

Б.Е. ЛУЖАНСКИЙ
д.т.н., профессор кафедры
«Экономика и менеджмент НИОКР»
Московского авиационного института

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ С УЧЕТОМ ПОГРЕШНОСТИ И НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ. ДОХОДНЫЙ ПОДХОД.

Оценка стоимости является одним из разделов эконометрики, изучающей конкретные количественные взаимосвязи экономических объектов и процессов. Любая методика оценки по существу является инструментом, предназначенным для измерения стоимости, и как любой измерительный инструмент, должна иметь характеристику точности в виде количественной оценки погрешности результатов измерения. Вопрос, с какой точностью определена стоимость в конкретном отчете, имеет не столько методическое, сколько практическое значение при рассмотрении гражданских и уголовных дел в судах, спорах при принятии результатов оценки заказчиками, уполномоченными органами власти и т.п.

Актуальность и большое практическое значение данного вопроса подтверждается прозвучавшем на VII Международном конгрессе оценщиков (Москва, 16-17 декабря 2004 г.) предложением председателя комитета Госдумы РФ о внесении в Закон об оценочной деятельности или Стандарты оценки требования обязательного указания в отчете не только стоимости, но ее погрешности (или диапазона). Целью этого нововведения является обеспечение контроля и повышение ответственности оценщиков при переходе к саморегулированию оценочной деятельности в России.

Несмотря на практическую значимость и актуальность проблема погрешностей оценки практически не рассматривается в учебниках, учебных пособиях и публикациях по оценке. На практике используется неписанное правило о допустимой погрешности оценки $\pm 20\%$, которое основано на ссылке на Налоговый кодекс РФ. В некоторых отчетах оценщики указывают погрешность, но без какого-либо количественного обоснования. Например, указывается диапазон допустимой погрешности $\pm 5\%$, хотя в расчетах используются субъективные экспертные оценки корректирующих коэффициентов (например, в пределах 0,3-0,5), которые явно приведут к погрешности не менее $\pm 25\%$.

В частности, при сравнительном подходе, как правило, используется не менее пяти корректирующих коэффициентов, которые выбираются оценщиком в довольно широких пределах изменения. Например, если оценщику известны полные и точные данные по продажам 4-х аналогов, но каждый из корректирующих коэффициентов будет определен со стандартной погрешностью 5%, то расчетное значение стандартной погрешности приведения стоимости каждого аналога к объекту составит 25%, а стандартная погрешность определения стоимости объекта по 4 аналогам – $25/2=12,5\%$. Это означает, что интервал ± 2 -х сигм, который обычно используется для характеристики погрешности, составит 25%.

Целью данной работы является сравнение погрешностей методов оценки с использованием анализа дисконтированных денежных потоков, а также разработка рекомендаций по учету погрешности и неопределенности исходной информации. Работа проводится на примере наиболее сложных случаев - оценки рыночной стоимости бизнеса или портфеля прав интеллектуальной собственности.

В соответствии со Стандартами оценки: «Рыночная стоимость - наиболее вероятная цена, по которой объект оценки может быть отчужден на открытом рынке в условиях конкуренции,....». Поэтому первым параметром, характеризующим погрешность, является отличие полученной рассматриваемым методом оценки от наиболее вероятного значения. Следующей, но не менее важным параметром является распределение вероятности оценки

стоимости при реальном изменении случайных и неопределенных факторов - исходной информации и внутренних параметров модели, значение которых определяется оценщиком.

Оценочная стоимость является сугубо расчетной категорией. Для расчета стоимости используется системный подход и математическое моделирование процессов, протекающих в реальных технических, экономических и организационных системах.

Проведенный анализ показал, что для целей данной работы наиболее целесообразно использовать имитационное моделирование бизнеса или отдельных бизнес-процессов (см. (1- 4)).

Имитационные системы позволяют изучать реальные процессы и явления во всей их сложности, не "втискивая" их в модели, удобные для применения тех или иных математических методов (например, методов линейного или выпуклого программирования).

Машинная имитация как средство анализа систем предназначена для того, чтобы помочь осуществить такие этапы исследования, как наблюдение системы, формулировку математической модели, прогнозирование поведения системы с помощью расчетов на модели и проведение экспериментов для проверки пригодности модели. Кроме того, имитация позволяет экспериментально исследовать сложные внутренние взаимодействия в рассматриваемой системе, изучать воздействие некоторых информационных изменений во внешней и внутренней среде, проанализировать воздействие новых ситуаций и таким образом подготовиться к будущему.

Имитационная система - это совокупность модели, имитирующей изучаемое явление и закодированное в ЭВМ, системы внешнего математического обеспечения и системы внутреннего математического обеспечения.

Имитационная модель - формализованное описание в ЭВМ изучаемого явления во всей его полноте, на грани нашего понимания.

Внешнее математическое обеспечение - совокупность упрощенных моделей явления (или отдельных его сторон) и методов анализа этих явлений. Оно призвано облегчить исследователю работу с имитационной моделью и ориентировать его при выборе тех или иных решений. Проверка этих решений на имитационной модели дает возможность совершенствовать внешнее математическое обеспечение.

Внутреннее математическое обеспечение - набор программ и устройств, реализующих эффективный диалог человека и машины.

На высшем уровне - в модели внешнего математического обеспечения система исследуется в целом. При этом используются наиболее простые модели оцениваемого объекта, которые получены, в частности, с помощью обработки результатов расчетов на большеразмерных имитационных моделях нижнего уровня. Количество варьируемых параметров для каждой из подсистем верхнего уровня весьма ограничено.

На нижнем уровне исследования проводятся для отдельных имитационных моделей подсистем, что значительно расширяет возможности увеличения размерности моделей, количества варьируемых параметров, полноты и адекватности описания моделируемых реальных процессов и систем. Модель имитационной системы построена по блочно-модульному принципу, который позволяет компоновать необходимую математическую модель, блоки исходной информации и программного обеспечения в зависимости от решаемой задачи.

В зависимости от поставленной задачи производится настройка модели по структуре, степени детализации имитационных моделей и соответствующих блоков на высшем уровне - в системе внешнего математического обеспечения.

Для целей данной работы использовалась имитационная динамическая модель системы реального бизнеса, аналогичная модели, описанной в работе (1).

В модели учитываются 20 летний период развития бизнеса от завершения ОКР до прекращения выпуска и эксплуатации определенного типа продукции.

Параметры модели классифицируются по следующим признакам:

- Тип переменной - управляемый вход, наблюдаемый вход, выход управляемый, выход возмущающий.
- Тип неопределенности – детерминированная величина, риск (стохастическая величина), стратегическая неопределенность, природная неопределенность, комбинированная или составная модель по нескольким параметрам с различными типами неопределенности (см. (5)).
- Тип распределения вероятности параметра – нормальный закон, равномерное распределение, заданное по результатам анализа или экспертной оценки произвольное распределение.
- Тип изменения по периодам – постоянная, постоянная средняя величина или интервал, переменная средняя величина или интервал.
- Дискретность – непрерывная или дискретная величина.

Основные выходы модели:

- Чистый денежный поток по годам.
- Дисконтированный денежный поток по годам.
- Настоящая стоимость денежных потоков (инвестиционного проекта) для одного имитационного эксперимента.
- Распределение настоящей стоимости инвестиционного проекта – стоимости объекта оценки.
- Математическое ожидание стоимости.
- Стандартная погрешность стоимости.
- Медиана стоимости.

Диапазоны изменения параметров в процессе имитационных экспериментов показаны в таблице 1.

Одним из важных этапов разработки имитационной модели для целей оценки стоимости и управления проектом является анализ чувствительности модели по основному параметру – настоящей стоимости дисконтированных денежных потоков.

В таблице 1 представлены результаты анализа чувствительности стоимости бизнеса (портфеля прав ИС) к изменению внешних и внутренних неопределенных факторов, а также частично управляемых входов. В последней колонке представлены данные по градиенту изменения стоимости по каждому из параметров, который служит мерой чувствительности, а также проставлены соответствующие ранги параметров.

Наибольшее влияние на стоимость (Градиент = 5) оказывает частично управляемый параметр – коммерческая стоимость продукции. Этому параметру присвоен Ранг 1. Следующим по влиянию (Градиент = -3,77, Ранг 2) является коэффициент дисконтирования, который отражает степень риска инвестиционного проекта. Затем следуют - Надежность продукции (Градиент = 2,33), прогноз количества реализованной продукции (Градиент = 2,14) и затраты на приобретение и эксплуатацию продукции (Градиент = - 2,13).

Коммерческая стоимость продукции определяется прогнозом ситуации на рынке (неопределенный фактор), ценовой политикой, качеством маркетинга (управляемые параметры).

Прогноз количества выпущенной и реализованной продукции (объема работ системы) в основном зависит от прогнозов платежеспособного спроса на продукцию или услуги оцениваемой системы (бизнеса), а также от конкурентоспособности оцениваемой системы (бизнеса) по себестоимости продукции (услуг), параметрам качества системы (в том числе - надежности), затрат на маркетинг и т.п.

Таблица 1.

Анализ чувствительности имитационной модели

Параметры	Размер - ность	Значение параметров			Настоящая стоимость, %		
		Базовое (среднее)	Минимум	Максимум	Минимум	Максимум	Градиент / Ранг
1	2	3	4	5	6	7	8
Неопределенные факторы							
Внешние:							
Темп инфляции (дол. США)	<u>% год.</u> , %	<u>2,4</u> 100	<u>0,8</u> 33	<u>4,0</u> 167	64	138	0,55/ 6
Коэффициент дисконтирования	<u>% год.</u> , %	<u>20</u> 100	<u>12</u> 60	<u>27</u> 135	311	28	-3,77/ 2
Прогноз количества продукции (всего):	%	100	68	127	51	177	2,14/ 4
Инвестиции	%	100	80	120	88	94	0,45/ 8
Затраты на НИОКР для завершения проекта	%	100	80	120	111	89	-0,55/ 7
- кредитная ставка (дол.)	<u>% год.</u> , %	<u>8</u> 100	<u>4</u> 50	<u>12</u> 150	103	82	-0,21/ 10
Внутренние:							
Затраты (переменные) на приобретение и эксплуатацию	%	100	80	120	155	40	-2,13/ 5
Надежность продукции	<u>%</u> %	<u>96</u> 100	<u>92</u> 96	<u>98</u> 102	87	101	2,33/ 3
Управляемые (частично) входы							
Коммерческая стоимость продукции	%	100	80	120	-0,001	200	5,00/ 1
Ставка налога на прибыль	% %	<u>24</u> 100	<u>4</u> 17	<u>14</u> 58	129	114	-0,35/ 8
Базовое (среднее) значение	% \$ млн.				100 53,69		

Наиболее вероятный, пессимистический и оптимистические сценарии изменения прогнозов количества реализованной продукции показаны на рис. 1 .

Коэффициент дисконтирования определяется многими факторами

Оценка коэффициента дисконтирования при реализации доходного подхода основывается на представленных Заказчиком и разработчиком системы собственных результатах, данных бизнес-планов и ТЭО, а также данных исследования специализированных аналитических фирм для мирового и отечественного рынка рассматриваемой продукции. При этом используются различные методики и способы согласования полученных результатов.

Прогноз выпуска продукции

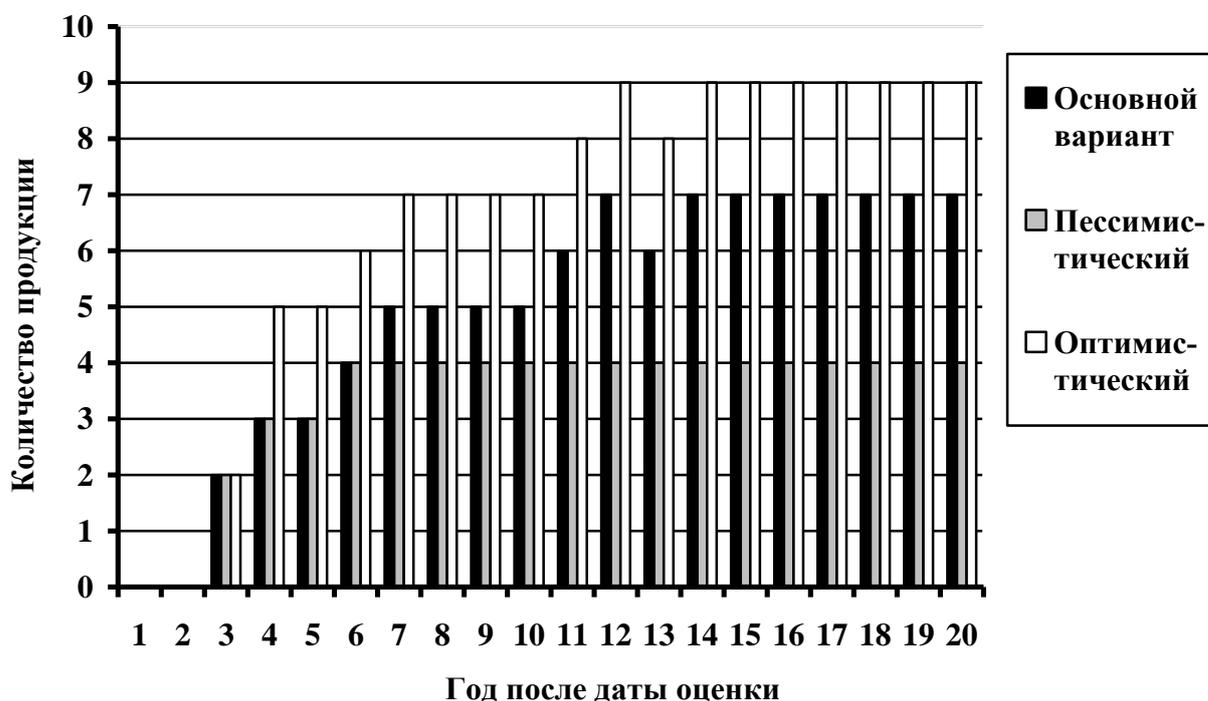


Рис. 2. Прогноз количества единиц выпущенной и реализованной продукции.

На основании анализа всех данных в модели принято комбинированное распределение коэффициентов дисконтирования. Влияние природной и стратегической неопределенности учитывается за счет равномерного распределения среднего значения коэффициента дисконтирования в диапазоне от 17 до 22 % годовых. Влияние стохастической неопределенности учитывается с помощью нормального распределения коэффициента дисконтирования с математическим ожиданием, определенным в диапазоне 17-22% и стандартной погрешностью, равной 10%.

Практически всегда оценщики используют анализ дисконтированных денежных потоков для детерминированной модели системы. При этом основной проблемой является выбор и обоснование для единственного расчетного значения каждого из многочисленных параметров модели.

Приведенные в таблице 1 величины градиентов позволяют в первом приближении оценить зависимость стоимости, определенной единичным детерминированным расчетом, от погрешностей исходной информации и методики выбора оценщиком параметров модели.

Погрешность стоимости определяется умножением суммарной погрешности рассматриваемого параметра (определяемой погрешностями исходной информации и погрешностями выбора расчетного значения параметра) на градиент. Для рассмотренных выше параметров с рангами от 1 до 5 отклонение каждого параметра модели от фактических средних данных на 10 % приводит к погрешности от 20 до 50%. При неблагоприятном сочетании отклонений параметров погрешность может превышать 100 - 200%.

Для уменьшения погрешности рекомендуется применять метод сценариев (с учетом вероятности реализации ограниченного сочетания параметров) и имитационное моделирование с учетом данных по фактическим распределениям вероятности каждого из

параметров модели и достаточно большим (стремящимся к бесконечности) количеством случайных реализаций сочетаний параметров модели.

В данной работе проводится сравнение результатов, полученных:

- методом единичного расчета настоящей стоимости дисконтированных денежных потоков для средних параметров модели, указанных в таблице 1;
- методом сценариев с использованием данных таблицы 1 по анализу чувствительности модели и экспертной оценке вероятности реализации сценария;
- методом имитационного моделирования:
 - для каждого из рассматриваемых сценариев и обобщением полученных результатов с учетом вероятности сценариев;
 - с использованием законов распределения (соответствующих рассмотренным выше сценариям) в полных диапазонах изменения параметров модели.

Результаты применения метода сценариев представлены в таблице 2. Расчеты рыночной стоимости бизнеса (портфеля прав ИС) проводились при постоянных средних значениях всех параметров модели для каждого из исследованных вариантов неопределенности сценариев прогнозов пусков РН и коэффициентов дисконтирования.

Таблица 2.

Детерминированный расчет рыночной стоимости (в млн. дол. США) бизнеса (портфеля прав ИС)

Сценарии пусков РН	Коэффициент дисконтирования, % годовых			Вероятность (1) сценария	Среднее
	17,00	20,00	22,00		
Пессимистический	46,20	27,33	18,46	0,333	30,66
Наиболее вероятный	81,79	53,69	38,23	0,500	57,57
Оптимистический	136,57	95,19	76,10	0,167	102,62
Вероятность	0,333	0,333	0,333		
Ранжированные (1)	79,09	51,84	37,97		56,3
Равновероятные (2)	88,19	59,07	44,26		63,84

Для вариантов прогнозов количества реализованной продукции рассмотрены два варианта: ранжированный (1) и равновероятный (2). В соответствии с экспертной оценкой специалистов за основной принят вариант с ранжированием прогнозов пусков РН.

Наиболее вероятному варианту присваивается ранг 1, пессимистическому варианту – ранг 2 и оптимистическому – ранг 3. В соответствие с присвоенными рангами рассчитываются весовые коэффициенты 0,5, 0,333 и 0,167 соответственно.

Принятие решения о стоимости объекта оценки в условиях неопределенности осуществляется методом суммирования расчетных значений, полученных для каждого варианта, с учетом весовых коэффициентов. Для варианта 1 с ранжированием прогнозов количества продукции рыночная стоимость бизнеса (портфеля прав ИС) оценивается в 56 млн. дол., а для варианта 2 – 64 млн. дол.

План имитационных экспериментов включал проведение экспериментов методом Монте-Карло. Диапазоны изменения и законы распределения основных параметров модели при проведении имитационных экспериментов представлены в таблице 1.

План предусматривал проведение по 130 имитационных экспериментов для каждого из вариантов сценариев прогнозов количества продукции и среднего значения коэффициента дисконтирования от 17, 20 и 22 % годовых. Гистограммы распределения

рыночной стоимости для различных вариантов прогнозов количества продукции показаны на рис. 2.

Анализ полученных данных показывает явное отличие от нормального распределения, асимметричность и достаточно пологий характер распределений. Во всем диапазоне неопределенности по сценариям прогнозов и коэффициентам дисконтирования случайные реализации настоящей стоимости дисконтированных денежных потоков изменяется в весьма широком диапазоне от - 10 до 230 млн. дол.

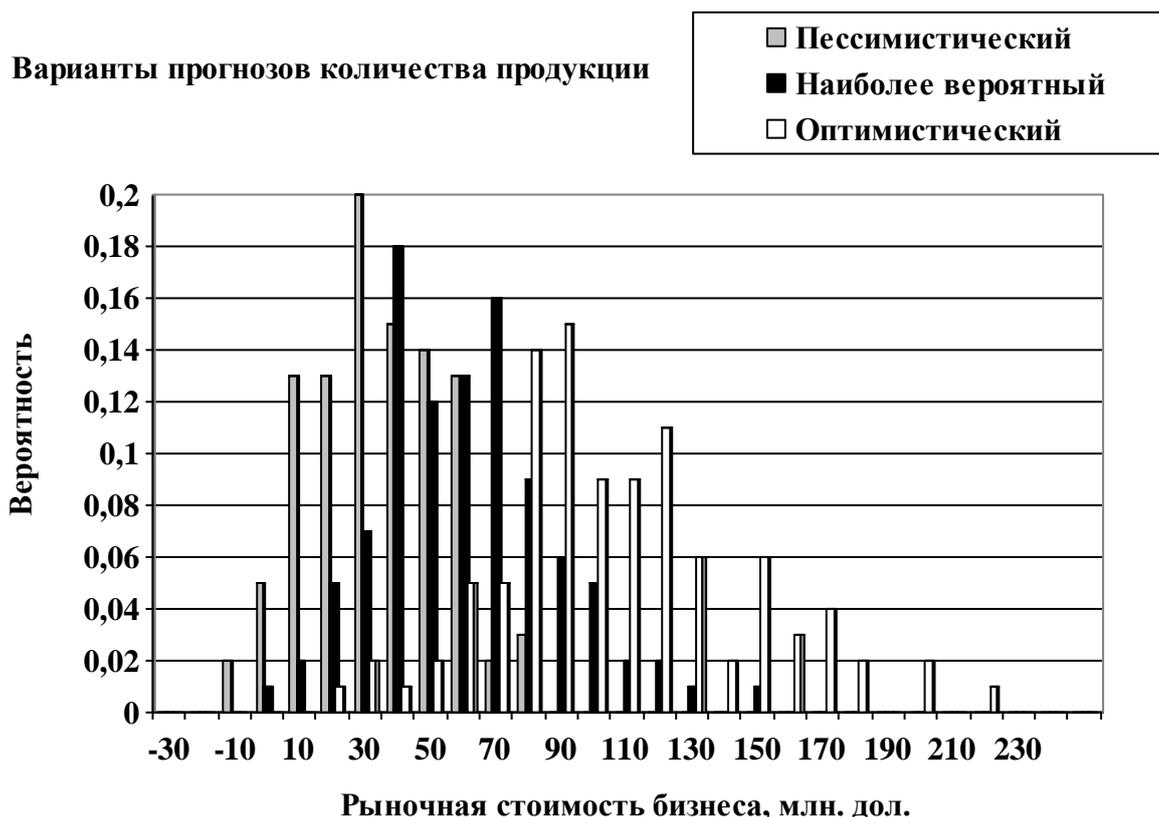


Рис.2. Распределения рыночной стоимости бизнеса (портфеля прав ИС) при среднем значении коэффициента дисконтирования 20%.

На рис. 3 показано сравнение распределений стоимости, полученных в результате прямых имитационных экспериментов в полных диапазонах изменения неопределенных и случайных факторов, с результатами, рассчитанными методом обобщения распределений, полученных для каждого сценария. Видно существенное различие распределений стоимости, а также явное смещение средних значений и моды.

Таким образом, следует сделать вывод, что использование метода сценариев для обобщения результатов имитационных экспериментов может приводить к значительной методической погрешности, по сравнению с методом прямого имитационного моделирования в полных диапазонах изменения неопределенных и случайных факторов.

Для решения задачи оценки в работе (1) было предложено представлять результаты оценки доходным подходом в виде расчетного значения математического ожидания стоимости и распределения (графика) накопленной вероятности настоящей стоимости дисконтированных денежных потоков (рыночной стоимости). Это обеспечивает наиболее полную информацию о результатах имитационного моделирования. Кроме того, появляются принципиально новые возможности повышения обоснованности принятия

итогового решения о стоимости.

На рис. 4. приведены графики изменения накопленной вероятности для наиболее пессимистического сценария (пессимистический прогноз количества продукции и максимальный средний коэффициент дисконтирования - 22% годовых), наиболее вероятный сценарий (наиболее вероятные прогноз количества продукции и средний коэффициент дисконтирования - 20% годовых) и наиболее оптимистический сценарий (оптимистический прогноз количества продукции и минимальный средний коэффициент дисконтирования - 17% годовых).

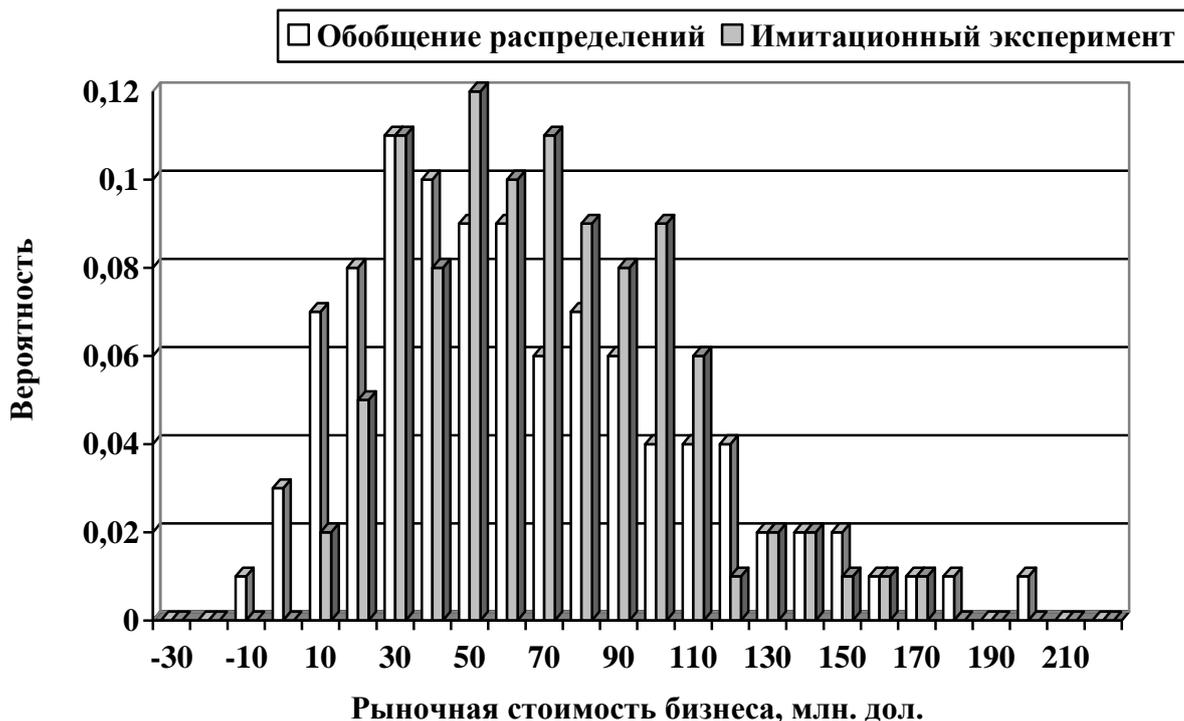


Рис.3. Сравнение распределений стоимости, полученных в результате прямых имитационных экспериментов в полных диапазонах изменения неопределенных и случайных факторов, с результатами, полученными методом обобщения распределений, полученных для каждого сценария.

Анализ результатов имитационного моделирования, представленных на рис. 4, показывает, что математические ожидания стоимости (определяемые накопленной вероятностью, равной 0,5) изменяются в широких пределах - от 40 до 96 млн. дол., а при наиболее вероятном сценарии - равны 53 млн. дол. Асимметрия распределения стоимости характеризуется тем, что для пессимистического сценария математическое ожидание стоимости на 25% меньше, чем для наиболее вероятного сценария, а для оптимистического сценария – больше на 81%.

Сводные результаты анализа данных представлены в таблице 3. Методическая погрешность каждого из представленных методов, характеризуется отношением к результатам имитационного моделирования с использованием реальных распределений неопределенных и случайных факторов.

Сравнение полученных коэффициентов вариации, диапазонов и границ с соответствующими результатами имитационного моделирования (колонки 8 и 9) показывает, что для единичного детерминированного расчета стоимости погрешность метода, диапазоны и границы могут в 1,5-2 раза отличаться от соответствующих значений,

полученных методом имитационного моделирования.

Из представленных данных видно, что математическое ожидание стоимости, полученное обычно применяемым единичным расчетом для средних значений параметров (колонка 4), характеризуется систематической погрешностью 15-20%.

Метод сценариев с расчетом для каждого из выбранных для данного сценария средних параметров (колонка 4 таблицы 9), уменьшает систематическую погрешность в 1,4 – 6,4 раз по сравнению с единичным расчетом. Кроме того, он дает весьма ценную информацию для принятия управленческих решений.

Обобщение результатов имитационных экспериментов для сценариев (колонки 6 и 7) по точности математического ожидания не дает существенных преимуществ по сравнению с менее трудоемким детерминированным методом сценариев. Методические погрешности характеризуются диапазоном 10-60%. Поэтому метод обобщения результатов имитационного моделирования рекомендуется использовать для принятия управленческих решений и выборе наилучшего и наиболее эффективного варианта использования объекта оценки.

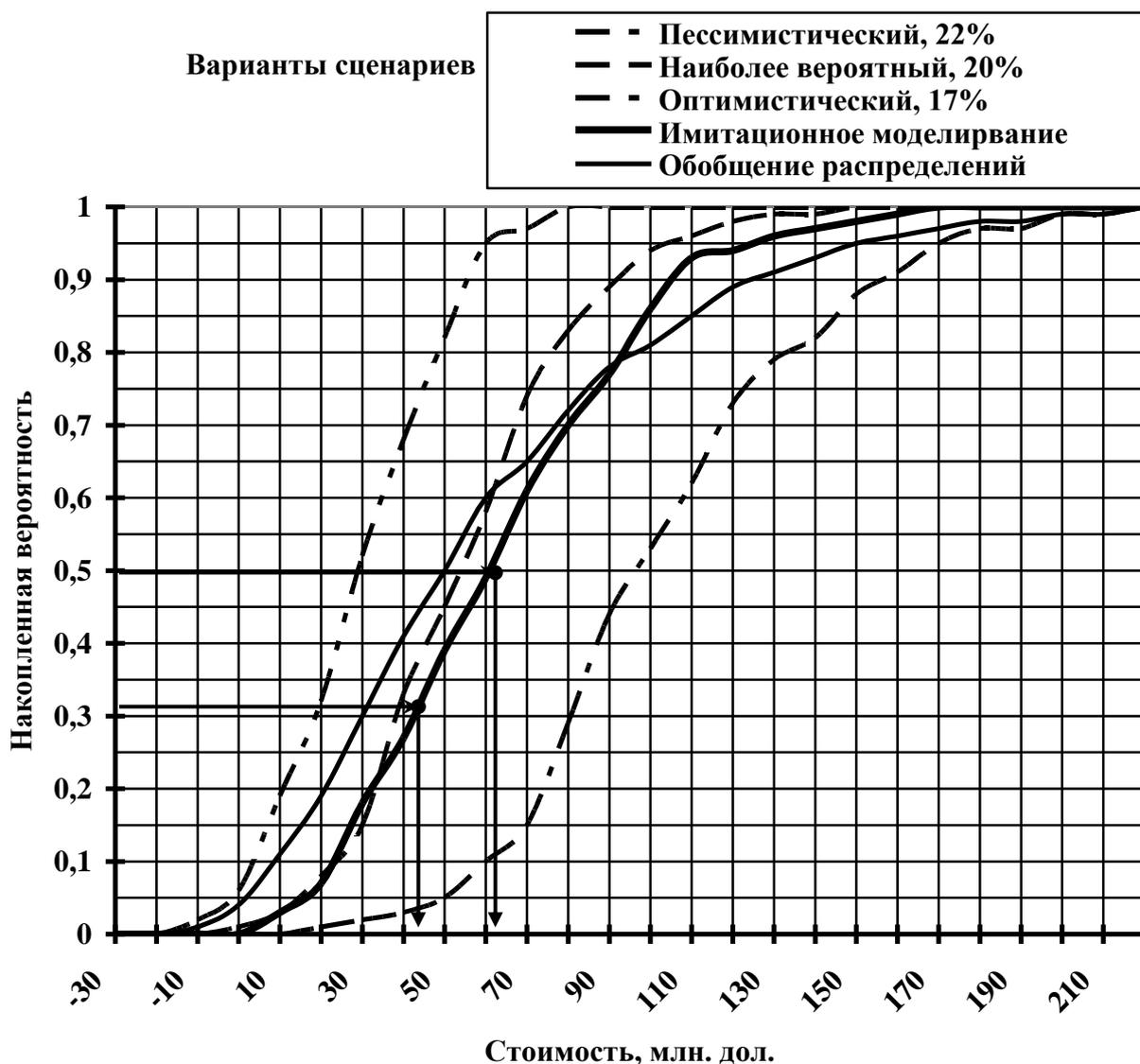


Рис. 4. Накопленная вероятность рыночной стоимости бизнеса (портфеля прав ИС).

Таблица 3.

Сводная таблица результатов оценки стоимости (млн. дол.)

Параметры	Варианты распределения сценариев		Детерминированная модель		Имитационная модель			
			Единичный расчет	Метод сценариев	Обобщение результатов моделирования для сценариев		Реальные распределения параметров	
					Расчет, матем. ожидание	График накоп. распред. вероят.	Расчет, матем. ожидание	График накоп. распред. вероят.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Математическое ожидание	Ранжированное	\$	53,69 (40-96)	56,3	57,49	50,00	63,45	62,00
		%	85 (63-151)	89	91	79	100	98
	Равновоятное	\$	53,69 (40-96)	63,84	66,03	57,00	65,9	63,00
		%	81 (61-146)	97	100	86	100	96
Коэффициент вариации	Ранжированное		0,725			0,6	0,53	
		%	137			113	100	
	Равновоятное		0,725			0,6	0,49	
		%	148			122	100	
Диапазон, в который попадает 68% реализаций	Ранжированное	\$	0-190			37-107	30-97	30-98
		%	280			103	99	100
	Равновоятное	\$	0-190			27-117	34-98	40-98
		%	328			155	110	100
Граница, выше которой попадает 68% реализаций	Ранжированное	\$	33,1			33,00		52,00
		%	64			63		100
	Равновоятное	\$	33,1			35,00		48,00
		%	69			73		100
Вероятность попадания в диапазон $\pm 20\%$ математич. ожидания	Ранжированное		19%			18%		27%
		%	70			67		100
	Равновоятное		19%			18%		28%
		%	68			64		100

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы.

1. Разработана методика и проведен сравнительный анализ погрешностей методов оценки стоимости с использованием анализа дисконтированных денежных потоков.
2. Показано, что единичный детерминированный расчет стоимости с

использованием выбранных оценщиком средних значений параметров, определяющих дисконтированные денежные потоки, характеризуется систематической погрешностью математического ожидания стоимости, равной 15-20%, и стандартной погрешностью, которая может превышать 70%.

3. Показано, что метод сценариев с детерминированным расчетом стоимости для каждого сценария и их обобщением с учетом вероятности реализации сценариев может уменьшить систематическую погрешность в 1,5 – 6 раз по сравнению с единичным расчетом.

4. Для повышения достоверности и обоснованности оценки рекомендуется применять метод имитационного моделирования с использованием реальных распределений вероятностей неопределенных и случайных факторов модели (в т.ч. исходной информации) и представлением результатов оценки в виде математического ожидания стоимости, а также графика накопленной вероятности распределения.

5. Метод имитационного моделирования обеспечивает получение наиболее вероятного значения стоимости, наименьшее значение стандартной погрешности (50%), которая однако в несколько раз больше принятой для затратного и сравнительного подходов стандартной погрешности (10%). Кроме того, график накопленной вероятности распределения стоимости обеспечивают возможность принятия обоснованного решения при согласовании результатов оценки, полученных различными подходами и имеющих существенно отличные стоимости, стандартную погрешность и законы распределения.

Литература.

1. Лужанский Б.Е. «Оценка стоимости научно-технической продукции. Имитационное моделирование инновационного бизнес-процесса (бизнеса)». - Вопросы оценки, №2, 2002.
2. Риск-анализ инвестиционного проекта: Учебник для вузов/Под ред. М.В. Грачевой. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. -351 с.
3. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. М., Мир,1975.
4. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем: искусство и наука.«Мир», М.:1978.418 с.