

Тема 2. Основы оценки и измерения финансовых рисков

1. Содержание и последовательность оценки экономического риска.
2. Оценка распределения вероятности.
3. Измерение риска на основе сценарного подхода.
4. Метод оценки «стоимости, подверженной риску» (VaR).

1.

Поскольку риск является объективно-субъективной категорией, то ситуацию риска составляют объективно существующие возможности изменения экономической системы или её внешней среды и субъект, идентифицирующий и оценивающий эти возможности в соответствии с природой и целями своей деятельности. Поэтому логично рассматривать оценку риска в качестве интегрированного этапа процесса управления риском, который включает качественный и количественный анализ риска, а также соотнесение полученного объективного представления о степени риска с субъективным её восприятием лицом, принимающим решение.

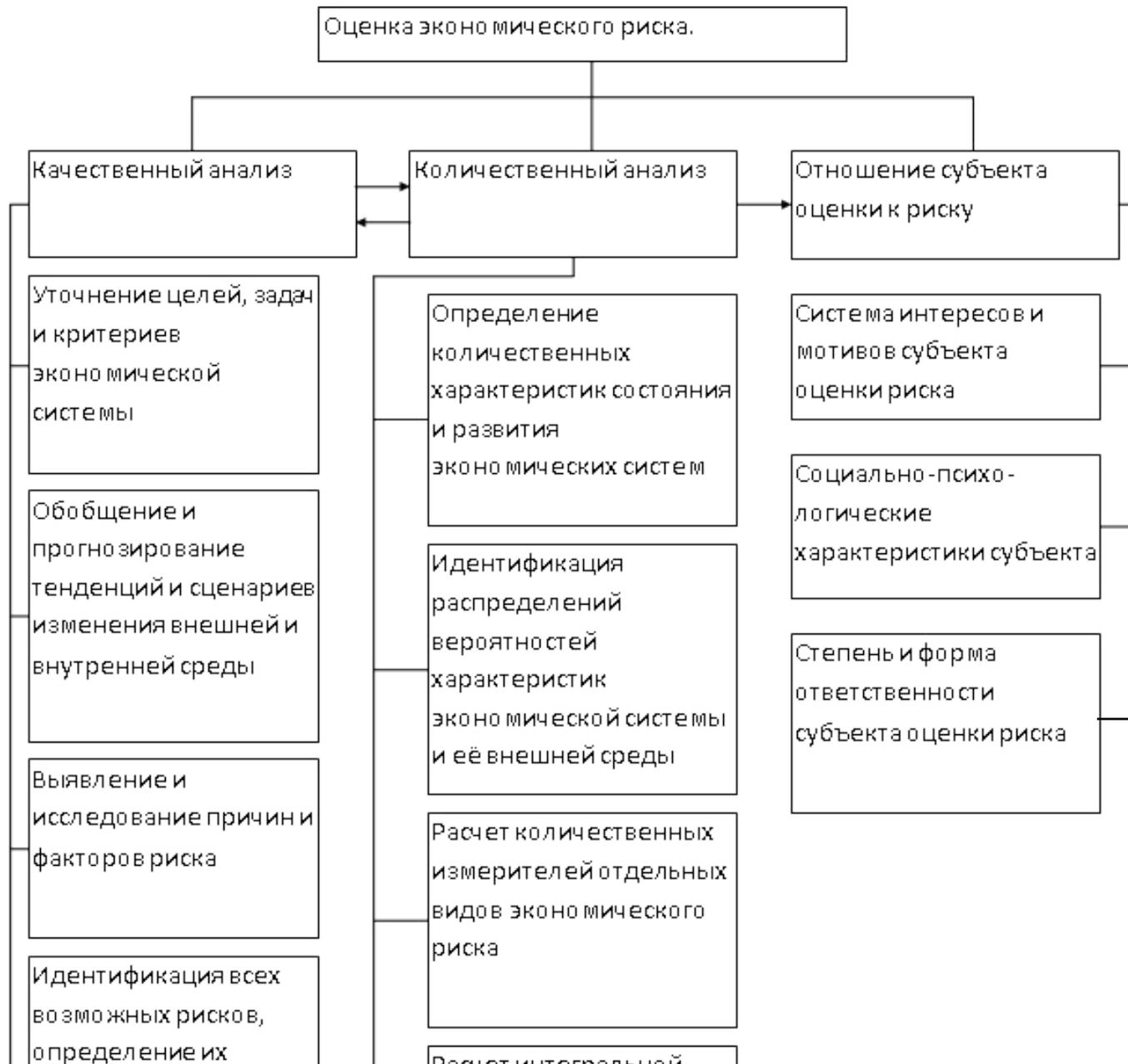
Качественный анализ заключается в выявлении возможных проявлений, причин и факторов риска, потенциальных потерь и выгод как результата риска, идентификации всех возможных рисков и определении их сравнительной и совокупной значимости для экономической системы.

Только на основе качественного анализа возможны формулировка целей, задач и критериев экономической системы, через призму которых рассматриваются проявления риска, выявление и ранжирование по степени влияния причин и факторов риска, обобщение и прогнозирование тенденций и сценариев изменения внешней и внутренней среды, определение потенциальных путей

Количественный анализ риска основывается на результатах его качественного анализа и состоит в количественном измерении отдельных видов и интегрального риска системы, моделировании тенденций и сценариев, вычислении степени влияния отдельных факторов риска, сопоставлении по количественным критериям различных вариантов хеджирования риска.

В данном подходе количественное измерение риска является только одним из элементов количественного анализа и призвано, исходя из адекватного отражения ситуации, установить объективную меру риска в определённой шкале измерений. Эта операция не исчерпывает возможностей количественного анализа риска и тем более не определяет его количественную оценку. Например, определение среднего квадратического отклонения нормы прибыли какого-либо актива, как меры риска, не является завершением оценки риска, так как ЛПР необходимо соотнести его к требуемой норме прибыли данного класса активов и к уровню доходности и степени её вариации в альтернативных вариантах активов. Такое соотнесение завершит количественную оценку риска, но не оценку риска в целом, так как в реализации последней добавляется отношение ЛПР к риску. Одни и те же количественные оценки могут восприниматься разными ЛПР, как характеризующие различные степени риска.

Схема процесса оценки экономического риска



исследование причин и факторов риска

Идентификация всех возможных рисков, определение их сравнительной и совокупной значимости для экономической системы

Определение потенциальных путей устранения, минимизации или передачи риска и оценка реальности возможностей их реализации.

Расчет количественных измерителей отдельных видов экономического риска

Расчет интегральной меры риска экономической системы

Сравнительная количественная оценка влияния отдельных факторов на риск экономической системы

Количественная оценка риска

В процессе оценки риска качественный и количественный анализ не просто дополняют друг друга, а системно взаимодействуют.

Количественный анализ может опираться только на качественно установленные критерии, факторы, условия, альтернативы и т.д. В свою очередь качественный анализ совершенствуется, используя результаты количественного анализа. Так, например, если в результате количественного анализа выявленных факторов риска установлена недостаточная статистическая достоверность их влияния, то это является основанием для пересмотра выводов качественного анализа и проведения более глубоких исследований по установлению реально влияющих факторов.

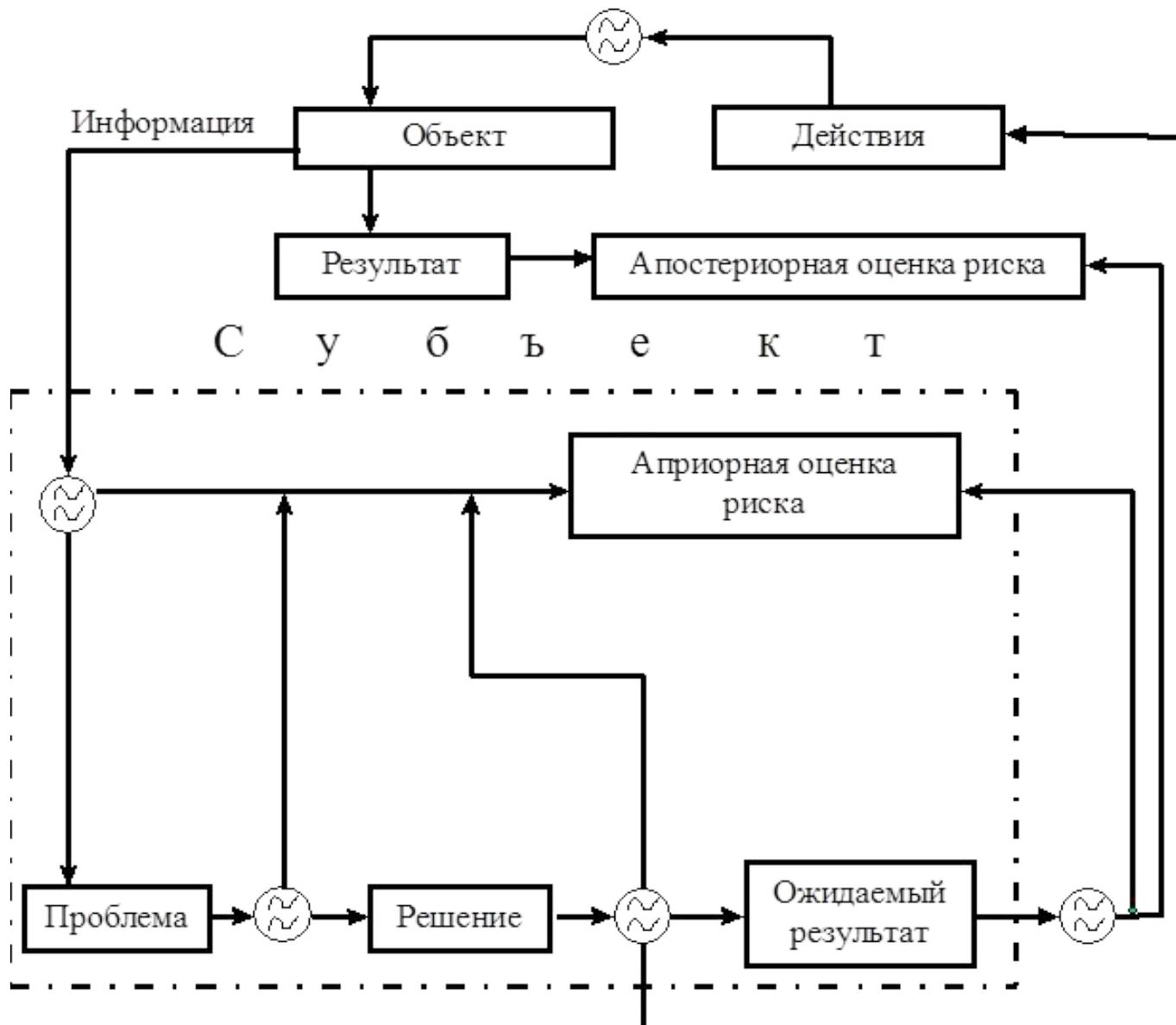
Оценка риска экономических решений или проектов несколько не проще оценки риска экономических систем в целом. Решение принимается на основании имеющейся информации об объекте, протекающих в нем и внешней среде процессах. Эта информация не может быть исчерпывающей и всегда остается неопределенность, которая отражается на формулировке проблемы, выработке и принятии решения, определении вероятного результата. Оценка риска принимаемого решения сводится к сопоставлению вероятностного ожидаемого результата со степенью неопределённости, соответствующей выработке данного решения.

Чем тщательнее выработывалось решение, чем больше информации привлечено для его обоснования, чем выше достоверность этой информации и совершеннее методы, привлекаемые к выработке решения, тем с большей вероятностью можно предсказывать ожидаемый результат, тем меньшим будет риск. Чем больше абсолютное значение результата или возможного ущерба, тем выше риск решения.

Таким образом, собственно оценка риска, называемая нами априорной оценкой риска, выполняется в субъекте принятия решения и заключается в соотнесении степени неопределенности принимаемого решения с математическим ожиданием вероятного результата (ущерба). Необходимо подчеркнуть, что именно собственно оценка риска при принятии решения считается в данной трактовке априорной в отличие от встречающегося употребления этого термина в отношении предварительной пилотной оценки риска.

Наряду с априорной применяется и апостериорная оценка риска, которая состоит в соотнесении фактически полученного результата с ожидаемым результатом и всей системой неопределенности при его обосновании. Эта оценка необходима для создания банка данных (опыта), который используется при выработке и принятии будущих решений.

Общая схема оценки экономического риска при принятии решений



2.

Для количественного измерения риска требуется оценка распределения вероятности соответствующих показателей.

Математическое определение вероятности события как отношения числа случаев наступления события к числу испытаний, которое к тому же стремится к бесконечности, для оценки риска не может быть применено, так как риск относится к будущим событиям и никаких испытаний быть не может. Поэтому вероятность оценивается либо на основе статистики прошлого опыта, либо экспертным методом как соотношение шансов.

Эффективным методом такой субъективной оценки вероятности может служить шкалирование на основе экспертных вербальных суждений и синтеза парных сравнений.

Методика оценки субъективной вероятности включает последовательное выполнение совокупности операций.

- 1). Определяется конечный набор из n возможных исходов, событий либо градаций уровня количественных характеристик.
- 2). События или градации заносятся в матрицу парных суждений (табл.), в которой для каждой пары шкалируются отношения вероятностей по экспертным ответам на вопрос: «В какой степени вероятность одного события (градации) превосходит вероятность другого?»

Шкала относительной важности

Интенсивность относительной важности	Определение
1	Равная важность
3	Умеренное превосходство важности предпочтения одного над другим
5	Существенное или сильное превосходство
7	Значительное превосходство
9	Очень сильное превосходство
2,4,6,8	Промежуточные решения между двумя соседними суждениями
Обратные величины приведенных выше чисел	Если при сравнении одного исхода с другим получено одно из вышеуказанных чисел (например 3), то при сравнении второго исхода с первым получим обратную величину (т.е.1/3)

Матрица парных сравнений

Исходы	A₁	A₂	A₃	...	A_n
A₁	a_1/a_1	a_1/a_2	a_1/a_3	...	a_1/a_n
A₂	a_2/a_1	a_2/a_2	a_2/a_3	...	a_2/a_n
A₃	a_3/a_1	a_3/a_2	a_3/a_3	...	a_3/a_n
...
A_n	a_n/a_1	a_n/a_2	a_n/a_3	...	a_n/a_n

3) для каждой строки рассчитать произведение элементов :

$$b_1 = a_1/a_1 * a_1/a_2 * \dots * a_1/a_n$$

$$b_2 = a_2/a_1 * a_2/a_2 * \dots * a_2/a_n$$

...

$$b_n = a_n/a_1 * a_n/a_2 * \dots * a_n/a_n$$

4) Рассчитать корень степени n из каждого произведения:

$$c_1 = \sqrt[n]{b_1}$$

$$c_2 = \sqrt[n]{b_2}$$

...

$$c_n = \sqrt[n]{b_n}$$

5) Рассчитать сумму всех корней:

$$C = \sum_{i=1}^n c_i$$

6) Рассчитать вектор относительных предпочтений

$$P_1 = c_1/C$$

$$P_2 = c_2/C$$

...

$$P_n = c_n/C$$

Эти значения и будут представлять собой субъективную оценку вероятности каждого из событий, а в совокупности градации и соответствующие им вероятности дают распределение вероятностей.

	55	60	65	70	75	Призв	корень 5 ст	Вероятн	расч.сред
55	1	0,333	0,2	0,125	0,167	0,00139	0,268	0,037	2,043
60	3	1	0,25	0,2	0,25	0,0375	0,519	0,072	4,310
65	5	4	1	0,25	0,333	1,665	1,107	0,153	9,970
70	8	5	4	1	3	480	3,438	0,476	33,331
75	6	4	3	0,333	1	23,976	1,888	0,261	19,612
							7,219	1,000	69,265
	средн курс		69,26						

3.

Измерение экономического риска решений или проектов концептуально включает три составляющих.

- 1). Оценку вероятности условий и рыночной конъюнктуры либо достижения требуемого результата (получения ущерба). Поскольку определение вероятности относится к событиям, которые предстоят, классическое понятие вероятности, как отношение числа случаев наступления некоторого события к достаточно большому числу испытаний, неприменимо. При оценке риска применяют субъективную вероятность, определяемую экспертным путем как соотношение шансов. Чем меньше вероятность правильного предсказания условий, конъюнктуры или требуемого результата, тем больше риск.
- 2). Определение размеров ожидаемого результата или ущерба. При одной и той же вероятности чем больше эти размеры, тем больше риск. Произведение размера результата или ущерба на вероятность составляет математическое ожидание.
- 3). Соотнесение математического ожидания ущерба с финансово-экономическим потенциалом экономической системы. Чем больше возможный ущерб по отношению к этому потенциалу, тем больше риск.

Для определения распределения вероятностей возникновения определённых будущих условий или ожидаемого результата применяется сценарный подход, в соответствии с которым выделяются возможные варианты проявления условий внешней среды, конъюнктуры рынка, хода технологического процесса и т.п. Экспертным путем устанавливается вероятность каждого из возможных вариантов. По меньшей мере рассматривается три варианта: пессимистический, исходящий из максимально возможных неблагоприятных обстоятельств; вероятный, рассчитанный на средние условия; оптимистический, предполагающий самые благоприятные исходы. Большое значение для оценки риска имеет выбор результативного показателя, по вариации которого судят о риске. Необходимо, чтобы он отражал экономическую сущность результата решения или проекта и был сопоставим с аналогичными критериями других вариантов.

Наиболее обобщающий и универсально сопоставимый экономический критерий - это норма прибыли. Поэтому и измеритель экономического риска на основе оценки вариации нормы прибыли тоже является обобщающим и сопоставимым. В странах со стабильной рыночной экономикой, где большая доля капиталов обращается через фондовый рынок, вариация нормы прибыли ценных бумаг является основным оценочным показателем риска, а в качестве сопоставимого измерителя риска используется

На основе распределения вероятностей оценочного показателя в сценариях определяются статистические характеристики, необходимые для измерения риска:

математическое ожидание значения показателя:

$M = \sum V_j P_j$, где P_j – вероятность j -го сценария, V_j – значение оценочного показателя j -го сценария;

дисперсия значений :

$$D = \sum P_j (V_j - M)^2;$$

квадратный корень из которой дает **среднее квадратическое отклонение (S).**

Пример расчета показателей

риска.

Определить меру риска проектов.

Условия конъюнктуры	вероятность	норма прибыли проектов, %	
		А	Б
благоприятные	0,2	100	50
средние	0,5	40	18
неблагоприятные	0,3	-60	10

$$M_A = 0,2*100 + 0,5*40 + 0,3*(-60) = 22\%$$

$$M_B = 0,2*50 + 0,5*18 + 0,3*10 = 22\%$$

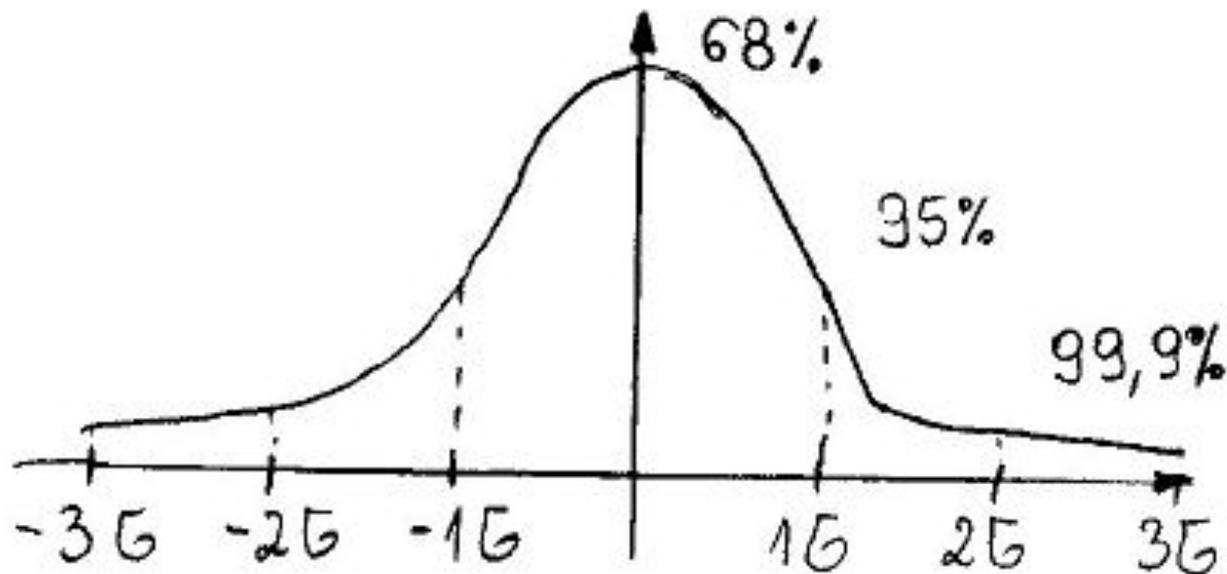
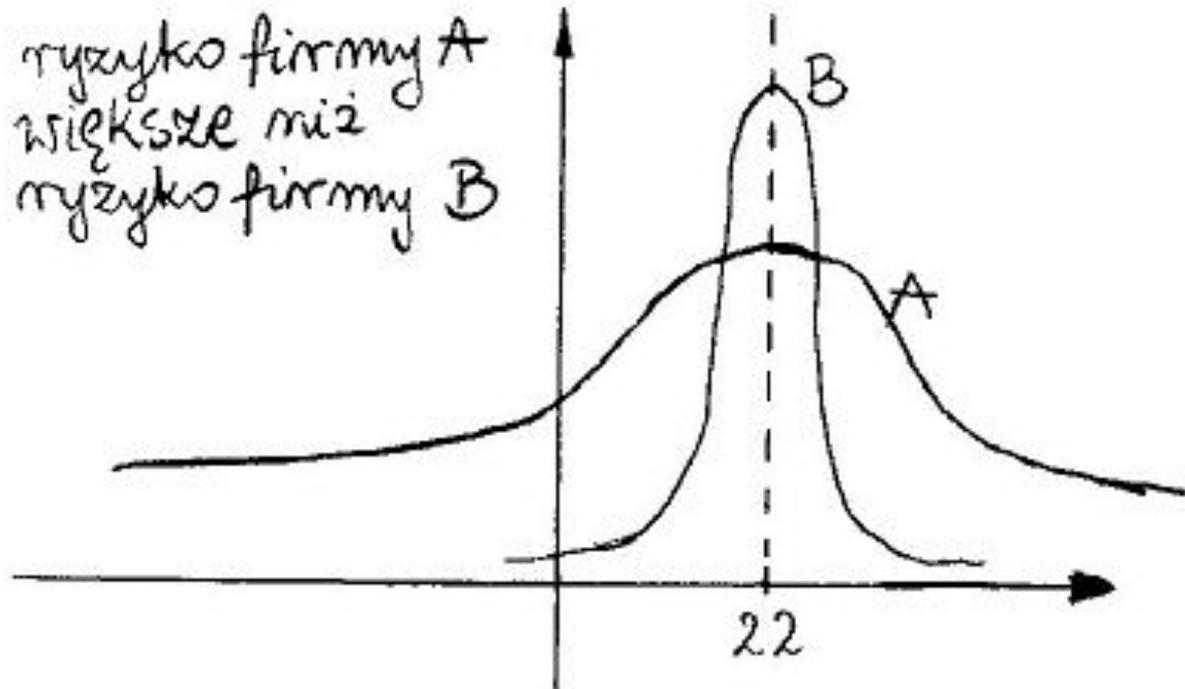
$$S_A^2 = 0,2(100 - 22)^2 + 0,5(40 - 22)^2 + 0,3(-60 - 22)^2 = 3396$$

$$S_A = 3396^{0,5} = 58,3\%$$

$$S_B^2 = 0,2(50 - 22)^2 + 0,5(18 - 22)^2 + 0,3(10 - 22)^2 = 208$$

$$S_B = 208^{0,5} = 14,4\%$$

ryzyko firmy A
większe niż
ryzyko firmy B



P=68%

$K_A = 22\% \pm 58,3\% \rightarrow$ от -36,3 до 80,3

$K_B = 22\% \pm 14,4\% \rightarrow$ от 7,6 до 36,4

4.

Впервые концепция рискованной стоимости стала использоваться крупными банками в конце 1980-х — начале 1990-х гг. для измерения совокупного риска трейдингового портфеля. Считается, что идея VaR принадлежит Дэннису Везерстоуну, председателю совета директоров банка J.P. Morgan, который хотел каждый день в 16:15 получать отчет о максимальных потерях по всем трейдинговым позициям в банке, ожидаемым в ближайшие 24 часа. Этот отчет должен был уместиться на одной странице и быть понятен совету директоров банка. Он был разработан в начале 1990-х гг. и получил известность как “Отчет 415”. В 1993 г термин “Value-at-Risk” впервые появился в публичном документе, в докладе Derivatives: practices and principles, подготовленном J.P. Morgan по заказу “Группы Тридцати” (G30), некоммерческой организации, объединяющей крупнейшие финансовые организации США. В октябре 1994 г. банк J.P. Morgan опубликовал систему RiskMetrics™ и разместил в Интернете в открытом доступе ее подробное описание.

Концепция value at risk (рисковая стоимость, VaR) призвана дать четкий и однозначный ответ на вопрос, возникающий при проведении операций на финансовых рынках: какой максимальный убыток мы рискуем понести за определенный период времени с заданной вероятностью для данного портфеля? Из вопроса следует, что величина VaR для портфеля заданной структуры определяется как наибольший ожидаемый убыток, обусловленный колебаниями цен на финансовых рынках, и рассчитывается:

- на определенный период времени в будущем (временной горизонт);
- с заданной вероятностью его непревышения (доверительный интервал);
- при данном предположении о характере поведения рынка (метод расчета).

Доверительный интервал и временной горизонт являются ключевыми параметрами, без которых невозможны ни расчет, ни интерпретация величины VaR. Так, например, значение рисковой стоимости в 10 млн долл. для временного горизонта в один день и доверительного интервала 99% будет означать, что:

- вероятность того, что в течение следующих 24 часов мы потеряем меньше, чем 10 млн долл., составляет 99%;
- вероятность того, что наши убытки превысят 10 млн долл. в течение ближайших суток, равна 1%;
- убытки, превышающие 10 млн долл., ожидаются в среднем один раз в

Таким образом, VaR характеризуется тремя параметрами:

- **Временной горизонт**, который зависит от рассматриваемой ситуации. По базельским документам — 10 дней, по методике Risk Metrics — 1 день. Чаще распространен расчет с временным горизонтом 1 день. 10 дней используется для расчета величины капитала, покрывающего возможные убытки.
- **Доверительный уровень** (confidence level) — уровень допустимого риска. По базельским документам используется величина 99 %, в системе RiskMetrics — 95 %.
- **Базовая валюта**, в которой измеряется показатель.

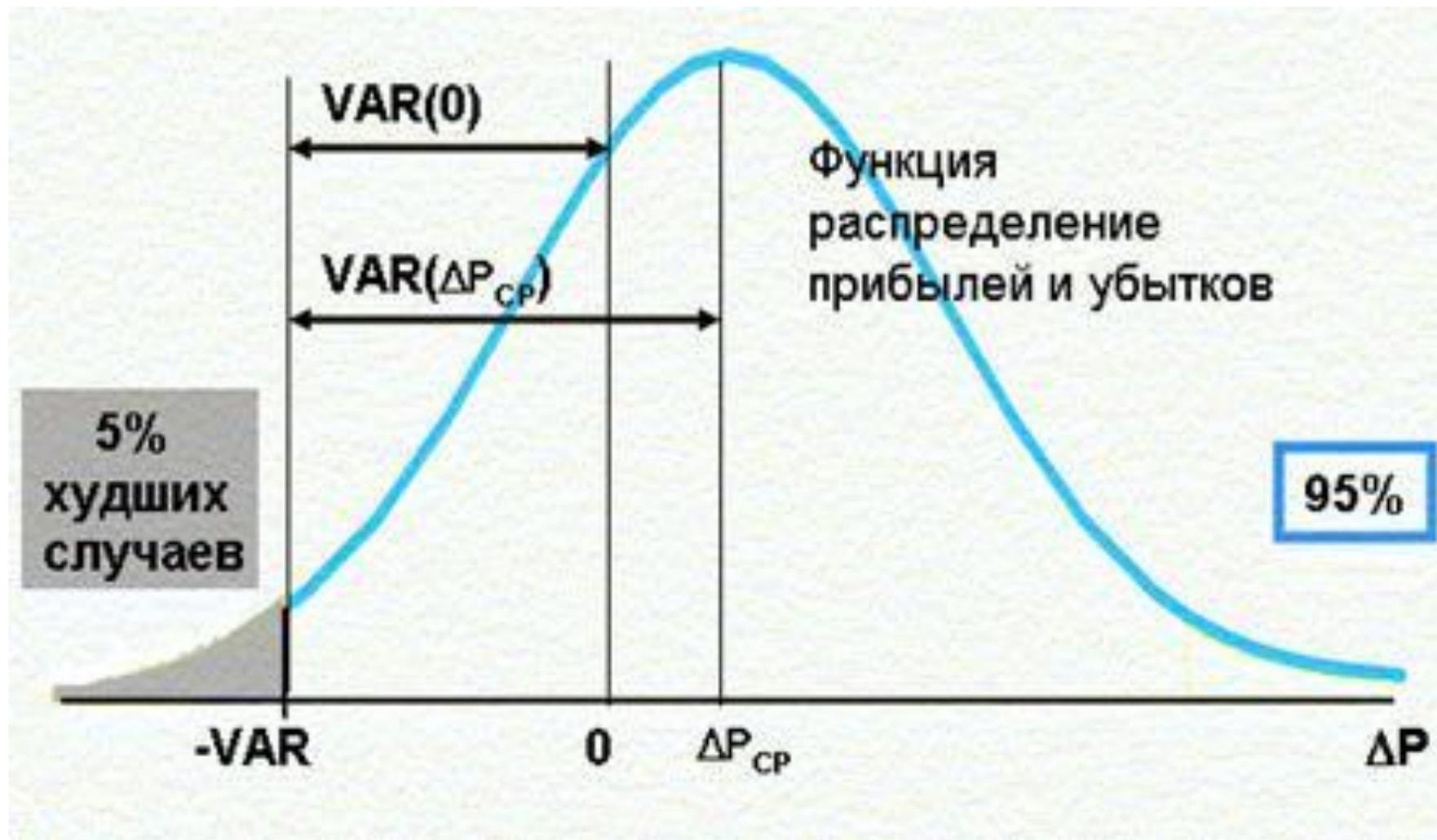
Существует множество методов вычисления VaR, но все они имеют схожую структуру и состоят из трех основных этапов:

- вычисление рыночной стоимости (mark-to-market) актива или портфеля активов;
 - оценка вероятностного распределения доходности актива или портфеля активов;
 - выбор доверительного уровня и соответствующего ему значения VaR.
- Основное различие между методами вычисления VaR заключается в том, как проходит второй этап, т. е. какие используются способы оценки вероятных изменений в стоимости портфеля. Все существующие методы вычисления VaR можно теоретически разделить на четыре категории:
- параметрические (подход RiskMetrics™ и GARCH);
 - непараметрические (метод исторического моделирования и так называемые «гибридные» методы);
 - полупараметрические (Extreme Value Theory — теория экстремальных значений и методы квазимаксимального правдоподобия GARCH);
 - методы компьютерной симуляции Монте-Карло.

Практически для вычисления VaR используются три основных метода:

- ковариационный метод
- метод исторического моделирования
- метод Монте-Карло

Классический вариант параметрического метода расчета VaR предполагает нормальное распределение показателей.



Где $1 - \alpha\%$ площадь затемненной фигуры (5% худших случаев).

Для получения значения VaR необходимо построить эмпирическую функцию распределения, используя N последних доходностей ряда ретроспективных данных, в которых известны значения факторов риска.

Т.е. задается последовательный ряд сценариев, в которых представлены все изменения факторов риска, имевшие место в прошлом. Для каждого такого сценария производится расчет финансового результата портфеля (или финансового инструмента) относительно его базовой стоимости. Рассчитанные N значений финансового результата ранжируются в порядке убывания (от максимального прироста цены портфеля до самого большого убытка), после чего по ней легко

РАСЧЕТ VaR для одного актива

Для начала нужно определить логарифмы однодневных изменений курсов акций для каждой позиции по формуле:

$$x_i = \ln \frac{F_i}{F_{i-1}}$$

где F – текущая цена актива на i-тую дату

Могут использоваться непосредственные цены активов или относительное их изменение за период.

Затем рассчитывается стандартное отклонение для каждой позиции:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N x_i^2}$$

где N - количество дней
ряда.

При расчете значения VaR на период более одного дня данное выражение умножается еще и на корень их числа дней, на которое рассчитывается VaR.

После этого уже рассчитывается сам показатель VaR по формуле: $VaR = k * \sigma * P * N$

где k – коэффициент, соответствующий каждому из доверительных уровней 90%, 95%, 97,5% и 99%;

P - текущая стоимость финансового инструмента;

N - количество финансовых инструментов данной позиции.

Обычно расчет VaR производится для доверительных уровней 90%, 95%, 97,5% и 99%.

Коэффициенты, соответствующие каждому из доверительных уровней, приведены в таблице:

Доверительный уровень	Коэффициент
90,0%	1,28
95,0%	1,65
97,5%	1,96
99,0%	2,33

Для портфеля активов уже учитывается ковариация их доходности и структура портфеля.

Портфель активов характеризуется вектором структуры $d = (d_1, d_2, \dots, d_n)$,

$$d_i = V_i / \sum_{j=1}^n V_j = V_i / V_p$$

где d_i — доля стоимости i -го актива в портфеле.

Тогда доходность портфеля выразится через доходности активов следующим образом:

$$r_p = d^T r = \sum_{i=1}^n d_i r_i$$

Тогда ожидаемая доходность (математическое ожидание) портфеля выражается через ожидаемые доходности активов следующим образом:

$$\mu_p = E(r_p) = d^T E(r) = \sum_{i=1}^n d_i E(r_i) = \sum_{i=1}^n d_i \mu_i$$

а дисперсия портфеля будет равна

$$\sigma_p^2 = V(r_p) = V(d^T r) = d^T \Sigma d = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sigma_{ij} d_i d_j$$

Если предполагается нормальное распределение доходностей, то для заданной вероятности α (например, 5 % или 1 %)

$$P(r_p < \mu_p - u_\alpha \sigma_p) = \alpha$$

где u_α — односторонняя α -квантиль стандартного нормального распределения.

Следовательно, величина VaR оценивается как

$$VaR = -V_p(\mu_p - u_\alpha \sigma_p),$$

где знак минус перед формулой необходим для положительности полученного значения. Чаще всего ожидаемую «доходность» портфеля принимают равной нулю. Поэтому

$$VaR = V_p \sigma_p u_\alpha$$