

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ПРОБЛЕМЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ НА УРОВНЕ ОТРАСЛЕЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ

Турмачев Е.С., д.э.н., директор Центра исследований инвестиционного рынка Минэкономразвития РФ;
Хромов И.С., аспирант кафедры национальной экономики РЭА им. Г.В.Плеханова

Введение

Целью данной статьи является предложение путей построения эффективных экономико-математических моделей оценки инвестиционных рисков на уровне отраслей экономики Российской Федерации.

Инвестиции в основной производственный капитал являются источником развития объектов экономики: будь то страна, предприятие или мировая экономическая система. На производственном предприятии это может быть производство отдельных видов продукции. Например, его руководство с целью повышения устойчивости производства в долгосрочной перспективе может направлять часть своей выручки на создание мощностей по выпуску перспективной продукции в ущерб дальнейшего роста производства традиционной продукции, которая формирует прибыль предприятия в настоящее время.

Аналогичным образом развитие одной отрасли экономики страны может быть в стратегическом отношении более приоритетным по отношению к другой. Исходя из этого, государство должно владеть инструментами не только увеличения общих объёмов инвестиций в страну, но и эффективного влияния на их распределение между отраслями экономики. По сути, комбинация тактических и стратегических целей может трактоваться как обеспечение экономической безопасности и оптимально возможного в долгосрочной перспективе экономического роста страны, что является главной целью государства как органа управления.

Для решения такого рода задач на отраслевом уровне необходимо создание экономико-математической модели, которая на основе имеющихся статистических данных, характеризующих экономическое положение некоторой отрасли, может позволить получать достаточно точные прогнозы её развития на разную перспективу.

Такая экономико-математическая модель должна найти применение не только при определении размеров и направления вложения имеющихся активов на уровне предприятий, но и при формировании приоритетов инвестиционной политики государства в соответствующей сфере. Например, из соображений доходности инвестору выгоднее вложить свои средства в предприятие пищевой промышленности, в то время как государству более важно со стратегической точки зрения, например, инвестирование в отрасль строительство. Государство должно обладать результатами расчётов на основе данной экономико-математической модели для того, чтобы выявить экономические параметры стимулирования привлечения инвестиций в приоритетную отрасль.

В нашем понимании, основная цель создания такой экономико-математической модели заключается в прогнозировании возможных явлений и сопряжённых с ними рисков. Кроме получения неких прогнозируемых величин, необходимо определить реакцию выхода модели на изменения того или иного параметра или их некоторого набора, так как они заранее могут быть неизвестны.

Прежде всего, необходимо выявить, идентифицировать и количественно оценить риски, определить их природу, выяснить, есть ли среди них непреодолимые? Необходимо понять, не отпугнёт ли такой риск инвесторов?

После выявления источников (факторов) риска и их формализации в экономико-математической модели инвестирования, необходимо найти пути компенсации (блокирования) тех из них, которые выходят за пределы приемлемых или допустимых для инвестора значений.

Однако не все возможные способы компенсации риска могут быть использованы. В качестве наиболее универсальных можно рассматривать самострахование (создание стабилизационных фондов), страхование, перестрахование, диверсификация и другие.

После систематизации и определения параметров выявленных рисков необходимо включить их в экономико-математическую модель. Для этого можно использовать метод Монте-Карло (моделирования поведения случайной величины). Этот метод на основе предположения о законе распределения позволяет, не обладая исчерпывающими данными, построить достаточно точный прогноз, по которому определяются значения влияющих на принятие решения об инвестировании.

Информационным обеспечением любой макроэкономической модели являются статистические данные ФСГС России, а также специализированные издания.

Такие данные, помимо точности и достоверности, должны отвечать некоторым другим требованиям. Так, среди них необходимо выбирать только имеющие слабую корреляцию друг с другом. При возникновении же рядов, с высокой корреляцией, следует удалять все коррелирующие друг с другом характеристики, кроме одного, либо объединять их в один кластер в качестве консолидированного фактора риска.

Специально для этого в любом статистическом сборнике приведены не только абсолютные значения, но и относительные расчётные данные, использование которых может одновременно и уменьшить количество рассматриваемых факторов риска, и улучшить их качество.

После завершения построения теоретической части макроэкономической модели по ней проводятся тестовые вычисления, позволяющие проверить, насколько она соответствует действительности. Такая проверка может существенно уточнить численные параметры экономико-математической модели либо вовремя покажет её несостоятельность.

Применение некоторого количества альтернативных экономико-математических моделей предоставляет возможность составления достаточно полной картины состояния исследуемой экономической системы.

Накопленная за последние десять лет статистика даёт возможность (с некоторыми оговорками) экстраполировать динамику отраслевых показателей на два-три года вперёд, что, в свою очередь, позволяет выстраивать чёткий план действий на ближайшую перспективу, так как создаёт условия для определения среднесрочных целей развития.

В аспекте проблем экономического развития всей страны необходимо, в первую очередь, создать оптимальную с точки зрения поставленной цели отраслевую структуру инвестирования, для чего необходимо создать те условия, при которых будет обеспечено адекватное распределение инвестиций. Для этого нужно снижать риски инвестирования в тех отраслях, которые испытывают недостаток в собственных средствах на инвестирование.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Сегодня оценки инвестиционных рисков осуществляются, в основном, на двух уровнях: отдельных предприятий (микро-) и общенациональный (макро-) уровень.

Для предприятий риски рассчитываются, в частности, на основе метода Монте-Карло, применяемого для оценки реакции предприятия на колебания ключевых показателей его развития (цена на продукцию, инфляция, спрос, издержки и т.д.). Для оценок рисков инвестирования в какую-либо страну используются оценки множества факторов, из которых затем составляются международные инвестиционные рейтинги.

Существует также метод оценок региональных рисков (промежуточный уровень между предприятием и страной – мезоуровень). Он является аналогом методов оценки рис-

ка инвестирования в страну в целом, но имеет существенный недостаток (значительное влияние географического расположения региона на рискованность инвестирования в то или иное предприятие: пример с производством валежков в Сибири и на побережье Чёрного моря).

В то же время, сегодня отсутствуют методики оценки рисков для другого промежуточного уровня между предприятием и страной. Это отрасли экономики и промышленности. Такая методика может быть разработана при подходах «снизу» или «сверху», исходя из методики оценки рисков на уровне предприятий (так как каждая отрасль - это некая совокупность предприятий), либо из методики оценки рисков инвестирования в страну в целом (так как экономика страны - это совокупность её отраслей).

При первом подходе (от предприятий) требуется проведение анализа рисков инвестирования в каждое предприятие, если их не очень много, либо классификация всех предприятий по определённым кластерам по некоторому признаку с выборкой представителей из каждой группы и распространением выводов на всю отрасль.

Существенный недостаток такого подхода – отсутствие представительной информации по предприятиям.

Для моделирования отраслевых инвестиционных рисков при подходе «сверху» необходимо построить динамические ряды ежегодных объёмов денежных потоков по отраслям с прогнозом на 2-3 года вперёд.

Существует межотраслевая зависимость в структуре денежных потоков, ценах, издержках и т.д., а значит, развитие какой-либо одной конкретной отрасли зависит не только от объёмов инвестиций в эту отрасль, но и во многом - от инвестиций в так называемые смежники - отрасли-поставщики сырья, материалов, топлива и т.д.

Для этого надо определить:

- а) насколько данная отрасль зависит от другой или некоторого набора других отраслей (эластичность одной отрасли по отношению к набору других отраслей),
- б) лаги – «запаздывания» в развитии интересующей нас отрасли от той (тех) отраслей, в которые производятся инвестиционные товары,
- в) эффективную структуру распределения имеющегося объёма инвестиций между «сырьевыми» отраслями. Здесь должны учитываться инвестиции, поступающие из «сырьевых» отраслей в исследуемую отрасль и их размеры, необходимые для сбалансированного развития,
- г) способ создания таких условий, при которых данная структура инвестиций стала реальной, значит, необходимо прогнозирование реакции рынка на те или иные действия.

Например, для строительной отрасли такая таблица будет иметь вид, представленный в табл. 1.

Таблица 1

№	Наименование основных отраслей, поставляющих продукцию в строительство	Доля в структуре материальных затрат (в %)
1	Промышленность строительных материалов	36,44
2	Машиностроение и металлообработка	16,87
3	Чёрная металлургия	15,93
4	Нефтеперерабатывающая промышленность	8,13
5	Лесная и деревообрабатывающая	5,54
6	Химическая и нефтехимическая	3,51

Источник: Турмачёв Е.С., Инвестиционный процесс в системе межотраслевых связей – М.: ТЕИС, 2001, с. 44.

Далее необходимо рассчитать прибыль на вложенные в «сырьевых» отраслях инвестиции, полученную в ис-

следуемой отрасли. И применить к ней метод Монте-Карло с «раскачиванием» ключевых позиций.

В данном случае возможно возникновение проблем оценок на завершающем этапе анализа реакции рынка. Кроме того, модель получится очень узкоспециализированной, и для другой отрасли (даже для той же, но с другим набором поставщиков) её придётся переделывать почти полностью.

2. ОСНОВНОЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РИСКОВ

В западной практике для оценок рисков банкротства совокупностей предприятий широко используются многофакторные модели Э. Альтмана. Пятифакторная модель прогнозирования банкротства была опубликована в 1968 году. Э. Альтман исследовал финансовое состояние 33 обанкротившихся предприятий, показатели которых сравнивались с аналогичными по размеру предприятиями в данной отрасли, сохранившими платежеспособность. В результате была получена следующая модель:

$$Z = 1,5K_{об} + 1,4K_{нп} + 3,3K_p + 0,6K_n + 1,0K_{ом},$$

где $K_{об}$ – доля чистого оборотного капитала в активах, то есть отношение собственного оборотного капитала (разница между текущими активами и текущими пассивами) к общей сумме активов;

$K_{нп}$ – рентабельность активов, исчисленная по нераспределенной прибыли, то есть отношение нераспределенной прибыли (чистая прибыль за вычетом дивидендов) прошлых лет и отчетного периода к общей сумме активов;

K_p – рентабельность активов, исчисленная по балансовой прибыли, то есть отношение балансовой прибыли (до вычета налогов) к общей сумме активов;

K_n – коэффициент покрытия по рыночной стоимости собственного капитала, то есть отношение рыночной стоимости акционерного капитала (суммарная рыночная стоимость акций предприятия) к заемному капиталу (стоимость долгосрочных и краткосрочных заемных средств);

$K_{ом}$ – отдача всех активов, то есть отношение выручки от реализации к общей сумме активов.

Как видно, в эту модель включены показатели ликвидности, финансовой устойчивости, рентабельности (эффективности использования ресурсов) и рыночной активности. В зависимости от значения Z прогнозируют вероятность банкротства:

$Z < 1,81$ – вероятность банкротства очень высокая;

$Z > 2,99$ – вероятность банкротства ничтожна.

На основе пятифакторной модели Альтмана в России ведутся разработки компьютерных моделей прогнозирования вероятности банкротства. При этом второй показатель модели Альтмана приравнивается к нулю. Это связано с тем, что деятельность наших предприятий в виде акционерных обществ началась относительно недавно. Изменен и четвертый показатель, который рассчитывается как отношение объема активов к величине заемных средств, в связи с отсутствием в России информации о рыночной стоимости акций большинства отечественных компаний.

При применении модели Альтмана возможны два типа ошибок прогноза:

- 1) прогнозируется сохранение платежеспособности предприятия, а в действительности происходит банкротство;

2) прогнозируется банкротство, а предприятие сохраняет платежеспособность.

По мнению Альтмана, с помощью пятифакторной модели прогноз банкротства на горизонте в один год можно установить с точностью до 95%. При этом ошибка первого типа возможна в 6%, а ошибка второго типа – в 3% случаев. Спрогнозировать банкротство на горизонте в 2 года удается с точностью до 83%, при этом ошибка первого типа имеет место в 28%, а второго – в 6% случаев.

В 1977 г. Альтманом была разработана более точная семифакторная модель. Она позволяет прогнозировать банкротство на горизонте 5 лет с точностью до 70%. В качестве переменных в модели используются: рентабельность активов, изменчивость (динамика) прибыли, коэффициент покрытия процентов по кредитам, кумулятивная прибыльность, коэффициент покрытия (текущей ликвидности), коэффициент автономии, совокупные активы.

В какой мере предложенные формулы могут быть использованы для отраслевых оценок инвестиционных рисков в наших условиях? Согласно этим формулам предприятия с рентабельностью выше некоторой границы становятся полностью «непоглощаемыми». В российских условиях рентабельность большинства предприятий в значительной мере подвергается опасности внешних колебаний. Нужно отметить также, что в большинстве случаев их чистая прибыль, если она остается после выплаты всех налогов, в условиях высокой инфляции уходит на текущие расходы (пополнение оборотных средств).

На отраслевом уровне такая экономико-математическая модель может быть применена с меньшим количеством оговорок, так как упомянутые выше недостатки сказываются на результатах оценок отраслевых данных в меньшей степени, нежели на отдельных предприятиях.

Кроме того, прогнозирование рисков банкротств в отрасли не обязательно должно являться целью экономико-математической модели, анализирующей риски инвестиционного процесса в отрасли «Строительство». Так, можно построить аналогичную экономико-математическую модель, которая схожим образом определяла бы прогнозируемый средний уровень прибыльности предприятий отрасли исходя из моделирования денежных потоков по годам, и такой подход представляется более перспективным направлением для моделирования рисков инвестиционной деятельности на отраслевом уровне.

3. МОДЕЛЬ ОЦЕНОК ИНВЕСТИЦИОННЫХ РИСКОВ НА УРОВНЕ ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ

В предлагаемом подходе в качестве основных показателей принимаются следующие временные ряды: годовые объемы валовой добавленной стоимости отраслевого выпуска и совокупные отраслевые издержки, связанные с производством. В итоге получится ежегодный совокупный объем чистой прибыли и его динамика по годам:

$$P = V - C,$$

где P – совокупный объем чистой прибыли;
 V – годовая валовая добавленная стоимость;
 C – годовые совокупные отраслевые издержки производства и обращения.

Годовой объем валовой добавленной стоимости отрасли определяется как разность между выпуском в основных ценах и промежуточным потреблением:

$$V = Q - R,$$

где V – валовая добавленная стоимость;
 Q – выпуск в основных ценах;
 R – промежуточное потребление.

Расчет валовой добавленной стоимости отрасли «Строительство» выглядит следующим образом (см. табл. 2).

Таблица 2
РАЗМЕР ВАЛОВОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТИ ЕЖЕГОДНО ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

в текущих ценах, млн. руб., до 1998 г. – млрд. руб.

Годы	Выпуск в основных ценах (Q)	Промежуточное потребление (R)	Валовая добавленная стоимость (V)
1995	235 145,9	115 256,8	121 258,1
1996	320 965,2	156 455,8	164 509,4
1997	348 729,7	169 819,3	178 910,4
1998	340 794,0	164 411,1	176 382,9
1999	516 809,7	250 024,0	266 785,7
2000	848 603,9	419 767,0	428 836,9
2001	1 220 841,8	616 441,7	604 400,1
2002	1 438 740,7	725 284,3	713 456,4

Таблица 3
РАЗМЕР СОВОКУПНЫХ ОТРАСЛЕВЫХ ИЗДЕРЖЕК В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПО ГОДАМ

в текущих ценах, млн. руб., до 1998 г. – млрд. руб.

Годы	Оплата труда наёмных работников (W)	Налоги на производство (кроме чистых налогов на продукты) (F)	Потребление основного капитала (A)	Совокупные отраслевые издержки (C)
1995	66 924,6	3 568,7	21 828,0	92 321,3
1996	95 192,0	10 449,2	22 475,0	128 116,2
1997	99 782,1	12 264,9	22 983,0	135 030,0
1998	89 477,0	13 634,8	23 554,0	126 665,8
1999	113 693,7	17 346,6	31 735,0	162 775,3
2000	177 755,5	29 045,3	43 128,0	249 928,8
2001	239 242,5	17 625,4	53 361,0	310 228,9
2002	294 840,7	17 675,1	-	-

Таблица 4
РАЗМЕР СОВОКУПНОГО ОБЪЁМА ЧИСТОЙ ПРИБЫЛИ В ОТРАСЛИ «СТРОИТЕЛЬСТВО» ПО ГОДАМ

в текущих ценах, млн. руб., до 1998 г. – млрд. руб.

Годы	Валовая добавленная стоимость ежегодно выпускаемой продукции (V)	Совокупные отраслевые издержки (C)	Совокупный объем чистой прибыли (P)
1995	121 258,1	92 321,3	28 936,8
1996	164 509,4	128 116,2	36 393,2
1997	178 910,4	135 030,0	43 880,4
1998	176 382,9	126 665,8	49 717,1
1999	266 785,7	162 775,3	104 010,4
2000	428 836,9	249 928,8	178 908,1
2001	604 400,1	310 228,9	294 171,2
2002	713 456,4	-	-

В свою очередь совокупные отраслевые издержки состоят из:

$$C = W + F + A,$$

где C – совокупные отраслевые издержки производства и обращения;

W – оплата труда наёмных работников;

F – чистые налоги на производство (кроме чистых налогов на продукты);

A – потребление основного капитала.

Эти данные по отрасли «Строительство» за последние несколько лет можно представить в виде табл. 3.

В результате получаем следующее (см. табл. 4):

$$P = Q - R - W - F - A,$$

где *P* – совокупный объём чистой прибыли;

Q – выпуск в основных ценах;

R – промежуточное потребление;

W – оплата труда наёмных работников;

F – чистые налоги на производство (кроме чистых налогов на продукты);

A – потребление основного капитала.

Таблица 5
РАЗМЕР СОВОКУПНОГО ОБЪЁМА ЧИСТОЙ ПРИБЫЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ В СОПОСТАВИМЫХ ЦЕНАХ 1995 ГОДА ПО ГОДАМ

млн. руб., до 1998 г. – млрд. руб.

Годы	Совокупный объём чистой прибыли (<i>P</i>)	Дефлятор валовой добавленной стоимости в строительстве в % к 1995 году (<i>d</i>)	Совокупный объём чистой прибыли в сопоставимых ценах 1995 года (<i>S</i>)
1995	28 936,8	100,0	28 936,8
1996	36 393,2	163,0	22 327,1
1997	43 880,4	187,5	23 402,9
1998	49 717,1	197,3	25 198,7
1999	104 010,4	281,6	36 935,5
2000	178 908,1	385,7	46 385,3
2001	294 171,2	494,5	59 488,6
2002		568,4	

Для наглядности результирующий показатель представлен на диаграмме (см. рис. 1).

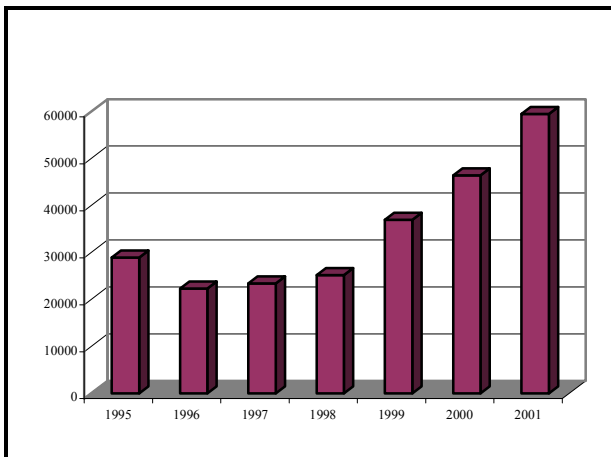


Рис. 1. Динамика совокупного объёма чистой прибыли в отрасли "Строительство" в сопоставимых ценах 1995 года

(млн. руб., до 1998 г. – млрд. руб.)

После получения совокупного объёма чистой прибыли в строительстве по годам в текущих ценах, приводим все значения к сопоставимому виду (см. табл. 5):

$$S = P/d = (Q - R - W - F - A)/d,$$

где *S* – совокупный объём чистой прибыли в сопоставимых ценах 1995 года;

d – дефлятор валовой добавленной стоимости в строительстве в % к 1995 году;

P – совокупный объём чистой прибыли в текущих ценах.

Темп прироста показателя по последним годам выглядит следующим образом: 8, 47, 26 и 28%. Можно ожидать прирост в следующем году на уровне 25-30%, однако если посмотреть на формулу расчёта результирующего показателя *S*, определить перспективы развития более де-

тально, возможно, получится избежать некоторые неожиданности.

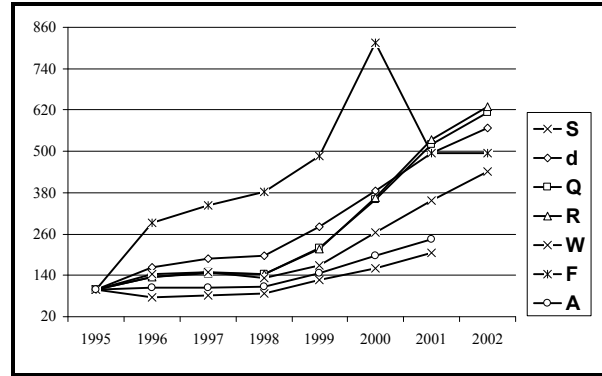


Рис. 2. Динамика функции (*S*) и показателей-аргументов по годам в процентах

Из диаграмм на рис. 2 можно сделать несколько выводов. Во-первых, динамика показателей *Q* и *R* практически совпадает. Во-вторых, динамика *S* похожа на *A*, но здесь, очевидно, имеет место ложная корреляция. В-третьих, колебания *F* оказывают слабое влияние на результирующее изменение *S*. Таким образом, снижение налогов на производство не будет способствовать увеличению в значительной степени совокупного объёма чистой прибыли в сопоставимых ценах, равно как и увеличение этих налогов не приведёт к значительному снижению этого показателя.

Для анализа инвестиционных рисков в данной экономико-математической модели необходимо в первую очередь определить вероятностные законы распределения для каждого из аргументов (возможно, за исключением параметра *F*). Далее следует задать диапазон изменений значений в соответствии с каждым ЗР и провести необходимое количество испытаний, после чего определить диапазон колебания функции, математическое ожидание её значения, моду, медиану, среднеквадратическое отклонение и другие вероятностные характеристики.

Результатом исследования будет математически обоснованный прогноз развития совокупного объёма чистой прибыли в сопоставимых ценах в будущем с определением диапазона его колебания в зависимости от интересующей исследователя достоверности.

Литература

1. Грачёва М.В. Риск-анализ инвестиционного проекта. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001 г.
2. Грачёва М.В. Анализ проектных рисков: экономико-математический инструментарий. – Рынок ценных бумаг, 2000 г., №1.
3. Турмачёв Е.С. Инвестиционный процесс в системе межотраслевых связей. – М.: ТЕИС, 2001 г.
4. Турмачёв Е.С. Методические проблемы количественного определения рисков инвестиционных проектов. – Аудит и финансовый анализ, 1997 г., №3.

Хромов Иван Сергеевич