

SIBERIAN  
FEDERAL  
UNIVERSITY



СИБИРСКИЙ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

# ИНВЕСТИЦИИ

К.э.н., доцент    Шнюкова Е.А.

## Анализ рисков, связанных с инвестициями

При принятии любого решения об инвестировании невозможно предвидеть будущие события или действия, которые могут нанести вред вложенному капиталу. Эта неопределенность создает риск.

Существуют различные способы оценки рисков: статистические, анализ чувствительности, анализ сценариев, метод Монте - Карло.

### Статистические методы

Для инвестиционного проекта рискованность - это отклонение потока денежных средств от ожидаемого. Чем больше отклонение, тем проект более рискованный.

Для оценки плотности вероятности и риска проекта используются показатели: среднеквадратическое отклонение и коэффициент вариации. Чем меньше значение среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации, тем ниже риск проекта.

**Среднеквадратическое отклонение ( $\sigma$ ) определяется по формуле:**

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_i - \bar{A})^2 \cdot P_i}$$

где  $A_i$  - денежный поток для  $i$ -го

исхода:

$\bar{A}$  - математическое ожидание;

$P_i$  - вероятность появления денежного потока;

$n$  - количество возможных исходов.

**Коэффициент вариации (CV) определяется по формуле**

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{A}}$$

и показывает значение риска на единицу денежного потока.

## Анализ чувствительности

Уменьшению неопределенности способствует анализ чувствительности проекта.

**Цель анализа** определение степени влияния переменных (факторов) на результат проекта.

В качестве результата проект можно использовать NPV, IRR, MIRR, PI и срок окупаемости PBP, DPP.

В качестве переменных рассматривается объем продаж, цена продукта, переменные издержки, постоянные издержки, объем инвестиций, стоимость привлекаемого капитала, инфляция. Т.е. переменные, влияющие на денежные потоки.

### Процедура анализа чувствительности проекта:

- Рассчитывается базовый вариант, когда все переменные получают предполагаемые значения.
- Только одна из переменных меняет свое значение и при этом пересчитывает значение результата проекта.
- Оценивается процентное изменение результата проекта к базисному случаю и рассчитывается показатель чувствительности, как отношение процентного изменения результата к изменению значения переменной на один процент.
- Те же процедуры осуществляются с остальными переменными.
- Применяется ранжирование переменных по степени их влияния на результат и определяется, какое максимальное изменение переменной допустимо для данной переменной.

**Недостаток метода:** Анализ чувствительности предполагает, что только одна переменная подвергается изменению одновременно. В действительности же изменению подвергаются несколько переменных сразу.

## Пример анализа чувствительности инвестиционного проекта

Планируются следующие не дисконтированные чистые финансовые потоки по проекту:

Год 1 +15000 дол.      Год 3 +15000 дол.      Год 5 +15000 дол

Год 2 +15000 дол.      Год 4 +15000 дол.

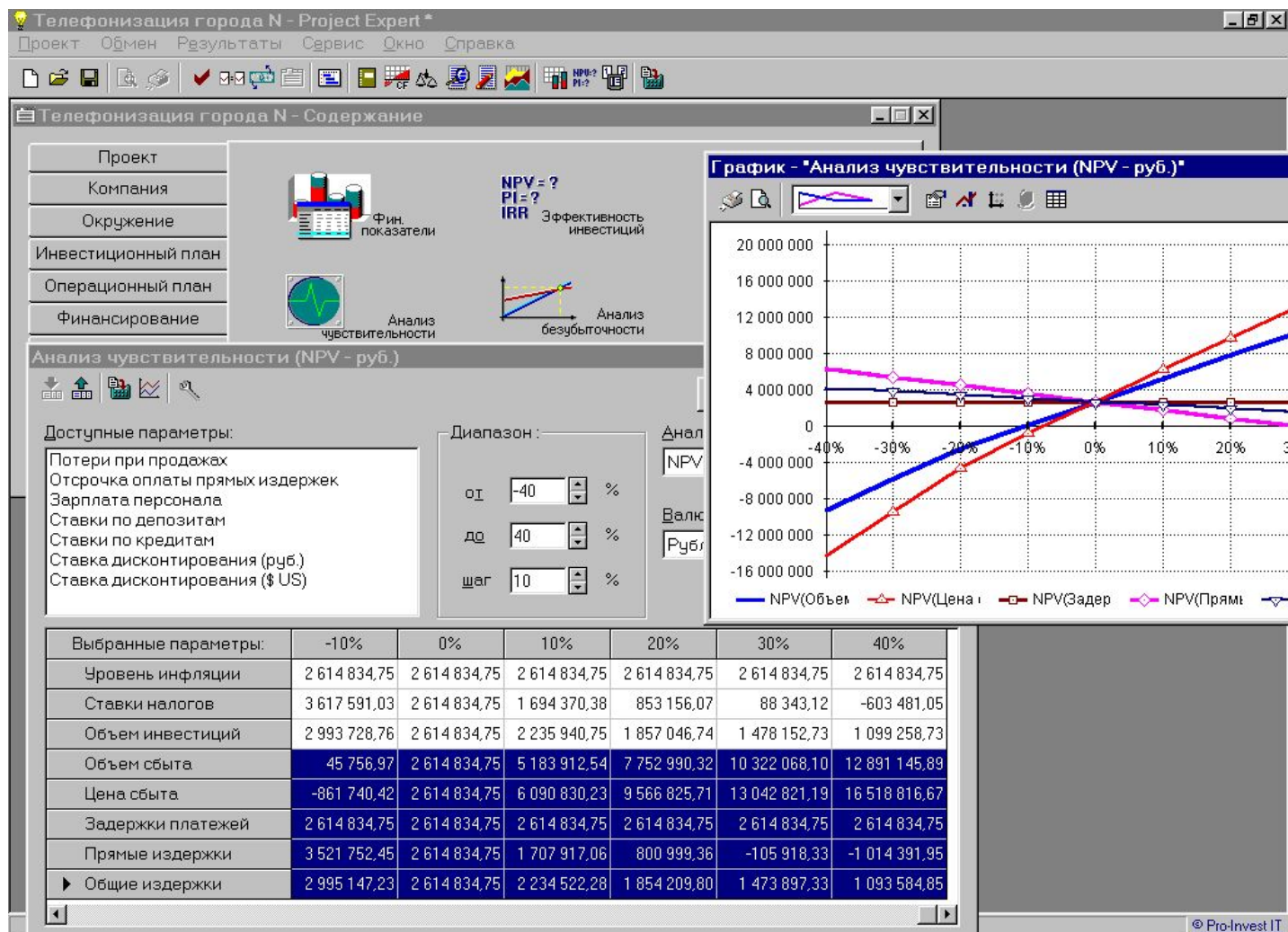
Значения переменных, влияющих на результаты проекта, и их первоначальная оценка

Переменные	Первоначальная оценка
Первоначальные инвестиции	50000 дол.
Годовой объем продаж	5000 шт.
Цена за единицу продукции	10 дол.
Стоимость рабочей силы в единице продукции	4 дол.
Стоимость материальных затрат в единице продукции	3 дол.
"Цена" капитала	10%
Срок жизни проекта	5 лет

Проведите анализ чувствительности инвестиционного проекта.

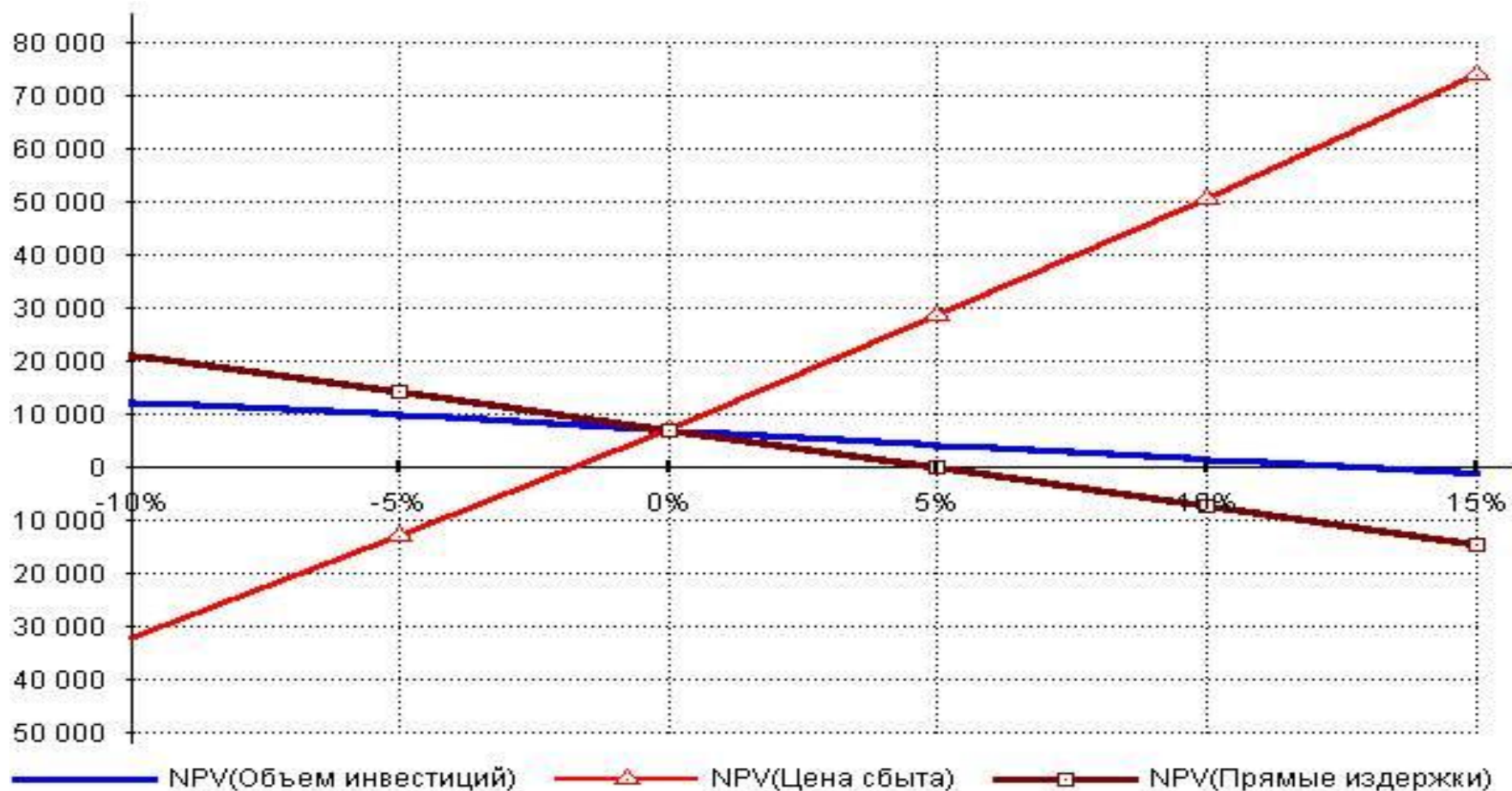
**В качестве результата примем критерий NPV.** Вычислим при помощи компьютера нижние допустимые границы колебаний некоторых переменных, при которых проект все еще останется эффективным, т.е.  $NPV \geq 0$ .

# Анализ чувствительности в программном продукте Project Expert



## Результаты анализа чувствительности (на основе выше приведенного примера)

Выбранные параметры:	-10%	-5%	0%	5%	10%	15%
► Объем инвестиций	12 394,13	9 634,13	6 874,13	4 114,13	1 354,13	-1 405,87
Цена сбыта	-32 439,48	-13 299,96	6 874,13	28 082,80	50 326,03	73 603,83
Прямые издержки	21 358,10	14 116,12	6 874,13	-367,85	-7 609,83	-14 851,81



# Анализ сценариев

- Анализ чувствительности предполагает, что только одна переменная подвергается изменению одновременно, в действительности изменению подвергаются сразу несколько переменных и метод, который позволяет это учесть называется анализ сценариев.
- Одновременно непротиворечивому, реалистическому изменению подвергаются все переменные. Рассчитывается пессимистический вариант возможного развития событий и оптимистический. В соответствии с этим рассчитываются новые результаты проектов.
- Для каждого проекта рассчитывается размах вариации по показателям эффективности, как разница между наибольшими и наименьшими значениями

Допустим

$$R_{IRR} = IRR_o - IRR_{\pi}$$

$$R_{PBP} = PBP_{\pi} - PBP_o$$

- Чем больше размах вариации, тем больше риск проекта.

# Метод имитационного моделирования Монте-Карло

- Имитационное моделирование это искусственный эксперимент, при котором вместо проведения натуральных испытаний проводятся опыты на математических моделях.

## **Алгоритм метода:**

1. Формируются переменные, влияющие на результат проекта.
2. Строится вероятностное распределение по каждому фактору.
3. Компьютер случайным образом выбирает значение каждого фактора риска, основываясь на вероятностном распределении фактора.
4. Эти значения факторов риска комбинируются с экзогенными факторами, которые не изменяются, и рассчитывается значение результата (допустим NPV)
5. Действия 3 и 4 повторяются многократно (500-1000 расчетов).
6. Полученные расчеты используются для построения плотности распределения величины результата (допустим NPV) со своим собственным **математическим ожиданием, стандартным отклонением, коэффициентом вариации.**



# Метод имитационного моделирования Монте-Карло в программном продукте Project Expert

Телефонизация города N - Project Expert \*

Проект Обмен Результаты Сервис Окно Справка

Телефонизация города N - Содержание

- Проект
- Компания
- Окружение
- Инвестиционный план
- Операционный план
- Финансирование
- Результаты
- Анализ проекта
- Актуализация

Фин. показатели

NPV = ?  
PI = ?  
IRR Эффективность инвестиций

Доходы участников

Анализ чувствительности

Анализ безубыточности

Монте-Карло

### Статистический анализ проекта

Расчет

Число расчетов: 200

Неопределенные данные Результаты

Валюта показателей эффективности: Рубли Устойчивость проекта - 80,0 %

Эффективность инвестиций	Среднее	Неопределенность
► Дисконтированный период окупаемости, мес.	19	0,13
Индекс прибыльности	4,61	0,51
Чистый приведенный доход	2 756 143	0,21
Внутренняя норма рентабельности	195,48	0,24
Период окупаемости, мес.	17	0,08
Средняя норма рентабельности	141,13	0,17
Модиф. внутренняя норма рентабельности	96,57	0,12

Статистика

Дисконтированный период окупаемости, мес.

© Pro-Invest IT

# Метод имитационного моделирования Монте-Карло в программном продукте Project Expert

В результате расчетов анализируется три параметра:

## **1. Устойчивость проекта.**

Устойчивость показывает количество случаев, в которых проект можно будет довести до конца, и при этом не возникнет дефицита наличности (сальдо накопленных реальных денег остается положительным).

Принято считать, что если устойчивость 90% и выше, то проект безрисковый, и соответственно, чем меньше устойчивость, тем выше уровень риска.

## **2. Среднее значение (математическое ожидание)**

## **3. Неопределенность (коэффициент вариации).**

Принято считать, что если неопределенность выше 0.2 проект считается рискованным. И чем выше, тем рискованнее.

# Метод имитационного моделирования Монте-Карло

## **Достоинства метода:**

- Генерация большого количества случаев реализации проекта, и создание множества сценариев.
- Позволяет количественно оценить общую рискованность проекта и устойчивости проекта к изменениям условий реализации.
- Отражается всю гамму неопределенности, присущих конкретной ситуации.

## **Недостатки метода:**

- Коррелированность переменных, которые если не правильно специфицированы могут привести к обманчивым заключениям.
- Сложность построения вероятностной модели и множество вычислений.

# Методика изменения денежного потока

- Метод предполагает оценку вероятности появления заданной величины денежного потока для каждого года и каждого проекта.
- Производится корректировка денежных потоков с помощью понижающих коэффициентов и для них рассчитываются значения NPV. **Понижающий коэффициент** - это вероятность появления того или иного денежного потока (определяется экспертным путем).
- Проекту, откорректированный денежный поток которого имеет наибольшее значение NPV, отдается предпочтение с точки зрения минимизации риска.