***Analytic Hierarchy Process***

SPSS macros by Kirill Orlov

kior@akado.ru, ttnphns@gmail.com

<https://www.spsstools.net/en/KO-spssmacros>

All rights reserved

*Метод Анализа Иерархий Саати.* Это исследование и анализ, которые позволяют принять решение по выбору из альтернатив, когда сформулирована конечная цель и построена иерархия подчиненных элементов, логически ведущих к этой цели, а альтернативы являются элементами нижнего уровня иерархии.

*Прочтите «*[*О SPSS макросах*](https://www.spsstools.net/ru/KO-aboutmacros)*» что они такое и как их запускать.*

# МАКРОС !KO\_AHP: МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ СААТИ

Version 1, Jan 2025. Tested on SPSS Statistics 22, 27, 30.

!KO\_ahp levels= 3 4 /\*Список числа узлов на уровнях: от верхнего к нижнему

/altlab= /\*Опционально: добавить нижний уровень с готовыми приоритетами

/\*(список узлов на нем)

/altpri= /\*(и матрица приоритетов на нем)

/print= MATR PRIOR CONSIST /\*Показать результаты: матрицы попарных

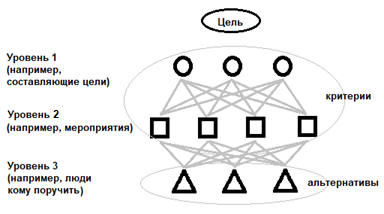
/\*сравнений (MATR), векторы приоритетов (PRIOR),

/\*согласованность сравнений (CONSIST).

Минимум надо задать LEVELS.

Макрос исполняет Метод Анализа Иерархий Саати, МАИ (Saaty’s Analytic Hierarchy Process, AHP)[[1]](#footnote-1) в его классическом виде, как он был разработан Т. Саати в 70-е годы 20-го века. МАИ это исследование и анализ, которые позволяют принять решение по выбору из альтернатив, когда сформулирована конечная цель и построена иерархия аспектов, факторов, средств или иных критериев, необходимых для рассмотрения и сравнения ввиду той цели.

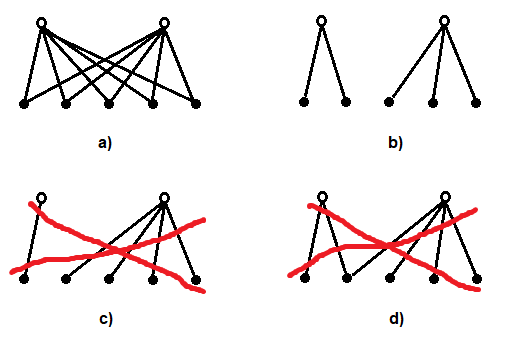
Пусть есть Цель и один или более уровней иерархии. Каждый следующий уровень подчинен предыдущему на пути (действительном или логическом) к Цели. Каждый уровень состоит из вариантов, называемых *узлами* (**рис. 1**). Узлы последнего, нижнего уровня, называются *альтернативами*. Узлы промежуточных уровней называются *критериями*. Конечной задачей анализа является выбрать лучшую альтернативу для достижения Цели. Узлы на одном уровне – это то, что в исследовании сравнивается между собой: они должны быть непосредственно сравнимы – одно может быть предпочтено другому.



**Рис. 1.** Пример иерархии.

Данными, входящими в анализ, выступают результаты *попарного сравнения* – сделанного неким «экспертом» или группой «экспертов» – между вариантами-узлами (т.е. между критериями или альтернативами), находящимися на каждом, одном и том же уровне иерархии, относительно каждого критерия вышележащего уровня, в подчинении которого они находятся (который они «обслуживают» как своего рода локальную цель). Верхний (1-й) уровень подчинен непосредственно Цели, так что относительно нее и сравниваются между собой узлы верхнего уровня. Сравнение – это сравнение на предмет предпочтительности, по балльной шкале от 1 до 9.

Между двумя смежными уровнями существует два вида подчинения нижележащих узлов вышележащим – *перекрестное* и *вложенное* (**рис. 2**). При перекрестном подчинении все узлы уровня соотносятся со всеми узлами вышележащего уровня; поэтому наборов попарных сравнений на уровне должно быть проделано столько штук, сколько есть узлов на вышележащем уровне. При вложенном подчинении узел соотносится лишь с одним узлом вышележащего уровня; в этом случае попарные сравнения должны быть проделаны только между узлами, подчиненными одному и тому же вышележащему узлу. Так должно быть во входящих данных. В общем, (a) узел должен быть подчинен либо всем узлам вышележащего уровня, либо одному из них и (b) вышележащий узел должен иметь в подчинении не менее двух узлов под ним.



**Рис. 2.** Перекрестная (a) и вложенная (b) связь между уровнями. (c) и (d) – неразрешенные макросом структуры.

Данные для МАИ-анализа появляются так. Опрашиваемого «эксперта» спрашивают: что предпочтительнее для I – A или B?, и в какой мере: надо ценить предпочтение одного другому по шкале от 1 до 9. Тут A и B – это некоторые два узла (альтернативы или критерии) на i-м уровне иерархии, которые подчинены узлу I вышележащего (i-1-го) уровня. Все *n* узлов A, B, C, …, которые подчинены узлу I, должны быть так попарно сравнены между собой – это набор из *n(n-1)*/2 сравнений, относящийся к I. Для всякого критерия I, II, …, i-1-го уровня будет получен подобный набор попарных сравнений между подчиненными ему узлами i-го уровня. Итоги сравнений набиваются в массив данных (см. «Строение массива»).

Саати требует, чтобы баллы предпочтения были именно от 1 до 9, согласно примерно следующим словесным привязкам:

1 равно, безразлично

2

3 немного [или умеренно] лучше

4

5 несомненно [или определенно] лучше

6

7 значительно [или сильно] лучше

8

9 принципиально [или очень сильно] лучше

В случае, если исследователь разрешает тонкую дифференцировку, отвечающий может использовать дробные значения, вроде балл 1.1 или 1.2.

Кроме того, Саати обосновывает математически, что *n*, число попарно сравниваемых между собой элементов, желательно иметь не больше 9. Данный макрос разрешает *n* быть до 12.

Массив с данными вводится в макрос !KO\_AHP. Макрос вычисляет на каждом уровне иерархии *приоритеты* (то есть вычисленные рейтинги) узлов этого уровня относительно узлов вышележащего уровня, которым они подчинены (для уровня 1 вышележащий уровень это Цель). В конце выдается «накопленный снизу» результат – это приоритеты альтернатив, т.е. узлов нижнего уровня, относительно Цели.

Кроме того, макрос вычисляет показатели *согласованности* в каждом наборе *n(n-1)*/2 попарных сравнений. Согласованность это логическая непротиворечивость между входящими баллами попарных сравнений. К примеру, если A лучше, чем B, и B лучше, чем C, то ожидается, что A будет изрядно лучше, чем C. Если C окажется не хуже или лишь едва хуже, чем A, то это нарушение согласованности. Небольшое нарушение согласованности в наборе попарных сравнений – это естественно и терпимо при субъективных оценках, делаемых людьми.

**Вычисления**

Пусть балльные данные *n(n-1)*/2 попарных сравнений между *n* узлами записаны в квадратную матрицу **A** размером *n* (к примеру, пусть *n*=4). Если узел i предпочтительнее, чем j, балл записан в ячейку (i,j), если же предпочтительнее j, то в ячейку (j,i).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D |
| A |  | 5 |  | 9 |
| B |  |  |  | 6 |
| C | 3 | 2 |  | 7 |
| D |  |  |  |  |

На диагональ матрицы ставится 1, после чего матрица делится на свой транспонат и превращается в обратно-симметричную (reciprocal) матрицу попарных сравнений, или *матрицу суждений*:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D |
| A | 1 | 5 | 1/3 | 9 |
| B | 1/5 | 1 | 1/2 | 6 |
| C | 3 | 2 | 1 | 7 |
| D | 1/9 | 1/6 | 1/7 | 1 |

Эта матрица положительная, поэтому у нее всегда есть доминирующее положительное собственное число *Lmax* и связанный с ним уникальный положительный собственный вектор **v**. Собственный вектор **v**, нормированный своей суммой, есть вектор *приоритетов*. На каждом уровне макрос собирает все векторы приоритетов, вычисленные на данном уровне, в одну матрицу **V** и распечатывает в окно результатов. Приоритеты сравненных узлов это их рейтинги относительно друг друга, они принадлежат шкале отношений (ratio scale), так что можно сказать, во сколько раз, в итоге всех *n(n-1)*/2 сравнений, узел предпочтительнее другого узла. Сумма приоритетов в каждом векторе (столбце) равна 1.

*Коэффициент согласованности* (consistency index) CI = (*Lmax*-*n*)/(*n*-1). При полной согласованности в **A**, *Lmax* = *n*, так что CI = 0[[2]](#footnote-2). При отступлении от согласованности *Lmax* > *n* и CI выше 0. Саати пишет, что CI можно интерпретировать как статистическую ошибку согласованности – дисперсию отклонений значений **A** от согласованности.

*Отношение согласованности* (consistency ratio) CR = CI/RI, где случайная согласованность (random index) RI получена в симуляциях случайных обратно-симметричных матриц **A** со значениями 1/9, 1/8, …, 1, …, 8, 9 и берется из следующей таблицы:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *n* | 1 | 2[[3]](#footnote-3) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| RI | - | 0.01 | 0.52 | 0.89 | 1.12 | 1.26 | 1.36 | 1.41 | 1.46 | 1.49 | 1.52 | 1.54 |

Саати обосновывает, что CR < 0.10 является терпимой (слабой) несогласованностью в матрице (в этих условиях вектор **v** – хороший кандидат выражать «приоритетность»). При больших значениях CR (например, 0.20 и выше) стоит всерьез рассмотреть возможность переделать сравнения.

*Отношение согласованности иерархии* (CRH) это обобщенный показатель согласованности для всей иерархии. Он вычисляется из CI и RI всех матриц **A**, проанализированных в МАИ-анализе введенной иерархии из *l* уровней. Пусть **ci** это вектор-ряд значений CI, посчитанных на уровне i; и **ri** это соответствующий вектор-ряд RI. Пусть **wi** это вектор-столбец, состоящий из рядных сумм **Vi** (матрица векторов приоритетов на уровне i). **w0** принимается за 1. Тогда

Если CRH < 0.10, хотя некоторые CR велики, можно удовлетвориться, поскольку в данном случае матрицы с высоким CR получили низкий вес в иерархии.

*Приоритеты альтернатив относительно Цели* вычисляются последовательным перемножением всех матриц приоритетов от нижнего уровня к верхнему. К примеру, если в иерархии три уровня, 1, 2 и 3, на которых получены матрицы приоритетов **V1**, **V2**, **V3**, то приоритеты альтернатив относительно Цели есть вектор, равный **V3V2V1**.

Ссылки

1. Саати, Т. Принятие решений: Метод Анализа Иерархий. – М: Радио и связь. – 1993.

2. Saaty, T.L., Vargas, L.G. Models, methods, concepts & applications of the Analytic Hierarchy Process. – 2nd ed. – NY: Springer. – 2012.

3. Saaty, T.L. How to make a decision: the Analytic Hierarchy Process // European Journal of Operational Research, 48, 1990, 9-26.

4. Saaty, R.W. The Analytic Hierarchy Process – what it is and how it is used // Mathematical Modelling, 9 (3-5), 1987, 161-176.

***Строение массива***

Каждое наблюдение массива данных – это попарное сравнение между двумя узлами. Следующие переменные должны быть в массиве (прочие переменные игнорируются):

*LEVEL* – числовая переменная с цифрами 1, 2, …, число\_уровней\_иерархии, указывающая текущий уровень.

*OVERLIER* – текстовая переменная, указывающая патрона – узел вышележащего уровня, которому подчинены в иерархии два сравниваемые узла.

*NODE1* и *NODE2* – текстовые переменные, указывающие два сравниваемых на текущем уровне узла.

*WINNER* – текстовая переменная, указывающая предпочтенный уровень из этих двух.

*SCORE* – балл предпочтения – число от 1 до 9 (числовая переменная).

Текстовые переменные *OVERLIER*, *NODE1*, *NODE2*, *WINNER* должны быть до 8 байтов шириной. И мы рекомендуем обозначать уровни латиницей и/или цифрами. Для уровня 1 значение *OVERLIER* – пробел.

Сравнения, относящиеся к одному уровню и одному патрону, должны идти смежно. Сравнения должны идти в комбинаторном порядке. Например, пусть есть некоторые узлы A, B, C, D под патроном I. Сравнения должны идти в порядке:

A B

A C

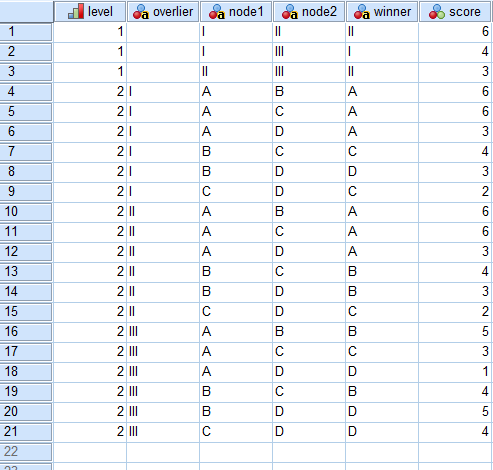
A D

B C

B D

C D

На рисунке показан пример 2-уровневой иерархии с тремя критериями (I, II, III) и четырьмя альтернативами (A, B, C, D), и полным (перекрестным) подчинением (каждый критерий выступает патроном для всех альтернатив).



Макрос сортирует наблюдения по убыванию *LEVEL*. Другие изменения в данные он не вносит.

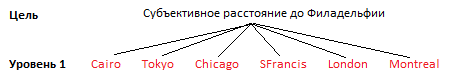
В данных описанных выше переменных должно не быть пропущенных значений.

### Подкоманды

**LEVELS**

Перечислите количество узлов на каждом уровне иерархии, начиная с верхнего (примыкающего к Цели) уровня. Будьте осторожны: это задание должно быть согласно с данными в массиве. Если вы ошибетесь, макрос может выдать или не выдать сообщение об ошибке, но результат будет неверным.

ПРИМЕР 1. Простейший случай: иерархия с одним уровнем. Индивид оценивал субъективное лётное расстояние от разных городов до Филадельфии [1, с. 42].



data list list /level (f8) overlier node1 node2 winner (4a8) score (f8).

begin data

1 ' ' Cairo Tokyo Tokyo 3

1 ' ' Cairo Chicago Cairo 8

1 ' ' Cairo SFrancis Cairo 3

1 ' ' Cairo London Cairo 3

1 ' ' Cairo Montreal Cairo 7

1 ' ' Tokyo Chicago Tokyo 9

1 ' ' Tokyo SFrancis Tokyo 3

1 ' ' Tokyo London Tokyo 3

1 ' ' Tokyo Montreal Tokyo 9

1 ' ' Chicago SFrancis SFrancis 6

1 ' ' Chicago London London 5

1 ' ' Chicago Montreal Chicago 2

1 ' ' SFrancis London London 3

1 ' ' SFrancis Montreal SFrancis 6

1 ' ' London Montreal London 6

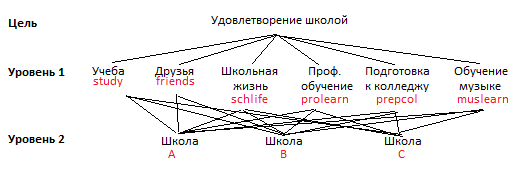
end data.

variable level level (ordinal) score(scale).

!KO\_ahp levels= 6.

* По вектору приоритетов выходит, что дальше всего до Филадельфии лететь из Токио, а ближе всего – из Монреаля.

ПРИМЕР 2. Иерархия с двумя уровнями. Выбор школы, в какой продолжить обучение [1, с. 29].



data list list /level (f8) overlier node1 node2 winner (4a8) score (f8).

begin data

1 ' ' study friends study 4

1 ' ' study schlife study 3

1 ' ' study prolearn study 1

1 ' ' study prepcol study 3

1 ' ' study muslearn study 4

1 ' ' friends schlife friends 7

1 ' ' friends prolearn friends 3

1 ' ' friends prepcol prepcol 5

1 ' ' friends muslearn friends 1

1 ' ' schlife prolearn prolearn 5

1 ' ' schlife prepcol prepcol 5

1 ' ' schlife muslearn muslearn 6

1 ' ' prolearn prepcol prolearn 1

1 ' ' prolearn muslearn muslearn 3

1 ' ' prepcol muslearn prepcol 3

2 study A B B 3

2 study A C C 2

2 study B C B 3

2 friends A B A 1

2 friends A C A 1

2 friends B C B 1

2 schlife A B A 5

2 schlife A C A 1

2 schlife B C C 5

2 prolearn A B A 9

2 prolearn A C A 7

2 prolearn B C C 5

2 prepcol A B B 2

2 prepcol A C A 1

2 prepcol B C B 2

2 muslearn A B A 6

2 muslearn A C A 4

2 muslearn B C C 3

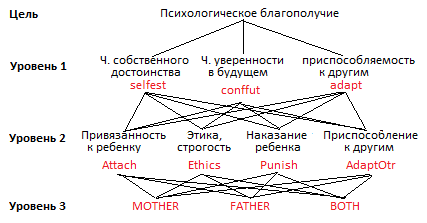
end data.

variable level level (ordinal) score(scale).

!KO\_ahp levels= 6 3 /print= MATR PRIOR CONSIST.

* Макрос всегда сортирует LEVEL по убыванию. Других изменений в данные он не вносит.
* На уровне 1 шесть критериев. На уровне 2 три альтернативы.
* Заказан подробный вывод результатов.
* Макрос показывает обратно-симметричные матрицы попарных сравнений (суждений). Иерахия полная (перекрестная), поэтому на уровне 2 шесть матриц суждений – по одной матрице относительно каждого критерия уровня 1. На уровне 1 одна матрица суждений.
* Макрос показывает статистику согласованности для каждой матрицы: собственное число Lmax, индекс согласованности CI и отношение согласованности CR.
* На каждом уровне показываются все векторы приоритетов, они собраны в одну матрицу. По вектору на каждую матрицу суждений.
* В конце показывается приоритеты альтернатив относительно цели и CRH. Школа B самая приоритетная. CRH > 0.1, что говорит о не вполне удовлетворительной согласованности на уровне всей иерархии.

ПРИМЕР 3. Иерархия с тремя уровнями. Психологическое благополучие. Психотерапевт просил пациента оценить важность трех аспектов своего психологического благополучия (уровень 1), дать некоторые впечатления своего воспитания в детстве (уровень 2) и сообщить, чье влияние на это было сильнее (уровень 3) [1, с. 44].



data list list /level (f8) overlier node1 node2 winner (4a8) score (f8).

begin data

1 ' ' selfest conffut selfest 6

1 ' ' selfest adapt selfest 4

1 ' ' conffut adapt conffut 3

2 selfest Attach Ethics Attach 6

2 selfest Attach Punish Attach 6

2 selfest Attach AdaptOtr Attach 3

2 selfest Ethics Punish Ethics 4

2 selfest Ethics AdaptOtr Ethics 3

2 selfest Punish AdaptOtr AdaptOtr 2

2 conffut Attach Ethics Attach 6

2 conffut Attach Punish Attach 6

2 conffut Attach AdaptOtr Attach 3

2 conffut Ethics Punish Ethics 4

2 conffut Ethics AdaptOtr Ethics 3

2 conffut Punish AdaptOtr AdaptOtr 2

2 adapt Attach Ethics Ethics 5

2 adapt Attach Punish Punish 3

2 adapt Attach AdaptOtr AdaptOtr 1

2 adapt Ethics Punish Ethics 4

2 adapt Ethics AdaptOtr AdaptOtr 5

2 adapt Punish AdaptOtr AdaptOtr 4

3 Attach MOTHER FATHER MOTHER 9

3 Attach MOTHER BOTH MOTHER 4

3 Attach FATHER BOTH FATHER 8

3 Ethics MOTHER FATHER MOTHER 1

3 Ethics MOTHER BOTH MOTHER 1

3 Ethics FATHER BOTH FATHER 1

3 Punish MOTHER FATHER MOTHER 9

3 Punish MOTHER BOTH MOTHER 6

3 Punish FATHER BOTH BOTH 4

3 AdaptOtr MOTHER FATHER MOTHER 5

3 AdaptOtr MOTHER BOTH MOTHER 5

3 AdaptOtr FATHER BOTH BOTH 3

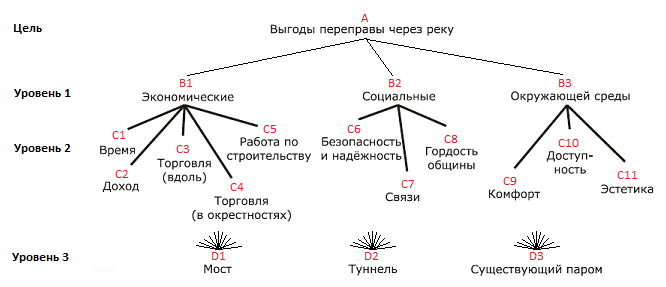
end data.

variable level level (ordinal) score(scale).

!KO\_ahp levels= 3 4 3 /print= MATR PRIOR CONSIST.

* Макрос всегда сортирует LEVEL по убыванию. Других изменений в данные он не вносит.
* На уровне 1 три критерия. На уровне 2 четыре критерия. На уровне 3 три альтернативы.
* Заказан подробный вывод результатов.
* Макрос показывает обратно-симметричные матрицы попарных сравнений (суждений). Иерахия полная (перекрестная), поэтому на уровне 3 четыре матрицы суждений – по одной на каждый критерий уровня 2. На уровне 2 три матрицы суждений – по одной на каждый критерий уровня 1. На уровне 1 одна матрица суждений.
* Макрос показывает статистику согласованности для каждой матрицы: собственное число Lmax, индекс согласованности CI и отношение согласованности CR.
* На каждом уровне показываются все векторы приоритетов, они собраны в одну матрицу. По вектору на каждую матрицу суждений.
* В конце показывается приоритеты альтернатив относительно цели и CRH.

ПРИМЕР 4. Иерархия с тремя уровнями, 2-й уровень вложен в 1-й. Рассматривается перспектива строить переправу через реку. Каковы выгоды переправы с помощью моста, туннеля или существующего парома? [1, с. 108].



data list list /level (f8) overlier node1 node2 winner (4a8) score (f8).

begin data

1 ' ' B1 B2 B1 3

1 ' ' B1 B3 B1 6

1 ' ' B2 B3 B2 2

2 B1 C1 C2 C2 3

2 B1 C1 C3 C3 7

2 B1 C1 C4 C4 5

2 B1 C1 C5 C5 6

2 B1 C2 C3 C3 4

2 B1 C2 C4 C4 2

2 B1 C2 C5 C5 2

2 B1 C3 C4 C3 7

2 B1 C3 C5 C3 5

2 B1 C4 C5 C5 5

2 B2 C6 C7 C6 6

2 B2 C6 C8 C6 9

2 B2 C7 C8 C7 4

2 B3 C9 C10 C10 4

2 B3 C9 C11 C9 6

2 B3 C10 C11 C10 8

3 C1 D1 D2 D1 2

3 C1 D1 D3 D1 7

3 C1 D2 D3 D2 6

3 C2 D1 D2 D2 2

3 C2 D1 D3 D1 8

3 C2 D2 D3 D2 9

3 C3 D1 D2 D1 4

3 C3 D1 D3 D1 8

3 C3 D2 D3 D2 6

3 C4 D1 D2 D1 1

3 C4 D1 D3 D1 6

3 C4 D2 D3 D2 6

3 C5 D1 D2 D2 4

3 C5 D1 D3 D1 9

3 C5 D2 D3 D2 9

3 C6 D1 D2 D1 4

3 C6 D1 D3 D1 7

3 C6 D2 D3 D2 6

3 C7 D1 D2 D1 1

3 C7 D1 D3 D1 5

3 C7 D2 D3 D2 5

3 C8 D1 D2 D1 5

3 C8 D1 D3 D1 3

3 C8 D2 D3 D3 3

3 C9 D1 D2 D1 5

3 C9 D1 D3 D1 9

3 C9 D2 D3 D2 5

3 C10 D1 D2 D1 3

3 C10 D1 D3 D1 7

3 C10 D2 D3 D2 6

3 C11 D1 D2 D1 6

3 C11 D1 D3 D3 5

3 C11 D2 D3 D3 3

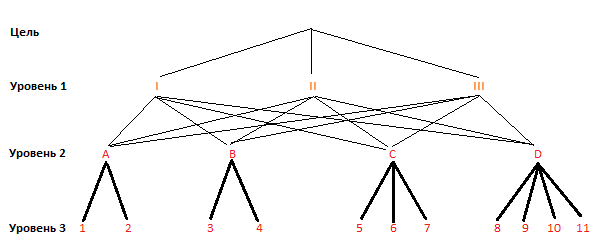
end data.

variable level level (ordinal) score(scale).

!KO\_ahp levels= 3 11 3 /print= MATR PRIOR CONSIST.

* На уровне 1 три критерия. На уровне 2 одиннадцать критериев (пять плюс три плюс три). На уровне 3 три альтернативы.
* Заказан подробный вывод результатов.
* Макрос показывает обратно-симметричные матрицы попарных сравнений (суждений). Иерахия вложенная между уровнем 1 и 2, поэтому на уровне 2 показываются три матрицы: размером 5, 3 и 3 соответственно.
* Макрос показывает статистику согласованности для каждой матрицы: собственное число Lmax, индекс согласованности CI и отношение согласованности CR.
* На каждом уровне показываются все векторы приоритетов, они собраны в одну матрицу. По вектору на каждую матрицу суждений. На уровне 2, т.к. он вложенный, матрица векторов имеет блочный вид.
* В конце показывается приоритеты альтернатив относительно цели и CRH.

ПРИМЕР 5. Иерархия с тремя уровнями, 3-й уровень вложен во 2-й. (*SCORE* для этого искусственного примера порождены как случайные числа, поэтому стоит ожидать плохую согласованность.)



data list list /level (f8) overlier node1 node2 winner (4a8) score (f8).

begin data

1 ' ' I II I 1

1 ' ' I III I 4

1 ' ' II III II 6

2 I A B B 3

2 I A C C 1

2 I A D A 6

2 I B C C 3

2 I B D D 4

2 I C D C 1

2 II A B A 1

2 II A C A 1

2 II A D A 6

2 II B C B 6

2 II B D D 1

2 II C D D 6

2 III A B A 8

2 III A C C 5

2 III A D D 2

2 III B C B 7

2 III B D B 5

2 III C D C 1

3 A 1 2 1 7

3 B 3 4 4 2

3 C 5 6 5 2

3 C 5 7 5 5

3 C 6 7 5 9

3 D 8 9 8 2

3 D 8 10 8 3

3 D 8 11 11 2

3 D 9 10 10 7

3 D 9 11 11 1

3 D 10 11 11 1

end data.

variable level level (ordinal) score(scale).

!KO\_ahp levels= 3 4 11 /print= MATR PRIOR CONSIST.

* На уровне 1 три критерия. На уровне 2 четыре критерия. На уровне 3 одиннадцать альтернатив (два плюс два плюс три плюс четыре).

**ALTLAB, ALTPRI**

Эти подкоманды позволяют добавить к иерархии нижний уровень, уровень альтернатив, в виде готовых, уже посчитанных приоритетов для них. Таким образом, приоритеты на этом добавленном нижнем уровне вычисляться макросом не будут: вы их задаете. Соображение, стоящее за этой опцией то, что альтернатив может быть иногда много, и тогда исследователь вынужден устанавливать их приоритеты не путем попарного сравнения друг с другом в рамках стандартной МАИ-процедуры, а путем прямого рейтингования или ранжирования вне МАИ-процедуры; затем он вводит эти приоритеты в МАИ на правах нижнего уровня иерархии.

Например, иерархия из трех уровней может иметь 20 альтернатив на 3-м уровне. На 2-м уровне есть три критерия. Отношения между 2-м и 3-м уровнями перекрестные, допустим. Исследователь просит опрашиваемого эксперта оценить в условных баллах каждую из 20 альтернатив отдельно по критерию 1, критерию 2, критерию 3. Полученные оценки можно рассматривать как приоритеты альтернатив, и их остается только ввести в анализ – ввести в МАИ с двумя уровнями, 1-м и 2-м: 3-й уровень в виде готовых приоритетов вводится пользователем.

В ALTLAB задайте список альтернатив добавляемого нижнего уровня. Элементы списка возьмите в кавычки или апострофы.

В ALTPRI задайте сами приоритеты в виде матрицы с числом рядов как число элементов списка ALTLAB и числом столбцов как число критериев на вышележащем уровне. Каждый столбец матрицы – вектор приоритетов. Используйте {}, запятую и точку с запятой. Например:

{5,3,4;

3,2,1;

5,5,5;

1,2,4;

3,1,2}

Сумма в столбцах не обязана быть равной 1: макрос на входе пронормирует столбцы матрицы к сумме 1 в каждом.

ПРИМЕР 6. Возьмем данные ПРИМЕРА 3. SELECT IF удаляет из данных 3-й уровень, уровень альтернатив. Мы введем этот уровень заново.

select if level<3.

!KO\_ahp levels= 3 4

/altlab= 'MOTHER' 'FATHER' 'BOTH'

/altpri=

{.7212, .3333, .7626, .7007;

.2100, .3333, .0611, .0972;

.0688, .3333, .1763, .2021}

/print= MATR PRIOR CONSIST.

* Макрос вводит уровень альтернатив подкомандами ALTLAB/ALTPRI. Альтернативы это Mother, Father и Both. Столбцы задаваемой матрицы приоритетов соответствуют 4-м критерям вышележащего уровня.
* Этот вышележащий уровень является в LEVELS последним. LEVELS задает только два уровня. 3-уровень мы добавили подкомандами ALTLAB/ALTPRI.

ПРИМЕР 7. Возьмем данные ПРИМЕРА 5. SELECT IF удаляет из данных 3-й уровень, уровень альтернатив. Мы введем этот уровень заново.

select if level<3.

!KO\_ahp levels= 3 4

/altlab= '1' '2' '3' '4' '5' '6' '7' '8' '9' '10' '11'

/altpri=

{.8750, .0000, .0000, .0000;

.1250, .0000, .0000, .0000;

.0000, .3333, .0000, .0000;

.0000, .6667, .0000, .0000;

.0000, .0000, .5741, .0000;

.0000, .0000, .1017, .0000;

.0000, .0000, .3242, .0000;

.0000, .0000, .0000, .3182;

.0000, .0000, .0000, .1173;

.0000, .0000, .0000, .2997;

.0000, .0000, .0000, .2648}

/print= PRIOR CONSIST.

* Макрос вводит уровень альтернатив подкомандами ALTLAB/ALTPRI. Альтернативы это числа 1 до 11. Столбцы вводимой матрицы приоритетов соответствуют 4-м критерям вышележащего уровня.
* Этот вышележащий уровень является в LEVELS последним. LEVELS задает только два уровня. 3-уровень мы добавили подкомандами ALTLAB/ALTPRI.
* Обратите внимание на блочную структуру матрицы. Это потому, что мы задаем 3-й уровень как вложенный во 2-й. См. рис. в ПРИМЕРЕ 5. 1 и 2 относятся к A; 3 и 4 относятся к B; 5, 6, 7 относятся к C; 8, 9, 10, 11 относятся к D.

**PRINT**

По умолчанию макрос показывает только приоритеты альтернатив относительно Цели и общую согласованность CRH. Используйте одно или комбинацию из следующих ключевых слов для более подробного отчета: MATR показывает матрицы суждений; PRIOR показывает приоритеты, полученные из каждой матрицы суждений (на каждом уровне векторы приоритетов собраны вместе в матрицу); CONSIST показывает статистику согласованности: Lmax, CI, CR для каждой матрицы суждений.

### Особые режимы

Макрос слушается фильтрации наблюдений (FILTER, SELECT IF, USE). Не используйте расщепление массива данных. Макрос не слушается временных (стоящих под TEMPORARY) операций.

### Некоторые вопросы

*Множественные эксперты*. Саати считает, что когда опрашивается группа человек, лучше всего – это добиться от них консенсуса посредством обсуждения/дебатов. Если это невозможно или нежелательно, можно усреднить данные (переменная *SCORE*) респондентов, причем использовать надо не арифметическую, а геометрическую среднюю (взвешенную, если важность респондентов неодинакова). Само собой, вы можете сделать и усреднение респондентов на уровне результатов анализа, т.е. посчитанных приоритетов, здесь годится арифметическая средняя.

*Удалить узел с низким приоритетом*. Если некоторый узел получает очень низкий приоритет, вы можете захотеть изъять его из данных, если делаете вывод, что он неуместный, и запустить анализ без него.

1. Другие встречающиеся переводы на русский язык: Метод обработки аналитических иерархий; Аналитический иерархический процесс; Процесс аналитической иерархии; Аналитический иерархический метод. [↑](#footnote-ref-1)
2. Отметим также, что при полной согласованности каждый ряд в **A** кратен любому другому ряду, а все собственные числа, кроме 1-го, равны нулю. [↑](#footnote-ref-2)
3. Должно быть RI=0, но макрос использует .01 по техническим причинам (избежание деления на 0). [↑](#footnote-ref-3)