



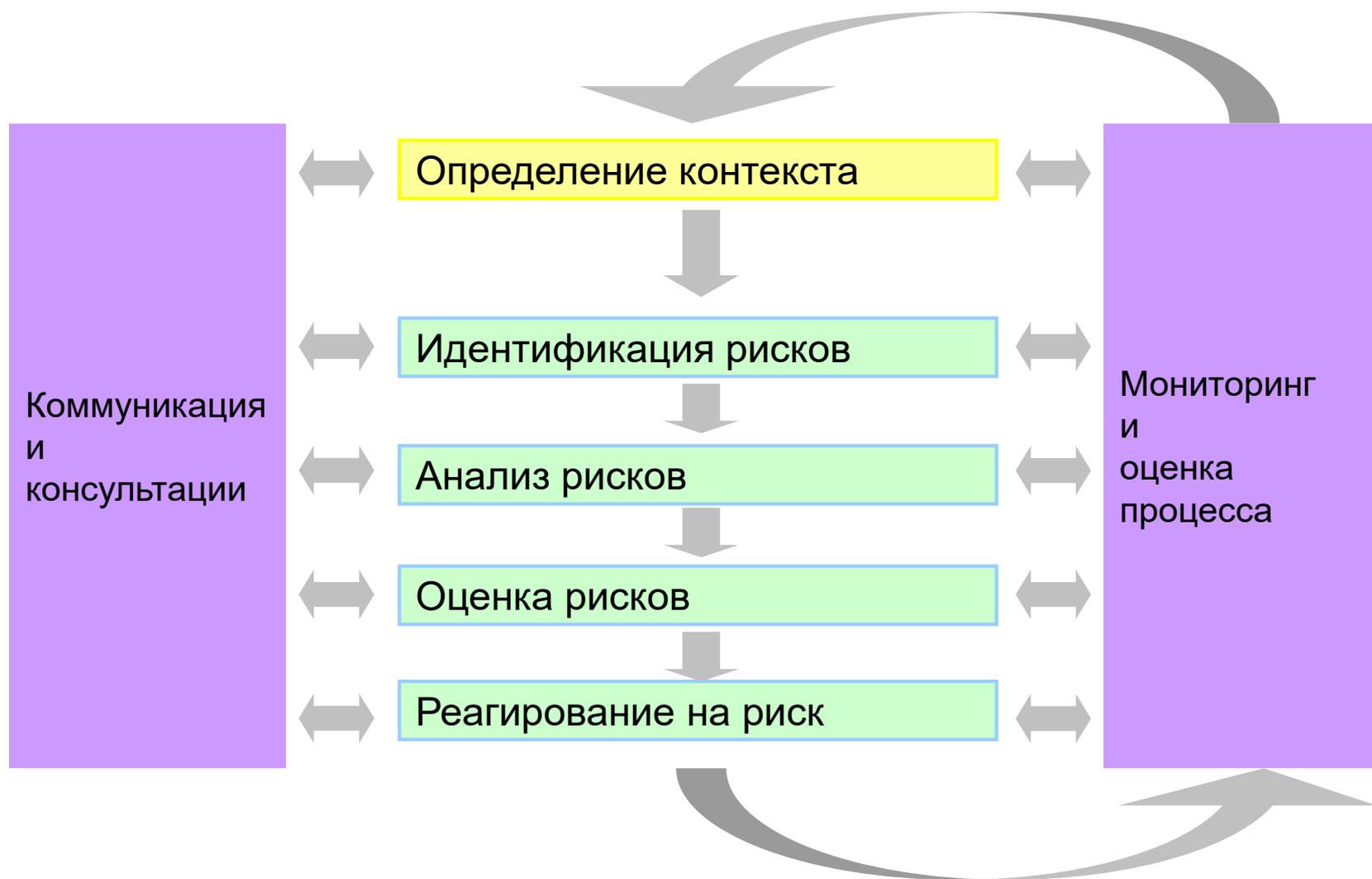
АНАЛИЗ РИСКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ

Александр С. Красильников

к.э.н., доцент

Начальник отдела управления рисками ПАО «МТС»

ISO31000: Схема процесса управления рисками



Виды проектных рисков

- **Увеличение затрат**
 - Изменение цен на комплектующие
 - Изменение таможенных пошлин

- **Недостижение планируемых доходов или качественных КПЭ**
 - Ошибки в прогнозировании рыночной ситуации
 - Активные действия конкурентов

- **Срыв сроков проекта**
 - Срыв сроков поставок
 - Длительные согласования

- **Валютный риск**

- **Риск невыполнения регуляторных требований**

Случайные величины

- Если вероятностная мера P определена на специальном классе, состоящем из отдельных чисел их комбинаций (либо из интервалов), то соответствующее случайное событие называется случайной величиной
- Основной характеристикой дискретной случайной величины является список всех ее возможных значений с заданными вероятностями

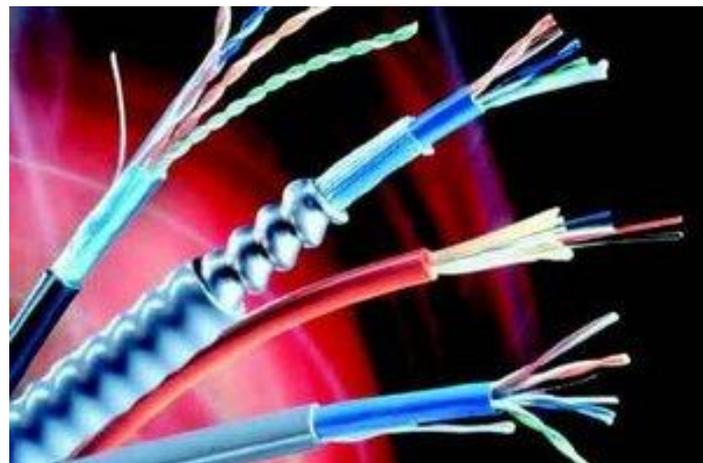
Примеры

- Количество очков при выпадении игральной кости: 1,2,3,4,5,6
- Количество претендентов на вакансию: 0,1,2,...
- Затраты на проект: 5 MUSD, 5.5 MUSD, 6MUSD, 10 MUSD



Пример проектного риска

- Ожидаемые затраты по проекту строительства ВОЛС составляют 5 MUSD
- С вероятностью 40% возможно увеличение затрат из-за изменения длины маршрута
- Если затраты увеличатся, то с вероятностью 50% увеличение составит 1MUSD, с вероятностью 30% - 2 MUSD, с вероятностью 20% - 3 MUSD
- Данный риск характеризуется двумя случайными величинами: индикатором наступления риска γ и условные распределением вероятностей ущерба δ .



Индикатор реализации риска γ

z	0	1
$P_\gamma(z)$	0.6	0.4

Условное распределение ущерба δ

y	1	2	3
$P_\delta(y)$	0.5	0.3	0.2



Итоговое распределение риска $\xi = \gamma\delta$

x	0	1	2	3
$P_\xi(x)$	0.6	$0.2=0.4*0.5$	$0.12=0.4*0.3$	$0.08=0.4*0.2$

$$\Sigma=0.4$$

Основные характеристики случайных величин

Распределение вероятностей

- Значения случайной величины с соответствующими вероятностями

x	x_0	x_1	...	x_n
$P_\xi(x)$	$P_\xi(x_0)$	$P_\xi(x_1)$...	$P_\xi(x_n)$

x	0	1	2	3
$P_\xi(x)$	0.6	0.2	0.12	0.08

Функция распределения вероятностей

- ФР случайной величины ξ называется функция $F_\xi(x) = P(\xi \leq x)$
- Для построения ФР необходимо упорядочить значения ущерба (x) по возрастанию

x	x_0	x_1	...	x_n
$F_\xi(x)$	$P_\xi(x_0)$	$P_\xi(x_0) + P_\xi(x_1)$...	$\sum_{i=0}^n P_\xi(x_i)$

x	0	1	2	3
$P_\xi(x)$	0.6	0.8	0.92	1

Источники информации о вероятностях

- Статистика
- Экспертные оценки

Пример

- Какова вероятность быть убитым акулой?
 - $1/6\,000\,000$
- Какова вероятность умереть от картофельного салата?
 - $1/55\,000$



Опасности субъективных оценок

- Framing effects
- Availability bias
- Confirmation bias
- Ignorance of base rates



Источники информации о вероятностях

- Статистика
- Экспертные оценки

Пример

- Какова вероятность быть убитым акулой?
 - $1/6\ 000\ 000$
- Какова вероятность умереть от картофельного салата?
 - $1/55\ 000$



Опасности субъективных оценок

- Framing effects
- Availability bias
- Confirmation bias
- Ignorance of base rates



Пример

- Заражается 1 человек из 1000
- Если человек заражен, то тест это показывает
- Если нет, то с вероятностью 5% тест может ошибочно показать заражение
- Если тест показал, что человек заражен, то с какой вероятностью он заражен на самом деле?
- 2% !!!



Решение

$$\begin{aligned} P(\text{тест положителен}) &= P(\text{тест положителен}|\text{человек заражен})P(\text{человек заражен}) + \\ &+ P(\text{тест положителен}|\text{человек здоров})P(\text{человек здоров}) = 1 \cdot 0.001 + 0.05 \cdot 0.999 = 0.051 \end{aligned}$$

$$P(\text{заражен}|\text{тест положителен}) = \frac{P(\text{заражен и тест положителен})}{P(\text{тест положителен})} = \frac{0.001}{0.051} = 0.02$$

Традиционный подход к оценке проектов

Расчет показателя $NPV = \sum_{i=0}^N \frac{FCF_i}{(1+WACC)^i}$, где

- FCF_i – свободный денежный поток
- $WACC = \frac{Equity}{Debt+Equity} r_e + \frac{Debt}{Debt+Equity} r_d (1 - T)$
- $r_e = r_f + \beta(r_m - r_f)$
- r_f – безрисковая ставка процента
- r_m – среднерыночная ставка процента
- β – коэффициент, являющийся мерой риска рассматриваемого актива относительно рынка

Классический критерий: $NPV > 0$

Интерпретации классического критерия “ $NPV > 0$ ”

- I. Проект должен обеспечивать такую доходность, которая позволит выплатить проценты по займам и ожидаемые дивиденды акционерам
- II. Ставка дисконтирования отражает альтернативные инвестиционные возможности компании. Если $NPV > 0$, это означает, что проект обеспечивает большую доходность, чем альтернативные варианты.
- III. В ставке дисконтирования учтены рыночные риски, характеризующие цикличность и волатильность рынка, на котором работает компания. Если $NPV > 0$, это означает, что проект выгоден даже с учетом возможных рыночных рисков.

Каким образом учесть специфические риски проекта?

Учет операционных рисков проекта в ставке дисконтирования

- Традиционным способом отражения операционных рисков является увеличение ставки дисконтирования на некоторую величину

Риск	Низкий	Средний	Высокий
Усиление конкуренции	0,5 п.п.	1 п.п.	1,5 п.п.
Увеличение сроков со стороны поставщиков	0,1 п.п.	0,5 п.п.	1 п.п.
Повышение цены оборудования и работ	1 п.п.	1,5 п.п.	2 п.п.
Регуляторные изменения	1,5 п.п.	2 п.п.	2,5 п.п.
...			

- Подход позволяет дифференцировать проекты по степени риска
- Число возможных значений ставок составляет $(k + 1)^n$, где n – число возможных рисков, а k – количество градаций в шкале оценки риска

Учет операционных рисков проекта в ставке дисконтирования

Преимущества

- Минимальные трудозатраты
- Сокращение доли субъективности при анализе за счет использования стандартного перечня рисков
- Возможность учета веса различных риск-факторов

Недостатки

- Квазикумулятивный эффект
- Неоднозначность финансово-экономической интерпретации
- Невозможность получить точные прогнозы денежных потоков

Квазикумулятивный эффект: пример

- Учет средний риск регуляторных изменений путем увеличения ставки дисконтирования на 2 п.п

Период	1	2	3	4	5
FCF	1000	1000	1000	1000	1000
FCF, дисконтированный по ставке 12%	893	797	712	636	567
FCF, дисконтированный по ставке 10%	909	826	751	683	621
Оценка риска	16	29	40	47	53

- Риск в абсолютном выражении с течением времени растет
- Можно доказать, что после наступления некоторого момента, который обратно зависит от величины WACC, абсолютная оценка риска начнет убывать.

Корректировка денежного потока с учетом рисков

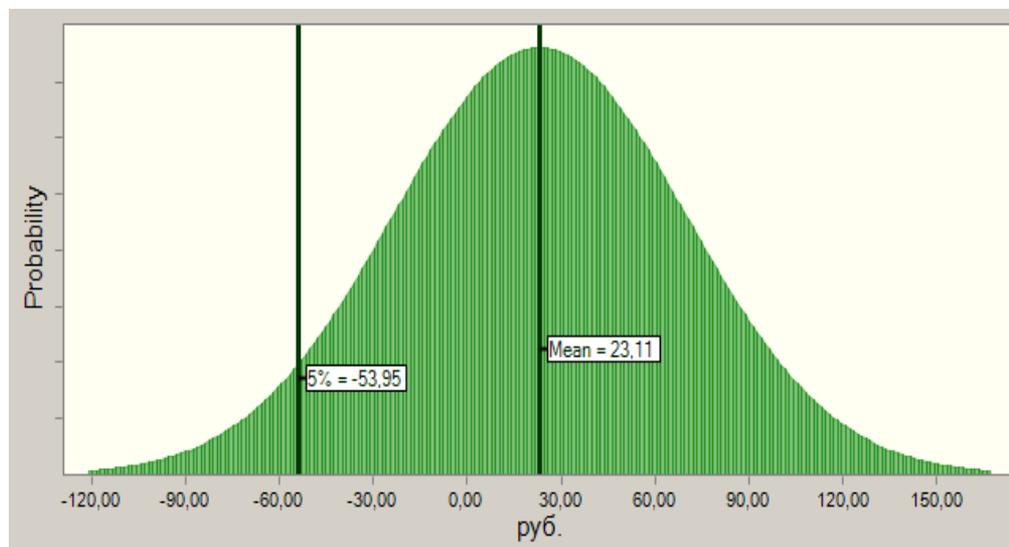
- Предлагается использовать стохастический NPV

$$NPV_R = \sum_{i=0}^N \frac{(FCF_i - R_i^1 - R_i^2 - \dots - R_i^k)}{(1 + WACC)^i}$$

- R_i^n – случайная величина, характеризующая потери в i -ом периоде от реализации n -ого риска
- Если имеется статистика, то распределение R_i^n легко оценить с помощью стандартных методов
- Если статистики нет, то неопределенность, связанная с экспертными оценками, может быть формализована треугольным, либо PERT-распределением
- После задания распределений предлагается получить итоговое распределение NPV_R с помощью метода Монте-Карло.

Корректировка денежного потока с учетом рисков

- После имитационного моделирования будет получено распределение вероятностей NPV_R



Для принятия инвестиционных решений рекомендуется рассчитать следующие показатели:

- NPV-at-Risk с заданным уровнем доверия;
- Вероятность безубыточности проекта.

Шаг 1. Расчет NPV-at-Risk с уровнем доверия 95%/99%

- NPV-at-Risk $_{\alpha}$ представляет собой квантиль распределения NPV_R с уровня $(1 - \alpha)$, т.е. вероятность того, что при реализации рисков окажется ниже NPV-at-Risk $_{\alpha}$ составляет $(1 - \alpha)$.
- Как правило, уровень доверия α принимают равным 95% или 99%.
- Это минимальное значение, ниже которого NPV не опустится с высоким уровнем доверия.
- Данная мера является аналогом Value-at-Risk, широко используемого в финансовом риск-менеджменте.
- Если NPV-at-Risk $_{\alpha} > 0$, то можно рекомендовать проект к реализации
- Если NPV-at-Risk $_{\alpha} < 0$, то для принятия решения следует учесть вероятность безубыточности

Шаг 2. Расчет вероятности безубыточности проекта

- Вероятность безубыточности $P(NPV_R > 0)$
- Показывает вероятность того, что даже в случае реализации рисков NPV проекта будет положительным
- Если вероятность безубыточности проекта меньше некоторого порогового уровня, который отражает риск-аппетит компании, то проект следует отклонить
- Если вероятность безубыточности проекта выше порогового уровня, то решение о целесообразности инвестиций рекомендуется принимать, исходя из соотношения $NPV\text{-at-Risk}_\alpha$ и размера инвестиций

Пример принятия инвестиционного решения с учетом рисков

