



# Методы многомерного количественного описания (измерения, анализа)

## **Факторный анализ**

# Многомерные методы

- Под многомерным представлением объекта понимают результат его оценивания по нескольким различным и существенным для его описания характеристикам измерения.
- т.е. присвоение ему сразу нескольких числовых значений.

N	ПОЛ	Возраст	спец	мотивация избегания неудач	мотивация достижения успеха	Ио	Ид	Ин	Ис	Ип	Им	Из
1	м	19	МТ	17	20	48	11	13	9	14	7	4
2	м	19	МТ	10	15	43	11	11	6	14	7	3
3	м	19	МТ	15	16	38	7	12	10	8	5	4
4	м	20	МТ	13	20	58	18	13	12	13	8	4
5	м	19	МТ	23	13	56	15	15	15	14	6	9
6	м	19	МТ	9	16	39	13	12	21	5	2	3
7	м	19	МТ	14	6	36	0	6	4	12	2	6

# Многомерные методы

Каждый человек в этой таблице представлен несколькими измерениями:

- Возраст – 1 число (измерение)
- Мотивация – 2 числа (измерения)
- Интернальность – 7 чисел (измерений)

N	ПОЛ	Возраст	спец	мотивация избегания неудач	мотивация достижения успеха	Ио	Ид	Ин	Ис	Ип	Им	Из
1	м	19	МТ	17	20	48	11	13	9	14	7	4
2	м	19	МТ	10	15	43	11	11	6	14	7	3
3	м	19	МТ	15	16	38	7	12	10	8	5	4
4	м	20	МТ	13	20	58	18	13	12	13	8	4
5	м	19	МТ	23	13	56	15	15	15	14	6	9
6	м	19	МТ	9	16	39	13	12	21	5	2	3
7	м	19	МТ	14	6	36	0	6	4	12	2	6



Из этого вполне естественно следуют два очень важных вопроса:

- насколько существенны используемые характеристики ?
- Насколько различны используемые характеристики?

Первый вопрос связан с всесторонностью и полнотой описания объекта психологического измерения, а второй (в большей степени) — с выбором некоторого минимально разумного количества этих характеристик.

Поясним сказанное выше на примере.

- Чем отличается хороший, профессионально сделанный психологический опросник от многочисленных «полупродуктов= полушуток», называемых, по меткому выражению Д. А. Леонтьева, «ресторанными тестами», во множестве публикуемых в периодической печати для широкой публики или в книгах непрофессионалов=дилетантов?
- Прежде всего тем, что в первом случае **объект** психологического измерения (конструкт) **описывается разносторонне и полно**, и в нем *не содержится лишнего*, не относящихся к делу (т.е. «не работающих» на ту или иную шкалу) *вопросов*.

Таким образом,

- при использовании методов многомерных измерений психологических характеристик наиболее **важны две проблемы — описать объект измерения всесторонне и в то же время компактно.**

это одни из основных задач, решаемых факторным анализом.

- 
- В разделах знаний, занимающихся изучением поведения человека (психология, социология, частично – медицина и др), где отсутствует четкая функциональная связь между причиной и следствием, один опыт не играет решающей роли.
  - Присущие гуманитарным явлениям закономерности можно обнаружить лишь путем статистической проверки результатов многих опытов, принимая или отклоняя определенные гипотезы.

# фактор

Это понятие очень многогранно. Говорят о факторе

- риска,
- экономическом,
- политическом,
- Психологическом и др.

Качественный смысл фактора заключается в том, что **определяется некоторая ненаблюдаемая и прямо не измеряемая (латентная) величина, категория,** связанная с множеством близких к ней характеристик, которые могут быть измерены.

Эта латентная характеристика может являться причиной изменения коррелирующих характеристик (особенно в тех случаях, когда непонятна природа выявленной связи)

- Выделение в ходе анализа данных общего (для ряда переменных) фактора позволяет исследователю решать непростую задачу – оценивать некоторую скрытую от непосредственного наблюдения переменную (фактор) опосредованно, косвенно – через ее проявление (влияние) в изменении ряда других, прямо измеряемых переменных.
  - Подобным образом в психодиагностике личности были обнаружены, экстрагированы и измерены многие личностные конструкты, например, классический конструкт Айзенка *импульсивность*, оцениваемый в тесте ЕРІ по ответам испытуемых на ряд вопросов, с разных сторон отражающих этот конструкт.

- многозначность языка допускает, что одному и тому же конструкту разными исследователями могут быть даны различные наименования.
  - «Тревога» у одного автора может обозначать то же самое, что «нейротизм» — у другого или «негативный аффект» — у третьего.
- имеются психологические средства измерения «нейротизма», «тревоги», «истерии», «силы Эго», «нервозности», «низкой самоактуализации» и «боязливости»,

вопрос: действительно ли это шесть отдельных понятий или это одна и та же характеристика, которой исследователи, имеющие разные теоретические воззрения, дали различные названия?

Факторный анализ может точно ответить на этот вопрос, и поэтому он чрезвычайно полезен для упрощения структуры личности и способностей.

- Число терминов, используемых в психологии индивидуальных различий, потенциально безгранично, и без факторного анализа нет надежного способа установить, действительно ли несколько шкал измеряют один и тот же базисный психологический феномен

# Пример

- Олпорт и Одберт обнаружили в английском языке 18000 слов, которые описывают личность, из них 4500 являются названиями черт личности. Кеттелл разбил этот список слов на синонимические группы и сократил его до 160 слов, которые он считал базисными при описании личности. Чтобы придать списку законченный вид, Кеттелл дополнил его 11 терминами из толкового словаря, получив, таким образом, в совокупности 171 «описательную переменную».

- Для дальнейшего сокращения списка Р. Кеттелл воспользовался услугами большой группы экспертов, которые оценивали друг друга по предложенным спискам личностных свойств.
- Оценки экспертов подвергались корреляционному и факторному анализу.
- Таким образом, Р. Кеттелл показал, что личностное пространство может быть сведено к 12-16 факторам.
- факторы были биполярными, т. е. содержали пары признаков, имеющих высокие отрицательные корреляции. Выделенные факторы позволили определить то, что Р. Кеттелл называл «основными первичными свойствами личности».

- 
- Исследования Р. Кеттелла в рамках теории личностных черт отличаются выраженным эмпиризмом, так как он **не опирался на исходные теоретические представления** о содержании и количестве определяемых свойств личности.
  - Своеобразие подхода Р. Кеттелла состояло также в том, что метод факторного анализа использовался им как инструмент для **выявления «основных исходных свойств личности»**, а не для упорядочивания полученных данных.

# Факторный анализ

был разработан в дифференциальной психометрике еще в начале XX в. и явился крупным вкладом психологии в развитие современного общенаучного арсенала методов многомерной статистики и анализа данных.

Большой вклад в развитие Ф. а. внесли Ч.Спирмэн Л. Терстоун, Р.Кеттелл и ряд других зарубежных ученых. Впоследствии в разработку теории факторного анализа в его современной форме внесли свой вклад Г.Харман, К. Иберла, А.Г. Шмелев и др.

# Факторный анализ

[лат. factor — действующий, производящий, греч. analysis — разложение, расчленение]

- **Факторный анализ** — определенный класс процедур многомерного статистического анализа, **направленный на выявление** скрытых от непосредственного наблюдения (**латентных**) **переменных (факторов), отвечающих за наличие линейных статистических связей (корреляций) между наблюдаемыми переменными.**
- Факторный анализ обычно следует за корреляционным анализом, в ходе которого должны быть подсчитаны все необходимые для него попарные корреляции для всех пар наблюдаемых переменных, включенных в программу исследования.

- 
- Факторный анализ (ФА) делает возможным сведение обширного числового материала к нескольким независимым и простым факторам, его методами можно подтвердить существующую гипотезу на основе большого объема наблюдений по выделенным существенным компонентам

# Ограничения ФА

- 1) нельзя факторизовать качественные (номинальные) переменные;
- 2) все переменные должны быть независимыми, распределение близкое к нормальному;
- 3) все связи имеют приблизительно линейный характер;
- 4) в исходных корреляционных матрицах должно быть несколько корреляций, не меньше 0,3;
- 5) выборка должна быть достаточно большой.

# Цели факторного анализа

- сократить большое количество переменных до меньшего количества факторов для целей моделирования, где большое количество переменных мешает, моделируя все переменные по отдельности.
- установить, что несколько тестов измеряют тот же самый фактор, давая тем самым оправдание проведению меньшего количества тестов.
  - Факторный анализ возник сто лет назад с попытки Чарльза Спирмена показать, что большое количество тестов умственных способностей может объясняться единственным лежащим в основе фактором интеллекта

# Цели факторного анализа

- валидизировать шкалу или батарею путем демонстрации, что составляющие ее пункты нагружаются на тот же самый фактор и **отбросить предполагаемые пункты шкалы, которые имеют перекрестные нагрузки на более чем один фактор.**
- создать набор факторов, рассматривающихся как некоррелирующие переменные в качестве одного из подходов к решению проблемы дальнейшего анализа (например, регрессионного)

# Цели факторного анализа

- ФА позволяет не только измерять прямо не наблюдаемые (скрытые) переменные, но и **оценивать определенные качества, которые могут намеренно скрываться и искажаться испытуемым** при прямом их тестировании, однако проявляться (т.е. быть измеренными) косвенно через различные связанные с ними качества, оцениваемые прямо.

# Пример

группу школьников, не имеющих специальной спортивной подготовки, оценили с точки зрения их успешности в соревнованиях по 30 видам спорта с помощью комплекса оценок (рейтинги тренеров, регистрацию времени, среднюю длину броска, процент отсутствия очков при игре в крикет, забитые голы и другие измерения показателей успешности, наиболее подходящие для каждого вида спорта).

Единственное условие состоит в том, что каждый ребенок должен участвовать в каждом виде соревнования.

- Факторный анализ покажет,
  - будут ли индивидуумы, успешные в одной игре с мячом, демонстрировать тенденцию к успешности во всех остальных играх,
  - будут ли соревнования по бегу на длинные и короткие дистанции образовывать две различные группы (и какой вид соревнования будет входить в какую группу) и т.д.
- Таким образом, вместо того чтобы обсуждать происходящее в терминах успешности в 30 различных областях, будет возможно суммировать эту информацию, обсуждая ее в категориях шести основных спортивных способностей (или стольких способностей, сколько выявит факторный анализ).

# Пример

- Известен набор качеств, которыми должен обладать лидер. Но неясно, все ли они равнозначны. Факторный анализ дает факторные нагрузки (веса), с которыми каждая переменная входит в фактор. Эти веса могут служить коэффициентами для учета каждой исходной переменной.
- Кроме того, современные программы позволяют посчитать значение фактора для каждого респондента. Т.е. понять у кого он выражен сильнее, а кого слабее.

# Типы факторного анализа

- **Эксплораторный факторный анализ (EFA)** [exploratory factor analysis (EFA)] пытается выявить внутреннюю структуру довольно широкого набора переменных.
- Априорное допущение исследователя состоит в том, что любые индикаторы могут ассоциироваться с любым фактором.
- Это наиболее распространенная форма факторного анализа. В ней **отсутствует предварительная теория**, и используются факторные нагрузки, чтобы **интуитивно понять факторную структуру данных**.

- **Конфирматорный факторный** анализ (CFA) [confirmatory factor analysis (CFA)] пытается определить, соответствует ли количество факторов и нагрузки измеряемых переменных (индикаторов) тому, что ожидается, на основе предварительной теории.
- Переменные-индикаторы отбираются на основе предварительной теории, и факторный анализ используется, чтобы посмотреть, нагружаются ли они так, как прогнозировалось, на ожидаемое количество факторов.
- Априорное допущение исследователя состоит в том, что **каждый фактор** (количество и название которых могут определяться заранее) **ассоциируется со специфическим подмножеством переменных-индикаторов.**

- Минимальное требование к конфирматорному факторному анализу состоит в том, что в **нем заранее предполагается количество факторов** в модели, но обычно исследователь также будет устанавливать ожидания относительно того, какие переменные будут нагружаться на каждый из факторов (Kim and Mueller, 1978b: 55).
- Исследователь пытается определить, например, **действительно ли пункты, разработанные для измерения некоей латентной переменной, образуют общую группу.**

- современные психологи нередко используют **эксплораторный ФА** только на первом этапе анализа результатов, а затем применяют **конфирматорный ФА**.
- Современный вариант названия **конфирматорного ФА** — *структурное моделирование* — подчеркивает, что данный метод многомерного анализа данных фактически **позволяет исследователю строить линейные модели структуры своих эмпирических данных**, получаемых в ходе многомерных измерений психологических характеристик (переменных).

- 
- Необходимо помнить, что факторный анализ **не добавляет никакой новой информации** к эмпирическим данным. Его задача — в обеспечении возможности **интерпретировать данные**.
  - Качество же интерпретации целиком *зависит от исследователя*, от того, насколько и как он понимает исходные измерения, основы и процедуру факторного анализа.



# Часть 2

- *Главная цель факторного анализа* — уменьшение размерности исходных данных с целью их экономного описания при условии минимальных потерь исходной информации.
- *Результатом* факторного анализа является переход от множества исходных переменных к существенно меньшему числу новых переменных – факторов.
- *Фактор* при этом интерпретируется как *причина совместной изменчивости нескольких исходных переменных.*

- Если исходить из предположения о том, что корреляции могут быть объяснены влиянием скрытых причин — факторов, то основное назначение факторного анализа — анализ корреляций множества признаков.

# ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФАКТОРНОГО АНАЛИЗА

1. Выбор исходных данных.
2. Предварительное решение проблемы числа факторов.
3. Факторизация матрицы интеркорреляций.
4. Вращение факторов И их предварительная интерпретация.
5. Принятие решения о качестве факторной структуры.
6. Вычисление факторных коэффициентов и оценок.

# Выбор исходных данных

- Подбор важных и разнообразных характеристик и одновременно исключение лишних и несущественных — это достаточно трудное дело, требующее от исследователя
  - опыта,
  - знания литературы и
  - в известной степени интуиции.
- Именно продуманный и удачный подбор оцениваемых характеристик определяет в конечном счете успех в выделении существенных и значимых факторов, стоящих за ними, — это основное, о чем нельзя забывать на данном этапе.
- **Иначе говоря, из случайного набора характеристик объекта невозможно выделить такие факторы, которые будут закономерно и содержательно определять его оценку испытуемыми.**

# Выбор исходных данных

- Все исходные данные должны быть в метрических шкалах
- Существует почти универсальное согласие, что факторный анализ не годится, когда размер выборки меньше 50 человек.

# Выбор исходных данных

- Желательно, чтобы количество признаков было не больше количества объектов.
- Если исследователь хочет обнаружить и обосновать наличие факторов за взаимосвязями переменных, то **желательно иметь в три раза больше объектов, чем признаков**. Данное соотношение может сложиться и в процессе анализа — при отсеивании мало информативных переменных.
- Если же стоит задача обоснования выявленной факторной структуры для генеральной совокупности, то **объектов должно быть еще больше**, для проверки устойчивости этой структуры на параллельных выборках.

## 2 этап. Предварительное решение проблемы числа факторов.

- Начинать рекомендуется с максимально возможного числа факторов, постепенно уменьшая их число.

Затем нужно установить:

не способствует ли увеличение числа факторов уменьшению доли нагрузок в диапазоне  $\pm 0,4$ . Если это так, то стоит уменьшить их число

- 2) нет ли больших корреляций между факторами при осуществлении вращений, т.е. присутствует слишком много факторов и два из них проходят через общий кластер переменных;
- 3) не разделились ли какие-либо хорошо известные факторы на две или большее количество частей, т.е. возникло слишком много факторов.

# Этап 3. Факторизация матрицы интеркорреляций

- Выбирается метод факторизации, желательно — главных осей, наименьших квадратов или максимального правдоподобия. Задастся число факторов, в соответствии с проверяемой гипотезой. Результатом данного этапа является **матрица факторных нагрузок** (факторная структура) до вращения, которая не подлежит интерпретации.
- Полезной информацией на этом этапе могут являться **суммарная доля дисперсии (информативность) факторов и значения общностей переменных**. Суммарная доля дисперсии — показатель того, насколько полно выделяемые факторы могут представить данный набор признаков, а этот набор — выделяемые факторы. **Общность переменной** — показатель ее участия в факторном анализе, насколько она влияет на факторную структуру. Переменные с наименьшими общностями — ближайшие кандидаты на исключение из анализа в дальнейшем

**Объясненная совокупная дисперсия**

Компонент	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок извлечения		
	Всего	% дисперсии	Суммарный %	Всего	% дисперсии	Суммарный %
1	5,235	26,174	26,174	5,235	26,174	26,174
2	3,282	16,409	42,583	3,282	16,409	42,583
3	1,791	8,955	51,537	1,791	8,955	51,537
4	1,340	6,699	58,237	1,340	6,699	58,237
5	1,164	5,819	64,056	1,164	5,819	64,056
6	1,036	5,181	69,236	1,036	5,181	69,236
7	,908	4,541	73,778			
8	,776	3,881	77,659			
9	,703	3,514	81,173			
10	,606	3,029	84,202			
11	,575	2,873	87,075			
12	,524	2,621	89,696			
13	,452	2,262	91,957			
14	,397	1,986	93,943			
15	,312	1,562	95,506			
16	,285	1,424	96,930			
17	,227	1,135	98,065			
18	,181	,907	98,972			
19	,116	,579	99,551			
20	,090	,449	100,000			

Матрица компонентов<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
отн от др	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 6.

## Интерпретация факторов.

- По каждой переменной (строке) выделяется наибольшая по абсолютной величине нагрузка — как доминирующая. Если вторая по величине нагрузка в строке отличается от уже выделенной менее чем на 0,2, то и она выделяется, но как второстепенная. После просмотра всех строк — переменных, начинают просмотр столбцов — факторов.

Матрица компонентов<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
отн от др	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 6.

Матрица компонентов<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
отн от др	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 6.

Матрица компонентов<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
отн от др	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 6.

Матрица компонентов<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
отношение от других	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 6.

Матрица компонентов<sup>а</sup>

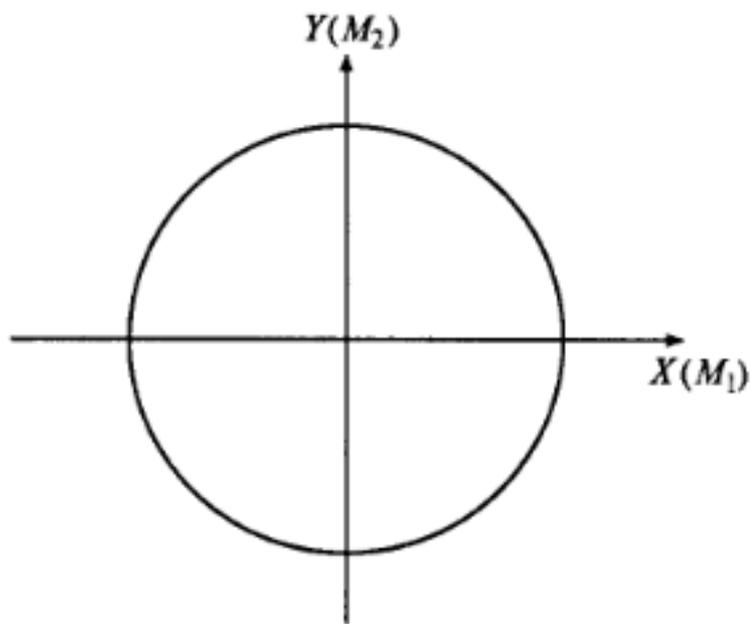
	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Отношение от других	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

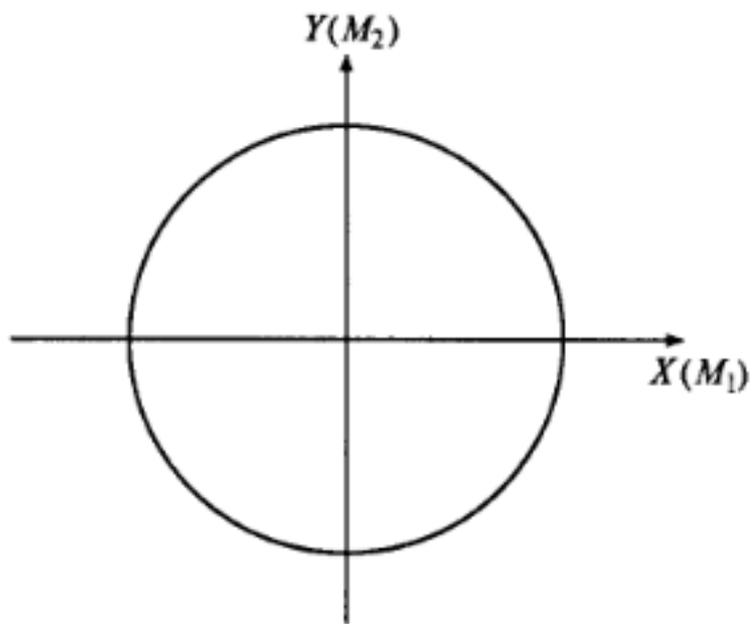
а. Извлечено компонентов - 6.

## Этап 4. Вращение факторов и их предварительная интерпретация

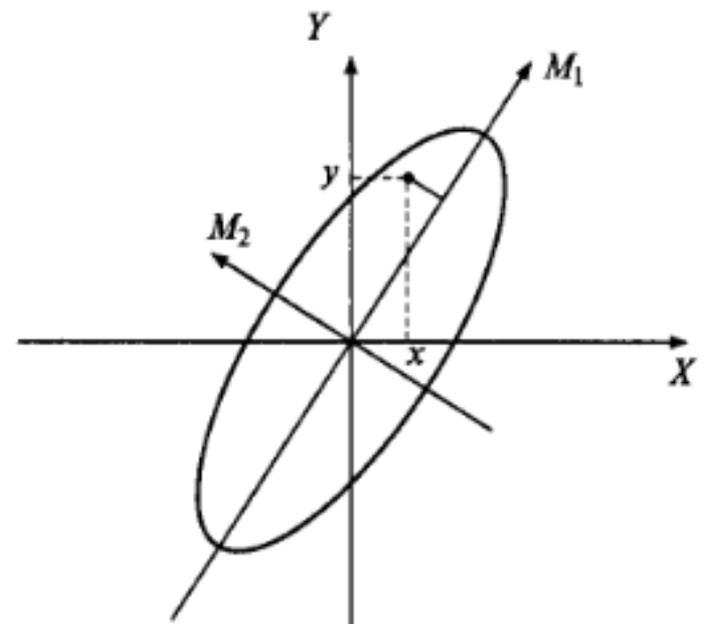
- один из аналитических методов вращения факторов, обычно — варимакс-вращение (Varimax normalized).
- В результате вращения достигается факторная структура, наиболее доступная для интерпретации



б)  $X$  и  $Y$  не коррелируют



б)  $X$  и  $Y$  не коррелируют



а)  $X$  и  $Y$  коррелируют

### Объясненная совокупная дисперсия

Компоне нт	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок извлечения			Суммы квадратов загрузок вращения		
	Всего	% дисперсии	Суммарны й %	Всего	% дисперсии	Суммарны й %	Всего	% дисперсии	Суммарны й %
1	5,235	26,174	26,174	5,235	26,174	26,174	3,263	16,313	16,313
2	3,282	16,409	42,583	3,282	16,409	42,583	2,579	12,894	29,207
3	1,791	8,955	51,537	1,791	8,955	51,537	2,436	12,179	41,386
4	1,340	6,699	58,237	1,340	6,699	58,237	1,930	9,652	51,038
5	1,164	5,819	64,056	1,164	5,819	64,056	1,832	9,160	60,198
6	1,036	5,181	69,236	1,036	5,181	69,236	1,808	9,039	69,236
7	,908	4,541	73,778						
8	,776	3,881	77,659						
9	,703	3,514	81,173						
10	,606	3,029	84,202						
11	,575	2,873	87,075						
12	,524	2,621	89,696						
13	,452	2,262	91,957						
14	,397	1,986	93,943						
15	,312	1,562	95,506						
16	,285	1,424	96,930						
17	,227	1,135	98,065						
18	,181	,907	98,972						
19	,116	,579	99,551						
20	,090	,449	100,000						

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Повернутая матрица компонент<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
самопонимание	,866	,040	-,075	-,054	,165	-,026
самоуважение	,855	-,010	,203	-,009	,225	,117
Шкала S	,761	,007	,399	-,024	,278	,228
самоуверенности	,661	-,117	,388	,065	-,092	,222
аутосимпатия	,547	-,006	,517	,098	,448	-,095
Неуступчивость	,052	,793	-,045	,168	-,026	,153
Напористость	,072	,784	-,118	,232	-,005	,058
Нетерп к мнению других	-,179	,746	,148	,050	-,195	-,108
Бескомпромисность	-,051	-,581	-,089	-,063	-,388	,245
Мстительность	-,157	,444	,106	,384	,297	-,035
самоинтересов	,099	-,018	,771	-,010	,086	,344
самоинтереса	,092	,187	,721	-,057	,092	,290
самопринятие	,380	-,088	,707	,088	,073	-,137
Обидчивость	,043	-,005	,059	,852	-,062	-,108
вспыльчивость	-,189	,305	-,033	,750	,079	,111
Подозрительность	,141	,293	-,030	,612	-,091	-,005
самообвинение	-,158	-,044	-,114	,021	-,800	-,018
саморуководство	,232	-,074	,055	-,053	,674	,091
отн от других	,037	-,007	,131	-,016	-,063	,869
ожидаемого отношения от других	,315	-,010	,324	-,020	,230	,758

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

а. Вращение сошлось за 7 итераций.

# Этап 5. Принятие решения о качестве факторной структуры

- Формальное требование к факторной структуре сформулировал Л. Терстоун еще в 1930-х годах, назвав его принципом простой структуры.
- Геометрически принцип **простой структуры** означает, что все переменные располагаются на осях факторов, то есть каждая переменная имеет близкие к нулю нагрузки по всем факторам, кроме одного.
- На практике достижение такого результата с первого раза маловероятно, но качество факторной структуры определяется степенью приближения к простой структуре.

Матрица компонентов<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
Шкала S	,916	-,024	-,082	,035	,144	,023
самоуважение	,823	-,048	-,249	,116	,284	,015
аутосимпатии	,801	,082	-,273	,025	-,234	,088
самоуверенности	,705	-,101	,099	,300	,184	,152
ожидаемого отношения от других	,696	-,028	,467	-,111	,122	-,318
самопринятие	,640	-,001	-,015	,188	-,316	,372
самоинтересов	,619	,010	,465	-,046	-,317	,166
самопонимание	,617	-,049	-,433	,108	,453	,014
самоинтереса	,572	,149	,413	-,167	-,238	,233
самообвинение	-,468	-,091	,341	,368	,276	,355
саморуководство	,463	-,046	-,285	-,269	-,160	-,363
Напористость	-,003	,753	-,005	-,156	,310	,045
Неуступчивость	,041	,725	,109	-,211	,313	,064
вспыльчивость	-,087	,691	,106	,302	-,163	-,311
Нетерп к мн	-,151	,640	,143	-,230	,083	,388
Мстительность	,046	,624	-,047	-,096	-,227	-,125
Подозрительность	,050	,567	-,027	,392	,072	-,076
Бескомпромисность	-,152	-,551	,317	,347	,088	-,091
Отношение от других	,322	-,044	,705	-,061	,233	-,342
Обидчивость	,014	,480	-,058	,661	-,221	-,161

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

а. Извлечено компонентов - 6.

Повернутая матрица компонент<sup>а</sup>

	Компонент					
	1	2	3	4	5	6
самопонимание	,866	,040	-,075	-,054	,165	-,026
самоуважение	,855	-,010	,203	-,009	,225	,117
Шкала S	,761	,007	,399	-,024	,278	,228
самоуверенности	,661	-,117	,388	,065	-,092	,222
аутосимпатия	,547	-,006	,517	,098	,448	-,095
Неуступчивость	,052	,793	-,045	,168	-,026	,153
Напористость	,072	,784	-,118	,232	-,005	,058
Нетерп к мнению других	-,179	,746	,148	,050	-,195	-,108
Бескомпромисность	-,051	-,581	-,089	-,063	-,388	,245
Мстительность	-,157	,444	,106	,384	,297	-,035
самоинтересов	,099	-,018	,771	-,010	,086	,344
самоинтереса	,092	,187	,721	-,057	,092	,290
самопринятие	,380	-,088	,707	,088	,073	-,137
Обидчивость	,043	-,005	,059	,852	-,062	-,108
вспыльчивость	-,189	,305	-,033	,750	,079	,111
Подозрительность	,141	,293	-,030	,612	-,091	-,005
самообвинение	-,158	-,044	-,114	,021	-,800	-,018
саморуководство	,232	-,074	,055	-,053	,674	,091
отн от других	,037	-,007	,131	-,016	-,063	,869
ожидаемого отношения от других	,315	-,010	,324	-,020	,230	,758

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

а. Вращение сошлось за 7 итераций.

# критерии соответствия факторной структуры простой

общий принцип **соотношения качества факторной структуры и качества исходных данных**: чем ниже качество исходных данных в смысле требований, предъявляемых к метрическим переменным, тем выше требования к простоте факторной структуры, величине общностей и факторных нагрузок.

- В настоящее время *не существует формальных критериев* соответствия факторной структуры простой.
- Поэтому **основным критерием остается возможность хорошей содержательной интерпретации каждого фактора по двум и более исходным переменным.**
- Если перед исследователем стоит дополнительно проблема обоснования устойчивости (воспроизводимости) факторной структуры в генеральной совокупности, то добавляется требование **однозначного соотнесения каждой переменной с одним из факторов.** Это требование означает, что каждая переменная имеет большую по абсолютной величине нагрузку (0,7 и выше) только по одному фактору и малые (0,2 и менее) — по всем остальным.

## Этап 6. Вычисление факторных коэффициентов и оценок

- *Оценки факторных коэффициентов* являются коэффициентами линейного уравнения, связывающего значение фактора и значения исходных переменных.
- Они показывают, с каким весом входят исходные значения каждой переменной в оценку фактора.
- Факторные коэффициенты можно использовать для вычисления факторных оценок для новых объектов, не включенных ранее в факторный анализ.

## Этап 6. Вычисление факторных коэффициентов и оценок

*Факторные оценки* — значения факторов для каждого объекта (испытуемого).

- Их получение чаще всего и является конечным результатом факторного анализа. Вычисленные оценки факторов, как новые переменные, являются независимыми, отражающими реальную структуру взаимосвязей исходных признаков и наиболее полно передающими исходную эмпирическую информацию.
- В этом факторные оценки выгодно отличаются от других способов интегрирования исходных данных, например от простого суммирования пунктов теста или анкеты в шкалы.

# Задачи, решаемые с применением факторного анализа

1. Факторный анализ как инструмент интерпретации позволяет быстро выделить группировки (кластеры) взаимосвязанных переменных, решая проблемы корреляционного анализа: наличия множества переменных и множества статистических проверок.
2. Факторный анализ как альтернатива простого суммирования значений исходных переменных позволяет учитывать реальную структуру данных и избегать излишних потерь драгоценной исходной информации. Затраты времени и сил на такую обработку данных при помощи факторного анализа часто меньше, чем при суммировании баллов «вручную». При этом выигрыш весьма ощутим — в детальности и корректности получаемых результатов.

# Задачи, решаемые с применением факторного анализа

3. Как подготовительный этап для прогнозирования факторный анализ позволяет получить некоррелированные интегральные переменные (факторы), наиболее пригодные для применения в регрессионном или дискриминантном анализе.
4. При исследовании индивидуальных или межгрупповых различий по множеству признаков факторный анализ позволяет сократить исходное множество признаков до нескольких факторов, по которым различия проявляются наиболее ярко. Одно из направлений психодиагностики, в котором факторный анализ является незаменимым инструментом, — это исследования с применением семантического дифференциала в его многочисленных модификациях. Как известно, само появление этого метода основано на модели факторного анализа, и его применение в психосемантических исследованиях нашло в традицию.

