



ПРЕЗИДЕНТСКАЯ  
АКАДЕМИЯ

**В. Б. Минасян**

# Современные меры рисков различной катастрофичности, применения et cetera

**Книга 2**



| Издательский дом ДЕЛО |

УДК 336.763  
ББК 65.290-09  
М57

**Минасян, В.Б.**

М57      Современные меры рисков различной катастрофичности, применения et cetera: в 2 кн. Кн. 2 / В.Б. Минасян. — Москва : Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2024. — 184 с.

ISBN 978-5-85006-593-5

ISBN 978-5-85006-595-9 (Кн. 2)

Монография посвящена проблеме анализа и оценки рисков. Она написана на основании серии статей автора за период 2012–2024 годов. Проблема поиска подходящих способов оценки рисков остается достаточно важной и острой. Сложно поверить, что есть уникальная мера риска, которая может охватывать все его характеристики. Такой идеальной меры не существует. Более того, поскольку с каждой мерой риска, по сути, ассоциируется единое число, то каждая мера не может исчерпать всю информацию о риске. Вообще в процессе исследования разумно искать меры риска, которые идеально подходят для конкретной частной проблемы. Автором предложены различные семейства мер риска, которые позволяют, изменяя значение соответствующего параметра, исследовать правый хвост распределения потерь настолько тщательно, насколько это необходимо в данных конкретных обстоятельствах. Исследованы свойства этих мер риска и различные их приложения. Предложены модели оценки рисков, возникающих в различных процессах и взаимоотношениях.

Книга адресована специалистам, изучающим методы оценки рисков и их применение в управлении рисками. Она может быть полезна специалистам в области риск-менеджмента и страхования, преподавателям вузов, научным работникам, аспирантам и студентам, желающим пополнить свои знания в области оценки и управления рисками.

УДК 336.763  
ББК 65.290-09

ISBN 978-5-85006-593-5

ISBN 978-5-85006-595-9 (Кн. 2)

© ФГБОУ ВО «Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации», 2024

# Содержание

## Часть II. Различные применения мер рисков различной катастрофичности

Предисловие .....	5
Глава 1. Риски деятельности компаний, реализующих проекты R & D .....	9
Глава 2. Оценка рисков, возникающих при применении технологии мультипликаторов для оценки акции .....	29
Глава 3. Стимулы и риски во взаимоотношениях между принципалом и агентом .....	48

## Часть III. Et cetera

Предисловие .....	73
Глава 1. Неполнота контрактов и гармонизация их исполнения с учетом риска контрагента.....	75
Глава 2. Риски взаимоотношений государства и дотируемых компаний: агентская проблема.....	87
Глава 3. Возникновение кризисных явлений как фазовый переход в процессе формирования рыночного портфеля. Взгляд с точки зрения теории Марковица и CAPM .....	113
Глава 4. CAPM-модель и альфа Дженсена в условиях возрастания неоднородности волатильностей .....	142
Глава 5. Методические особенности расчетов структуры и стоимости капитала в технологиях финансового менеджмента.....	158

Часть II

РАЗЛИЧНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ  
МЕР РИСКОВ РАЗЛИЧНОЙ  
КАТАСТРОФИЧНОСТИ

## Предисловие

В главе 1 анализируются риски, с которыми сталкиваются компании, реализующие проекты R & D (НИОКР). Особенности этих проектов являются большие капитальные вложения, длительные сроки их реализации, высокий потенциал роста и низкая вероятность успеха, а также проблемы финансирования. Часть возникающих проблем исследовалась прежде и продолжает исследоваться в настоящее время. В последние годы появились исследования на модельном уровне проблем с финансированием проектов R & D. Проблема рисков, возникающих при реализации проектов R & D, на описательном уровне рассматривалась во многих работах. На модельном уровне, с нашей точки зрения, данная проблема пока недостаточно исследована. В работе предложена модель, позволяющая исследовать риски, возникающие при реализации компаниями проектов R & D, и развит метод оценки соответствующих рисков с помощью модифицированной для данного применения меры  $VaR$ . Получены формулы для расчета данной меры, которые доведены до простых аналитических выражений в предположениях равномерного распределения денежного потока от проекта или треугольного распределения. Построенная модель учитывает важнейшие причины возникновения рисков в проектах R & D, которые инвесторы ощущают интуитивно. Построенная модель позволяет оценить риски проектов R & D с помощью меры риска  $VaR$  при всевозможных параметрах, присутствующих в модели. Данную модель можно использовать на практике как для предварительной оценки риска проекта R & D еще до его реализации и принятия решения о реализации с учетом риска, так и для стандартизации процесса принятия решения о реализации проектов R & D со стандартизированным учетом «аппетита к риску» с применением меры риска  $VaR$ .

Глава 2 посвящена исследованию модельного риска при применении в оценке метода рыночных мультипликаторов. В исследовании на примере компаний нефтегазовой отрасли рассмотрена проблема применения

метода рыночных мультипликаторов в оценке ценности компаний Российской Федерации. Оценена возможность и корректность применения отраслевых мультипликаторов и мультипликаторов компаний-аналогов к оценке ценности конкретной компании.

Данная глава основывается на выводах статистических исследований отраслевых мультипликаторов и их волатильностей в Российской Федерации, приведенных в [1 и 2]. В работе введено понятие мультипликаторной волатильности акции и предложена формула для ее оценки. Проведен анализ мер риска *VaR* и *ES*, вычисленных с волатильностями, оцененными разными способами.

Глава 3 посвящена исследованию рисков во взаимоотношениях между принципалом и агентом. Риск-менеджмент стремительно внедряется в культуру российских компаний. На основании международного стандарта ISO 31000 в России в 2012 году Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии принят национальный стандарт, в котором определены основные понятия и принципы управления рисками. Многие направления риск-менеджмента получили развитие, и возник соответствующий инструментарий оценки и управления рисками. Однако существуют области риск-менеджмента в компаниях, в которых пока чаще всего есть понимание важности определенных рисков, но нет инструментария их оценки и управления. Речь идет о рисках, которые возникают во взаимоотношениях между различными стэйкхолдерами в компании. В ISO 31000 определена важность учета этих рисков, учета ценности с позиции каждого стэйкхолдера, но дальше деклараций в стандарте ничего нельзя найти. Профессиональное сообщество риск-менеджеров должно само выработать соответствующие способы оценки и управления рисками, возникающими между различными типами стэйкхолдеров. Мы будем говорить о рисках взаимоотношений между определенными типами стэйкхолдеров — принципалами и агентами, взаимоотношения между которыми строятся на основе определенных контрактов. В этом случае, с нашей точки зрения, просматривается определенное продвижение в понимании соответствующих рисков, их управления и оценки.

# Глава 1\*

## Риски деятельности компаний, реализующих проекты R & D

### Введение

**В** данной работе мы предлагаем модель по оценке рисков в проектах компании, в которых присутствует R & D (Research & Development). R & D — это научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР), комплекс мероприятий, включающий в себя как научные исследования, так и производство опытных и мелкосерийных образцов продукции, предшествующее запуску нового продукта или системы в промышленное производство. Вопросу финансирования компаний, реализующих проекты R & D, посвящена достаточно обширная литература. Исследования свидетельствовали о дефиците финансирования таких проектов, что создает недостаточное инвестирование в R & D и влечет проблемы для технологических инноваций (см. [1]). В [2] было высказано предположение, что этот дефицит финансирования возникает из-за следующих особенностей проектов R & D:

- 1) проекты R & D являются дорогостоящими, например стоимость разработки одного нового препарата в биофармацевтической отрасли оценивается в 2,6 млрд долл., см. [3];
- 2) проекты R & D часто имеют длительные периоды реализации, состоящие из нескольких этапов двоичных исходов. Кроме того, инвестиции в R & D включают последовательность возрастающих ресурсных обязательств и требуют существенных специальных знаний (см. [4, 5]). В отличие от других типов проектов проекты R & D имеют более длительный инвестиционный процесс, непрерывный по времени и фондированию;

---

\* Данная глава написана на основании исследований, содержащихся в работе [10], из списка работ автора, приведенного в ее конце.

- 3) инвестиции R & D, как правило, имеют низкую вероятность успеха (см. [4, 6]) и высокие выплаты в случае успеха (например, [7, 5]);
- 4) большие расходы проектов R & D зависят от внешнего финансирования (см. [1]).

Следовательно, реализация проектов R&D связана с большими рисками и это приводит к их недофинансированию, так как неопределенность результатов отпугивает инвесторов. Проблема усугубляется тем, что практически нет научно обоснованных моделей, позволяющих оценить риски таких проектов, а неопределенность всегда страшит больше, чем оцененный риск. В результате инвесторы могут отказаться от проектов, оцененный риск которых мог оказаться приемлемым, или могут реализовывать проекты, от которых они бы отказались, если бы смогли оценить риск, связанный с ними.

Большинство моделей, связанных с оценкой рисков проектов R & D и вообще инновационных проектов, представляются скоринговыми моделями, в которых различные факторы риска оцениваются баллами и далее по определенной методологии рассчитывается некий результирующий балл, который представляется оценкой риска данного проекта (см., например, [8 или 9]).

Однако скоринговые модели, получившие большое применение на практике, чаще всего не имеют теоретического обоснования смысла и верности получаемых оценок. Они применимы для практической диагностики рисков, но мера субъективности оценок здесь такова, что называть эти модели теоретическими сложно. Есть исследования, где предлагается исследовать риски инновационных проектов, применяя методы нечетких множеств (см., например, [10]). Многопериодные модели с рассмотрением различных сценариев в каждом периоде изучались в руководстве [11]. В нем также исследовались различные законы распределения результата в общей постановке принятия решения в ситуации неопределенности. Методы, описанные в руководстве [11], широко используются в практике риск-аналитики в различных компаниях. В [12] в том числе изучается вопрос о возможном законе распределения для результирующего параметра инвестиционного проекта. В качестве разумного распределения рассматривается треугольное распределение. Это вполне оправданное предположение, учитывая уникальность проектов R & D. Предварительно о законе распределения результата таких проектов сложно что-либо сказать, кроме как сделать предположение о носителе этого

распределения (результат будет где-то между определенным минимальным значением и определенным максимальным значением). Ну и в лучшем случае спрогнозировать значение моды (наиболее вероятного значения). Этим всем признаком удовлетворяет треугольное распределение. Но при этом, естественно, даже параметры данного распределения (максимальное и минимальное значения, а также мода) нельзя оценить из-за принципиального отсутствия статистики по аналогичным проектам. Поэтому закон распределения выбирается эвристически, а параметры распределения — экспертно, опираясь на глубокое понимание эксперта конкретной области R & D, к которой относится данный проект, анализа рынка, его глубины, а также возможного интереса к продукту проекта. Однако кроме обсуждения закона распределения результата в [12] не предложены методы оценки рисков инновационных проектов.

В данной работе рассматриваются два типа распределения результата инвестиционного проекта R & D:

- а) равномерное — для случая, когда представления инвестора о законе распределения результата ограничиваются лишь определением его носителя (где-то между двумя значениями), предполагающего одинаковую возможность реализации каждого значения в данном носителе;
- б) треугольное распределение — с так же определяемым носителем и экспертно определенным значением моды. В этом случае эксперт как бы говорит, что, по его мнению, возможны все значения на данном носителе распределения, но наиболее вероятное, с его точки зрения, такое-то (мода). А вероятность реализации других значений из носителя равномерно падает при удалении от моды.

Вопросы калибровки модели (оценки параметров) всегда относятся к практическому применению моделей, а не к вопросу, связанному с теоретическим построением моделей.

Естественно, вопросы оценки параметров данных распределений в контексте их применения в проектах R & D решаются экспертно и не рассматриваются в данной работе. Ее цель — предложение модели для оценки рисков проектов R & D. Вопросы финансирования проектов R & D мы не рассматриваем, так как они хорошо изучены (см. [2]). Мы будем предполагать, что компания принимает последовательные решения, какой очередной проект R & D выбрать для рассмотрения с точки зрения интереса и возможности реализации, какую сумму инвестировать в самом начале инвестиционного периода для проверки возможной

результативности инвестиций в данный проект, и в случае положительного результата этой проверки принимается решение о величине основной инвестиции в проект. Наша модель будет многопериодной, и в каждом периоде возможны различные сценарии, приводящие к различного уровня рискам. При этом действия инвестора будут различаться в зависимости от сценария. На третьем этапе рассматриваются два подсценария (в среднем низкого и высокого результата), которые могут привести к различного уровня рискам с точки зрения инвестора. Идея работы состоит в том, чтобы постараться в этой непростой ситуации предложить возможность применения такой с точки зрения теории и практики хорошо зарекомендовавшей себя меры риска (см., например, [13], как  $VaR$ ).

Хотя мы фокусируемся на проектах R & D, наш анализ имеет широкое применение в других отраслях, где вероятность успеха невелика, но выплата при условии успеха высока, а также на проектах, предусматривающих значительную техническую экспертизу. Одним из таких примеров является киноиндустрия.

## Модель

Мы строим многопериодную модель реализации проекта R & D.

На начальную дату  $t = 0$  в компанию поступает проект R & D для рассмотрения на возможность реализации. В этот момент определяется интерес к его реализации с точки зрения технологической новизны, восприятия ее рынком и глубины соответствующего рынка. Выясняется наличие в компании возможности экспертизы и технологической реализации, а также финансирования данного проекта. В работе мы предполагаем, что эта возможность у компании существует и она проявляет интерес к реализации данного проекта. Предполагается, что все рассматриваемые денежные потоки к моменту оценки уже дисконтированы (то есть вопросы выбора ставки дисконтирования в данной работе не рассматриваются). В этом случае мы предполагаем, что компания нуждается в капитале  $\omega R$ , чтобы при  $t = 1$  сделать первоначальные инвестиции в R & D для разработки новой идеи, проведения клинических испытаний и т. д., где  $\omega \in (0, 1)$  и  $R > 0$ . Если эти испытания и другие поисковые исследования, которые финансируются за счет первоначальных инвестиций  $\omega R$ , дадут хорошие результаты, то компания сделает большую последующую инвестицию  $R$  в R & D при  $t = 2$ , в противном случае она прекратит дальней-

шие инвестиции. Первоначальные инвестиции  $\omega R$  не производят каких-либо денежных потоков. Их ценность заключается только в том, чтобы показать перспективы выплат от увеличенных инвестиций при  $t = 2$ . Это модельное описание представляет стадии инвестиций R & D, которые типичны для проектов R & D биофармацевтической фирмы, состоящих из нескольких этапов разработки лекарственных средств — каждый с предъявлением обязательств по выделению ресурсов. Ставка корпоративного налога  $\tau \in (0, 1)$ .

Пусть  $q \in (0, 1)$  — оценка вероятности при  $t = 0$  того, что начальная инвестиция R & D даст хорошие прогнозы ( $G$ ) для реализации основной инвестиции при  $t = 2$ , и  $1 - q$  вероятности того, что она даст плохие результаты ( $B$ ) для реализации основной инвестиции при  $t = 2$ . Если инвестиции R & D при  $t = 1$  дают хорошие результаты, то инвестирование  $R$  при  $t = 2$  с вероятностью  $\delta \in (0, 1)$  будет генерировать достижения на дату  $t = 3$  денежного потока  $X_H$  с высоким законом распределения. То есть терминальный (на дату  $t = 3$ ) денежный поток  $X_H$  будет иметь функцию распределения  $H$  с носителем  $[x_L, x_H]$  (мы это будем записывать как  $\text{supp } X_H = [x_L, x_H]$ ), причем  $x_L > R(1 + \omega)$ . При хороших результатах исследования при  $t = 1$  существует вероятность  $1 - \delta$  достижения денежного потока  $X_L$  с низким законом распределения, который имеет функцию распределения  $L$  с носителем  $[0, x_L]$  ( $\text{supp } X_L = [0, x_L]$ ).

Предполагается, что

$$\int_{x_L}^{x_H} x(1 - \tau)dH > R(1 + \omega) \quad (1)$$

и

$$\int_0^{x_L} x(1 - \tau)dL = R(1 + \omega) + \varepsilon, \quad (2)$$

где  $\varepsilon > 0$  — произвольное достаточно малое число. Идея заключается в том, что при хорошем результате на первом этапе и высоком законе распределения на третьем этапе ожидаемая посленалоговая выплата больше инвестиции на втором этапе. И что при хорошем результате на первом этапе и низком законе распределения на третьем этапе ожидаемая посленалоговая выплата равна инвестиции на втором этапе плюс достаточно малая сумма. Если тестирование R & D при  $t = 1$  дает плохие результаты (отказ), то любые инвестиции при  $t = 2$  приводят к нулевому денежному

потоку почти наверняка при  $t = 3$ , и поэтому в момент  $t = 2$  основная инвестиция не производится. Но только инвестировав  $\omega R$  при  $t = 1$ , компания будет иметь возможность узнать, являются ли итоги начального R & D хорошими или плохими при  $t = 2$ . Другими словами, первоначальные инвестиции в R & D являются необходимым и достаточным условием для принятия решения при  $t = 2$ , стоит ли дальше реализовывать проект.

Эта последовательность принятия решений кажется естественной. Владельцы компании (совет директоров) принимают важные стратегические решения о принятии к рассмотрению данного проекта R & D и его финансировании. Но детали R & D носят технический характер и, таким образом, делегированы менеджменту, который обладает необходимыми знаниями, чтобы оценить, была ли первая стадия R & D успешной и нужно ли связывать больше ресурсов с проектом R & D. Это связано с важным предположением в нашем анализе, согласно которому исследование по R & D, проведенное компанией, опирается на узкоспециализированные знания и создает их.

На рис. 1 мы графически суммировали стадии инвестиций R & D в модели.

## Хронология событий

Таблица 1

Временная линия событий и решений

$t=0$	$t=1$	$t=2$	$t=3$
Выбирается очередной проект R & D для рассмотрения Выясняется, что нужна сумма $\omega R$ для первоначальной инвестиции R & D при $t = 1$ и сумма $R$ для последующего инвестирования при $t = 2$	Компания инвестирует сумму $\omega R$ для проведения R & D по проекту, если принято решение о его проведении	Если фирма инвестировала при $t = 1$ , то с вероятностью $q$ инвестиция дает $G$ (хорошие результаты) и с вероятностью $1 - q$ дает $B$ (плохие результаты) Менеджер privately наблюдает результаты При $G$ компания инвестирует $R$ при $t = 2$ При $B$ компания прекращает дальнейшие инвестиции	Наблюдается заключительная выплата $X$ по проекту R & D Если фирма инвестирует $R$ при $t = 2$ , то $X = X_H$ с вероятностью $\delta$ и $X = X_L$ с вероятностью $1 - \delta$

Источник: описание автора

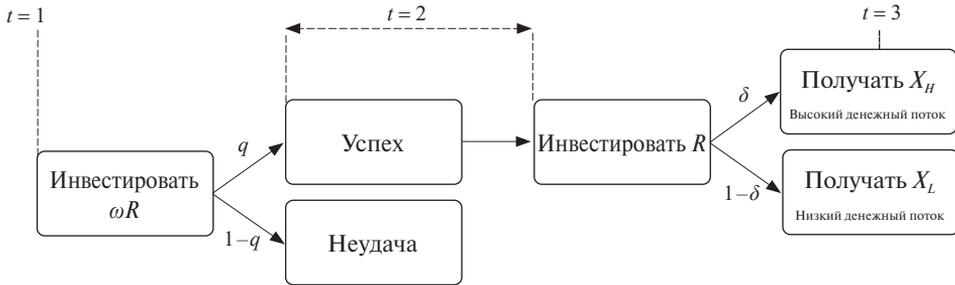


Рис. 1. Временной график инвестиций R & D

Источник: рисунок автора.

Таблица 1 обобщает хронологию событий и разъясняет действия игроков. Обратите внимание, что формально это игра. Мы кратко суммируем здесь роль, которую элементы играют в модели.

## Мера риска $VaR$ для инвестиций в проекты R & D

Обозначим результирующий показатель нашего проекта с учетом величины инвестиций и случайных терминальных выплат по проекту и налогообложения через  $X$  ( $NPV$  проекта).

Очевидно, что при наших модельных предположениях эта величина является случайной и ее можно описать следующим образом:

$$X = \begin{cases} -R\omega, & \text{с вероятностью } 1-q \\ X_H(1-\tau) - R(1+\omega) & \text{с вероятностью } q\delta \\ X_L(1-\tau) - R(1+\omega) & \text{с вероятностью } q(1-\delta), \end{cases} \quad (3)$$

где  $q = p(G)$ ,  $q\delta = p(G)p(H|G)$ ,  $q(1-\delta) = p(G)p(L|G)$ .

В тексте через  $H$  и  $L$  мы обозначаем как случайные события получения в момент  $t = 3$  высоких или низких доходностей, так и соответствующие законы распределения. Через  $p(\cdot)$  и  $p(\cdot|\cdot)$  обозначены вероятности и условные вероятности соответствующих событий.

Теперь введем меру риска  $VaR$  для оценки рисков проектов R & D в нашей модели по аналогии с существующей в риск-менеджменте мерой

(см. [14, 15]), нашедшей применение для оценки рисков в других областях (см., например, [16, 17]).

*Ценностью под риском* с доверительной вероятностью  $p$  назовем величину  $VaR_p(X)$ , при которой вероятность того, что соответствующая результирующая случайная величина  $X$ , (NPV), окажется больше этой величины, равна  $p$ , то есть это худшее значение результирующей величины (NPV), которое может встретиться с вероятностью  $p$ :  $P\{X > VaR_p(X)\} = p$ .

Из нашего модельного определения результирующей величины очевидно, что полезным могло оказаться вычисление  $VaR$  результирующей величины в зависимости от того, какое из взаимоисключающих событий, составляющих полную группу событий:  $B$ ,  $G \cdot H$  или  $G \cdot L$ , произойдет (здесь и далее через  $X \cdot Y$  обозначено произведение случайных событий  $X$  и  $Y$ ). То есть  $VaR_p(X)$  в нашем случае — это случайная величина, которая, например, при условии, что произойдет событие  $B$ , то есть с вероятностью  $1 - q$ , принимает, очевидно, значение  $VaR_p(X | B) = -R\omega$ .

Сейчас перейдем к определению значения  $VaR_p(X)$  при условии, что произойдут события  $G \cdot H$  или  $G \cdot L$ .

Для этого нам понадобятся следующие простые свойства меры риска  $VaR$  (доказательства см. в приложении 1):

### Предложение 1

1.  $VaR_p(\alpha X) = \alpha VaR_p(X)$ , где  $\alpha$  — любое положительное число.
2.  $VaR_p(X + C) = VaR_p(X) + C$ , где  $C$  — любое число.

Из формулы (3) и предложения 1 следует, что случайная величина  $VaR_p(X)$  с вероятностью  $q\delta$  принимает значение

$$VaR_p(X | G \cdot H) = (1 - \tau)VaR_p(X_H) - R(1 + \omega),$$

а также что случайная величина  $VaR_p(X)$  с вероятностью  $q(1 - \delta)$  принимает значение

$$VaR_p(X | G \cdot L) = (1 - \tau)VaR_p(X_L) - R(1 + \omega),$$

Тогда, определяя ожидаемое значение для  $VaR_p(X)$ , мы получаем:

$$\begin{aligned} E(VaR_p(X)) &= -(1 - q)R\omega + q\delta \left[ (1 - \tau)VaR_p(X_H) - R(1 + \omega) \right] + \\ &\quad + q(1 - \delta) \left[ (1 - \tau)VaR_p(X_L) - R(1 + \omega) \right] = \\ &= -(1 - q)R\omega + q\delta(1 - \tau)VaR_p(X_H) + q(1 - \delta) \left[ (1 - \tau)VaR_p(X_L) - R(1 + \omega) \right]. \end{aligned}$$

То есть

$$E(VaR_p(X)) = -R(\omega + q) + q(1 - \tau) [\delta VaR_p(X_H) + (1 - \delta) VaR_p(X_L)]. \quad (4)$$

Мы хотим получить простые аналитические выражения для меры риска  $VaR$  проекта R & D в двух предположениях — равномерного и треугольного распределения терминальной выплаты по проекту.

### **$VaR$ проекта R & D при равномерном распределении выплаты**

Мы воспользуемся справедливостью следующего простого утверждения (доказательство см. в приложении 2).

#### **Предложение 2**

Если случайная величина  $X$  равномерно распределена в интервале  $(a, b)$ , то

$$VaR_p(X) = pa + (1 - p)b.$$

Из формулы (4) с помощью предложения 2 получаем:

$$E(VaR_p(X)) = -R(\omega + q) + q(1 - \tau) [\delta(px_L + (1 - p)x_H) + (1 - \delta)(1 - p)x_L]. \quad (5)$$

Рассмотрим иллюстративный численный пример, проявляющий разумные и естественные зависимости модельной оценки риска проекта R & D от важнейших параметров модели.

В нашем примере мы зафиксируем значения следующих параметров модели:

$$R = 50 \text{ ед.}, \omega = 0,1, \tau = 0,2, p = 0,95 \text{ и } x_L = 100 \text{ ед.}$$

Мы будем рассматривать два возможных значения для верхней границы носителя высокого распределения денежного потока терминальной выплаты по проекту.

1.  $x_H = 2x_L = 200$  ед., то есть максимально возможно большой размер денежного потока при его высоком распределении в два раза превышает максимально возможно большой размер денежного потока при его низком распределении.

При этом мы будем изменять значения двух вероятностей в модели —  $q$  и  $\delta$ .

С позиции этих параметров мы будем рассматривать четыре возможных сценария:

а)  $q = 0,4$  и  $\delta = 0,2$ .

То есть наши шансы на удачу первого этапа инвестиционного процесса при  $t = 1$  немного ниже средних и очень мало шансов на достижение высокого распределения выплат при  $t = 3$  в случае удачи первого этапа инвестиционного процесса;

б)  $q = 0,6$  и  $\delta = 0,2$ .

То есть наши шансы на удачу первого этапа инвестиционного процесса при  $t = 1$  немного выше средних и очень мало шансов на достижение высокого распределения выплат при  $t = 3$  в случае удачи первого этапа инвестиционного процесса;

с)  $q = 0,4$  и  $\delta = 0,6$ .

То есть наши шансы на удачу первого этапа инвестиционного процесса при  $t = 1$  немного ниже средних и немного выше средних шансов на достижение высокого распределения выплат при  $t = 3$  в случае удачи первого этапа инвестиционного процесса;

д)  $q = 0,6$  и  $\delta = 0,6$ .

То есть наши шансы на удачу первого этапа инвестиционного процесса при  $t = 1$  немного выше средних и немного выше средних шансов на достижение высокого распределения выплат при  $t = 3$  в случае удачи первого этапа инвестиционного процесса.

Результаты расчетов  $E(VaR_p(X))$  в этих четырех сценариях по формуле (5) для равномерного распределения выплат приведены в табл. 2.

Эти результаты вполне согласуются с естественной логикой и ожиданиями.

2.  $x_H = 5x_L = 500$  ед., то есть максимально возможно большой размер денежного потока при его высоком распределении в пять раз превышает максимально возможно большой размер денежного потока при его низком распределении.

При этом мы будем изменять значения двух вероятностей в модели —  $q$  и  $\delta$  и рассматривать те же четыре сценария — а), б), с) и д).

Результаты расчетов  $E(VaR_p(X))$  в этих четырех сценариях по формуле (5) для равномерного распределения выплат приведены в табл. 3.

Таблица 2

Значения  $E(VaR_p(X))$  в четырех сценариях при  $x_H = 2x_L = 200$  ед.

	$q = 0,4$	$q = 0,6$
$\delta = 0,2$	a) -17	b) -23
$\delta = 0,6$	c) -4,2	d) -3,8

Источник: расчеты автора.

Таблица 3

Значения  $E(VaR_p(X))$  в четырех сценариях при  $x_H = 5x_L = 500$  ед.

	$q = 0,4$	$q = 0,6$
$\delta = 0,2$	-16,04	-21,56
$\delta = 0,6$	-1,32	-0,44

Источник: расчеты автора.

Эти результаты также вполне согласуются с естественной логикой и ожиданиями.

При этом мы замечаем, что при увеличении максимально возможно большого размера денежного потока при его высоком распределении по сравнению с максимально возможно большим размером денежного потока при его низком распределении риски проекта R & D падают.

### **$VaR$ проекта R & D при треугольном распределении выплаты**

Мы воспользуемся справедливостью следующего утверждения (доказательство см. в приложении 3).

#### **Предложение 3**

Если случайная величина  $X$  подчинена треугольному распределению с носителем, совпадающим с интервалом  $(a, b)$ , и вершиной, проекция которой на носитель представляется точкой  $v \in (a, b)$ , тогда

1) если  $v \leq pa + (1-p)b$ , то

$$VaR_p(X) = b - \sqrt{p(b-a)(b-v)};$$

2) если  $v \geq pa + (1-p)b$ , то

$$VaR_p(X) = a + \sqrt{(1-p)(b-a)(v-a)}.$$

Сначала рассмотрим значение  $VaR_p(X_H)$ .

Тогда из предложения 3 следует, что:

1) если  $v_H \leq px_L + (1-p)x_H$ , то

$$VaR_p(X_H) = x_H + \sqrt{p(x_H - x_L)(x_H - v_H)},$$

где  $v_H$  является проекцией вершины  $C$  распределения  $H$  на носитель распределения;

2) если  $v_H \geq px_L + (1-p)x_H$ , то

$$VaR_p(X_H) = x_L + \sqrt{(1-p)(x_H - x_L)(x_H - x_L)}.$$

Аналогично рассмотрим значение  $VaR_p(X_L)$ .

Из предложения 3 следует, что:

1) если  $v_L \leq (1-p)x_L$ , то

$$VaR_p(X_L) = x_L - \sqrt{px_L(x_L - v_L)},$$

где  $v_L$  является проекцией вершины  $C$  распределения  $L$  на носитель распределения;

2) если  $v_L \geq (1-p)x_L$ , то

$$VaR_p(X_L) = \sqrt{(1-p)x_L v_L}.$$

Теперь, переходя к получению вычислительных формул для ожидаемого значения и используя (4), мы видим, что в зависимости от реализации четырех случаев должны быть четыре разных выражения для этой величины:

I. Если  $v_H \leq px_L + (1-p)x_H$  и  $v_L \leq (1-p)x_L$ , то

$$E(VaR_p(X)) = -R(\omega + q) + q(1-\tau)(\delta \left[ x_H - \sqrt{p(x_H - x_L)(x_H - x_H)} \right] + (1-\delta) \left[ x_L - \sqrt{px_L(x_L - v_L)} \right]).$$

II. Если  $v_H \leq px_L + (1-p)x_H$  и  $v_L \geq (1-p)x_L$ , то

$$E(VaR_p(X)) = -R(\omega + q) + q(1-\tau)(\delta \left[ x_H - \sqrt{p(x_H - x_L)(x_H - x_H)} \right] + (1-\delta) \sqrt{(1-p)x_L v_L}).$$