. — M.: Ankl, 2006. — 440 p.

4. Сравнение на основании комплексной оценки. Критерий сравнения результатов игроков может строиться на основе линейной свертки 4 основных инвестиционных показателей, важность которых определяется также на основе групповой экспертизы.

Кроме перечисленных на базе модели можно построить большое количество вариантов сравнения решений игроков в различных условиях, предполагающих изменение сценариев, процентной ставки или параметров проектов. Однако основной целью данного этапа является не только оценка итогов работы игроков. При подведении итогов преподаватель имеет возможность еще раз подчеркнуть основные положения и выводы, а также определить степень усвоения учебного материала.

#### Заключение

Описанная в данной работе деловая игра охватывает этап формирования инвестиционного портфеля проектов — от этапа формулирования и формализации требований и целей управления до детального экономического анализа инвестиционных характеристик портфеля в условиях неопределенности и риска. Описанные модели в сочетании с качественными экспертными оценками могут использоваться для анализа как игровых, так и реальных ситуаций с целью получения информации, позволяющей делать обоснованный выбор.

#### Выводы

1. Проекты в приведенной модели анализируются и сравниваются на основе экспертных оценок связанных с ними денежных потоков. Качество анализа существенно зависит от адекватности этих оценок.
2. Для оценки инвестиционных проектов и составленных из них портфелей применяются хорошо известные показатели —  $NPV$ ,  $PI$ ,  $IRR$ ,  $DPP$ , определяемые с учетом недостатка информации.
3. Для оценки собственных рисков проектов, связанных с изменениями денежных потоков, удобно использовать имитационное моделирование, заменяя детерминированные оценки денежных потоков случайными или интервальными, а затем анализируя эмпирические функции распределения релевантных параметров.
4. Более полно описать неопределенность и собственные риски проектов позволяет сценарный подход.
5. Для оценки процентных рисков можно использовать внутреннюю норму доходности и дюрацию портфеля.