

*Цель: понятие, свойства, закономерности*

Основные понятия, характеризующие систему

Понятия,  
характеризующи  
е  
систему как  
единое  
целое

**Цель**

Функция  
Связи с  
внешней  
средой  
(ресурсы  
и продукты)

Понятия,  
характеризующи  
е  
строение  
системы

Подсистема  
Компонент  
Элемент  
Внутренние  
связи  
и отношения  
Структура

Понятия,  
характеризующие  
функционирование  
и  
развитие системы

Состояние  
Поведение  
Равновесие  
Устойчивость  
Развитие  
Жизненный цикл

Практические аспекты системного анализа

Цели и целеполагание

## Цель: понятие, свойства, закономерности



**Цель** – желаемый результат (предмет стремления); то, что хочется осуществить; чётко описанное желательное состояние, которого необходимо достигнуть; предвосхищаемый в сознании результат деятельности.

### Ориентиры деятельности компании

**идеалы** – ориентиры, которые мы не рассчитываем достигнуть в обозримом периоде, но допускаем приближение к ним (**видение, миссия**);

**цели** – наиболее общие ориентиры в плановом периоде, достижение которых предполагается в полном объеме или в большей части;

**задачи** – конкретные, количественно измеряемые ориентиры, описания работ и функций, определяющих форму и время выполнения задания.

**Видение** – руководящая философия бизнеса, обоснование существования компании, не сама цель, а скорее чувство основной цели.

**Видение** – идеальная картина будущего, то состояние, которое может быть достигнуто при самых благоприятных условиях.

## Цель: понятие, свойства, закономерности

Видение фирмы **Apple**: «Осуществлять вклад в мировое развитие интеллектуальных средств, совершенствующих человечество».

Видение компании **Уолт Дисней**: «Делать людей счастливыми».

**Миссия** – *стратегическая* (генеральная) *цель*, выражающая смысл существования, общественное предназначение, роль, которую компания хочет играть в обществе. **Миссия** – *комплексная цель*, ради достижения которой компания существует.

Прибыль представляет собой полностью *внутреннюю проблему* компании. Поскольку компания является открытой системой, она может выжить, в конечном счёте, только если будет удовлетворять какую-то *потребность, находящуюся вне её самой*. [Мескон М.Х., Альберт М., Хедоури Ф. Основы менеджмента. М.: Дело, 1992].

Примеры. «IBM означает обслуживание»; Дюпон: «Лучшие вещи для лучшей жизни через химию»; компания по производству офисного оборудования: «Мы помогаем решать административные, научные и человеческие проблемы, создавая комфорт и заботясь об условиях вашего труда»

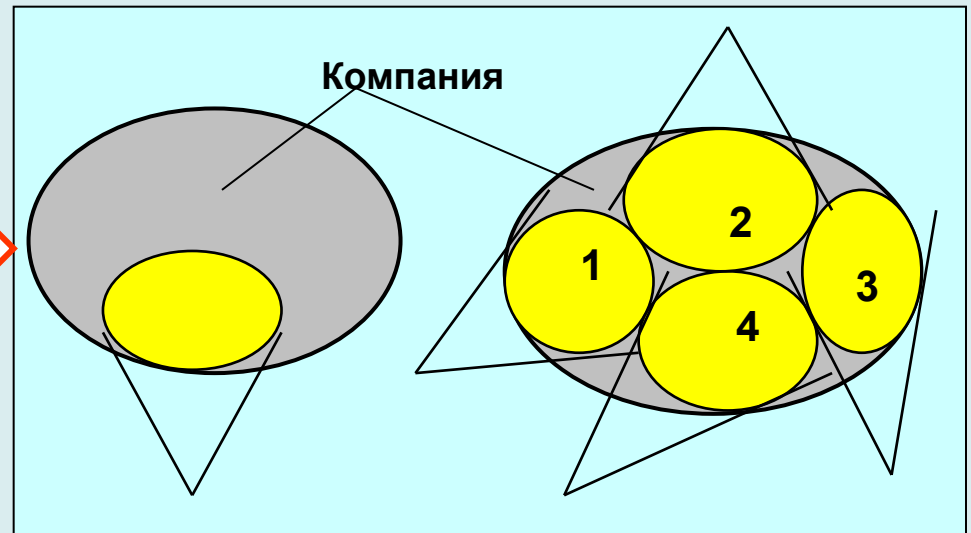
## Цель: понятие, свойства, закономерности

**Цели** – это обязательства, через которые выполняется миссия компании, это стандарты, меры, которыми измеряется выполнение работы. Важность определения целей обусловлена тем, что они:

- являются фундаментом для менеджмента в целом;
- определяют способы повышения эффективности бизнеса;
- лежат в основе принятия любого делового решения;
- служат руководством для формирования *плановых показателей*.



Цели выражают  
*отдельные конкретные  
направления деятельности*  
компании





### Свойства целей. Методика SMARTER

Цель компании должна быть:

**S**pecific (**конкретная**) – формулировка цели должна быть достаточно полной и конкретной, обеспечивающей единое понимание всеми участниками процесса.

**M**easurable (**измеримая**) – должен быть определён показатель, оценивающий уровень достижения цели.

**A**chievable (**достижимая**) – цель должна быть соотнесена с уровнем достижения соответствующего показателя в предыдущих периодах и уровнем в прошлые годы, ожидаемой динамикой изменения и т.д.

**R**elevant (**актуальная**) – цель должна соотноситься со стратегией, интересами компании и исполнителей.

**T**ime bound (**ограниченная во времени**) – цель должна быть определена на шкале времени по срокам ее достижения.

**E**xciting (**вдохновляющая**) – цель должна быть оценена и принята всеми участниками деятельности вместе с ответственностью за неё.

**R**ecorded (**записанная**) – цель должна быть зафиксирована на материальном носителе.

## *Цель: понятие, свойства, закономерности*

### **Закономерности возникновения и формулирования целей**

**1. Зависимость представления о цели и формулировки цели от стадии познания объекта (процесса) и от времени.** Формулировка цели зависит от стадии познания системы, и по мере развития представления о ней цель может быть переформулирована.

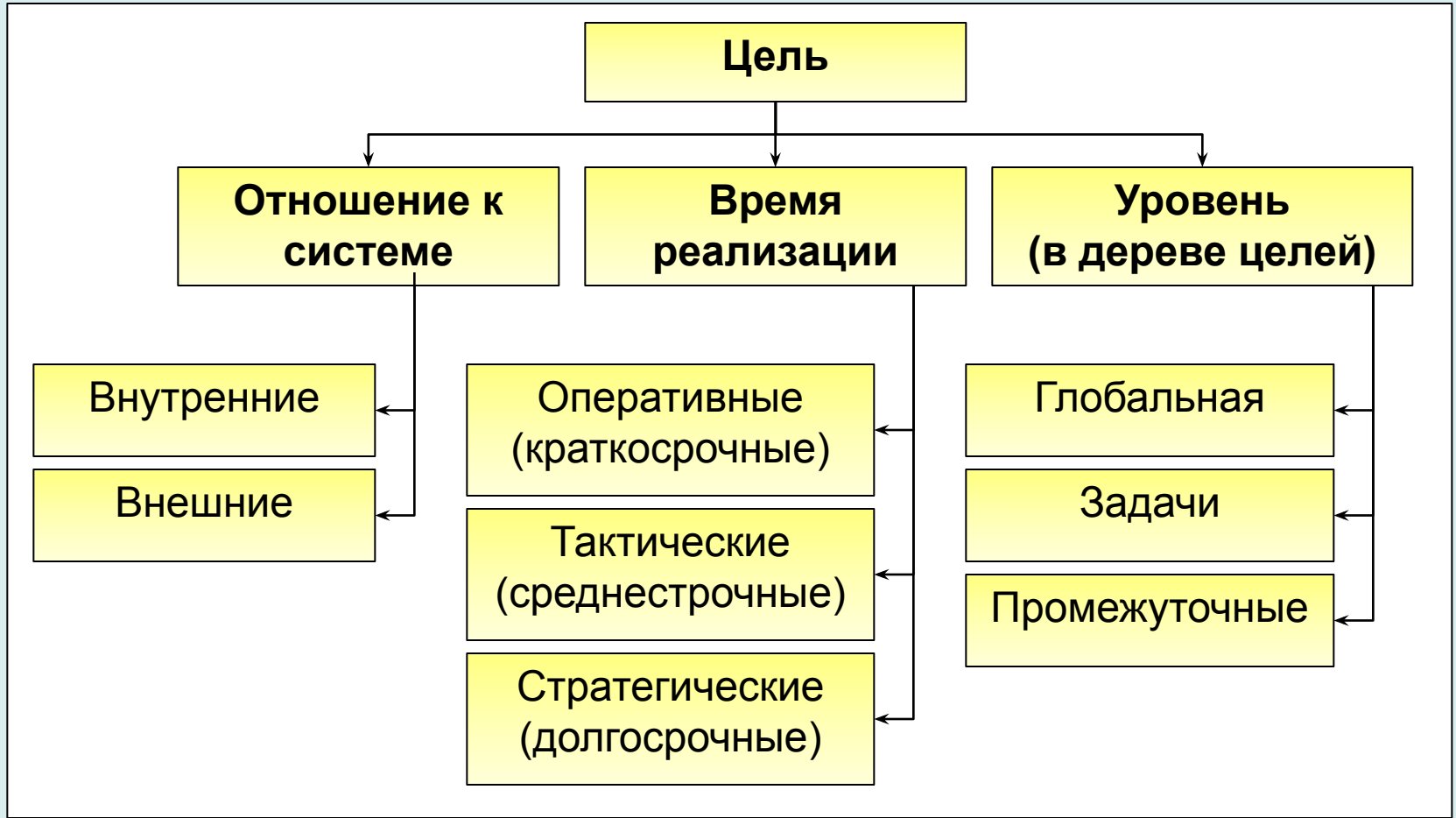
**2. Зависимость цели от внешних и внутренних факторов.** При формулировании целей необходимо учитывать как внешние (внешние требования, потребности, мотивы), так и внутренние (потребности, мотивы самой системы и ее элементов, исполнителей цели) факторы.

**3. Закономерности формирования иерархических структур целей.** Наиболее распространенным способом представления целей в системах организационного управления являются древовидные иерархические структуры («деревья целей»).

**4. Проявление в структуре целей закономерности целостности.** Достижение цели вышестоящего уровня не может быть полностью обеспечено достижением подчиненных ей подцелей, хотя и зависит от них.

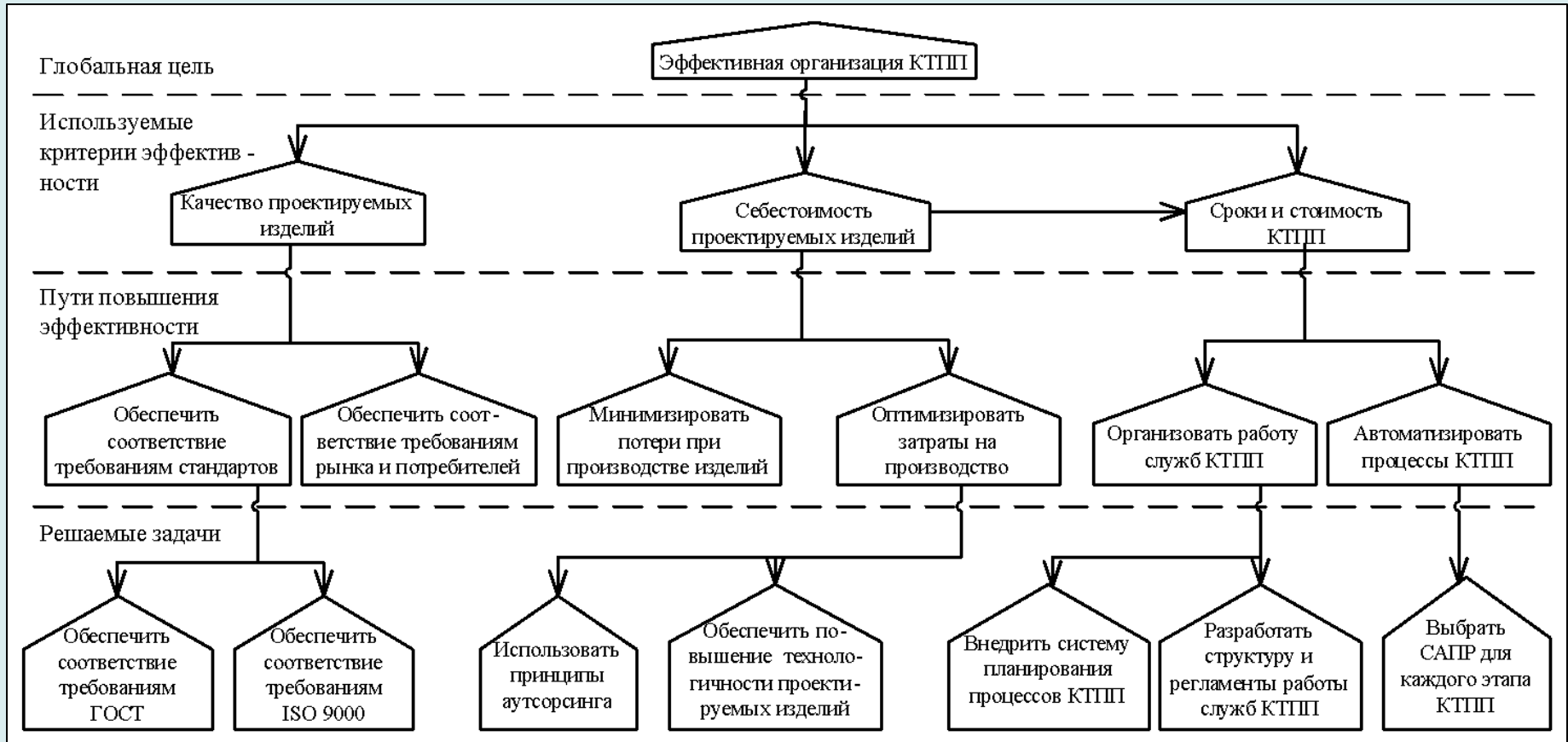
# Цель: понятие, свойства, закономерности

## Классификация целей



# Способы описания и структурирования целей

## Представление целей в виде дерева





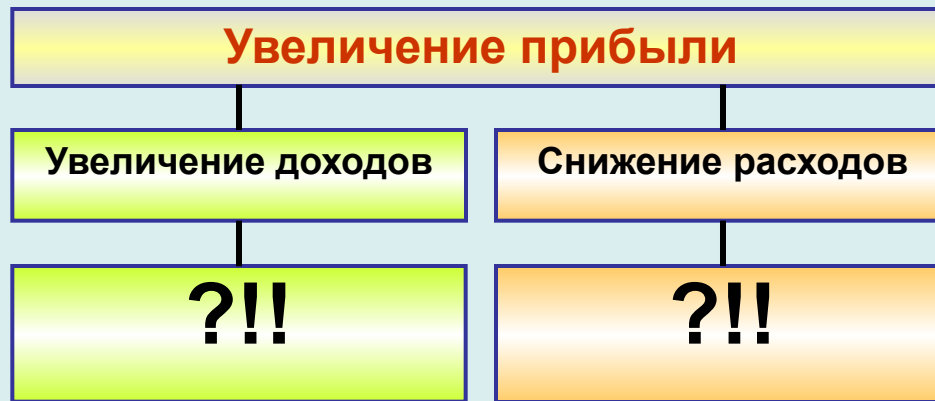
# Способы описания и структурирования целей

## Построение дерева целей

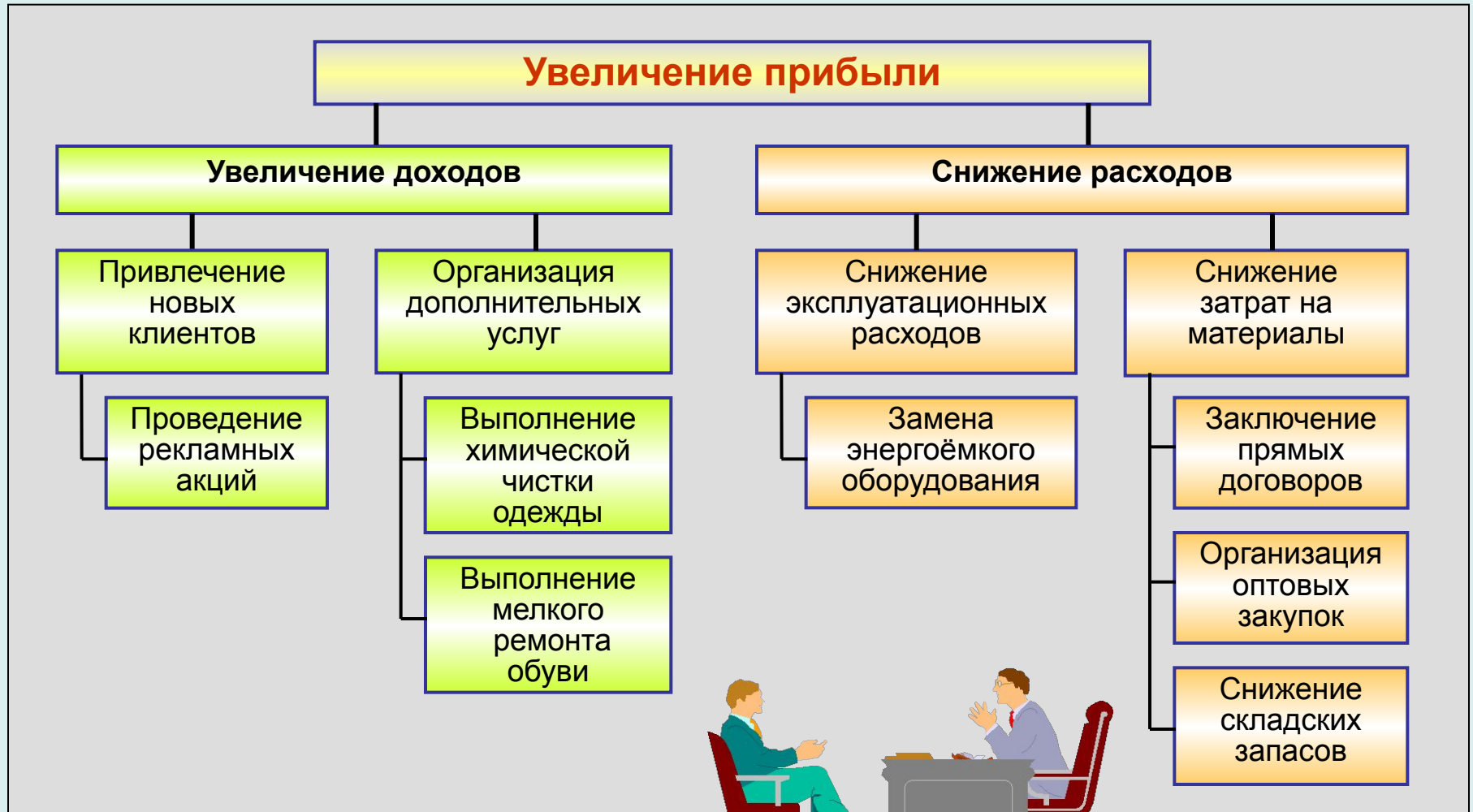
ЗАО «Салон красоты» оказывает ряд типовых услуг: окраска и стрижка волос, маникюр, педикюр, солярий и т.д. Качество услуг не вызывает нареканий со стороны постоянных и случайных клиентов. Бизнес достаточно стабилен, однако в последнее время прибыль стала заметно снижаться.

Это вызвало обоснованную тревогу топ-менеджеров, которые попытались сформулировать и реализовать ряд организационных мер. Однако не сумев в короткий срок изменить ситуацию, они были вынуждены пригласить экспертов-аналитиков.

«Мы понимаем, что надо каким-то образом **увеличивать доходы** и **снижать расходы**, но не можем договориться между собой, а требуется ещё и обосновать наши решения на предстоящем собрании акционеров».



# Способы описания и структурирования целей



## **Анализ целей. Метод анализа иерархий**

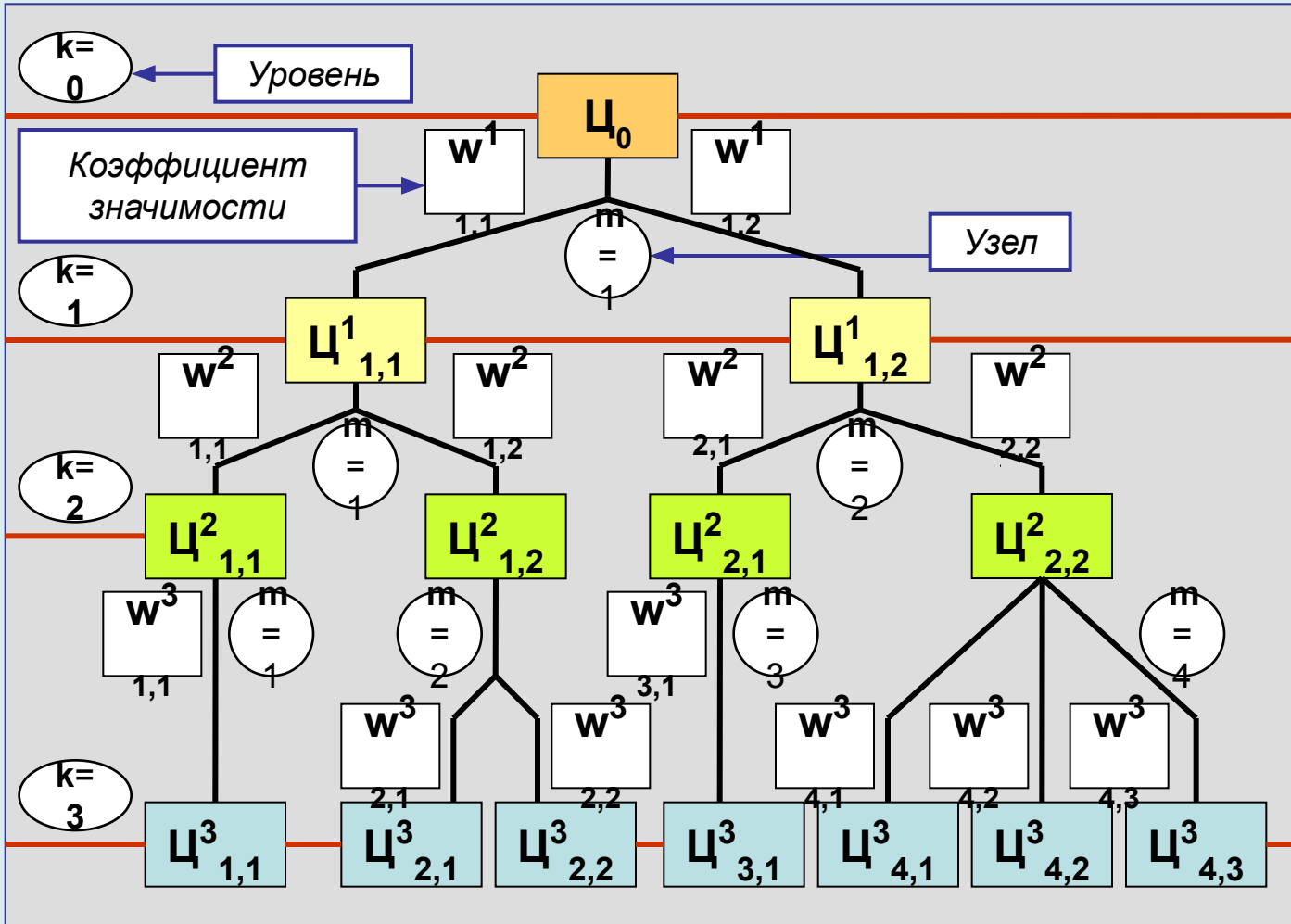
### **Метод анализа иерархий (МАИ)**

#### **Суть метода:**

- 1. Строится исходное дерево целей (иерархия).**
- 2. Для каждого узла каждого уровня дерева целей (иерархии) формируются матрица парных сравнений целей на основе шкалы отношений, определяющей степень значимости целей (альтернатив).**
- 3. Рассчитываются коэффициенты значимости частных целей относительно данного узла.**
- 4. Определяются коэффициенты значимости всех частных целей относительно главной цели**

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий (МАИ). Пример формализации дерева целей



$$\zeta_{\dots i, n}^k$$

$$w_{\dots i, n}^k$$

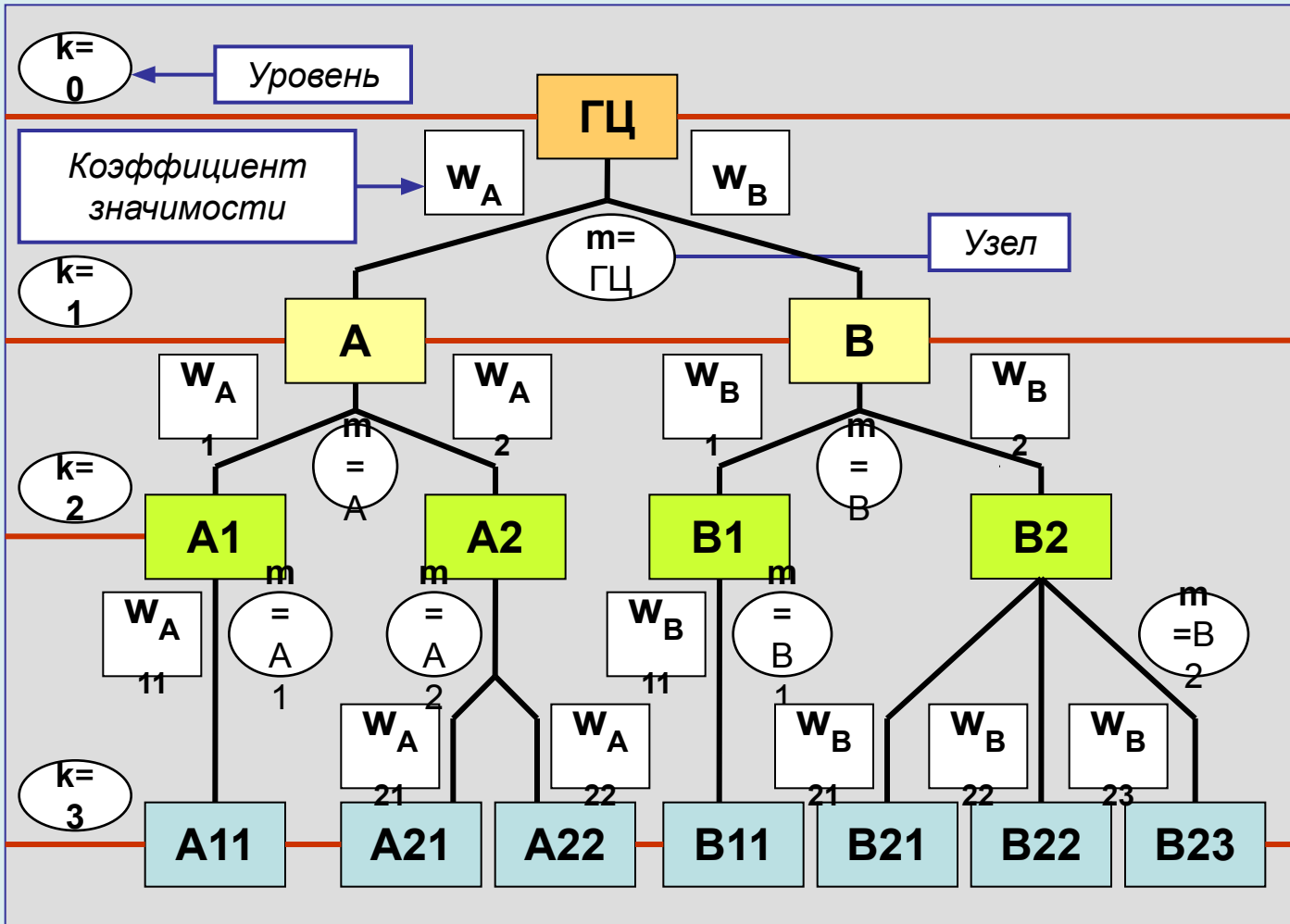
Для каждого узла  $m$  уровня  $k$

$$\sum w_{\dots i, n}^k = 1$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n$  – количество целей

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий (МАИ). Пример формализации дерева целей



Для каждого узла  $m$

$$\sum w_{mi} = 1$$

$i = 1, 2, 3, \dots, n_m$  – количество целей

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

|                    |          |                    |
|--------------------|----------|--------------------|
| $\text{Ц}_{1,1}^1$ | <b>A</b> | увеличение доходов |
| $\text{Ц}_{1,2}^1$ | <b>B</b> | снижение расходов  |

|                    |           |                                    |
|--------------------|-----------|------------------------------------|
| $\text{Ц}_{1,1}^2$ | <b>A1</b> | привлечение новых клиентов         |
| $\text{Ц}_{1,2}^2$ | <b>A2</b> | организация дополнительных услуг   |
| $\text{Ц}_{2,1}^2$ | <b>B1</b> | снижение эксплуатационных расходов |
| $\text{Ц}_{2,2}^2$ | <b>B2</b> | снижение затрат на материалы       |

|                    |            |                                     |
|--------------------|------------|-------------------------------------|
| $\text{Ц}_{1,1}^3$ | <b>A11</b> | проведение рекламных акций          |
| $\text{Ц}_{2,1}^3$ | <b>A21</b> | выполнение химической чистки одежды |
| $\text{Ц}_{2,2}^3$ | <b>A22</b> | выполнение мелкого ремонта обуви    |
| $\text{Ц}_{3,1}^3$ | <b>B11</b> | замена энергоёмкого оборудования    |
| $\text{Ц}_{4,1}^3$ | <b>B21</b> | заключение прямых договоров         |
| $\text{Ц}_{4,2}^3$ | <b>B22</b> | организация оптовых закупок         |
| $\text{Ц}_{4,3}^3$ | <b>B23</b> | снижение складских запасов          |

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

**Метод анализа иерархий.** Матрица парных сравнений для каждого узла  $m$

$E_m^k$  – квадратная матрица размерности  $n \times n$  с *единичной* диагональю

Если  $\zeta_{m,i}^k$  доминирует над  $\zeta_{m,j}^k$ , то  $v_{m,i,j}^k = p$  (степень значимости), а  $v_{m,j,i}^k = 1/p$

Если  $\zeta_{m,i}^k$  и  $\zeta_{m,j}^k$  равно предпочтительны, то  $v_{m,i,j}^k = v_{m,j,i}^k = 1$ .

|                 | $\zeta_{m,1}^k$ | $\zeta_{m,2}^k$ | $\zeta_{m,3}^k$ | ... | $\zeta_{m,n}^k$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-----------------|
| $\zeta_{m,1}^k$ | 1               | $v_{m,1,2}^k$   | $v_{m,1,3}^k$   | ... | $v_{m,1,n}^k$   |
| $\zeta_{m,2}^k$ | $v_{m,2,1}^k$   | 1               | $v_{m,2,3}^k$   | ... | $v_{m,2,n}^k$   |
| $\zeta_{m,3}^k$ | $v_{m,3,1}^k$   | $v_{m,3,2}^k$   | 1               | ... | $v_{m,3,n}^k$   |
| ...             | ...             | ...             | ...             | ... | ...             |
| $\zeta_{m,n}^k$ | $v_{m,n,1}^k$   | $v_{m,n,2}^k$   | $v_{m,n,3}^k$   | ... | 1               |

**Пример**

$k = 2$  – уровень дерева целей  
 $m = 1$  – узел дерева целей  
 $n = 3$  – количество целей

| $E_1^2$         | $\zeta_{1,1}^2$ | $\zeta_{1,2}^2$ | $\zeta_{1,3}^2$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| $\zeta_{1,1}^2$ | 1               | 8               | 0,250           |
| $\zeta_{1,2}^2$ | 0,125           | 1               | 0,333           |
| $\zeta_{1,3}^2$ | 4               | 3               | 1               |

Практические аспекты системного анализа

Цели и целеполагание

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

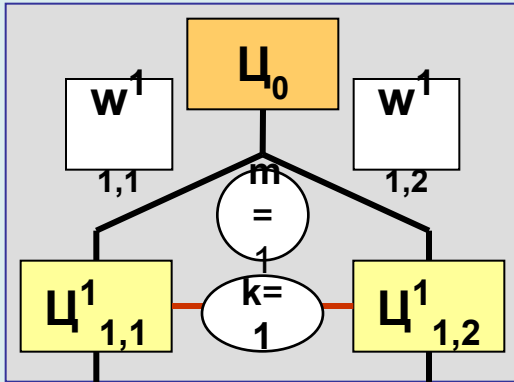
### Метод анализа иерархий (МАИ). Шкала отношений (предпочтений) р.

| Степень, р | Определение                       | Объяснение  |
|------------|-----------------------------------|---|
| 1          | Одинаковая значимость             | Два действия имеют одинаковый вклад в достижение цели   |
| 3          | Слабая значимость                 | Существует соображения в пользу предпочтения одного из действий, однако они недостаточно убедительны        |
| 5          | Сильная значимость                | Имеются надежные данные или логические суждения для того, чтобы показать предпочтительность одного действия |
| 7          | Очень сильная значимость          | Убедительное свидетельство в пользу одного действия   |
| 9          | Абсолютная значимость             | Свидетельства в пользу одного действия в высшей степени убедительны   |
| 2, 4, 6, 8 | Промежуточные значения значимости | Ситуация, когда необходимо компромиссное решение  |

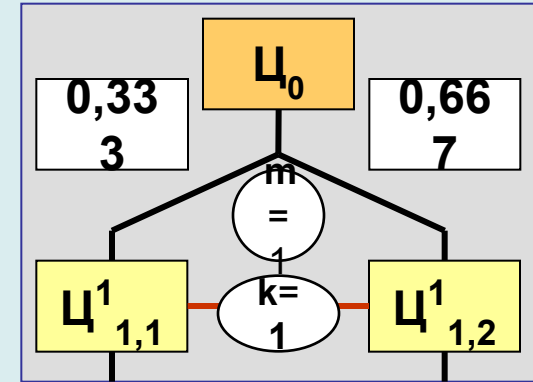


# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



| $E^1_1$         | $\zeta^1_{1,1}$ | $\zeta^1_{1,2}$ | $A^1_1$ | $W^1_1$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|
| $\zeta^1_{1,1}$ | 1               | 0,500           | 1,500   | 0,333   |
| $\zeta^1_{1,2}$ | 2               | 1               | 3,000   | 0,667   |
|                 |                 |                 | 4,500   | 1,000   |



**2** Ситуация, когда необходимо компромиссное решение

$$1 + 0,500 = 1,500$$

$$2 + 1 = 3,000$$

$$4,500$$

$$1,500 / 4,500 = 0,333$$

$$3,000 / 4,500 = 0,667$$

$$1,000$$

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Проблема оценки несколькими экспертами

Эксперт 1

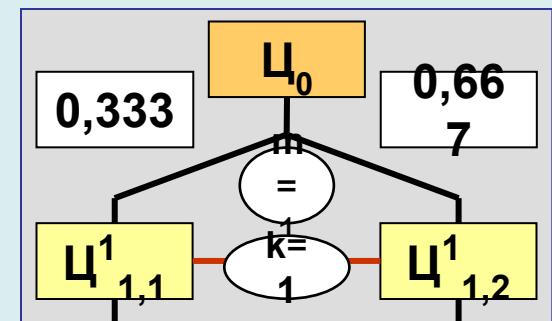
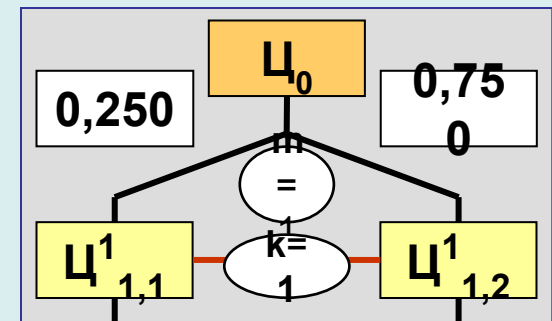
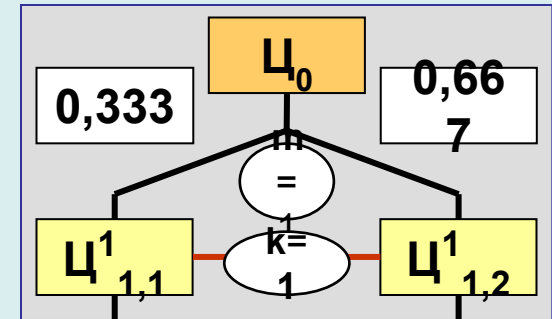
| $E^1_1$         | $\zeta^1_{1,1}$ | $\zeta^1_{1,2}$ | $A^1_1$ | $W^1_1$ | Ранг |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|------|
| $\zeta^1_{1,1}$ | 1               | 0,500           | 1,500   | 0,333   | 2    |
| $\zeta^1_{1,2}$ | 2               | 1               | 3,000   | 0,667   | 1    |
|                 |                 |                 | 4,500   | 1,000   |      |

Эксперт 2

| $E^1_1$         | $\zeta^1_{1,1}$ | $\zeta^1_{1,2}$ | $A^1_1$ | $W^1_1$ | Ранг |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|------|
| $\zeta^1_{1,1}$ | 1               | 0,333           | 1,333   | 0,250   | 2    |
| $\zeta^1_{1,2}$ | 3               | 1               | 4,000   | 0,750   | 1    |
|                 |                 |                 | 5,333   | 1,000   |      |

Эксперт 3

| $E^1_1$         | $\zeta^1_{1,1}$ | $\zeta^1_{1,2}$ | $A^1_1$ | $W^1_1$ | Ранг |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|------|
| $\zeta^1_{1,1}$ | 1               | 0,500           | 1,500   | 0,333   | 2    |
| $\zeta^1_{1,2}$ | 2               | 1               | 3,000   | 0,667   | 1    |
|                 |                 |                 | 4,500   | 1,000   |      |



Практические аспекты системного анализа

Цели и целеполагание

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Оценка достоверности мнений экспертов

Основа: метод непосредственной оценки

|             | $\mathcal{E}_1$ | $\mathcal{E}_2$ | $\mathcal{E}_3$ | Среднее<br>$W_{\text{ср}}$ | Отклонение<br>$\sigma$ | Критерий<br>Стьюдента, $t$ | $t_{\text{табл.}}$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------|
| $W_{1,1}^1$ | 0,333           | 0,250           | 0,333           | 0,306                      | 0,048                  | 3,311 >                    | 2,920              |
| $W_{1,2}^1$ | 0,667           | 0,750           | 0,667           | 0,694                      | 0,048                  | 7,533 >>                   | 2,920              |
|             | 1,000           | 1,000           | 1,000           | 1,000                      |                        |                            |                    |

$m$  – число экспертов  
 $n$  – число объектов

$$t = \frac{\mu \cdot W_{\text{ср}}}{\sigma / \sqrt{m}}$$

$\mu$  – коэффициент  
вариации = 0,30

$m - 1$

MS Office Excel  
=СРЗНАЧ(D8:F8)

Open Office Calc  
=AVERAGE(D8:F8)

MS Office Excel  
=СТАНДОТКЛОН(D8:F8)

Open Office Calc  
=STDEV(D8:F8)

MS Office Excel  
=СТЮДРАСПОБР(0,1;2)

Open Office Calc  
=TINV(0,1;2)

Практические аспекты системного анализа

Цели и целеполагание

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

### Проблема №1. Недостоверные показатели

|             | $\mathcal{E}_1$ | $\mathcal{E}_2$ | $\mathcal{E}_3$ | Среднее<br>$W_{\text{ср}}$ | Отклонение<br>$\sigma$ | Критерий<br>Стьюдента, $t$ | $t_{\text{табл.}}$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------|
| $W_{1,1}^1$ | 0,333           | 0,250           | 0,200           | 0,261                      | 0,067                  | 2,019 <                    | 2,920              |
| $W_{1,2}^1$ | 0,667           | 0,750           | 0,800           | 0,739                      | 0,067                  | 5,716                      | 2,920              |
|             | 1,000           | 1,000           | 1,000           | 1,000                      |                        |                            |                    |

**Показатель  $W_{1,1}^1$  недостоверен.** У экспертов  $\mathcal{E}_1$  и  $\mathcal{E}_3$ , которые поставили наименьшее и наибольшее значения данного показателя, необходимо опросить заново, предварительно объяснив возникшую ситуацию.

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

**Метод анализа иерархий. Оценка согласованности мнений экспертов (n=2)**

Основа: ранжирование

|                               | Э <sub>1</sub> | Э <sub>2</sub> | Э <sub>3</sub> | Σ   | Δ <sup>2</sup> | Коэффициент конкордации, V |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----|----------------|----------------------------|
| W <sup>1</sup> <sub>1,1</sub> | 2              | 2              | 2              | 6   | 2,25           | 1 > 0,5                    |
| W <sup>1</sup> <sub>1,2</sub> | 1              | 1              | 1              | 3   | 2,25           |                            |
| Средний ранг r <sub>ср</sub>  |                |                |                | 4,5 | 4,5            |                            |

$$V = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)}$$

m – число экспертов  
n – число объектов

$$=(G12-G13)^2$$

MS Office Excel  
=СУММ(D12:F12)

Open Office Calc  
=SUM(D12:F12)

MS Office Excel  
=СРЗНАЧ(G11:G12)

Open Office Calc  
=AVERAGE(G11:G12)

$$S = \sum \Delta^2 = \sum (r_i - r_{ср})^2, i = 1, 2, \dots, n$$

MS Office Excel  
=СУММ(H11:H12)

Open Office Calc  
=SUM(H11:H12)

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

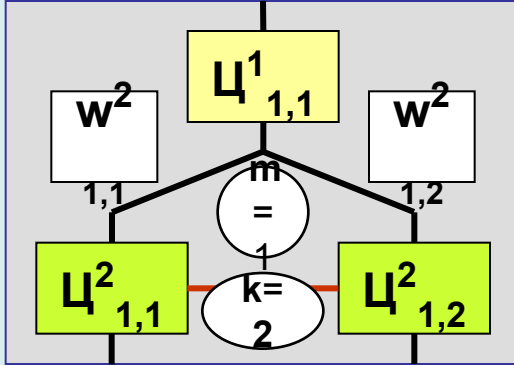
### Проблема №2. Несогласованность мнений экспертов

|                       | $\mathcal{E}_1$ | $\mathcal{E}_2$ | $\mathcal{E}_3$ | $\Sigma$ | $\Delta^2$ | Коэффициент конкордации, $V$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------------|------------------------------|
| $W^1_{1,1}$           | 2               | 2               | 1               | 5        | 0,25       | <b>0,111 &lt; 0,5</b>        |
| $W^1_{1,2}$           | 1               | 1               | 2               | 4        | 0,25       |                              |
| Средний ранг $r_{cp}$ |                 |                 |                 | 4,5      | 0,5        |                              |

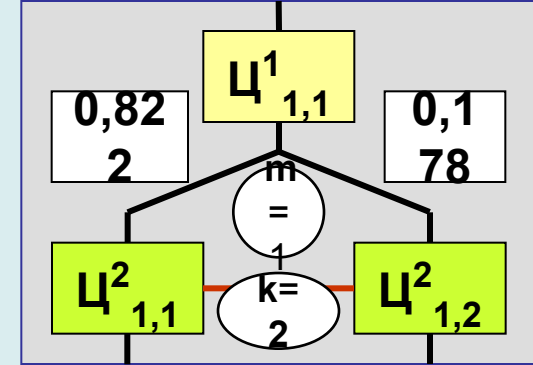
**Коэффициент конкордации  $V = 0,111 < 0,5$ .** Это говорит о том, что мнения экспертов несогласованы. Необходимо заново опросить эксперта  $\mathcal{E}_3$ , ранги оценок которого в большей степени отклоняются от средних.

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



|                 |                 |                 |         |         |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|
| $E^2_1$         | $\zeta^2_{1,1}$ | $\zeta^2_{1,2}$ | $A^2_1$ | $W^2_1$ |
| $\zeta^2_{1,1}$ | 1               | 4               | 5,000   | 0,800   |
| $\zeta^2_{1,2}$ | 0,250           | 1               | 1,250   | 0,200   |
|                 |                 |                 | 6,250   | 1,000   |



### Оценка достоверности

|             | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | W <sub>ср</sub> | $\sigma$ | $t_{расч}$ | $t_{табл.}$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------------|-------------|
| $W^2_{1,1}$ | 0,800           | 0,833           | 0,833           | 0,822           | 0,019    | 22,418     | 2,920       |
| $W^2_{1,2}$ | 0,200           | 0,167           | 0,167           | 0,178           | 0,019    | 4,854      | 2,920       |
|             | 1,000           | 1,000           | 1,000           |                 |          |            |             |

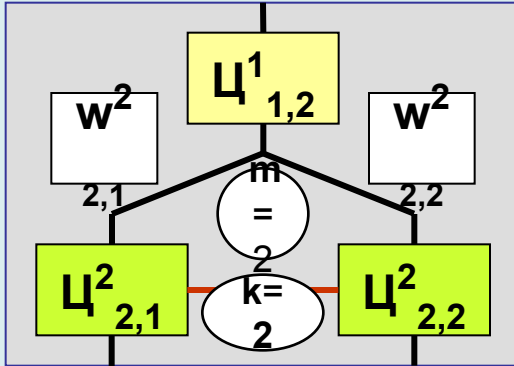
### Оценка согласованности

|                       | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | $\Sigma$ | $\Delta^2$ |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------------|
| $W^1_{1,1}$           | 2               | 2               | 2               | 6        | 2,25       |
| $W^1_{1,2}$           | 1               | 1               | 1               | 3        | 2,25       |
| Средний ранг $r_{ср}$ |                 |                 |                 | 4,5      | 4,5        |

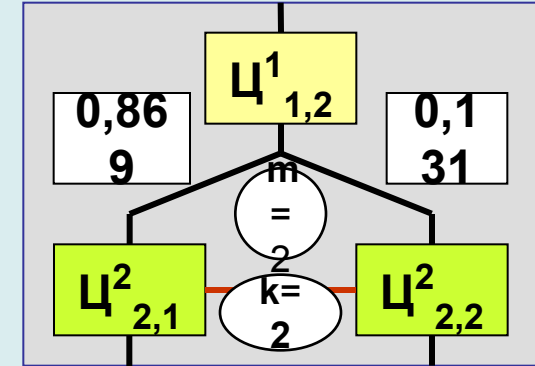
$$V = 1 > 0,5$$

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



|                 |                 |                 |         |         |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|
| $E^2_2$         | $\zeta^2_{2,1}$ | $\zeta^2_{2,2}$ | $A^2_2$ | $W^2_2$ |
| $\zeta^2_{2,1}$ | 1               | 7               | 8,000   | 0,875   |
| $\zeta^2_{2,2}$ | 0,143           | 1               | 1,143   | 0,125   |
|                 |                 |                 | 9,143   | 1,000   |



### Оценка достоверности

|             | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | $W_{\text{ср}}$ | $\sigma$ | $t_{\text{расч}}$ | $t_{\text{табл.}}$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-------------------|--------------------|
| $W^2_{2,1}$ | 0,875           | 0,857           | 0,875           | 0,869           | 0,010    | 43,450            | 2,920              |
| $W^2_{2,2}$ | 0,125           | 0,143           | 0,125           | 0,131           | 0,010    | 6,550             | 2,920              |
|             | 1,000           | 1,000           | 1,000           |                 |          |                   |                    |

### Оценка согласованности

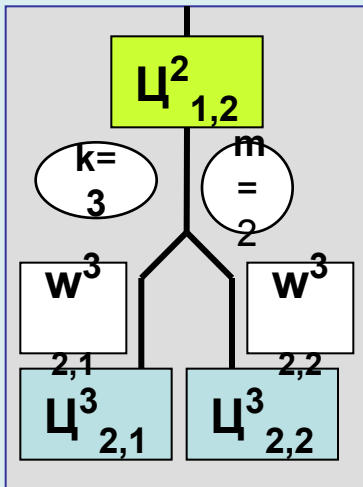
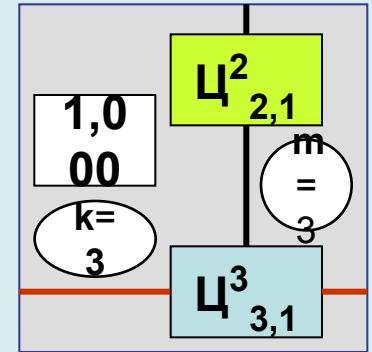
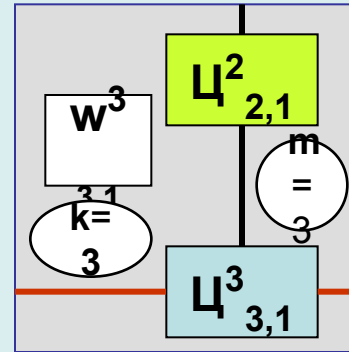
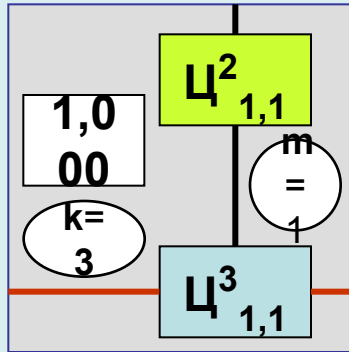
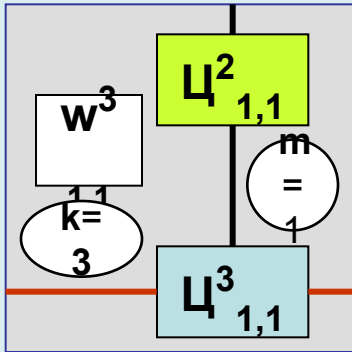
|                              | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | $\Sigma$ | $\Delta^2$ |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------------|
| $W^1_{2,1}$                  | 2               | 2               | 2               | 6        | 2,25       |
| $W^1_{2,2}$                  | 1               | 1               | 1               | 3        | 2,25       |
| Средний ранг $r_{\text{ср}}$ |                 |                 |                 | 4,5      | 4,5        |

$$V = 1 > 0,5$$

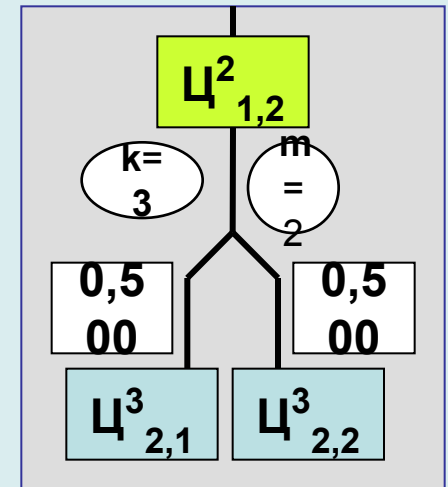


# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости

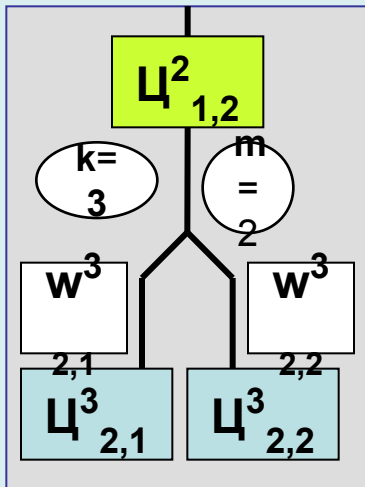
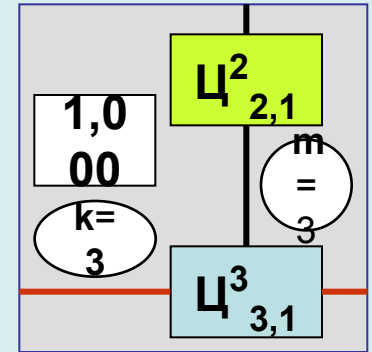
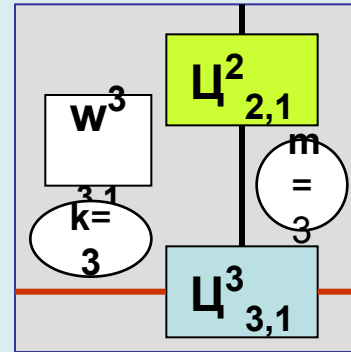
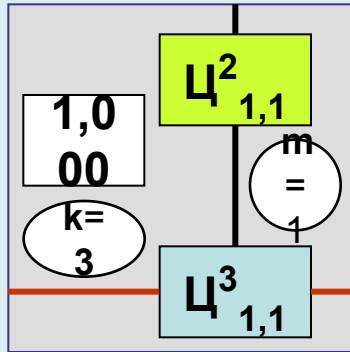
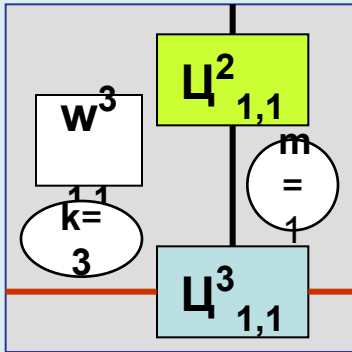


| $E^3_2$         | $\zeta^3_{2,1}$ | $\zeta^3_{2,2}$ | $A^3_2$ | $W^3_2$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|
| $\zeta^3_{2,1}$ | 1               | 1               | 2,000   | 0,500   |
| $\zeta^3_{2,2}$ | 1               | 1               | 2,000   | 0,500   |
|                 |                 |                 | 4,000   | 1,000   |



# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



| $E^3_2$         | $\zeta^3_{2,1}$ | $\zeta^3_{2,2}$ | $A^3_2$ | $W^3_2$ | Ранг |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|------|
| $\zeta^3_{2,1}$ | 1               | 1               | 2,000   | 0,500   | 1 ?  |
| $\zeta^3_{2,2}$ | 1               | 1               | 2,000   | 0,500   | 1 ?  |
|                 |                 |                 | 4,000   | 1,000   |      |

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Проблема №3. Учёт равных (связных) рангов

| Объект         | Эксперт        |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                | Э <sub>1</sub> | Э <sub>2</sub> | Э <sub>3</sub> | Э <sub>4</sub> | Э <sub>5</sub> |
| O <sub>1</sub> | 1              | 1              | 1              | 1              | 2              |
| O <sub>2</sub> | 2              | 1              | 1              | 2              | 1              |
| O <sub>3</sub> | 2              | 1              | 2              | 2              | 3              |
| O <sub>4</sub> | 3              | 3              | 3              | 3              | 4              |
| O <sub>5</sub> | 4              | 2              | 3              | 3              | 5              |
| O <sub>6</sub> | 5              | 5              | 4              | 4              | 5              |

Требуется  
нормализация  
рангов

| Объект         | Эксперт        |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                | Э <sub>1</sub> | Э <sub>2</sub> | Э <sub>3</sub> | Э <sub>4</sub> | Э <sub>5</sub> |
| O <sub>1</sub> | 1              | 2              | 1,5            | 1              | 2              |
| O <sub>2</sub> | 2,5            | 2              | 1,5            | 2,5            | 1              |
| O <sub>3</sub> | 2,5            | 2              | 3              | 2,5            | 3              |
| O <sub>4</sub> | 4              | 5              | 4,5            | 4,5            | 4              |
| O <sub>5</sub> | 5              | 4              | 4,5            | 4,5            | 5,5            |
| O <sub>6</sub> | 6              | 6              | 6              | 6              | 5,5            |

|              | O <sub>1</sub> | O <sub>2</sub> | O <sub>3</sub> | O <sub>4</sub> | O <sub>5</sub> | O <sub>6</sub> |
|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Ранг         | 1              | 1              | 1              | 3              | 2              | 5              |
| № по порядку | 1              | 2              | 3              | 5              | 4              | 6              |
| Норм. ранг   | 2              | 2              | 2              | 5              | 4              | 6              |

$$=(1+2+3)/3$$

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

### Проблема №3. Учёт равных (связных) рангов

| Объект       | Эксперт         |                 |                 |                 |                 | $\Sigma$ | $\Delta^2$ |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------------|
|              | $\mathcal{E}_1$ | $\mathcal{E}_2$ | $\mathcal{E}_3$ | $\mathcal{E}_4$ | $\mathcal{E}_5$ |          |            |
| $O_1$        | 1               | 2               | 1,5             | 1               | 2               | 7,5      | 93,44      |
| $O_2$        | 2,5             | 2               | 1,5             | 2,5             | 1               | 9,5      | 58,78      |
| $O_3$        | 2,5             | 2               | 3               | 2,5             | 3               | 13,0     | 17,36      |
| $O_4$        | 4               | 5               | 4,5             | 4,5             | 4               | 22,0     | 23,36      |
| $O_5$        | 5               | 4               | 4,5             | 4,5             | 5,5             | 23,5     | 40,11      |
| $O_6$        | 6               | 6               | 5               | 5               | 5,5             | 27,5     | 106,78     |
| Средний ранг |                 |                 |                 |                 |                 | 17,17    | 339,83     |

$$V = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}$$

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Проблема №3. Учёт равных (связных) рангов

| Объект         | Эксперт        |                |                |                |                |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|                | Э <sub>1</sub> | Э <sub>2</sub> | Э <sub>3</sub> | Э <sub>4</sub> | Э <sub>5</sub> |
| O <sub>1</sub> | 1              | 2              | 1,5            | 1              | 2              |
| O <sub>2</sub> | 2,5            | 2              | 1,5            | 2,5            | 1              |
| O <sub>3</sub> | 2,5            | 2              | 3              | 2,5            | 3              |
| O <sub>4</sub> | 4              | 5              | 4,5            | 4,5            | 4              |
| O <sub>5</sub> | 5              | 4              | 4,5            | 4,5            | 5,5            |
| O <sub>6</sub> | 6              | 6              | 5              | 5              | 5,5            |

$$H_1 = 1 \quad h_{11} = 2$$

$$H_2 = 1 \quad h_{21} = 3$$

$$H_3 = 2 \quad h_{31} = 2$$

$$h_{32} = 2$$

$$H_4 = 2 \quad h_{41} = 2$$

$$h_{42} = 2$$

$$H_5 = 1 \quad h_{51} = 2$$

$$T_j = \sum_{k=1}^j \left( h_{jk}^3 - h_{jk} \right)$$

$$j = 1, 2, \dots, m$$

m – число экспертов

$$T_1 = 2^3 - 2 = 6$$

$$T_2 = 3^3 - 3 = 24$$

$$T_3 = 2^3 - 2 + 2^3 - 2 = 12$$

$$T_4 = 2^3 - 2 + 2^3 - 2 = 12$$

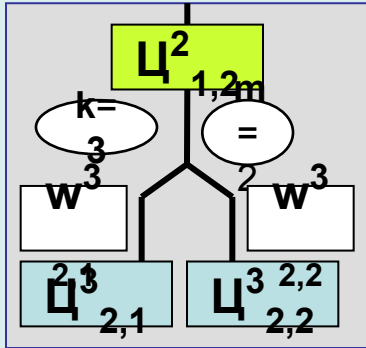
$$T_5 = 2^3 - 2 = 6$$

$$T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 = 60$$

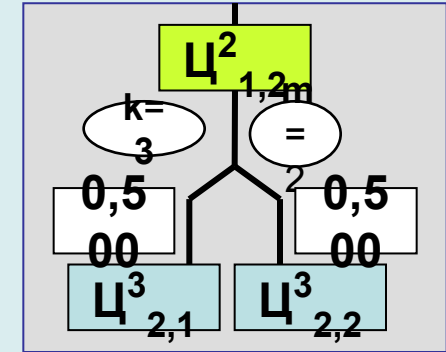
$$V = 12 \times 339,83 / [5^2 (6^3 - 6) - 5 \times 60] = 0,824$$

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



| $E^3_2$         | $\zeta^3_{2,1}$ | $\zeta^3_{2,2}$ | $A^3_2$ | $W^3_2$ | Ранг |
|-----------------|-----------------|-----------------|---------|---------|------|
| $\zeta^3_{2,1}$ | 1               | 1               | 2,000   | 0,500   | 1,5  |
| $\zeta^3_{2,2}$ | 1               | 1               | 2,000   | 0,500   | 1,5  |
|                 |                 |                 | 4,000   | 1,000   |      |



### Оценка достоверности

|             | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | $W_{\text{ср}}$ | $\sigma$ | $t_{\text{расч}}$ | $t_{\text{табл.}}$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-------------------|--------------------|
| $W^2_{2,1}$ | 0,500           | 0,500           | 0,500           | 0,500           | 0        |                   | 2,920              |
| $W^2_{2,2}$ | 0,500           | 0,500           | 0,500           | 0,500           | 0        |                   | 2,920              |
|             | 1,000           | 1,000           | 1,000           |                 |          |                   |                    |

### Оценка согласованности

|                              | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | $\Sigma$ | $\Delta^2$ |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|------------|
| $W^1_{2,1}$                  | 1,5             | 2               | 2               | 5,5      | 1          |
| $W^1_{2,2}$                  | 1,5             | 1               | 1               | 3,5      | 1          |
| T                            | 6               | 0               | 0               |          |            |
| Средний ранг $r_{\text{ср}}$ |                 |                 |                 | 4,5      | 2          |

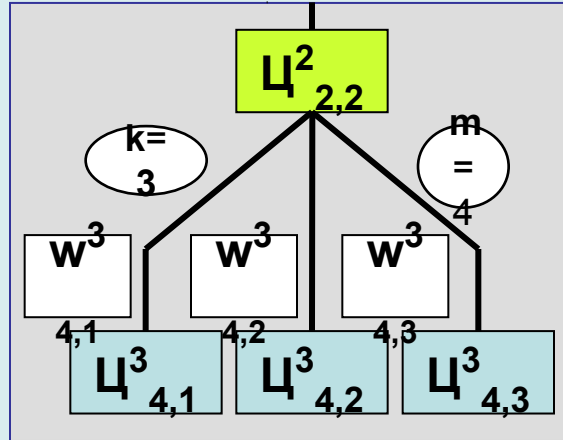
$$V = 0,667 > 0,5$$

Практические аспекты системного анализа

Цели и целеполагание

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



| $E^3_4$     | $C^3_{4,1}$ | $C^3_{4,2}$ | $C^3_{4,3}$ | $A^3_4$ | $W^3_4$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|
| $C^3_{4,1}$ | 1           | 0,200       | 1           | 2,200   | 0,143   |
| $C^3_{4,2}$ | 5           | 1           | 5           | 11,000  | 0,714   |
| $C^3_{4,3}$ | 1           | 0,200       | 1           | 2,200   | 0,143   |
| $b^3_4$     | 7           | 1,400       | 7           | 15,400  | 1,000   |

В случае, когда  $n > 2$  необходимо оценить логичность суждений эксперта:

$$OC = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) / IO(n)$$

В идеале  $OC \approx 0$ , фактически  $OC < 0,1$

$$\lambda_{\max} = 7 \times 0,143 + 1,400 \times 0,714 + 7 \times 0,143 = 3,002$$

| n     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |
|-------|------|------|------|------|------|
| IO(n) | 0,00 | 0,58 | 0,90 | 1,12 | 1,24 |

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n b^k_{m,i} \times w^k_{m,i} \quad \lambda_{\max} \approx n$$

$$OC = (3,002 - 3) / (3 - 1) / 0,58 = 0,0017$$

$OC < 0,1 \Rightarrow$  Эксперт логичен в суждениях

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

### Проблема №4. Нелогичность суждений эксперта

| $E^3_4$     | $C^3_{4,1}$ | $C^3_{4,2}$ | $C^3_{4,3}$ | $A^3_4$ | $W^3_4$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|---------|
| $C^3_{4,1}$ | 1           | 0,2         | 0,5         | 1,700   | 0,095   |
| $C^3_{4,2}$ | 5           | 1           | 7           | 13,000  | 0,729   |
| $C^3_{4,3}$ | 2           | 0,143       | 1           | 3,143   | 0,176   |
| $b^3_4$     | 8           | 1,343       | 8,5         | 17,843  | 1,000   |

$$\lambda_{\max} = 8 \times 0,095 + 1,343 \times 0,729 + 8,5 \times 0,176 = 3,238$$

$$OC = (3,238 - 3) / (3 - 1) / 0,58 = 0,2050$$

Если  $OC < 0,1$   $\Rightarrow$  Эксперт логичен в суждениях

Если  $0,1 \leq OC < 0,2$   $\Rightarrow$  Логика суждений эксперта сомнительна

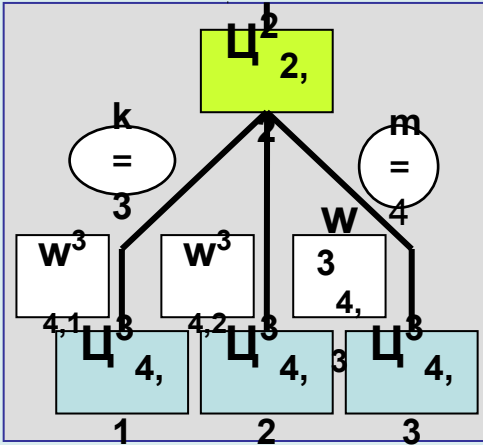
Если  $OC \geq 0,2$   $\Rightarrow$  Эксперт нелогичен в суждениях

**Показатель  $OC = 0,2050 > 0,2$ . Эксперт, проводивший данную оценку, нелогичен в своих суждениях. Лучше всего заменить данного эксперта на другого. Если это невозможно, то необходимо опросить его заново.**

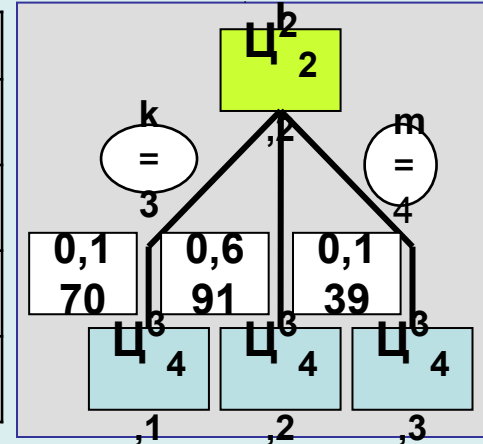


# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



| $E_{4,4}^3$     | $\zeta_{4,1}^3$ | $\zeta_{4,2}^3$ | $\zeta_{4,3}^3$ | $A_{4,4}^3$ | $W_{4,4}^3$ |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|-------------|
| $\zeta_{4,1}^3$ | 1               | 0,200           | 1               | 2,200       | 0,143       |
| $\zeta_{4,2}^3$ | 5               | 1               | 5               | 11,000      | 0,714       |
| $\zeta_{4,3}^3$ | 1               | 0,200           | 1               | 2,200       | 0,143       |
| $b_{4,4}^3$     | 7               | 1,400           | 7               | 15,400      | 1,000       |



### Оценка достоверности

|             | $\varepsilon_1$ | $\varepsilon_2$ | $\varepsilon_3$ | Wср   | $\sigma$ | $t_{расч}$ | $t_{табл.}$ |
|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|----------|------------|-------------|
| $W_{4,1}^3$ | 0,143           | 0,201           | 0,167           | 0,170 | 0,029    | 3,037      | 2,920       |
| $W_{4,2}^3$ | 0,714           | 0,692           | 0,667           | 0,691 | 0,024    | 15,268     | 2,920       |
| $W_{4,3}^3$ | 0,143           | 0,107           | 0,167           | 0,139 | 0,030    | 2,931      | 2,920       |
|             | 1,000           | 1,000           | 1,000           |       |          |            |             |

## Анализ целей. Метод анализа иерархий

**Метод анализа иерархий. Оценка согласованности мнений экспертов ( $n > 2$ )**

|                              | $\mathfrak{A}_1$ | $\mathfrak{A}_2$ | $\mathfrak{A}_3$ | $\Sigma$ | $\Delta^2$ | Коэффициент<br>конкордации, $V$                                   | Критерий<br>Пирсона, $\chi^2$  |
|------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------|------------|---|--|
| $W_{4,1}^3$                  | 2,5              | 2                | 2,5              | 7        | 1          | <b>0,933 &gt; 0,5</b>   | <b>5,600 &gt; <math>\chi^2_{\text{табл.}} = 3,841</math></b>                         |
| $W_{4,2}^3$                  | 1                | 1                | 1                | 3        | 9          | $V = \frac{12 \cdot S}{m^2 \cdot (n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j}$ | $\chi^2 = \frac{12 \cdot S}{m \cdot n \cdot (n+1) - \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^m T_j}$ |
| $W_{4,3}^3$                  | 2,5              | 3                | 2,5              | 8        | 4          |   |  |
| $T$                          | 6                | 0                | 6                |          |            |   |  |
| Средний ранг $r_{\text{cp}}$ |                  |                  |                  | <b>6</b> | <b>14</b>  |   |  |
| $T_1 + T_2 + T_3 = 12$       |                  |                  |                  |          |            |   |  |

Open Office Calc  
 =CHIINV(0,05;1)

MS Office Excel  
 =ХИ2ОБР(0,05;1)

**n - 2**

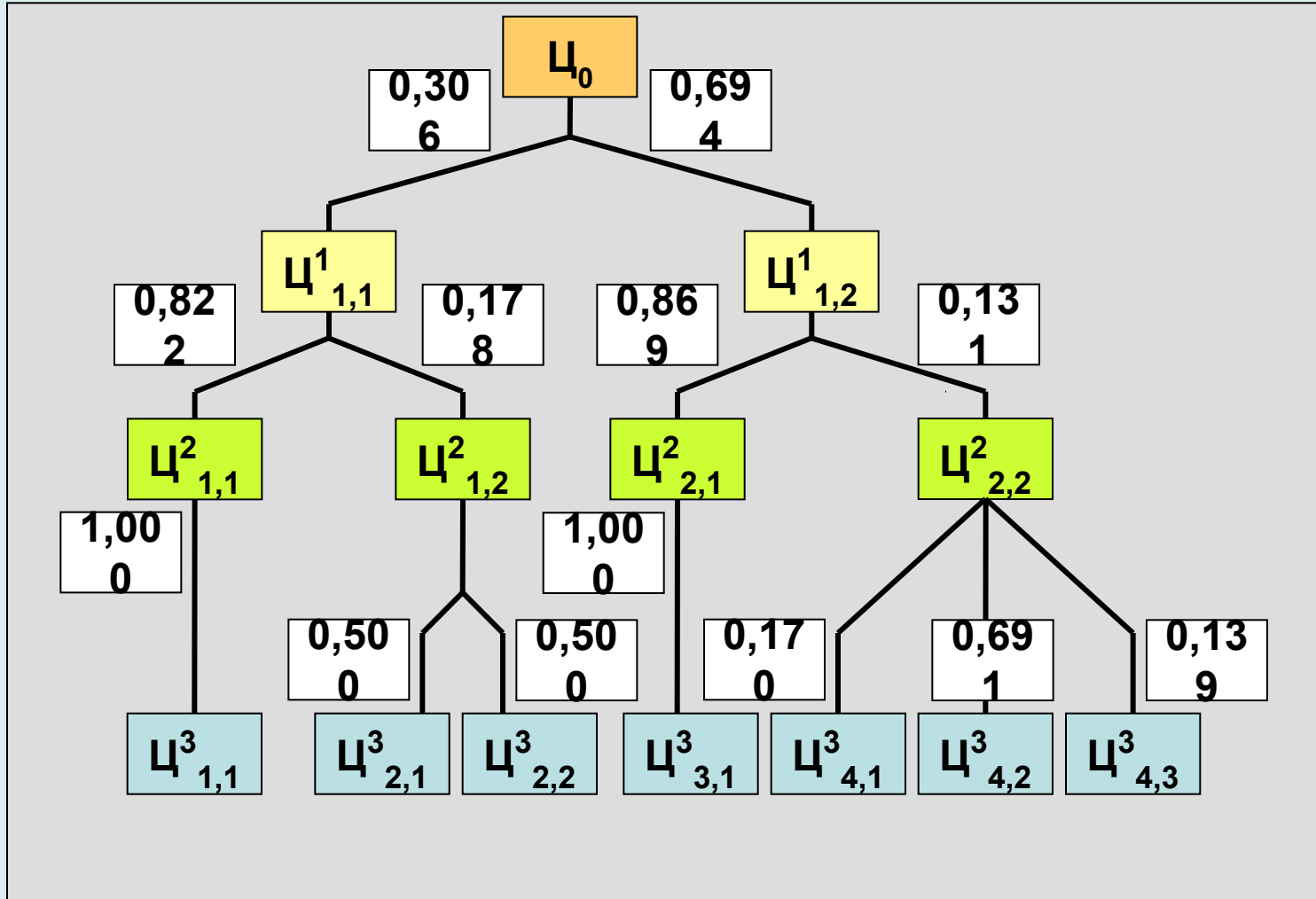
$m$  – число экспертов  
 $n$  – число объектов

$$V = 12 \times 14 / [3^2 (3^3 - 3) - 3 \times 12] = 0,933$$

$$\chi^2 = 12 \times 14 / [3 \times 3 \times (3 + 1) - 12 / (3 - 1)] = 5,600$$

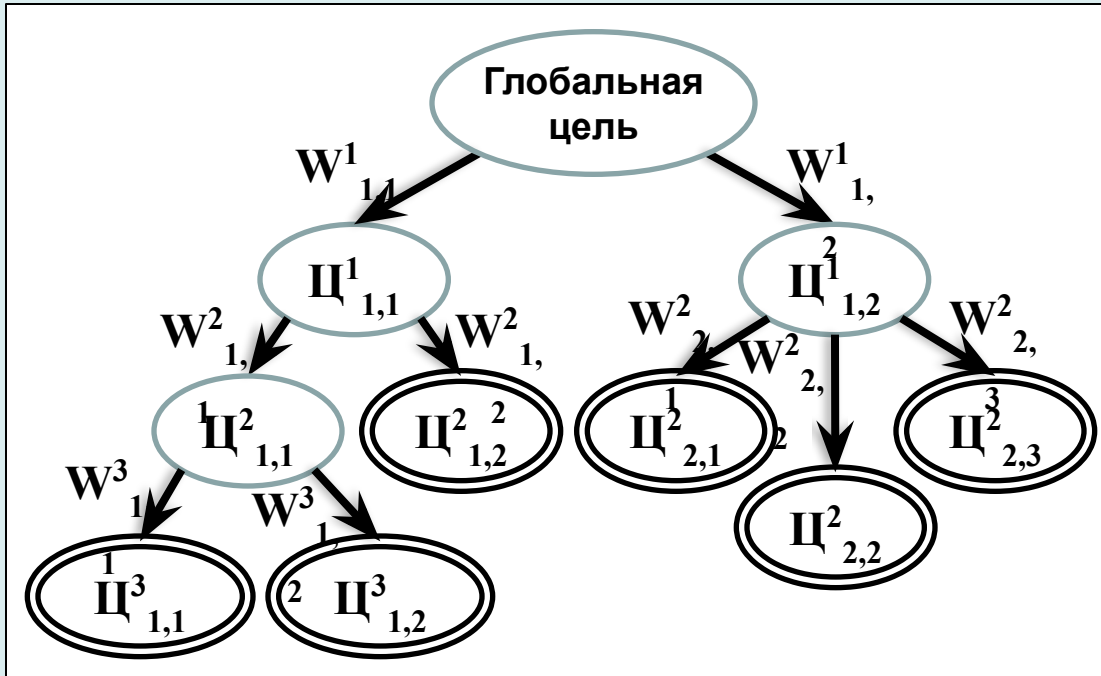
# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



## Анализ целей. Метод анализа иерархий

**Метод анализа иерархий.** Расчет коэффициентов значимости всех частных целей относительно главной цели. Методика PATTERN



$$W^1_{1,1} + W^1_{1,2} = 1$$

$$W^2_{1,1} + W^2_{1,2} = 1$$

$$W^3_{1,1} + W^3_{1,2} = 1$$

$$W^2_{2,1} + W^2_{2,2} + W^2_{2,3} = 1$$

$$W^{*3}_{1,1} = W^1_{1,1} \times W^2_{1,1} \times W^3_{1,1}$$

$$W^{*3}_{1,2} = W^1_{1,1} \times W^2_{1,1} \times W^3_{1,2}$$

$$W^{*2}_{1,2} = W^1_{1,1} \times W^2_{1,2}$$

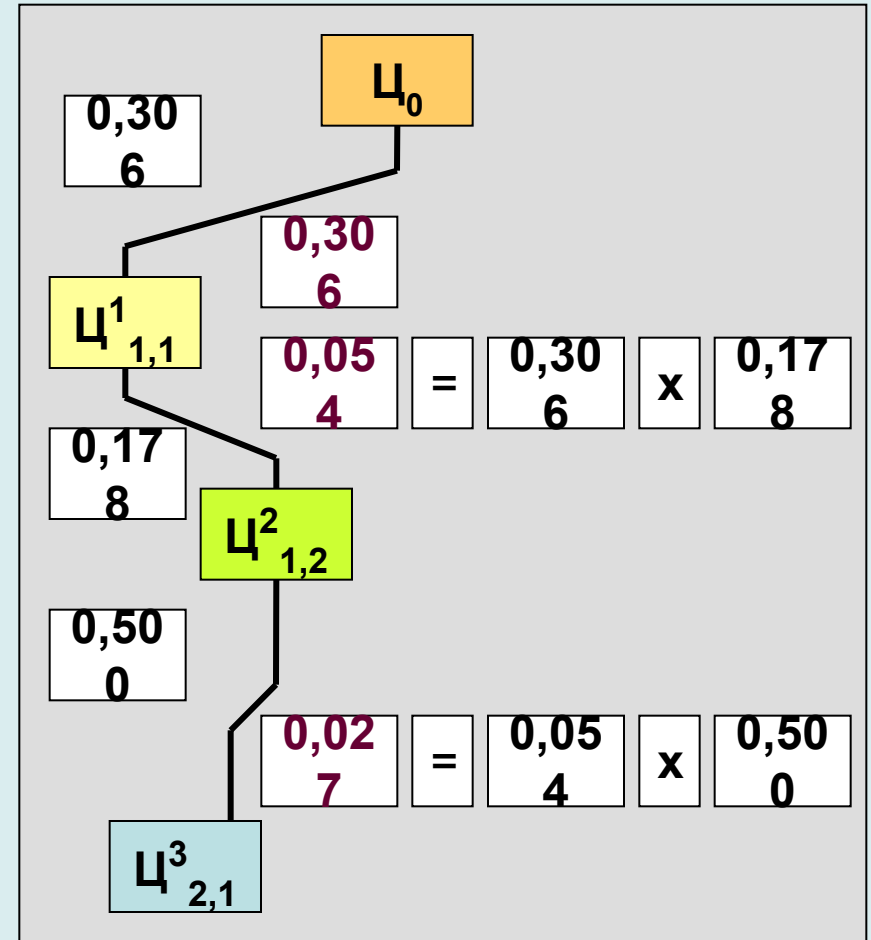
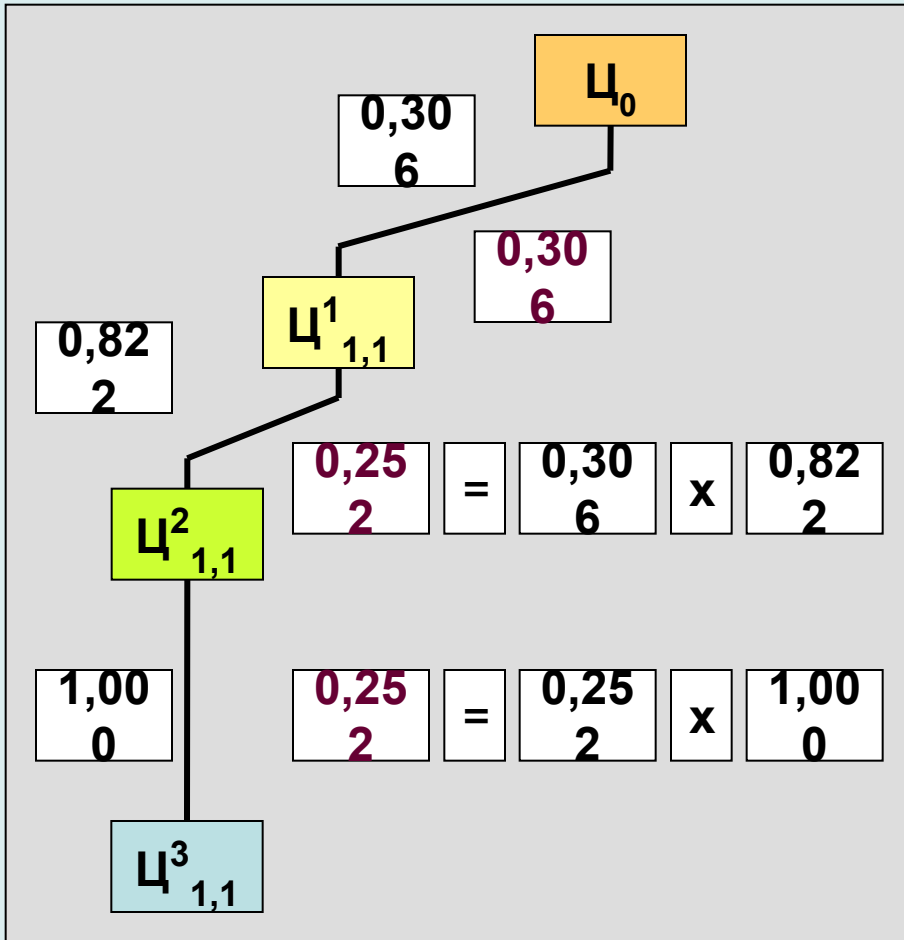
$$W^{*2}_{2,1} = W^1_{1,2} \times W^2_{2,1}$$

$$W^{*2}_{2,2} = W^1_{1,2} \times W^2_{2,2}$$

$$W^{*2}_{2,3} = W^1_{1,2} \times W^2_{2,3}$$

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Расчет коэффициентов методом PATTERN



## Анализ целей. Метод анализа иерархий

**Метод анализа иерархий.** Расчет коэффициентов через матричное умножение

| $M_{01}$ |
|----------|
| 0,30     |
| 0,69     |
| 4        |

| $M_{12}$ |      |
|----------|------|
| 0,82     | 0,00 |
| 0,17     | 0,00 |
| 0,00     | 0,86 |
| 0,00     | 0,13 |
| 0        | 1    |

| $M_{02}$ |
|----------|
| 0,25     |
| 0,05     |
| 0,40     |
| 0,09     |
| 1        |

| $M_{23}$ |      |      |      |
|----------|------|------|------|
| 1,00     | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00     | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00     | 0,50 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00     | 0,00 | 1,00 | 0,00 |
| 0,00     | 0,00 | 0,00 | 0,17 |
| 0,00     | 0,00 | 0,00 | 0,69 |
| 0,00     | 0,00 | 0,00 | 0,13 |
| 0        | 0    | 0    | 9    |

| $M_{03}$ |
|----------|
| 0,25     |
| 0,02     |
| 0,02     |
| 0,60     |
| 0,01     |
| 0,06     |
| 0,01     |
| 3        |

$$M_{02} = M_{12} \times M_{01}$$

$$M_{03} = M_{23} \times M_{02}$$

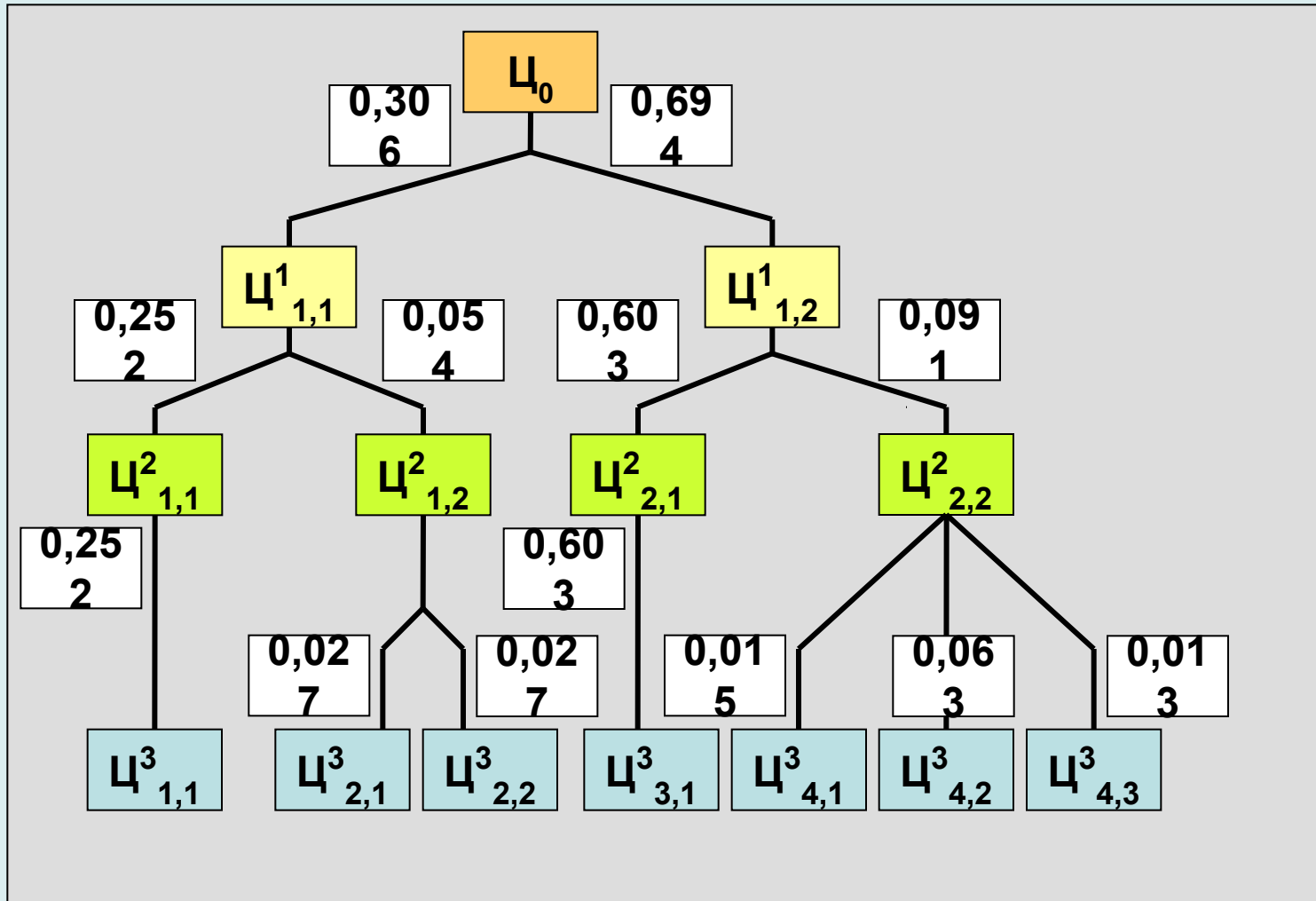
MS Office Excel  
=МУМНОЖ(B10:B13;B7:B8)

Open Office Calc  
=MMULT(B10:B13;B7:B8)

Подробнее об  
умножении  
матриц

# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости



## Анализ целей. Метод анализа иерархий

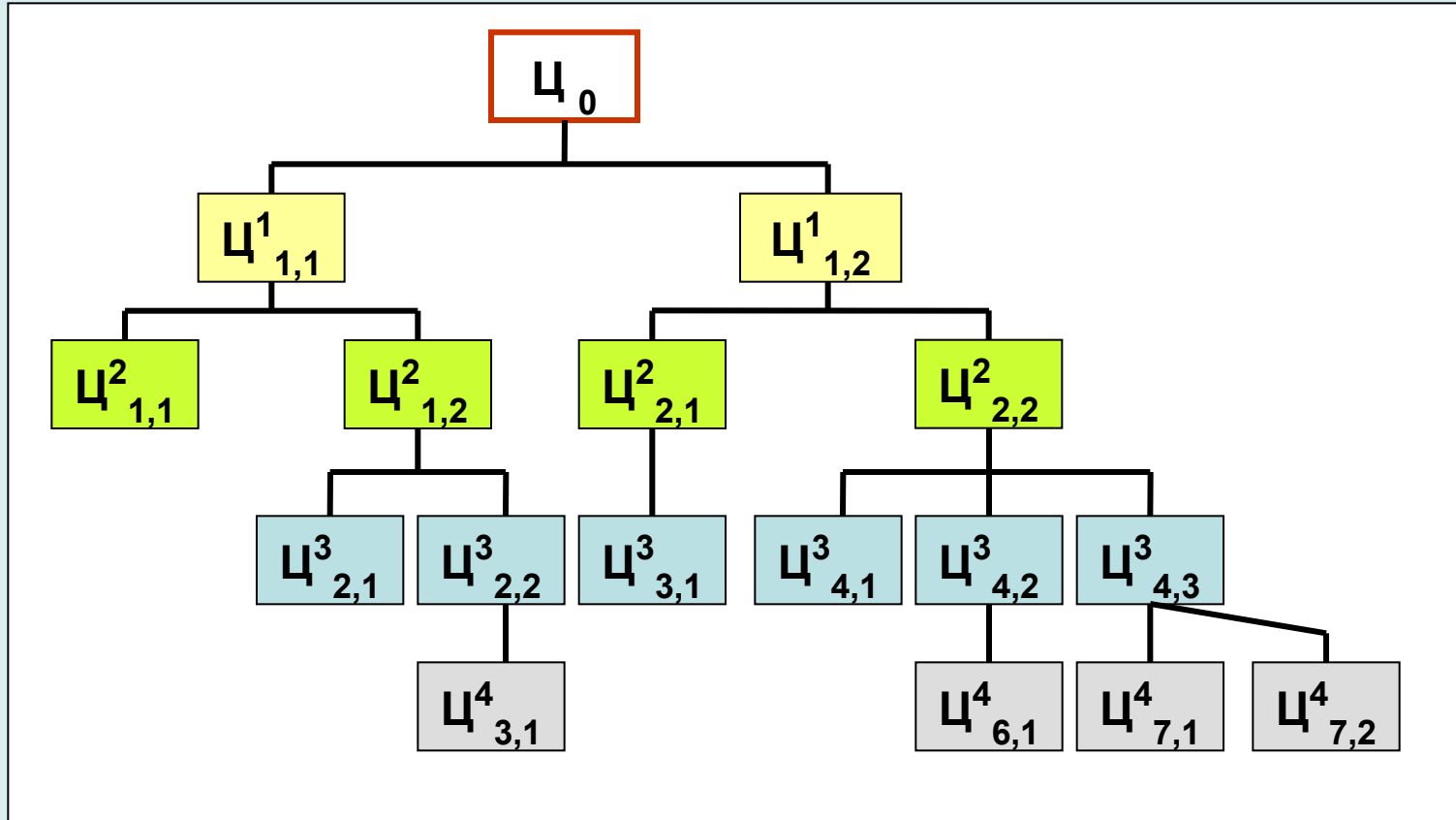
### Метод анализа иерархий. Коэффициенты значимости, рейтинг

| Цель            | Действие                            | Значимость   | Рейтинг    |
|-----------------|-------------------------------------|--------------|------------|
| $\zeta^3_{1,1}$ | проведение рекламных акций          | <b>0,252</b> | <b>2</b>   |
| $\zeta^3_{2,1}$ | выполнение химической чистки одежды | <b>0,027</b> | <b>4,5</b> |
| $\zeta^3_{2,2}$ | выполнение мелкого ремонта обуви    | <b>0,027</b> | <b>4,5</b> |
| $\zeta^3_{3,1}$ | замена энергоёмкого оборудования    | <b>0,603</b> | <b>1</b>   |
| $\zeta^3_{4,1}$ | заключение прямых договоров         | <b>0,015</b> | <b>6</b>   |
| $\zeta^3_{4,2}$ | организация оптовых закупок         | <b>0,063</b> | <b>3</b>   |
| $\zeta^3_{4,3}$ | снижение складских запасов          | <b>0,013</b> | <b>7</b>   |



## Анализ целей. Метод анализа иерархий

### Проблема №5. Неравное количество уровней в узлах дерева целей



# Анализ целей. Метод анализа иерархий

## Проблема №5. Неравное количество уровней в узлах дерева целей

### Добавление фиктивных целей (нормализация)

