

# **Модуль 2. Многомерные методы и модели**

**Парфенова Н.Б.**

## 2.1. Моделирование в психологии. Модели с латентными переменными

- Понятие модели. Роль моделирования в психологии, математическая психология. Модели с латентными переменными как важный класс вероятностных моделей. Понятие латентной и наблюдаемых переменных. Модели индивидуального и группового поведения. Моделирование когнитивных процессов и структур.
- Описание моделей с латентными переменными: регрессионный анализ, однофакторный дисперсионный анализ, факторный анализ, многомерное шкалирование, кластерный анализ, латентно-структурный анализ.

# Математическое моделирование в психологии

- В настоящее время все более широкое применение в психологических исследованиях получает построение математических моделей. Использование математических методов в психологии осуществляется в разных формах: при статистической обработке результатов наблюдений; при отыскании уравнений, которые описывают соотношение между переменными, изучаемыми в эксперименте, при создании и испытании математических моделей.
- **Моделирование** в самой общей форме может быть охарактеризовано как **опосредствованное теоретическое и эмпирическое исследование объекта, при котором изучается не сам объект, а некоторая вспомогательная искусственная или естественная система: а) находящаяся в некотором объективном соответствии с познаваемым объектом, отражающая определенные его свойства; б) способная замещать объект в определенных отношениях; в) дающая при ее исследовании информацию о самом моделируемом объекте.**
- Математические модели применяются для исследования широкого круга психических процессов: восприятия, решения задач, обучения и др. Математическая психология - это научная дисциплина, находящаяся на стыке психологии и математики и направленная на исследование 1) теоретических вопросов применения математического аппарата в психологии; 2) математическое моделирование сложных систем, обладающих «психическими свойствами»; 3) разработку и применение математических методов.

## Проблемы математической психологии

- Проблемами математической психологии в нашей стране занимаются с 60-х гг. как отдельные ученые: В.Ю. Крылов, СП. Курдюмов, Г.Г. Малинецкий (Институт прикладной математики им. Келдыша), В.Н. Дружинин, А.В. Дрынков, Т.Н. Савченко (лаборатория математической психологии ИП РАН), Г.В. Суходольский (ЛГУ), В.Ф. Петренко, О. Митина (МГУ) и др., так и научные коллективы. В настоящее время для разработки моделей используются такие современные подходы, как синергетический, теория шкал, искусственный интеллект, когнитивная графика (моделирование образов с помощью компьютеров и оптимизация их восприятия), нейросети, информационная механика. Для моделирования когнитивных процессов, ценностных структур, виртуальной реальности и др. все чаще применяются мультимножества, нечеткие множества, нелинейное моделирование, теория отклика.

продолжение

- При моделировании **психологических систем, которые являются многомерными, нечеткими, динамичными, необходимо выделять моменты линейности, детерминированности, четкости** в зависимости от целей и задач конкретного исследования. В настоящее время используется **дескриптивный способ построения моделей (оценочное описание)**. По результатам **эмпирических исследований реконструируются функциональные зависимости**. Для построения регрессионных зависимостей и нахождения особых точек необходимы множественные временные исследования, что практически невозможно.

Как утверждают исследователи, возможно **моделирование динамики с помощью сравнений пространственно-временных срезов, создание нормативных моделей, либо построение динамических моделей, обладающих определенной прогностической силой, с помощью регрессионных кривых**. Результаты моделирования на эмпирических данных с помощью синергетического подхода – совокупность принципов, основой которой является рассмотрение объектов как самоорганизующихся систем, продемонстрировали эффективность следующей схемы исследований: **выдвижение априорной модели процесса; получение эмпирических данных в соответствии с априорной моделью; моделирование динамики процесса; построение апостериорной модели и проверка ее адекватности**.

Проводились исследования структур: когнитивных, ценностных, деятельностных, результатом которых стали модели психологических знаний и восприятия опасностей, динамики структуры качества жизни и удовлетворенности жизнью, динамики успешности деятельности руководителей научно-технического центра и др.

## Этапы разработки психолого – математической модели (пример)

- 1.Обобщить научную и методическую информацию отечественных и западных авторов по проблемам профессионального самоопределения молодежи на этапе обучения в условиях внедрения компетентностного подхода и модернизации образования;
2. Разработать концептуальную модель и методическое оснащение для изучения влияния (не)определенности воздействий компетентностного подхода на успешность формирования конструктивных стратегий совладания с профессиональными затруднениями будущих специалистов;
- 3.Для построения математической модели провести исследование структурно-уровневых характеристик стратегий поведения студенческой молодежи и связанных с ними личностно-стилевых характеристик, ценностно –смысловых ориентаций в профессиональной сфере;
- 4.Выявить факторы, обуславливающие неопределенность восприятия студентами себя как компетентного специалиста;
- 5.Провести повторное исследование для выявления устойчивых стратегий поведения и эффектов влияния личностно-стилевых и ценностно - смысловых характеристик на предпочитаемые стратегии поведения в условиях неопределенности профессионального самоопределения и становления;
6. На основе выделенных характеристик построить математическую модель «Прогнозирование стратегий поведения компетентного специалиста»;
7. Разработать и внедрить в программу сопровождения студенческой молодежи психологические технологии прогнозирования конструктивных стратегий в процессе овладения профессиональными компетенциями обучающимися;
8. Определить показатели эффективности прогнозирования разработанной математической модели и успешность переноса предполагаемых стратегий поведения в новые ситуации профессиональной деятельности.

## продолжение

- **Методы:** 1. Организация мониторинга профессионального самоопределения учащихся (2-4 курс);
- 2. Разработка, адаптация и проверка психометрической эффективности научно-методического инструментария для исследования влияния (не)определенности воздействий компетентностного подхода на успешность формирования конструктивных стратегий совладания с профессиональными затруднениями будущих специалистов (стандартизированное наблюдение, полуструктурированное интервью; шкалы);
- 3. Тестирование (ОФДСИ, УСК, Опросник «Шкала реакции на неопределенность», разработанный В. Греко и Д. Роджером (Greco, Roger);
- 4. Разработка, проверка и перенос в новые условия математической модели «Прогнозирование стратегий поведения компетентного специалиста» (ФА, процедура определения эффектов влияния на стратегии поведения ценностных ориентаций и личностно-стилевых характеристик с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и выделение соответствующих типов).

# Эмпирическая математическая модель (ЭММ)

- Описательные математические модели, применяемые для представления исходных (эмпирических) данных в доступном для интерпретации виде. Простейшие - средние значения признака, вычисляемые для сравниваемых групп; ранжирование членов группы; коэффициент корреляции по двум признакам, измеренным на группе объектов (испытуемых).
- Многомерные методы ЭММ- многосторонне описание изучаемых явлений. Функции: структурирование эмпирической информации (факторный анализ); классификация (кластерный анализ); экстраполяция (множественный регрессионный анализ); распознавание образов (дискриминантный анализ) ( и др.

## Исследование структуры данных (ФА)

- **Вводные замечания.** «Обычно психические явления на первичном уровне описания характеризуются группой свойств. Каждое из таких свойств – это латентная переменная. Свойства в группе могут быть соподчинены, могут различаться по степени общности. В этой связи и латентные переменные, отображающие группу свойств, образуют латентную структуру, в которой отдельные переменные могут в определенном отношении рассматриваться как общие, групповые и специфические» (Г.В.Суходольский, 1972,с. 374). Латентную переменную принято называть **фактором**. Часто в психологических исследованиях необходимо изучить структуру показателей, характеризующих объекты и выявить однородные группы объектов.
- Исследователь получает множество измеренных эмпирических показателей, которые необходимо сгруппировать по изучаемым свойствам. Для этого применяется факторный анализ.
- Как общенаучный метод, факторный анализ становится средством для замены набора коррелирующих измерений существенно меньшим числом новых переменных (факторов). **Главная цель факторного анализа – уменьшение размерности исходных данных с целью их экономного описания при условии минимальных потерь исходной информации.**

## ФА

- Входные данные в методы ФА. Основная цель этих методов. Принципы, лежащие в основе факторного анализа. Интегральные, латентные факторы. Обобщенная математическая модель ФА. Основные этапы ФА.
- Компонентный анализ. Метод главных компонент. Центроидный метод факторного анализа.
- Факторный анализ в узком и широком смысле. Модели факторного и компонентного анализа. Алгоритм метода главных компонент. Вычисление весов. Факторные нагрузки, факторы. Роль собственных векторов и собственных значений. Методы факторного анализа, их классификация, интерпретация результатов.

## Порядок работы

- 1. Занести данные в электронную таблицу Редактора Данных (SPSS Data Editor) в виде множества переменных, которые необходимо сгруппировать.
- Процедура факторного анализа. Меню - **Анализ**, подменю - **Снижение размерности**, а в нем – **факторный анализ**. После вызова процедуры ФА в правом окне выделите мышкой нужные переменные и перенесите их в окно **Variables**, нажав на кнопку со стрелкой.
- Следующий этап работы- выбор параметров ( опций) работы процедуры ФА. Первая группа параметров – расчет необходимых коэффициентов описательной статистики
- **(Описательные)**. В данном разделе заказать расчет следующих показателей: ( средние и стандартные отклонения для каждой переменной),
- (оценки достоверности получаемых коэффициентов корреляции).
- Далее выбирают **Извлечения** конкретный метод факторизации корреляционной матрицы. В данном разделе сделайте следующий выбор: 1) в качестве метода укажите – (метод главных компонент); 2) в подразделе (сколько факторов **выделить**) можно отметить критическую величину собственного значения фактора ( не меньше 1, или задать некоторое ожидаемое число факторов; 3) в подразделе (какие результаты показывать) выберите пункт график изменения собственных значений.
- После этого следует выбрать метод вращения осей координат – раздел **Вращение**. Выберите **Varimax**, а также закажите для вывода результатов ФА ( распечатка матрицы факторных нагрузок после вращения) и ( построение факторных диаграмм).
- В разделе параметры - установлены оптимальным образом. После установки всех параметров (в каждом разделе не забудьте нажимать кнопку Продолжить) для начала выполнения процедуры ФА следует нажать кнопку **ОК** .

## Число факторов

- 2. Для определения числа факторов, как отмечает А.Н.Гусев, можно воспользоваться двумя критериями (А.Н.Гусев, 1997,с. 230). В соответствии с первым число факторов равно числу компонент, собственные значения которых больше 1. Табл.1. содержит сведения об информативности полученных главных компонент. Первый фактор объясняет часть общей дисперсии, равную 5,954 (33,080% ), второй – 2,306 (12,811%), третий – 1,809 (10,048%), четвертый – 1,575 (8,751%), пятый – 1,299 (7,217%), шестой –1,101 (6,114%). Первые шесть факторов объясняют 78,022% дисперсии. Выбирают обычно столько факторов, чтобы они в сумме ( последний столбец таблицы) объясняли не менее 70 – 75% (иногда не менее 50%). Поскольку 7 компонента объясняет менее одной дисперсии, рассматриваются шесть факторов.

### продолжение

- Второй критерий связан с построением графика собственных значений (см. рис.3). Количество факторов определяется приблизительно по точке перегиба на графике до его выхода на пологую прямую после резкого спада собственных значений. Изгиб графика наблюдается на уровне 5 фактора. Следовательно, ожидаемое количество факторов - от 4 до 6. Далее при проверке факторных структур необходимо проверить максимальные нагрузки по последним факторам (см. табл. 2) . Поскольку по 5 и 6 факторам имеются максимальные нагрузки, т.е., они идентифицируются по переменным, поэтому достаточное количество факторов –6.
- 3. Интерпретация факторов производится по таблице **факторных нагрузок** после вращения в следующем порядке (см.табл.2). По каждой переменной ( строке) выделяется наибольшая по абсолютной величине нагрузка, затем следующая и т.д. Затем –просмотр столбцов (факторов). По каждому фактору выписывают наименования переменных, имеющих наибольшие нагрузки по этому фактору, при этом учитывается знак факторной нагрузки переменной. Если знак отрицательный, это отмечается как противоположный полюс

Табл.2.

**Повернутая матрица компонент<sup>а</sup>**

	Компонент		
	1	2	3
VAR00011	,868	-,033	,012
VAR00009	,796	-,061	,079
VAR00010	,766	-,141	,104
VAR00008	,741	-,211	-,076
VAR00016	,700	,114	,310
VAR00013	,698	-,022	-,016
VAR00017	,664	,235	,092
VAR00006	,645	,090	,367
VAR00003	,578	-,451	,035
VAR00014	,573	-,131	-,133
VAR00001	,551	-,134	,307
VAR00015	<b>,438</b>	-,078	-,148
VAR00004	-,119	,874	-,056
VAR00005	,019	,855	-,138
VAR00007	-,236	,494	,149
VAR00012	,418	<b>,487</b>	,077
VAR00002	,025	,005	,873
VAR00018	,031	-,028	,856

Метод выделения факторов: метод главных компонент.

Метод вращения: варимакс с нормализацией Кайзера.

а. Вращение сошлось за 5 итераций.

## Практическое задание

- 1. Проведите многомерный анализ данных. С этой целью соберите как можно больше информации о выборке испытуемых, количественно измеренной.
- 2. Проведите стандартизацию переменных.
- 3. Для поиска скрытых (латентных) переменных, определяющих поведение испытуемых, примените ФА.
- 4. Дайте интерпретацию факторам.

## **Интерпретация факторов. Стратегии поведения при затруднениях в профессиональной деятельности преподавателей высшего образования**

- **1 фактор «Неконструктивные стратегии поведения при затруднениях в профессиональной деятельности» (33%),** включает переменные: «Требую изменений ситуации от окружающих» (0,796), «Отказываюсь от каких-либо действий» (0,766), «Стараюсь «разрядиться» (кричу, возмущаюсь)» (0,741), «Надеюсь на чудо» (0,698), «Избегаю общения» (0,578), «Игнорирую проблему» (0,538).
- **2 фактор «Конструктивные стратегии поведения при затруднениях в профессиональной деятельности» (12,8%),** включает – «Занимаюсь работой» (0,874), «Занимаюсь решением проблемы» (0,864), «Обращаюсь за помощью к коллегам» (0,645).
- **3 фактор «При затруднениях в профессиональной деятельности самовыражение в научно-исследовательской работе» (10%),** включает – «Критикую и обвиняю себя» (0,873), «Самовыражаюсь в научно-исследовательской работе» (0,854).

## **Группировка испытуемых. Кластерный анализ**

- Кластерный анализ решает задачу построения классификации, т.е. разделения исходного множества объектов на группы (классы, кластеры). В психологических исследованиях часто возникают задачи:
  - разбиения однородной совокупности испытуемых на группы по измеренным признакам;
  - построения типологических различий между испытуемыми по измеренным признакам;
    - исследование группировки признаков, измеренных на выборке испытуемых.
- При этом исследователь располагает лишь информацией о характеристиках объектов, которая позволяет судить о сходстве (различии) объектов.
- **Кластерный анализ – это процедура упорядочивания объектов в сравнительно однородные классы на основе попарного сравнения этих объектов по предварительно определенным и измеренным критериям ( А.Д.Наследов.,1998, с.23).**
- В зависимости от цели исследования объектами могут быть испытуемые

## продолжение

- В психологии используют иерархический кластерный анализ и быстрый кластерный анализ. Процедура иерархического кластерного анализа в SPSS предусматривает группировку как объектов (строк матрицы данных), так и переменных (столбцов). Перед началом кластеризации все объекты считаются отдельными кластерами, которые в ходе алгоритма объединяются. Вначале выбирается пара ближайших кластеров, которые объединяются в один кластер и так далее, пока все кластеры не объединятся. На любом этапе объединение можно прервать, получив нужное число кластеров.
- Для определения расстояний между парой кластеров могут применяться различные методы:
- среднее расстояние между кластерами ( Between groups linkage);
- -среднее расстояние между всеми объектами пары кластеров с учетом расстояний внутри кластеров ( Within groups linkage );
- -расстояние между ближайшими соседями (Nearest neighbor );
- -расстояние между самыми далекими соседями( Furthest neighbor);
- -расстояние между центрами кластеров (Centroid clustering ).

## Порядок работы

- 1. Таблица данных.
- 2. Процедура кластерного анализа. Меню - **Анализ**, подменю- **Классификация**, а в нем – **К - Means Cluster** ( или **Hierarchical Cluster**). После вызова процедуры КА в правом окне выделите мышкой нужные переменные и перенесите их в окно **Variables** , нажав на кнопку со стрелкой.
- Следующий этап работы- выбор параметров работы процедуры КА. В разделе **Number of clusters** отметьте необходимое ( предполагаемое) число кластеров.
- Далее выбирают конкретный метод кластеризации – укажите **Iterate and classify**.
- В разделе **Iterate** все параметры установлены оптимальным образом. В разделе **Save** отметьте **Cluster Membership**. В разделе **Option** выберите **Cluster information for each case**. После установки всех параметров (в каждом разделе не забудьте нажимать кнопку **Continue**) для начала выполнения процедуры КА следует нажать кнопку **OK** .
- Все текстовые результаты заносятся в окно **Output** . Графические результаты находятся в окне **Chart Carousel**.

## Контрольные задания

- 1. Провести группировку испытуемых по измеренным признакам.
- 2. Выявить наиболее и наименее информативные переменные для классификации.
- 3. Определить на основе доминирующих переменных уровни изучаемого обобщенного признака.

## Творческое задание

- На основе эмпирических данных по диссертационной работе представить:
- 1. Модель эмпирического исследования
- 2. Процедура исследования и критерии обработки эмпирических данных
- 3. Обработка, анализ и интерпретация полученных показателей
- 4. Выявление группы для дальнейшей психокоррекционной работы
- 5. Прогнозирование развития