

# Тема 2. ИНСТРУМЕНТАРИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

## Часть 1

1. Понятие метода и методики экономического анализа
2. Классификация методов экономического анализа
3. Традиционные и классические методы экономического анализа
4. Методы факторного экономического анализа
5. Моделирование детерминированных и стохастических факторных систем

**Метод науки** - способ исследования  
своего предмета

## Особенности метода ЭА

**построение системы аналитических показателей**, всесторонне характеризующих финансово-хозяйственную деятельность организации, обоснование **критерии их оценки** и пороговых величин

изучение **причин изменения** показателей

выявление и **измерение причинно-следственных связей** между ними

**Метод экономического анализа** - системное, комплексное изучение, измерение и обобщение влияния факторов на результаты деятельности экономического субъекта путем обработки специальными приемами системы показателей с целью повышения эффективности хозяйствования

**Методика** — совокупность способов, правил наиболее целесообразного выполнения какой-либо работы

**Методика экономического анализа** – система способов и правил проведения аналитического исследования, направленного на достижение поставленной цели анализа

# Методики экономического анализа

## Общие

- Используются для анализа различных объектов в различных отраслях и сферах

## Частные

- Конкретизируют общую методику применительно к конкретным объектам исследования (с учетом отраслевых, территориальных и других особенностей)

# Последовательность действий при построении методики экономического анализа

- **Определение цели и задач анализа**
- **Выявление объектов и субъектов анализа**
- **Определение источников данных (информационное обеспечение)**
- **Указания по организации проведения аналитического исследования**
- **Построение системы показателей**
- **Установление последовательности и периодичности исследования**
- **Описание способов исследования анализируемого объекта (методическое обеспечение )**
- **Выбор технических средств обработки информации и программного обеспечения**
- **Характеристика документов, которыми оформляются результаты анализа**

# КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

## Методы анализа

### **ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ**

(количественные)

- обработка экономической информации, её преобразование и систематизация, определение влияния факторов, оценка резервов

### **НЕФОРМАЛИЗОВАННЫЕ**

(описание аналитических процедур на логическом уровне)

- наличие взаимосвязи между исходными показателями на начальном этапе анализа, на заключительном - обобщение полученных результатов



## **НЕФОРМАЛИЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ (качественные)**

**Построение систем аналитических показателей**

**Метод психологических сравнений**

**Построение аналитических таблиц**

**Прием детализации**

**Метод экспертных оценок (метод Дельфы, метод мозговой атаки, суда, метод сценариев)**

**Методы чтения финансовой отчетности**

# ФОРМАЛИЗОВАННЫЕ МЕТОДЫ

Традиционные методы экономической статистики

Классические методы экономического анализа

Математико-статистические методы изучения связей

Методы финансовых вычислений

Методы математического программирования, экономической кибернетики, эконометрика

Методы исследования операций, теории принятия решений

# **Традиционные методы экономического анализа**

# Абсолютные и относительные величины

## АБСОЛЮТНЫЕ

количественные размеры явления в единицах меры, веса, объема, протяженности, площади, стоимости и т. д. безотносительно к размеру других явлений

выражаются в натуральных или денежных единицах

## ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ

характеризуют соотношение абсолютных показателей

выражаются в долях единицы или в процентах

# Относительные показатели

## ДИНАМИКИ

Характеризуют изменение изучаемого явления во времени

Темп роста  
темп прироста

## СТРУКТУРЫ

Показывают долю отдельных частей в общем объеме совокупности

Удельный вес  
доля

## КООРДИНАЦИИ

Характеризуют соотношение различных частей совокупности между собой

Во сколько раз одна из частей совокупности больше или меньше другой

# Показатели анализа динамических рядов

## БАЗИСНЫЕ

Сравнение каждого уровня ряда с одним и тем же базисным уровнем

*Отражают итог изменения явления за весь период по сравнению с базисным годом*

## ЦЕПНЫЕ

Сравнение каждого последующего показателя уровня ряда с предыдущим

*Отражают итог изменения явления в отдельные годы (месяцы, недели) рассматриваемого периода*

## **ТЕМП РОСТА**

соотношение  
двух уровней  
ряда  
динамики

## **Произведение цепных темпов роста**

равно  
базисному,  
рассчитанному за  
весь период

## **Частное от деления последующего базисного коэффициента роста на предыдущий**

равно  
цепному  
коэффициенту,  
рассчитанному для  
последующего  
периода

## **ТЕМП ПРИРОСТА**

на сколько  
процентов  
изменился  
рассматриваемый  
уровень по  
сравнению с  
базисным

**ТЕМП  
ПРИРОСТА =  
ТЕМП РОСТА  
-100%**

# Пример. Анализ объема продукции

## Динамика товарной продукции

Год	Товарная продукция в сопоставимых ценах, млн.руб.	Темпы роста, %	
		Базисные	Цепные
		$T_b = TP^i / TP^0 * 100\%$	$T_c = TP^i / TP^{i-1} * 100\%$
2014	10	100%	100%
2015	15	150%	150%
2016	19	190%	127%

$TP^{i-1}$ ,  $TP^i$  – объем товарной продукции в стоимостном выражении в сопоставимых ценах в предыдущем ( $i-1$ ) и анализируемом ( $i$ ) году соответственно

$TP^0$  - объем товарной продукции года, взятого за базу сравнения



# Относительные показатели

## ИНТЕНСИВНОСТИ

Характеризуют соотношение разноименных, но связанных абсолютных величин

Сколько единиц одной совокупности приходится на единицу другой (выработка продукции на человеко-час рабочего времени)

## СРАВНЕНИЯ

Характеризуют количественное соотношение одноименных показателей, относящихся к разным объектам

Во сколько раз показатели по одному объекту больше или меньше

## ВЫПОЛНЕНИЯ ПЛАНА

Отражает степень достижения ранее запланированных показателей

Соотношение фактических и плановых показателей

# Относительные показатели

## ПЛАНОВОГО ЗАДНИЯ

Характеризуют отношение планового уровня показателя текущего года к его уровню в прошлом году или среднему за 3-5 предыдущих лет

## ЭФФЕКТИВНОСТИ

Характеризуют соотношение эффекта с ресурсами или затратами

Пример: производство продукции на рубль затрат

**Средние величины** используются для обобщенной количественной характеристики совокупности однородных явлений по какому-либо признаку

Роль средних величин - замена множества индивидуальных значений признака величиной, выражающей закономерные черты, свойственные всей совокупности изучаемого явления

Качественная однородность совокупности, по которой рассчитывается средняя величина – необходимое **условие её применения**  
Если совокупность неоднородна, проводят необходимые группировки

## Преимущества

позволяют выявить  
определенные  
тенденции и  
закономерности в  
развитии  
экономических  
явлений и процессов

## Недостатки

за общими средними  
показателями могут  
скрываться отдельные  
упущения и просчеты в  
организации и ведении  
бизнеса

При анализе необходимо раскрывать содержание средних величин, дополняя их среднегрупповыми, а, в ряде случаев, и индивидуальными показателями

## Средняя арифметическая простая

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$x_i$  - значение варьирующего признака

$n$  – число индивидуальных значений

**Использование:** все варианты возникают один раз или имеют одинаковые частоты в исследуемой совокупности

## Средняя арифметическая взвешенная

$$\bar{X} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

$f_i$  - частота появления признака

**Использование:** варианты показателя повторяются неодинаковое число раз

## Средняя геометрическая

$$\bar{X} = \sqrt[n]{X_1 \cdot X_2 \cdot \dots \cdot X_n}$$

X - цепной коэффициент роста (варьирующий признак);

n-количество периодов по которым имеются коэффициенты роста

**Использование:** расчет средних относительных величин в динамике  
Дает наиболее точный по содержанию результат, когда требуется найти такое значение экономической величины, которое было бы качественно равноудалено как от её максимального, так и от минимального значения

## Средняя хронологическая

$$\bar{x} = \frac{\frac{1}{2}x_1 + x_2 + \dots + x_{n-1} + \frac{x_n}{2}}{n-1}$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$  – уровень показателя на определенную дату  
 $n$  – число дат

**Использование:** для усреднения моментных показателей



# Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

**Использование:** для оценки степени варьирования исследуемых показателей относительно среднего их уровня

Характеризует отклонение от среднего значения в абсолютном выражении

## Коэффициент вариации

$$K_{\text{вар}} = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

Характеризует отклонение от среднего значения в относительном выражении

# Дисперсия

$$\sigma_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

$$\sigma_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\sum_{i=1}^n (X_i)^2}{n}}{n}$$

Характеризует вариацию изучаемого признака вызванную всей совокупностью действующих на него факторов

**Группировка** – деление массы изучаемой совокупности объектов на качественно однородные группы по соответствующим признакам (группировочным) с целью изучения ее структуры или взаимосвязей между компонентами

## Структурные группировки

изучение внутреннего строения показателей, соотношения в нем отдельных частей

структуры и состава совокупности, происходящих в ней сдвигов относительно выбранного варьирующего признака

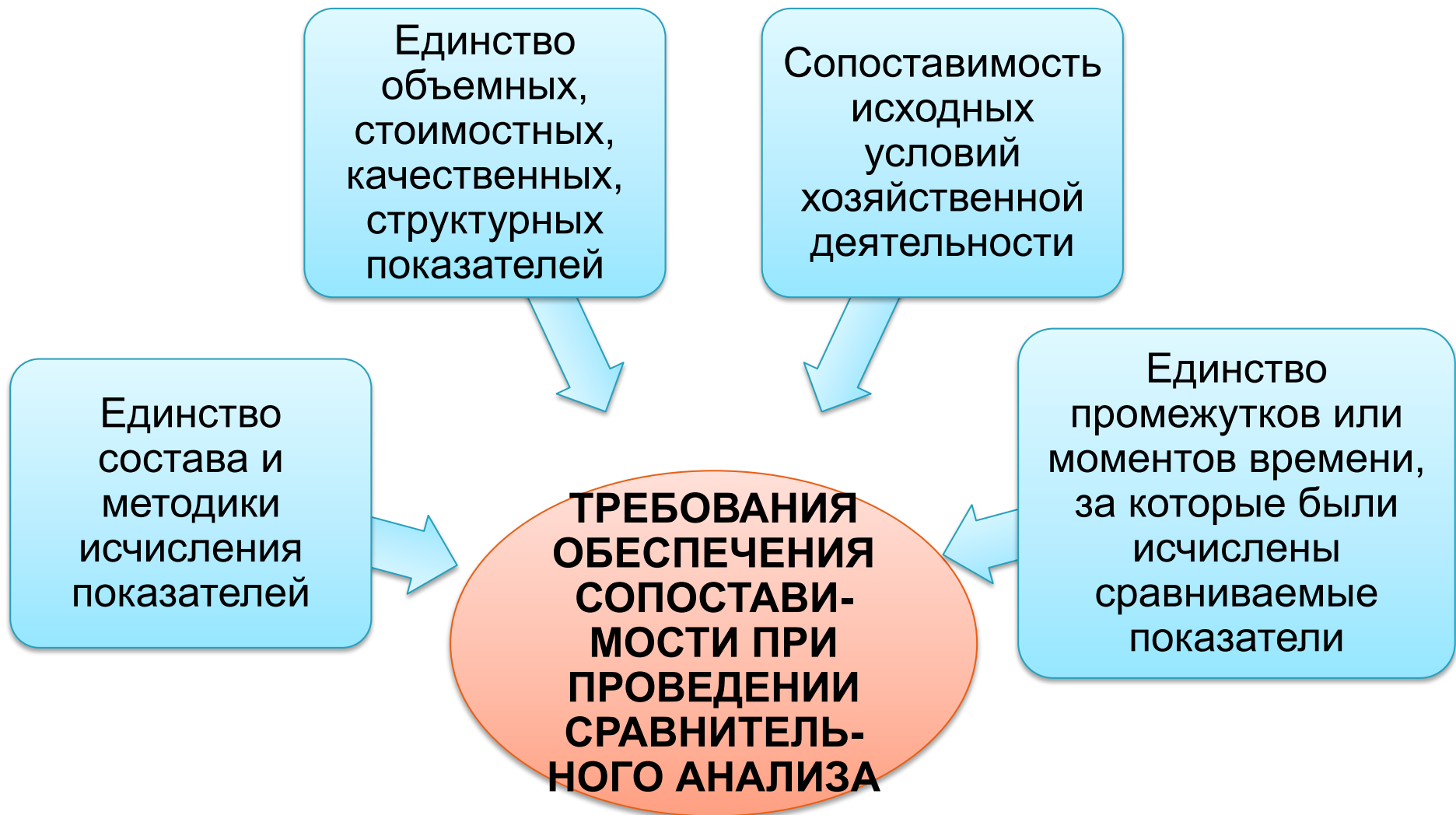
Пример: состав структурных подразделений по степени выполнения бизнес-плана производства продукции, понижению ее себестоимости и т.д.

## Аналитические (причинно-следственные) группировки

используются для определения наличия, направления и формы связи между изучаемыми показателями, из которых одни рассматриваются как результат, а другие как факторы

**Сравнение** - научный метод познания, в процессе которого изучаемые явления и процессы сопоставляются с уже известными, изученными ранее, позволяющий определить общее и специфическое в экономических явлениях, изучить изменения исследуемых объектов, тенденции и закономерности их развития

При проведении анализа необходимо выбрать **базу сравнения** и **обеспечить сопоставимость** сравниваемых объектов и отражающих их показателей





# Виды сравнительного анализа

## Вертикальный анализ

- Изучение структурных отклонений в исследуемых показателях путем
- расчета удельного веса частей в общем целом; соотношения частей целого между собой

## Горизонтальный анализ

- Изучение динамических изменений во времени (определение абсолютных и относительных отклонений)

## Трендовый анализ

- Сравнение каждого изучаемого показателя с рядом предшествующих периодов и определение **основной тенденции динамики** (тренда), очищенной от случайных влияний и особенностей отдельных периодов



## Одномерный

- Сопоставление **по одному показателю** нескольких объектов

## Многомерный

- Сопоставлении результатов деятельности нескольких объектов (предприятий, подразделений, филиалов) **по широкому спектру показателей** и определения лучших
- Используется для **построения** различного рода **рейтингов** и **рэнкингов**

**Рэнкинг эффективности** (упорядоченные рейтинги) - сопоставление результатов деятельности нескольких сравнимых по масштабам и профилю бизнеса организаций (структурных подразделений) по широкому спектру показателей с целью выбора лучших по одному или совокупности критериев

Одним из важных условий рейтингования является отсутствие функциональных связей между индикаторами, по которым проводится рейтингование

# Методы многомерного анализа

Метод суммы мест

Метод суммы баллов

Метод расстояний

Таксонометрический

# Метод суммы мест

определение показателей комплексной оценки путем **суммирования мест по отдельным показателям**



для однонаправленных и разнонаправленных показателей



абсолютные и относительные значения показателей

# Последовательность оценки с использованием метода суммы мест

По каждому показателю определяется место (М) каждого из предприятий, подразделений и т.д.



Расчет для каждого предприятия значения комплексной оценки :

$$R_j = \sum_{i=1}^n M_{ij} \quad j=1, 2, \dots, n \quad R \rightarrow \min$$



Ранжирование предприятий по степени возрастания итогового показателя: **первое место** присуждается предприятию с **наименьшей величиной комплексной оценки**

## Этапы проведения рейтингования **методом расстояний**

формирование матрицы исходных показателей  $\{A_{ij}\}$

формирование **матрицы стандартизованных коэффициентов**  $\{X_{ij}\} = \{A_{ij}\} : B_j$   
где  $B_j$  – наилучшее (эталонное) значение  $j$ -ого показателя

Определение рейтинговой оценки  $i$ -ого предприятия  $R_i$ :

$$R_j = \sqrt{(1 - X_{1j})^2 + (1 - X_{2j})^2 + \dots + (1 - X_{nj})^2} \longrightarrow \min$$

При присвоении **весовых коэффициентов** показателям:

$$R_j = \sqrt{\beta_1(1 - X_{1j})^2 + \beta_2(1 - X_{2j})^2 + \dots + \beta_n(1 - X_{nj})^2} \longrightarrow \min$$

**Ранжирование в порядке убывания** интегральной рейтинговой оценки

## Пример: упорядочить совокупность организаций с построением ранкинга эффективности

Исходные данные для сравнительного анализа

Организа- ция	Рентабель- ность компании, % <b>ROA</b>	Запас финансовой прочности, % <b>M/S</b>	Коэффици- ент оборачи- ваемости оборотных средств <b>САТ</b>	Коэффици- ент финансовой независи- мости <b>K<sub>fl</sub></b>	Доля рабочего капитала в оборотных средствах, % <b>K<sub>wc</sub></b>
A	20	18	<b>3,6</b>	0,65	14,0
B	<b>40</b>	24	2,1	0,45	<b>33,0</b>
C	10	20	2,6	0,37	24,0
D	30	15	3,3	<b>0,72</b>	16,0
E	35	<b>30</b>	2,8	0,42	22,0

# Результаты ранжирования организаций по сумме мест (рангов)

Организа-ция	Рентабельность компании, % <b>ROA</b>	Запас финансовой прочности, % <b>M/S</b>	Коэффициент оборачиваемости оборотных средств <b>САТ</b>	Коэффициент финансовой независимости <b>K<sub>фл</sub></b>	Доля рабочего капитала в оборотных средствах, % <b>K<sub>WC</sub></b>
A	20	18	<b>3,6</b>	0,65	14,0
B	<b>40</b>	24	2,1	0,45	<b>33,0</b>
C	10	20	2,6	0,37	24,0
D	30	15	3,3	<b>0,72</b>	16,0
E	35	<b>30</b>	2,8	0,42	22,0

Организа-ции	Показатели оценки					Результаты рейтингования	
	ROA	M/S	САТ	K <sub>фл</sub>	K <sub>WC</sub>	Сумма рангов, R <sub>i</sub>	Рейтинг организации
A	4	5	<b>1</b>	2	5	17	4
<b>B</b>	<b>1</b>	2	5	3	<b>1</b>	<b>12</b>	<b>1</b>
<b>C</b>	5	3	4	5	2	<b>19</b>	<b>5</b>
D	3	4	2	<b>1</b>	4	14	3
E	2	<b>1</b>	3	4	3	13	2 <sup>40</sup>



## Метод расстояний. Построение матрицы стандартизированных коэффициентов $\{X_{ij}\}$

Организация	Рентабельность компании, % <b>ROA</b>	Запас финансовой прочности, % <b>M/S</b>	Коэффициент оборачиваемости оборотных средств <b>САТ</b>	Коэффициент финансовой независимости <b>K<sub>фл</sub></b>	Доля рабочего капитала в оборотных средствах, % <b>K<sub>wc</sub></b>
A	20	18	<b>3,6</b>	0,65	14,0
B	<b>40</b>	24	2,1	0,45	<b>33,0</b>
C	10	20	2,6	0,37	24,0
D	30	15	3,3	<b>0,72</b>	16,0
E	35	<b>30</b>	2,8	0,42	22,0

Организация	Аналитический индикатор				
	ROA	M/S	ТТА	K <sub>фл</sub>	K <sub>wc</sub>
A	0,500	0,600	<b>1</b>	0,903	0,424
B	<b>1</b>	0,800	0,583	0,625	<b>1</b>
C	0,250	0,667	0,722	0,514	0,727
D	0,750	0,500	0,917	<b>1</b>	0,485
E	0,875	<b>1</b>	0,778	0,583	0,667

## Результаты сравнительной рейтинговой оценки деятельности организаций (с учетом равной значимости индикаторов)

$$R_j = \sqrt{(1 - X_{1j})^2 + (1 - X_{2j})^2 + \dots + (1 - X_{nj})^2} \longrightarrow \min$$

Органи- зация	Аналитический индикатор						
	ROA	M/S	TTA	K <sub>fl</sub>	K <sub>WC</sub>	R <sub>i</sub>	Место
A	0,250	0,360	1	0,815	0,180	1,296	4
<b>B</b>	1	0,640	0,340	0,391	1	<b>0,968</b>	<b>1</b>
<b>C</b>	0,063	0,445	0,521	0,264	0,529	<b>2,238</b>	<b>5</b>
D	0,563	0,250	0,841	1	0,235	1,168	3
E	0,766	1	0,605	0,340	0,445	0,976	2

**Факторный анализ** - методика комплексного и системного изучения и измерения воздействия факторов на величину результативных показателей

**Цель факторного анализа** - количественное измерение влияния каждого отдельно взятого фактора

**Моделирование** — один из ключевых методов научного познания, с помощью которого создается модель (условный образ) объекта исследования

# ЭТАПЫ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

1

- **Отбор факторов**, определяющих исследуемые результативные показатели

2

- **Классификация и систематизация факторов** с целью обеспечения возможностей системного подхода

3

- Определение **формы зависимости** между факторами и результативным показателем

4

- **Моделирование взаимосвязи** между факторами и результативным показателем

5

- Расчет **влияния факторов** и оценка роли каждого из них в изменении величины результативного показателя

6

- **Практическое использование** результатов анализа для управления экономическими процессами

# Типы факторного анализа

## ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЙ

исследование влияния факторов, связь которых с результативным показателем носит **функциональный** характер

## СТОХАСТИЧЕСКИЙ

исследование влияния факторов, связь которых с результатом является **неполной (вероятностной, корреляционной)**, изменение фактора может дать несколько значений результата в зависимости от сочетания других факторов

# Типы факторного анализа

## ПРЯМОЙ

ведется дедуктивным способом - **от общего к частному**

комплексное **исследование** внутренних и внешних, объективных и субъективных **факторов**, формирующих величину изучаемого результативного показателя

## ОБРАТНЫЙ

исследование причинно-следственных связей способом логической индукции - от частных, отдельных факторов к обобщающим, **от причин к следствиям**

установление **чувствительности** изменения многих **результативных показателей** к изменению изучаемого фактора

# Типы факторного анализа

## СТАТИЧЕСКИЙ

изучение влияния факторов  
на результативные  
показатели **на**  
соответствующую **дату**

## ДИНАМИЧЕСКИЙ

исследования причинно-  
следственных связей **в**  
**динамике**



# Типы факторного анализа

## ОДНОУРОВНЕВЫЙ

исследование **факторов**  
только **одного уровня**  
подчинения без их  
детализации на составные  
части

## МНОГОУРОВНЕВЫЙ

проводит **детализацию**  
**факторов верхнего**  
**уровня** на составные  
элементы с целью изучения  
их сущности  
  
изучается влияние  
факторов различных  
уровней соподчиненности

**Факторы** - причины ( $x$ ), воздействующие на изучаемый экономический показатель ( $Y$ ), которые в результате анализа получают количественную и качественную оценку своего воздействия на результативный показатель

иметь  
определенно  
выраженный  
характер

находиться в  
причинно-  
следственной  
связи с  
изучаемыми  
результативными  
показателями

быть  
количественно  
измеримыми

# Классификация факторов

## ОБЪЕКТИВНЫЕ

**не зависят от воли и желаний людей**

## СУБЪЕКТИВНЫЕ

**определяются решениями конкретных людей, организаций или органов власти**

# Классификация факторов

## ВНУТРЕННИЕ

**зависят от деятельности**  
изучаемого предприятия

## ВНЕШНИЕ

предприятие **не** в состоянии  
**оказывать на факторы**  
сколькo-нибудь  
**существенное влияние**  
**НО** количественно  
определяют уровень  
использования  
производственных и  
финансовых ресурсов  
предприятия (природные,  
социальные и  
внешнеэкономические условия,  
конъюнктура рынка и др.)

# Классификация факторов

## ОСНОВНЫЕ

оказывают **решающее  
воздействие** на  
анализируемые  
показатели

## ВТОРОСТЕПЕННЫЕ

оказывают  
**незначительное  
влияние** на  
анализируемые  
показатели

# Классификация факторов

## ИНТЕНСИВНЫЕ

связаны с **повышением эффективности** использования ресурсов компании и **совершенствованием их качественных характеристик**

## ЭКСТЕНСИВНЫЕ

характеризуют **рост масштабов** вовлекаемых в хозяйственный оборот ресурсов, **ликвидацию их потерь** и фактов **непроизводительного использования**

**ИННОВАЦИОННЫЕ:** внедрение новой техники, прогрессивных технологий и материалов, проектно-конструкторских решений, освоение производства принципиально новых изделий, диверсификация деятельности, использование новых организационных и финансовых решений, совершенствованием бизнес-процессов и бизнес-моделей, выход на нетрадиционные рынки

# Классификация факторов

## КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ

выражают  
**экстенсивные**  
**характеристики**  
исследуемых процессов

## КАЧЕСТВЕННЫЕ

определяются  
внутренними качествами  
изучаемых объектов или  
**эффективностью**  
**использования**  
количественно  
измеряемых ресурсов

# Классификация факторов

## ПРЯМЫЕ

**непосредственно**  
оказывают свое  
**воздействие на**  
**изучаемый показатель**  
(факторы 1-го уровня)

## КОСВЕННЫЕ

**действуют** на  
исследуемый показатель  
**опосредованно**, через  
свое влияние на другие  
взаимосвязанные  
параметры деятельности  
компании



# Классификация факторов

учет специфики вовлекаемых  
в бизнес ресурсов

использование  
**трудовых ресурсов и  
интеллектуального  
капитала**  
**основных фондов**  
**материальных (в том  
числе природных)  
ресурсов**  
**финансовых ресурсов**

по стадиям воспроиз-  
водственного цикла

конструкторская  
технологическая  
освоения новых  
технологий и видов  
продукции  
снабжения  
непроизводственная и т.  
п.

# Интерпретации понятия «резервы»

**временно не используемые ресурсы, находящиеся на хранении и предназначенных для удовлетворения потребности в них в будущем** или при наступлении непредвиденных обстоятельств (мобилизационные резервы производственных мощностей, запасы материалов, финансовые резервы для хеджирования рисков и пр.)

**неиспользованные в данный момент возможности повышения эффективности бизнеса** за счет лучшего использования ресурсов (резервы повышения производительности труда, увеличения выпуска продукции и продаж, снижения себестоимости, роста рентабельности и т.п.). **Используется в практике экономического анализа**

**Резервы** измеряются разрывом между достигнутым и возможным уровнем использования ресурсов, исходя из накопленного производственного потенциала предприятия

**Производственный потенциал** - максимально возможный выпуск продукции, соответствующий внешним спросовым ограничениям по качеству и количеству в условиях оптимального использования имеющихся производственных ресурсов, имеющихся в распоряжении организации

## Направления поиска резервов

→ выявление возможностей ликвидации имеющихся недостатков, потерь, простоев, нерациональных организационных решений, непроизводительных расходов, излишних отходов и т.д

→ изучение возможностей внедрения более производительной техники, передовых технологий, прогрессивных проектно–конструкторских решений, принципиально новых материалов, освоение выпуска новых изделий, диверсификация деятельности компании, модификация ее бизнес–модели и выбор оптимальных вариантов рыночной политики

# Классификация резервов по базовым признакам



## Пример. Сводный подсчет резервов возможного увеличения выпуска продукции

Группа резервов	Возможное увеличение объема продукции, тыс. руб.
Улучшение использования трудовых ресурсов	5773
Улучшение использования основных производственных фондов	8345
Улучшение использования материальных ресурсов	5450
Текущий комплексный резерв	<b>5450</b>
Перспективный резерв	<b>8345 – 5450 = 2895</b>

# Классификация резервов по базовым признакам

## Экстенсивные

вовлечение в производство дополнительных ресурсов, ликвидация фактов их непроизводительных потерь, увеличение времени их использования

## Интенсивные

лучшее использованием имеющихся ресурсов за счет совершенствования их качественных характеристик, оптимизации бизнес – процессов, внедрения технологических и продуктовых инноваций

## Явные

очевидные потери, простои, убытки и перерасходы (выявляются по данным табельного, оперативно-технического, бухгалтерского управленческого и финансового учета)

**Безусловные** - недостатки и потери материальных ценностей в результате порчи и хищений, потери от брака, простои и прогулы, штрафы и т.п

**Условные** – возможности недопущения и ликвидации перерасходов всех видов ресурсов по сравнению с нормами или показателями аналогичных предприятий.

## Скрытые

оптимизация договорной и ассортиментной политики компании, диверсификация ее деятельности, использование передового опыта; технологические, продуктовые и организационные инновации

# **ИНСТРУМЕНТАРИЙ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

## **Часть 2**

### **МЕТОДЫ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА**



# ВИДЫ ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ФАКТОРНЫХ МОДЕЛЕЙ

## 1. Аддитивные модели

$$Y = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

## 2. Мультипликативные модели

$$Y = X_1 \times X_2 \times X_3 \times \dots \times X_n$$

## 3. Кратные модели

$$Y = \frac{X_1}{X_2}$$

**4. Смешанные (комбинированные) модели** – сочетание в различных комбинациях всех предыдущих моделей

# Приемы моделирования детерминированных факторных систем

удлинения  
факторной  
системы

расширения  
факторной  
системы

сокращения  
факторной  
системы

# 1.Метод удлинения факторной модели

(выражение одного или нескольких факторов через формирующие их элементы)

$$Y = \frac{B}{A} \quad - \text{исходная факторная модель}$$

$$B = b_1 + b_2 + b_3$$

$$Y = \frac{b_1 + b_2 + b_3}{A} = \frac{b_1}{A} + \frac{b_2}{A} + \frac{b_3}{A} = X_1 + X_2 + X_3$$

$$X_1 = \frac{b_1}{A}; \quad X_2 = \frac{b_2}{A}; \quad X_3 = \frac{b_3}{A}$$

## Пример : удлинение модели показателя рентабельности продаж

$$ROS = \frac{P}{NS} = \frac{NS - Mc - Lc - Ac - Oc}{NS} = 1 - \left( \frac{Mc}{NS} + \frac{Lc}{NS} + \frac{Ac}{NS} + \frac{Oc}{NS} \right)$$

$P$  - прибыль от продаж

$NS$  - выручка от продаж

$Mc$  - материальные расходы

$Lc$  - расходы на оплату труда, включая социальные отчисления

$Ac$  - расходы на амортизацию

$Oc$  - прочие виды расходов по обычным видам деятельности

$Mc/NS$  - материалоемкость продукции

$Lc/NS$  – трудоемкость

$Ac/NS$  – доля амортизионных затрат в выручке, фондоемкость

$Oc/NS$  – доля прочих затрат в выручке

## 2.Метод расширения факторной модели

(замена или дополнение одного или нескольких показателей произведением однородных факторов)

$$y = \frac{a}{b} = \frac{a \cdot c \cdot d \cdot e}{b \cdot c \cdot d \cdot e} = \frac{a}{c} \cdot \frac{c}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{d}{e} \cdot \frac{e}{d}$$

$$y = \prod_{i=1}^n x_i \quad \text{полученная факторная модель}$$

## Пример : расширение модели показателя рентабельности активов

$$ROA = \frac{P}{\bar{A}} = \frac{P \cdot NS \cdot \bar{CA}}{\bar{A} \cdot NS \cdot \bar{CA}} = \frac{\bar{CA}}{\bar{A}} \cdot \frac{NS}{\bar{CA}} \cdot \frac{P}{NS} = d_{CA} \cdot CAT \cdot ROS$$

$ROA$  – рентабельность активов

$P$  – прибыль

$\bar{A}$ ,  $\bar{CA}$  – средняя величина совокупных и оборотных активов;

$NS$  – выручка от продаж

$d_{CA}$  – доля (удельный вес) оборотных активов в совокупных активах организации

$CAT$  – коэффициент оборачиваемости оборотных активов

$ROS$  – рентабельность продаж

### 3.Метод сокращения факторной модели

(деление одного или нескольких показателей на однородные факторы)

$$Y = \frac{B}{A} = \frac{B \div C}{A \div C} = X_1 \div X_2$$

$$X_1 = \frac{B}{C}; \quad X_2 = \text{---}$$

## Пример : сокращения модели фондоотдачи

$$f_0 = \frac{N}{H} = \frac{\text{Средняя выработка на 1 работающего}}{\text{Коэффициент фондовооруженности}}$$

$N$  - Объем выпущенной продукции за период;

$H$  - Средняя стоимость основных средств за период;

$Ч$  - среднесписочная численность персонала



# КЛАССИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

## БАЛАНСОВЫЙ МЕТОД

(применяется в моделях **аддитивного** типа)

Состоит в сравнении двух комплексов показателей, стремящихся к определенному равновесию, позволяет выявить новый аналитический (балансирующий) показатель

Базисное значение результативного показателя

$$Y_0 = A_0 + B_0 + C_0$$

Фактическое значение результативного показателя

$$Y_1 = A_1 + B_1 + C_1$$

Для определения влияния факторов определяется их абсолют-

ное изменение:  $\Delta A = A_1 - A_0$        $\Delta B = B_1 - B_0$        $\Delta C = C_1 - C_0$

Тогда совокупное влияние факторов:

$$\Delta Y = \pm \Delta$$

уравнение балансовой увязки

$\pm$  показывает направление влияния данного фактора на результативный показатель: факторы **прямого (+)** и **обратного (-)** действия

## Пример : определение влияния факторов на общую потребность в материалах с помощью балансового приема

Исходная факторная модель

$$Пм_0 = Пн_0 - Зн_0 + Зк_0$$

(тыс.руб.)

Показатели	Условные обозначения	Базисный период	Отчетный период	Отклонение (+,-)	Влияние факторов
Плановая потребность по нормам	Пн	800	1000	+200	<b>+200</b>
Ожидаемый запас на начало периода	Зн	100	90	-10	<b>+10</b>
Плановый запас на конец периода	Зк	150	120	-30	<b>-30</b>
<b>Общая потребность в материалах</b>	<b>Пм</b>	<b>850</b>	<b>1030</b>	<b>+180</b>	<b>+180</b>

## Методы, основанные на принципе элиминирования

Принцип **элиминирования** -устранение (игнорирование) влияния всех других факторов (причин) на изменение результативного (итогового) показателя, кроме одного анализируемого

Основной недостаток: возможное искажение результата анализа под воздействием синергетического эффекта от взаимного влияния факторов, который проявляется тем сильнее, чем дальше от начала расчетов определяется влияние данного фактора

# Основные правила построения моделей, основанных на принципе элиминирования

1

- Если на обобщающий показатель оказывают влияние качественный и количественный факторы, то в практике анализа в **первую очередь выявляется влияние количественных показателей, затем - качественных**

2

- Если же имеется несколько количественных и несколько качественных показателей, то **сначала следует измерить влияние факторов первого уровня** подчинения, а потом более низкого

3

- При определении влияния анализируемого фактора на изменение результативного показателя в расчетах используется **фактическое** значение факторов, стоящих **перед** ним в модели, и **базисное**, если факторы стоят в модели **после** анализируемого фактора.

4

- Суммарное **совокупное влияние** всех факторов должно совпадать с **отклонением фактического результативного показателя от его базисного** уровня.

# МЕТОД ЦЕПНОЙ ПОДСТАНОВКИ

(используется во всех видах факторных моделей)

1

- Построение исходной факторной модели

2

- Последовательная **замена базисной величины исследуемого показателя-фактора его фактической величиной**, все остальные факторы при этом остаются неизменными

3

- Используя факторную модель, при каждой подстановке производят расчет результативного показателя – *условного результативного показателя*

4

- Степень влияния факторов на результат определяется последовательным вычитанием:
- из результата первой «подстановки» вычитается базисный результат
- из второго условного результативного показателя вычитается первый
- из третьего – второй и т.д..
- **Из каждого последующего вычитается предыдущий**

# Математическое описание **способа цепных подстановок**

Пусть исходная модель:  $y = a \times b \times c \times d$

Величина результирующего показателя базисного периода:

$$y_0 = a_0 \times b_0 \times c_0 \times d_0$$

Величина результирующего показателя отчетного периода:

$$y_1 = a_1 \times b_1 \times c_1 \times d_1$$

Последовательные подстановки имеют следующие зависимости:

$$У_{усл}^1 = a_1 \times b_0 \times c_0 \times d_0, \quad У_{усл}^2 = a_1 \times b_1 \times c_0 \times d_0, \quad У_{усл}^3 = a_1 \times b_1 \times c_1 \times d_0$$

Расчет влияния каждого фактора на результирующий показатель:

$$\Delta y^a = У_{усл}^1 - y_0$$

$$\Delta y^b = У_{усл}^2 - У_{усл}^1$$

$$\Delta y^c = У_{усл}^3 - У_{усл}^2$$

$$\Delta y^d = y_1 - У_{усл}^3$$

$$\text{Баланс отклонений : } \Delta y = y_1 - y_0 = \Delta y^a + \Delta y^b + \Delta y^c + \Delta y^d$$

## Пример. Расчет влияния факторов на изменение выпуска продукции. тыс.руб.

Показатель	Обозначение	Предыдущий год	Отчетный год	Расчет		
				1-й	2-ой	3-ий
Материальные расходы	M	300	326	300	326	326
Материалоотдача	$\lambda_M$	60	72	60	60	72
Выручка от продаж	NS	18 000	23 472	18 000	19560	23427

Факторная зависимость выражается в виде:  $NS = M * \lambda_M$

Влияние изменения величины материальных расходов:

$$\Delta NS_M = 19\,560 - 18\,000 = 1\,560 \text{ тыс. руб.}$$

Влияние изменения материалоотдачи:

$$\Delta NS_{\lambda_m} = 23\,472 - 19\,560 = 3\,912 \text{ тыс. руб.}$$

Сумма влияния двух факторов ( $1\,560 + 3\,912 = 5\,472$  тыс. руб.) соответствует приросту результативного показателя - выручки от продажи продукции ( $23\,472 - 18\,000 = 5\,472$  тыс. руб.)

**Степень влияния каждого из факторов на прирост выручки:**

- удельный вес влияния материальных расходов =  $(1\,560 / 5\,472) * 100\% = 28,5\%$ ;
- удельный вес влияния материалоотдачи =  $(3\,912 / 5\,472) * 100\% = 71,5\%$

# МЕТОД АБСОЛЮТНЫХ РАЗНИЦ

(применяется в мультипликативных моделях)

Построение исходной факторной модели



величина влияния факторов определяется на основе умножения абсолютного изменения исследуемого фактора на базовую величину факторов, которые расположены в модели перед ним, и на фактическую величину факторов, находящихся за анализируемым в модели



# Математическое описание **метода абсолютных разниц**

$Y = a \times b \times c$  – исходная факторная модель

Абсолютные изменения показателей

$$\Delta a = a_1 - a_0 \quad \Delta b = b_1 - b_0 \quad \Delta c = c_1 - c_0$$

Влияние фактора «а»

$$\Delta Y_a = \Delta a \times b_0 \times c_0$$

Влияние фактора «b»

$$\Delta Y_b = a_1 \times \Delta b \times c_0$$

Влияние фактора «с»

$$\Delta Y_c = a_1 \times b_1 \times \Delta c$$

Совокупное влияние факторов

$$\Delta Y = \Delta Y_a + \Delta Y_b + \Delta Y_c$$

# МЕТОД ОТНОСИТЕЛЬНЫХ РАЗНИЦ

(используется в мультипликативных моделях)

Построение исходной факторной модели



Для расчета влияния первого фактора необходимо базисную величину результативного показателя умножить на относительный прирост первого фактора, выраженного в виде десятичной дроби



Чтобы рассчитать влияние второго фактора, нужно к базисной величине результативного показателя прибавить изменение его за счет первого фактора и затем полученную сумму умножить на относительный прирост второго фактора и т.д.

# Математическое описание **метода относительных разниц**

$y = a \times b \times c$  – пусть исходная факторная модель

Относительные изменения факторов (коэффициенты прироста )

$$T_{\Delta a} = (a_1 - a_0) / a_0$$

$$T_{\Delta b} = (b_1 - b_0) / b_0$$

$$T_{\Delta c} = (c_1 - c_0) / c_0$$

Влияние фактора «а»  $\Delta y_a = y_0 * T_{\Delta a}$

Влияние фактора «b»  $\Delta y_b = (y_0 + \Delta y_a) * T_{\Delta b}$

Влияние фактора «с»  $\Delta y_c = (y_0 + \Delta y_a + \Delta y_b) * T_{\Delta c}$

Совокупное влияние факторов  $\Delta Y = \Delta Y_a + \Delta Y_b + \Delta Y_c$

## Пример. Рассчитать влияние факторов на объем продажи продукции:

Показатели	Базисный период	Отчетный период	Отклонение (+, -)	Темп прироста, %	Влияние факторов
1. Продано продукции, кг	2500	2700	+200	8,0	+40000
2. Цена за 1 кг, руб.	200	240	+40	20,0	+108000
3. Выручка от продажи, руб.	500000	648000	<b>+148000</b>	29,6	<b>+148000</b>

Влияние изменения количества проданной продукции

$$\Delta Y_a = \frac{500000 \times 8,0}{100} = 40000$$

Влияние изменения цены на продукцию

$$\Delta Y_b = \frac{(500000 + 40000) \times 20,0}{100} = 108000$$

Совокупное влияние факторов

$$\Delta Y = \Delta Y_a + \Delta Y_b = +40000 + 108000 = +148000$$

**Индексы** - это обобщающие относительные показатели, выражающие соотношение величин какого-либо явления во времени или являющиеся результатом сравнения фактических данных с каким либо эталоном (планом, прогнозом)

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ИНДЕКСЫ

Характеризуют изменения отдельных элементов сложного явления

соотношение двух индексируемых величин

## СВОДНЫЕ (АГРЕГАТНЫЕ) ИНДЕКСЫ

Характеризуют изменение сложных явлений, отдельные части которых непосредственно несоизмеримы

отношение суммы произведений индексируемых величин и их весов

# Виды индексов

$$i = \frac{X_1}{X_0}$$

Индивидуальный индекс

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i1} f_{i1}}{\sum_{i=1}^n X_{i0} f_{i1}}$$

Агрегатный индекс с весами  
текущего периода

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n X_{i1} f_{i0}}{\sum_{i=1}^n X_{i0} f_{i0}}$$

Агрегатный индекс с весами  
базисного периода

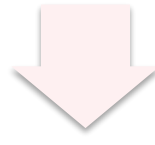
# Индексный метод

(в мультипликативных и кратных моделях)

Построение исходной факторной модели



Построение агрегатного индекса: в числителе и знаменателе написать исходную факторную модель индексируемая величина – исследуемый фактор (изменение которой показывает индекс) весовая величина принимает значения (базисные или фактические) в зависимости от места по отношению к исследуемому фактору (по общему правилу)



Если из числителя агрегатного индекса вычесть знаменатель, то получим абсолютное изменение результативного показателя в целом или за счет каждого фактора в отдельности в зависимости от формы применяемого индекса



## Пример

$$I^{NS} = \frac{q_1 \cdot p_1}{q_0 \cdot p_0}; \quad I^{NS} = \frac{q_1 \cdot p_0}{q_0 \cdot p_0} * \frac{q_1 \cdot p_1}{q_1 \cdot p_0}; \quad I^{NS} = I^q * I^p$$

$I^{NS}$  - общий (результативный) индекс выручки от продаж, стоимости

$I^q$  – агрегатный индекс физического объема реализованной продукции

$I^p$  – агрегатный индекс цен, индекс инфляции

$q_0, q_1$  - физический объем реализованной продукции в базисном и отчетном периодах

$p_0, p_1$  - цены базисного и отчетного периодов.

Абсолютное изменение результативного показателя - выручки от продажи продукции ( $\Delta NS$ ):

$$\Delta NS = NS_1 - NS_0 = q_1 p_1 - q_0 p_0$$

$$\Delta NS_q = q_1 p_0 - q_0 p_0; \quad \Delta NS_p = q_1 p_1 - q_1 p_0; \quad \Delta NS_q + \Delta NS_p = \Delta NS$$

# ИНТЕГРАЛЬНЫЙ МЕТОД

(в мультипликативных, кратных моделях и смешанных моделях кратно-аддитивного вида)

Результат не зависит от порядка замены факторов



Дополнительный эффект, образующийся от взаимодействия факторов, распределяется между ними пропорционально их изолированному воздействию на результативный показатель.



Позволяет получить более объективный результат по сравнению с методами, основанными на приеме элиминирования



С увеличением числа факторов в модели пропорционально возрастает трудоемкость вычислительных процедур

# ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА РЕЗУЛЬТАТ ИВНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНТЕГРАЛЬНОГО МЕТОДА

Вид модели	$f_x$	$f_y$	$f_z$
$f = x \cdot y$	$f_x = \Delta x \cdot y_0 + \frac{1}{2} \Delta x \cdot \Delta y$	$f_y = \Delta y \cdot x_0 + \frac{1}{2} \Delta x \cdot \Delta y$	-
$f = x \cdot y \cdot z$	$f_x = \frac{1}{2} \Delta x \cdot (y_0 \cdot z_1 + y_1 \cdot z_0) + \frac{1}{3} \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z$	$f_y = \frac{1}{2} \Delta y \cdot (x_0 \cdot z_1 + x_1 \cdot z_0) + \frac{1}{3} \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z$	$f_z = \frac{1}{2} \Delta z \cdot (x_0 \cdot y_1 + x_1 \cdot y_0) + \frac{1}{3} \Delta x \cdot \Delta y \cdot \Delta z$
$f = \frac{x}{y}$	$f_x = \frac{\Delta x}{\Delta y} \cdot \ln \left  \frac{y_1}{y_0} \right $	$f_y = \Delta f - A_x$	-
$f = \frac{x}{y + z}$	$f_x = \frac{\Delta x}{\Delta y + \Delta z} \cdot \ln \left  \frac{y_1 + z_1}{y_0 + z_0} \right $	$f_y = \frac{\Delta f - f_x}{\Delta y + \Delta z} \cdot \Delta y$	$f_z = \frac{\Delta f - f_x}{\Delta y + \Delta z} \cdot \Delta z$

# СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**Стохастическая связь** - связь между случайными величинами, проявляющаяся в том, что **при изменении одной из них меняется принцип распределения другой**




**Стохастический анализ** - метод, предполагающий изучение массовых эмпирических данных путем построения моделей изменения показателей за счет факторов, не находящихся в функциональной зависимости

Часто используется для углубления детерминированного факторного анализа

# Условия применения корреляционно-регрессионного анализа


Единицы исследуемой совокупности должны иметь **одинаковую размерность и методологию** расчета



Факторные и результативные **признаки** должны быть **выражены количественно**




Числовые характеристики, используемые для исследования, должны являться **случайно выбранными** из единиц **генеральной совокупности**




Единицы исследуемой **совокупности** должны быть **независимыми друг от друга**


**Совокупность** исследуемых исходных данных должна быть **однородной** (для оценки однородности используется вариационный анализ: расчет среднеквадратичного отклонения и коэффициента вариации по каждому факторному и результативному показателю)



Совокупность исходных данных должна быть подчинена **нормальному закону распределения** (расчет показателей асимметрии, эксцесса и их ошибок, проверка значимости коэффициентов корреляции и построение доверительного интервала)



**Количество единиц совокупности** должно **превышать** количество факторных признаков минимум в **3-4** раза (предпочтительнее в 8-10 р) увеличение числа наблюдений → более отчетливая статистическая закономерность



**Факторные признаки** не должны находиться между собой в **функциональной зависимости**: при обнаружении мультиколлинеарности исключается признак, который оказывает минимальное влияние на результативный признак

# Этапы корреляционно-регрессионного анализа

1

- **Выявление** из совокупности наиболее информативных **факторов**, оказывающих **существенное** влияние на результативный показатель

2

- Определение **направления** и **количественной оценки тесноты связи** между факторными и результативными признаками

3

- **Построение модели регрессии**, описывающей зависимость результативного признака  $Y$  от наиболее информативных признаков  $X$

4

- **Оценка статистической значимости уравнения регрессии и коэффициентов регрессии** (критерий Стьюдента, Фишера, средняя ошибка аппроксимации, коэффициент множественной корреляции и детерминации) Определение возможной величины ошибки получаемых по модели прогнозных значений  $Y$

5

- Расчет и анализ **дополнительных показателей** для расширения экономической интерпретации уравнения регрессии

6

- Экономическая интерпретация, формулирование **выводов**, построение **прогнозов**, разработка **предложений**

## Применение корреляционно-регрессионного анализа позволяет:

- определить изменение результативного показателя под воздействием одного или нескольких факторов в абсолютном выражении, т. е. определить, на сколько единиц изменится величина результативного показателя при изменении факторного на единицу
- выявить относительную степень зависимости результативного показателя от каждого фактора



# МЕТОДЫ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

**Корреляционный анализ** — метод статистического исследования данных, который позволяет определять степень линейной зависимости между переменными



Корреляционный анализ устанавливает лишь факт наличия связи и степень ее тесноты

# МЕТОДОДЫ КОРРЕЛЯЦИОННО-РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА

**Регрессионный анализ** – метод установления аналитического выражения стохастической зависимости между исследуемыми признаками



Уравнение регрессии показывает как в среднем изменится *результативный показатель  $y$*  при изменении любого из независимых факторов  $x_i$

# Задачи корреляционного анализа

**Установление  
стохастической  
связи между  
параметрами**



**Оценка тесноты  
связи факторов и  
результатирующего  
показателя**

- Позволяет решить качественный вопрос о наличии стохастической СВЯЗИ

- Позволяет найти количественную оценку тесноты СВЯЗИ

## Коэффициент корреляции (при линейной форме связи)

$$r_{xy} = \frac{\sigma_{xy}^2}{\sigma_x \times \sigma_y} \quad r_{xy} = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{\sigma_x \times \sigma_y} \quad \sigma_x = \sqrt{\overline{x^2} - \bar{x}^2} \quad \sigma_y = \sqrt{\overline{y^2} - \bar{y}^2}$$

$$r_{xy} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{\sqrt{\left( n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 \right) \left( n \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n y_i \right)^2 \right)}}$$

г - коэффициент корреляции между двумя случайными переменными  
х - значение показателя-фактора  
у - значение результативного показателя.

## Корреляционное отношение

(для исчисления коэффициента корреляции при любой форме зависимости)

$$\eta = \sqrt{\frac{\sigma_y^2 - \sigma_{y_x}^2}{\sigma_y^2}};$$

где  $\sigma_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n}$ ;  $\sigma_{y_x}^2 = \frac{\sum (y_i - y_{x_i})^2}{n}$ .

$y_i$  – фактические значения

$\bar{y}$  – среднее значение

$y_{x_i}$  – теоретические (выровненные) значения переменной величины

$n$  – число наблюдений

## Количественная оценка тесноты связи при различных значениях коэффициента корреляции

Парный коэффициент корреляции изменяется  $-1 < r < 1$

Величина коэффициента корреляции	0,1 - 0,3	0,3 - 0,5	0,5 - 0,7	0,7- 0,9	0,9 - 0,99
<b>Теснота связи</b>	Очень слабая	Слабая	Умеренная	Высокая	Очень вы- сокая

# Проверка значимости (надежности) расчетного коэффициента корреляции на основе t-критерия Стьюдента

Определяется расчетное значение t-критерия

Если **расчетное** значение t-критерия **по модулю превышает табличное**, то коэффициент корреляции признается **значимым**

$$t_{расч} = \sqrt{\frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} \times (n - 2)} = \frac{|r_{xy}|}{\sqrt{1 - r_{xy}^2}} \times \sqrt{n - 2} \quad t_{таб} = \{\alpha; \nu = n - 2\}$$

Обычно уровень доверительной вероятности  $\alpha$  принимает значения **0,05; 0,02; 0,01; 0,001**

$\nu$  - число степеней свободы (количество свободно варьируемых элементов совокупности)

Возможность ошибки может быть связана с тем, что данные взяты не из всей совокупности, а лишь из ее части

# Задачи регрессионного анализа

**Построение  
уравнения  
регрессии**



**Оценка  
значимости  
полученного  
уравнения**

- Нахождение вида зависимости между результативным показателем и независимыми факторами

- Определение насколько выбранные факторные признаки объясняют вариацию результативного показателя



## Парная регрессия. Базовые функции.

—  
 $\bar{y}_x = a_0 + a_1x$  линейная

—  
 $\bar{y}_x = a_0 + a_1x + a_2x^2$  параболическая

—  
 $\bar{y}_x = a_0 + \frac{a_1}{x}$  гиперболическая

—  
 $\bar{y}_x = a_0 \times a_1^x$  показательная

—  
 $\bar{y}_x = a_0 \times x^{a_1}$  степенная

Система нормальных уравнений для нахождения параметров **линейной парной регрессии** методом наименьших квадратов

$$\left\{ \begin{array}{l} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i \end{array} \right.$$

$n$  – объем исследуемой совокупности (число единиц наблюдения)

Решение системы уравнений дает параметры  $a_0$   $a_1$ , которые подставляют в уравнение прямой и рассчитывают теоретические значения  $\bar{y}_x$

# Параметры уравнения парной линейной регрессии

$$\bar{y}_x = a_0 + a_1x$$

$\bar{y}_x$  - среднее значение результативного признака при определенном значении факторного признака  $x$

$a_0$  - показывает усредненное влияние на результативный признак не учтенных в уравнении факторных признаков

$a_1$  - коэффициент регрессии, показывающий насколько в среднем изменится значение результативного признака при изменении факторного признака на единицу собственного измерения

# Условный пример: определение прогнозных значений показателей затрат, распределенных по бюджетным периодам внутри года

ПОКАЗАТЕЛИ ФАКТИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ОБЪЕМОВ ПРОДУКЦИИ И

Показатель	Квартал				Итог о	Сре дняя
	1	2	3	4		
Объем продукции ( $X_i$ ), тыс.руб.	12	14	16	18	60	15
Затраты ( $Y_i$ ), тыс.руб.	22	21	27	30	100	25

$$\sigma_{xy}^2 = \frac{1}{4} [(12 - 15)(22 - 25) + (14 - 15)(21 - 25) + (16 - 15)(27 - 25) + (18 - 15)(30 - 25)] = 7,5;$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{(12 - 15)^2 + (14 - 15)^2 + (16 - 15)^2 + (18 - 15)^2}{4}} = 2,236;$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{(22 - 25)^2 + (21 - 25)^2 + (27 - 25)^2 + (30 - 25)^2}{4}} = 3,674;$$

$$K_V = \frac{7,5}{2,236 \cdot 3,674} = 0,913.$$

Расчет  
коэффициента  
линейной парной  
корреляции

Значение коэффициента корреляции близко к единице, следовательно связь между  $x$  и  $y$  тесная и может быть описана уравнением:

$$\bar{y} = a_0 + a_1 \cdot \bar{x}$$

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n x_i = \sum_{i=1}^n y_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^n x_i + a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 = \sum_{i=1}^n x_i y_i; \end{cases}$$
$$\begin{cases} 4a_0 + a_1 60 = 100 \\ 60a_0 + a_1 920 = 1530 \end{cases} \quad \left| \begin{array}{l} \rightarrow \\ \rightarrow \end{array} \right. \quad a_0 = \frac{100 - 60a_1}{4} = 25 - 15a_1;$$
$$60(25 - 15a_1) + 920a_1 = 1530,$$

Определение параметров уравнения регрессии

Откуда  $a_1 = 1,5$ ;  $a_0 = 2,5$ .

Уравнение регрессии приобретает вид:

$$\bar{y} = 2,5 + 1,5x$$

## Проверка правильности построенного уравнения регрессии

1. Вычисляют абсолютные отклонения (абсолютные остатки) фактических значений признака от теоретических

$$\varepsilon_i = y_i - \bar{y}_x$$

2. Если уравнение построено правильно, то выполняется условие:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i = 0$$

## Проверка значимости каждого коэффициента регрессии с помощью **t-критерия** Стьюдента

1. Определяют расчетное значение t-критерия

$$t_{расч} = \frac{a_i}{\sqrt{\sigma_{ai}^2}} \quad \sigma_{ai}^2 - \text{дисперсия коэффициента регрессии}$$

2. Определяют табличное значение t-критерия

$$t_{таб} = \{ \alpha; \nu = n - k - 1 \}$$

$\alpha$ - уровень значимости критерия проверки гипотезы обычно принимает значения 0,05; 0,02; 0,01; 0,001

$\nu$ - число степеней свободы, которое характеризует количество свободно варьируемых элементов совокупности

$k$ – число факторных признаков в уравнении регрессии

Если расчетное значение **t-критерия** по модулю превышает табличное, то коэффициент регрессии признается значимым

# Проверка адекватности уравнения регрессии с помощью **F-критерия** Фишера-Снедекора

1. Определяют расчетное значение F-критерия

$$F_{расч} = \frac{r_{xy}^2}{1 - r_{xy}^2} \times (n - 2)$$

2. Определяют табличное значение F-критерия (проверяется гипотеза  $H_0$  о несоответствии заложенных в уравнения регрессии связей реально существующим)

$$F_{таб} = \{ \alpha; \nu_1 = k - 1; \nu_2 = n - k \}$$

$\alpha$ - уровень значимости критерия проверки гипотезы обычно принимает значения 0,05; 0,01; 0,001

$\nu_1$  - число степеней свободы числителя

$\nu_2$  - число степеней свободы знаменателя

Если расчетное значение **F-критерия** **превышает** табличное, то гипотеза  $H_0$  отвергается, а уравнение признается адекватным



# Коэффициент эластичности

$$K_{эл} = a_i \times \frac{\bar{x}}{\bar{y}}$$

$a_i$  - коэффициент регрессии при соответствующем факторном признаке

$\bar{x}$  - среднее значение соответствующего факторного признака

$\bar{y}$  - среднее значение результативного признака

Коэффициент эластичности показывает **на сколько процентов** в среднем изменится значение результативного показателя при изменении факторного показателя **на 1 %**