

# **«Статистические методы в психологии**

Основы количественного  
описания данных

[Продолжить](#)

## Цель и Задачи дисциплины

- формирование у магистрантов по совокупности модулей дисциплины компетенции в области математико-статистической (в том числе и компьютерной) обработки эмпирических данных и математического моделирования в психологии.
- **Задачи** дисциплины включают овладение основными **модулями дисциплины**, направленными на получение знаний, формирование умений и навыков, приобретение опыта.

## Задачи

- **Модуль 1. Методы статистической проверки гипотез:**
- - сформировать умение применять параметрические и непараметрические методы выявления различий в уровне исследуемого признака;
- - сформировать умение применять параметрические и непараметрические методы выявления взаимосвязи между исследуемыми признаками;
- - сформировать умение применять непараметрические методы выявления «сдвига» в уровне исследуемого признака;
- **Модуль 2. Многомерные методы и модели:**
- - систематизировать основы применения статистических моделей в психологии;
- - раскрыть понятие модели с латентными переменными;
- - усвоить основные понятия факторного анализа, дисперсионного анализа, кластерного анализа;
- - приобрести опыт применения математического моделирования в психологии;
- - развить навыки компьютерного анализа данных в психологии.
- 
- **Модуль 3. Компьютерная обработка эмпирических данных:**
- - научить магистрантов использовать специальные компьютерные пакеты статистической обработки экспериментальных данных;
- - научить магистрантов способам перехода от статистических данных к их содержательному анализу.
-

## формирование компетенций:

- способностью и готовностью к выбору адекватного математического обеспечения научно-исследовательской работы (ОК-9); способностью и готовностью к оформлению, представлению в устной и письменной форме результатов выполненной работы (ОК-11); способностью и готовностью в научно-исследовательской деятельности к подготовке научных отчетов, обзоров, публикаций (ПК-14); к планированию, организации психологического сопровождения внедрения результатов научных исследований (ПК-15); способностью и готовностью в проектно-инновационной деятельности к выбору и применению психологических технологий, позволяющих осуществлять решения новых задач в различных областях профессиональной практики (ПК-24).

-

## **В результате изучения дисциплины студент должен:**

- ***Знать:*** основные методы математической статистики, понимать смысл выдвигаемых статистических гипотез, статистические процедуры, направленные на их проверку; основы математического моделирования; технологии разработки математических моделей для психологического прогнозирования.
- ***Уметь:*** правильно планировать исследования; адекватно применять методы математического моделирования к практическим задачам исследования в психологии, и правильно интерпретировать результаты математического анализа данных, прогнозировать динамику изменений в умственном и личностном развитии субъекта исследования и сопровождения.
- ***Владеть:*** применением статистических методов и разработкой математических моделей в психологии

## Входные знания и умения

- основные понятия математической статистики, смысл выдвигаемых статистических гипотез и процедур, направленных на их проверку), умения (использовать математико-статистические методы для анализа данных эмпирических исследований, использовать специальные компьютерные пакеты статистической обработки экспериментальных данных, анализировать статистические данные и переходить к их содержательному анализу);
- владение (применением в учебной и научно-исследовательской деятельности компьютерной обработкой эмпирических данных и их содержательным анализом и интерпретацией); компетенции бакалавра в области математико-статистической (в том числе и компьютерной) обработки эмпирических данных ( ОК-5, ПК-2 , ПК-6, ПК-7, ПК-11, ПК-12).

# Описательная статистика

- **Повторение (бакалавриат )** Раздел 1. Основы измерения и количественного описания данных
- **1.1. Основные понятия, используемые в математической обработке психологических данных.**
- Математическая статистика как наука о случайных явлениях. Случайные и неслучайные события. Частота, частость и вероятность. Система случайных событий. Уровни количественного определения событий. Случайная величина и закон ее распределения. Генеральная совокупность и выборка. Таблица исходных данных. Таблицы и графики распределения частот. Признаки и переменные. Показатели, уровни. Шкалы измерения.
- **1.2. Описательная статистика. Распределение признака. Параметры распределения.**
- Нормальное распределение. Меры центральной тенденции. Среднее математическое. Оценка дисперсии. Стандартное отклонение.
- Асимметрия. Эксцесс.

## Шкала стенов – «стандартная десятка»

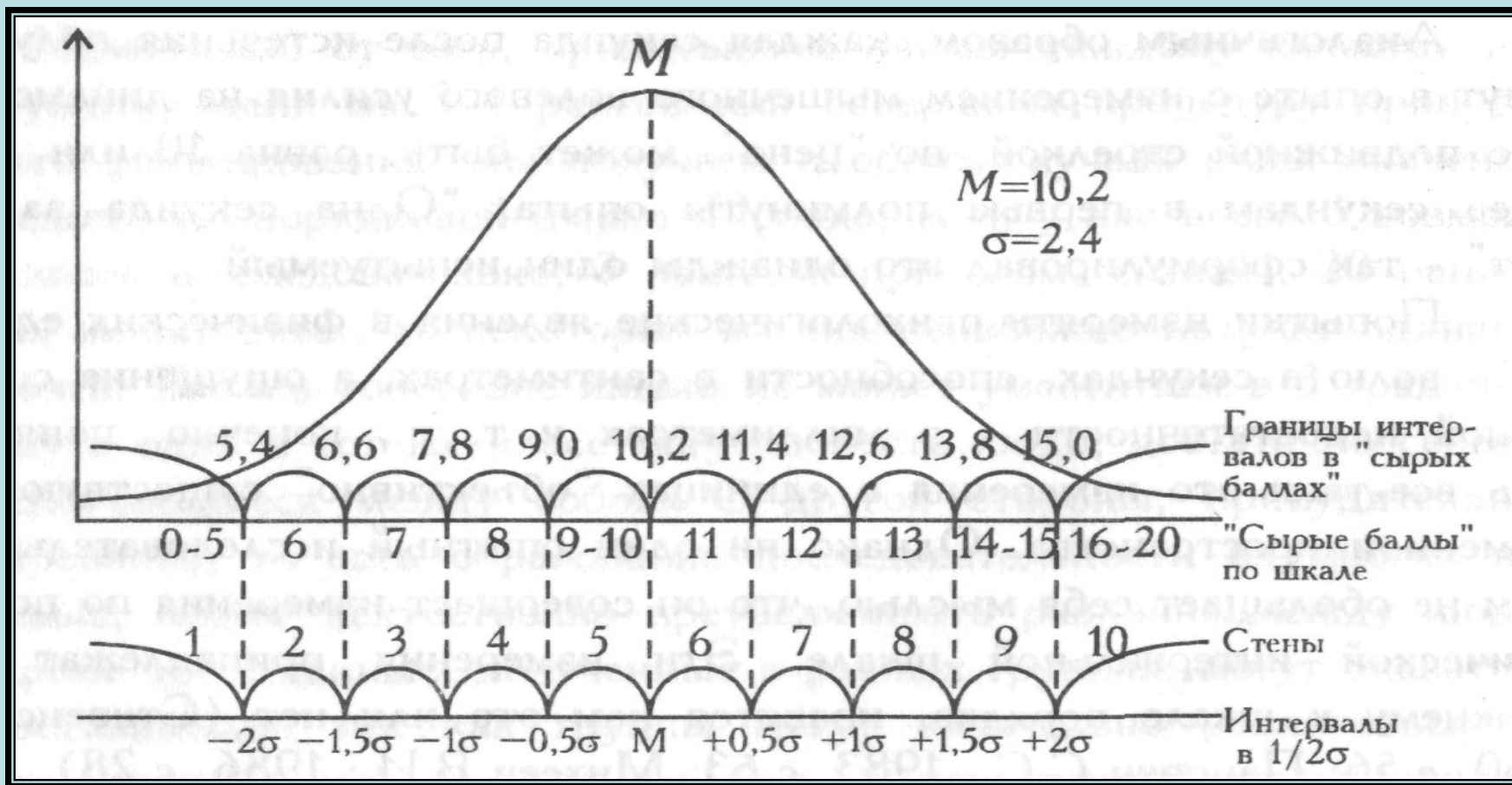


Рис.1 Схема вычисления стандартных оценок (стенов) по фактору N 16-факторного личностного опросника Р.Б. Кеттелла; снизу указаны интервалы в единицах  $1/2$  стандартного отклонения

Назад

Продолжить



# Процентильная шкала является равноинтервальной только относительно накопленной частоты

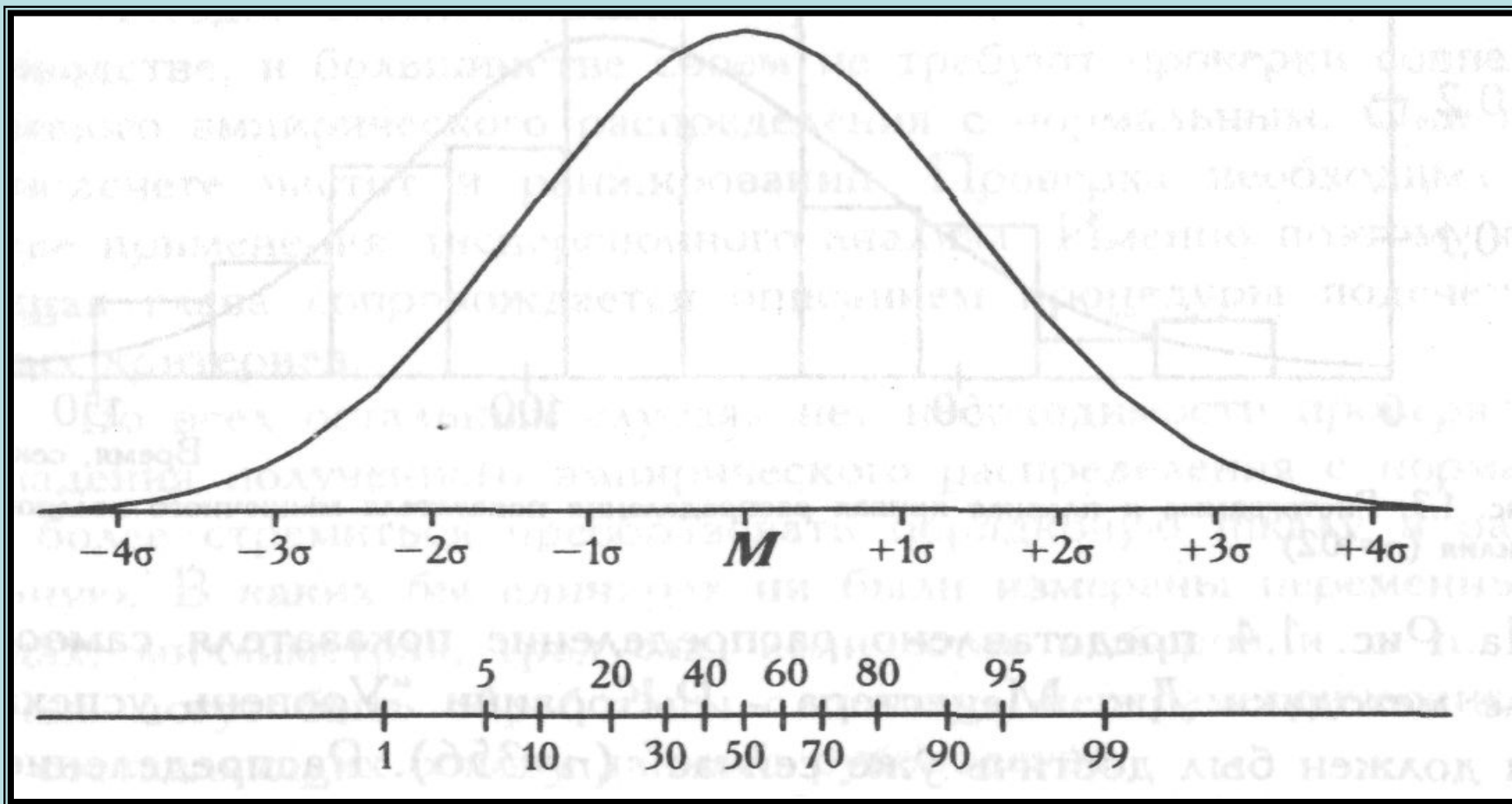


Рис.2 Процентильная шкала; сверху для сравнения указаны интервалы в единицах стандартного отклонения

Назад

Продолжить

# Сводная таблица данных

N п/п	$X_i$	$Y_i$	...	...
1				
2				
...				
...				
...				
n				

Назад

Продолжить

## Пример: Гистограмма накопленных частот

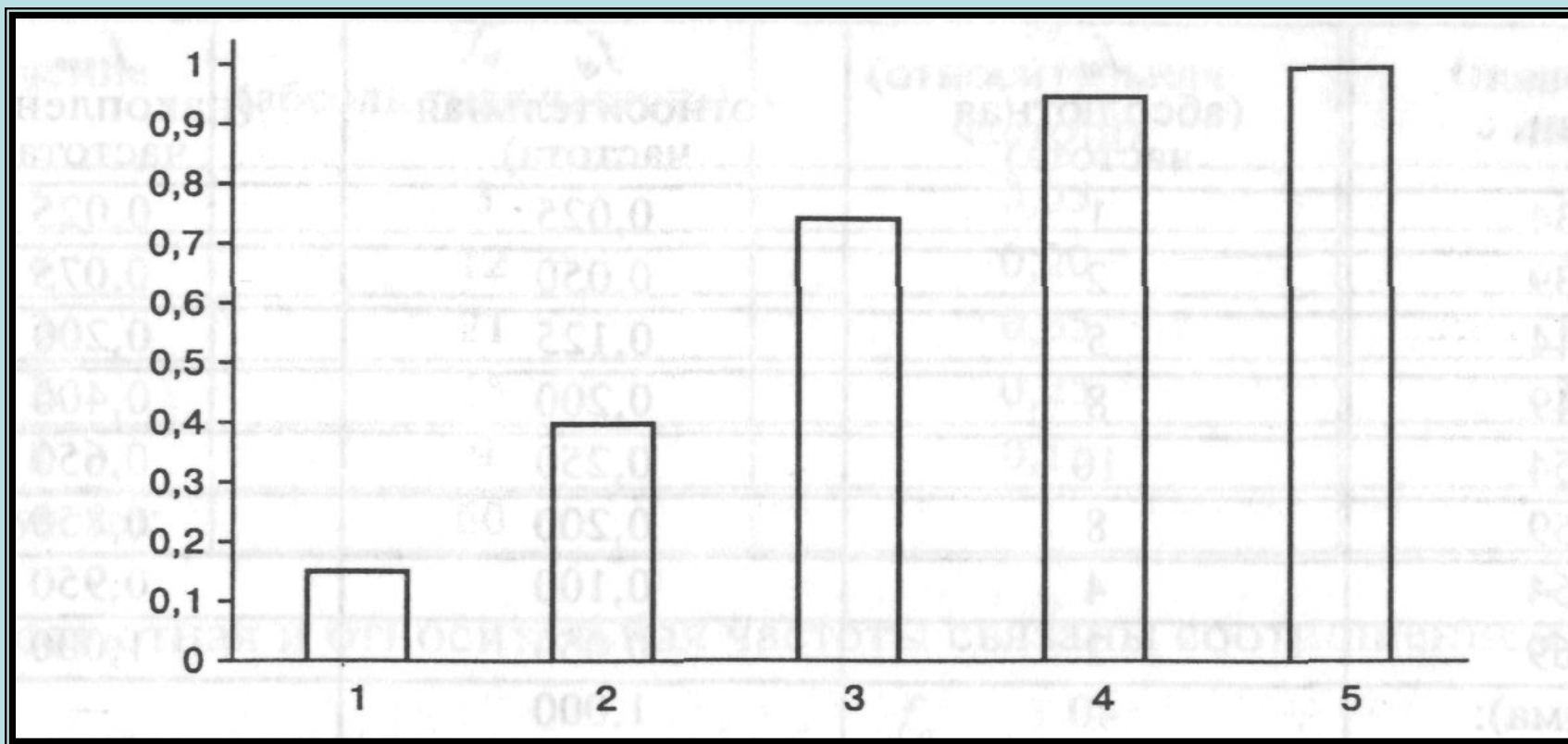


Рис.3 Гистограмма накопленных относительных частот самооценки

Назад

Продолжить

## Пример: Полигон распределения частот

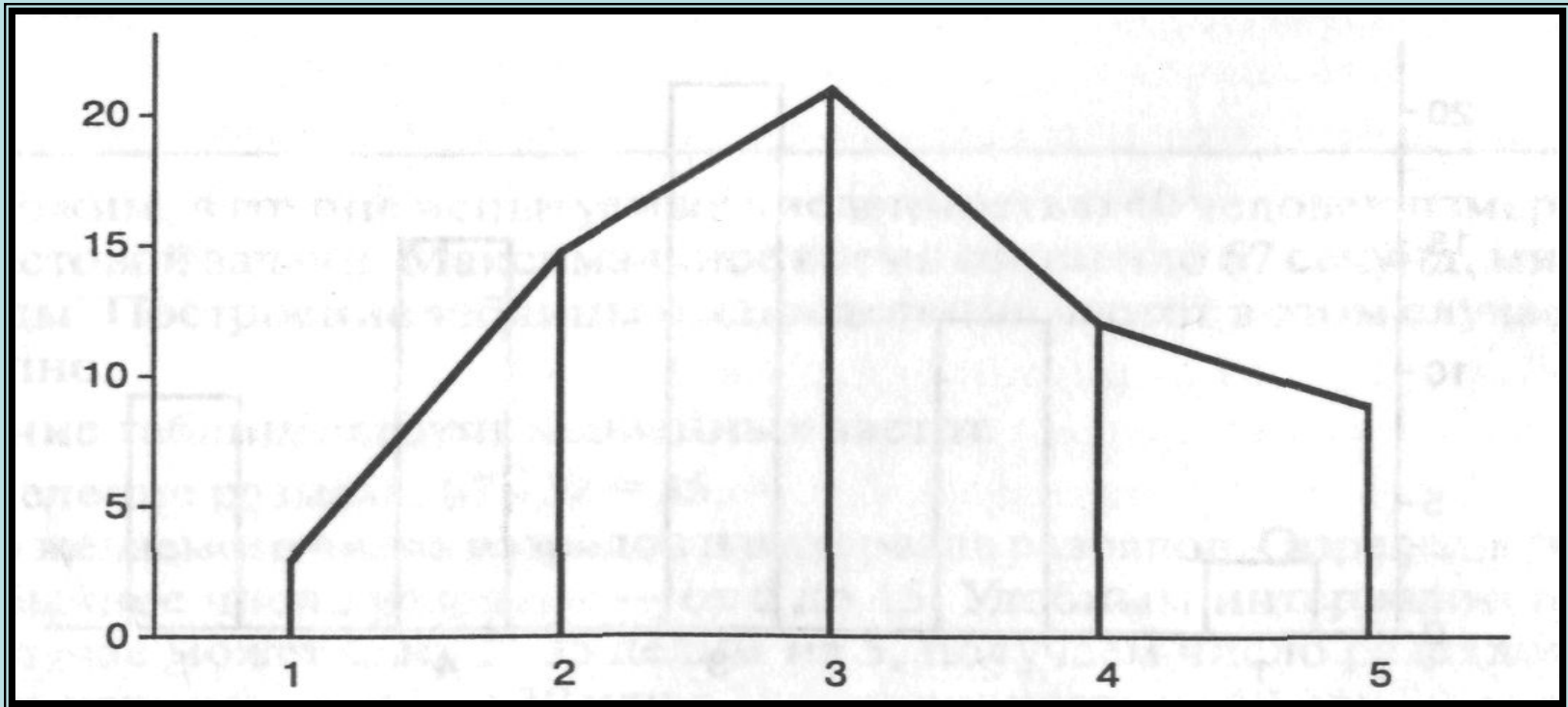


Рис.4 Полигон распределения частот самооценки

Назад

Продолжить

# Пример: Гистограмма и кривая распределения

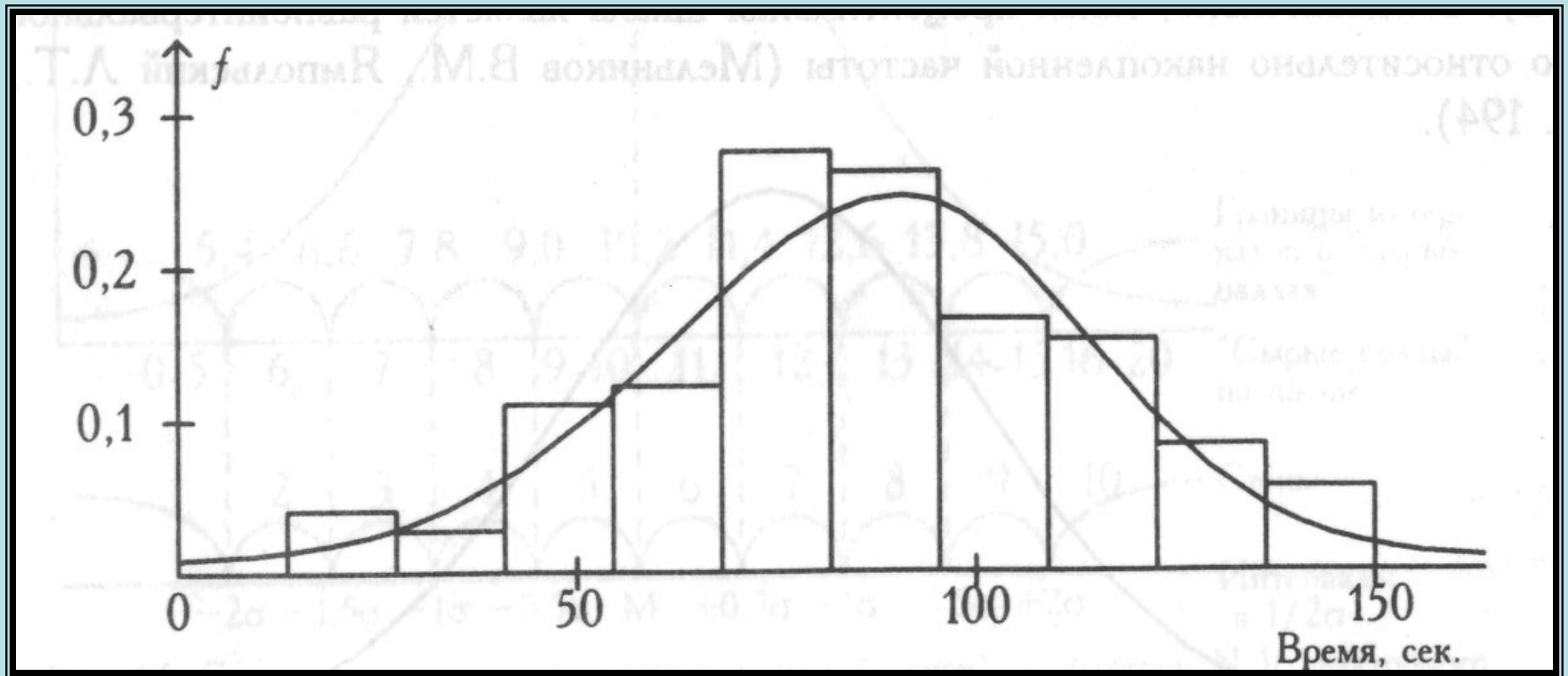


Рис.5 Гистограмма и плавная кривая распределения показателя мышечного волевого усилия (N=102)

Назад

Продолжить

## Вычисление среднего арифметического

$$\bar{x} \equiv M = \frac{\sum x_i}{n}$$

где  $x_i$  - каждое наблюдаемое значение признака;

$i$  - индекс, указывающий на порядковый номер данного значения признака;

$n$  - количество наблюдений;

$\Sigma$  - знак суммирования.

# Оценка дисперсии

Оценка дисперсии определяется по формуле:

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

где  $x_i$  - каждое наблюдаемое значение признака;

$\bar{x}$  - среднее арифметическое значение признака;

$n$  - количество наблюдений.

Назад

Продолжить

## Стандартное отклонение (среднеквадратичное отклонение)

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

Назад

Продолжить



# Асимметрия (А)

$$A = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^3}{n \cdot \sigma^3}$$

Для симметричных распределений  $A=0$ .

Назад

Продолжить

## Асимметрия распределения

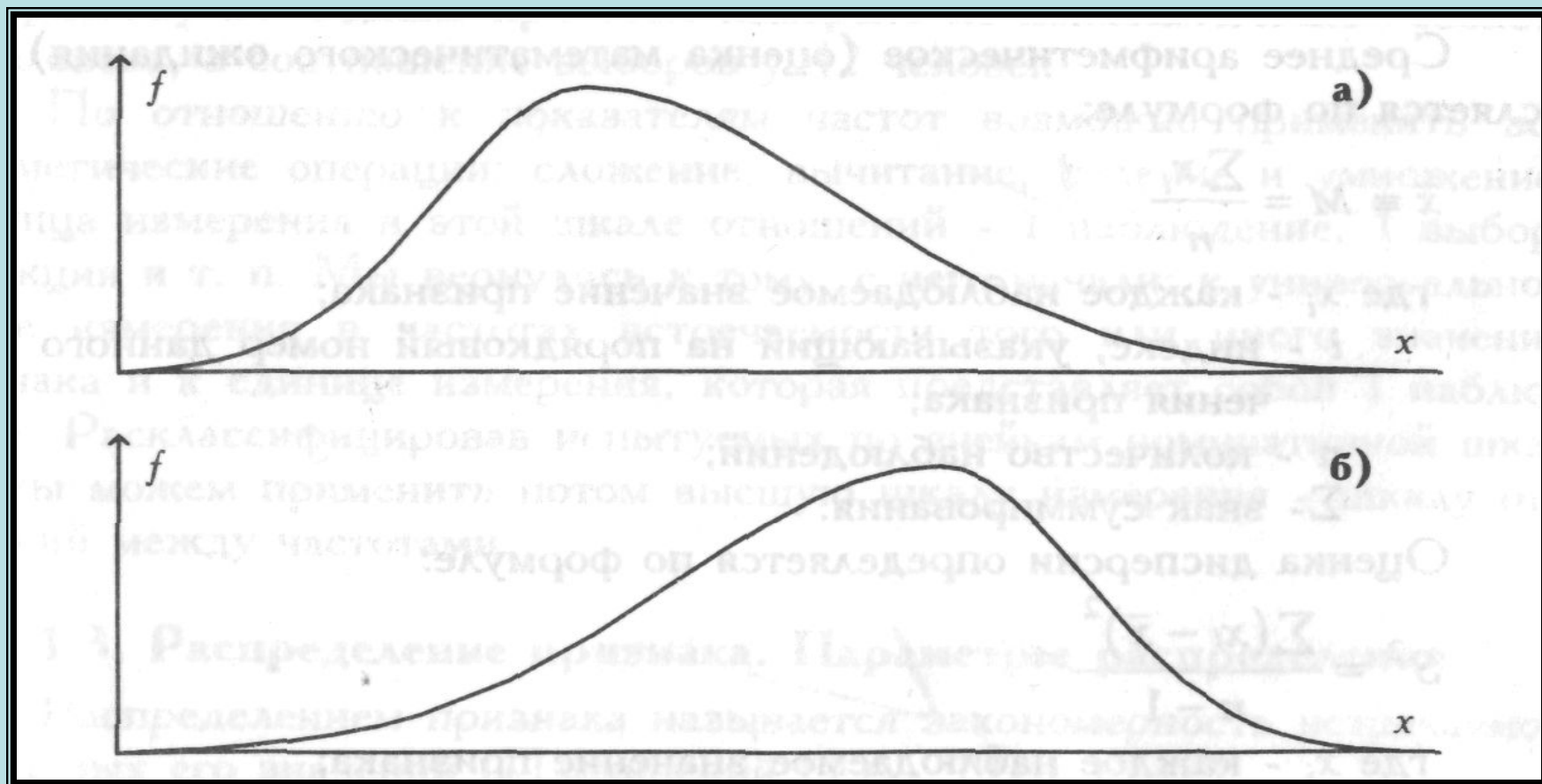


Рис.6 Асимметрия распределений

А) левая положительная; Б) правая, отрицательная

Назад

Продолжить

## Эксцесс (E)

$$E = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{n \cdot \sigma^4} - 3$$

Назад

Продолжить

# Эксцесс

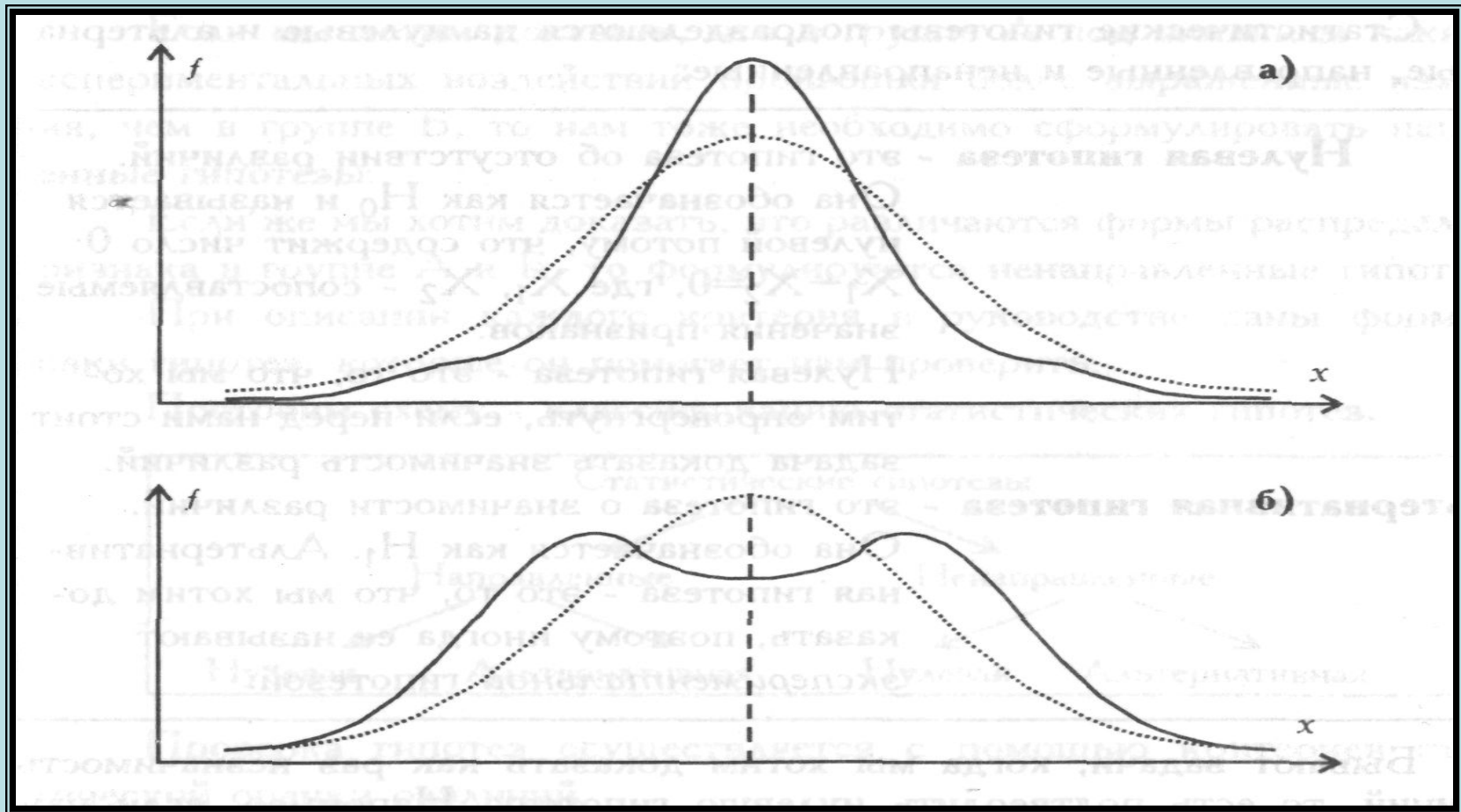


Рис.7 Эксцесс: а) положительный; б) отрицательный

## Расчетная таблица

N п/п	$X_i$	$d_x$	$d_x^2$	$d_x^3$
		$(X_i - M)$	$(X_i - M)^2$	$(X_i - M)^3$
1				
2				
...				
...				
n				

Назад

Продолжить

# Стандартные тестовые шкалы

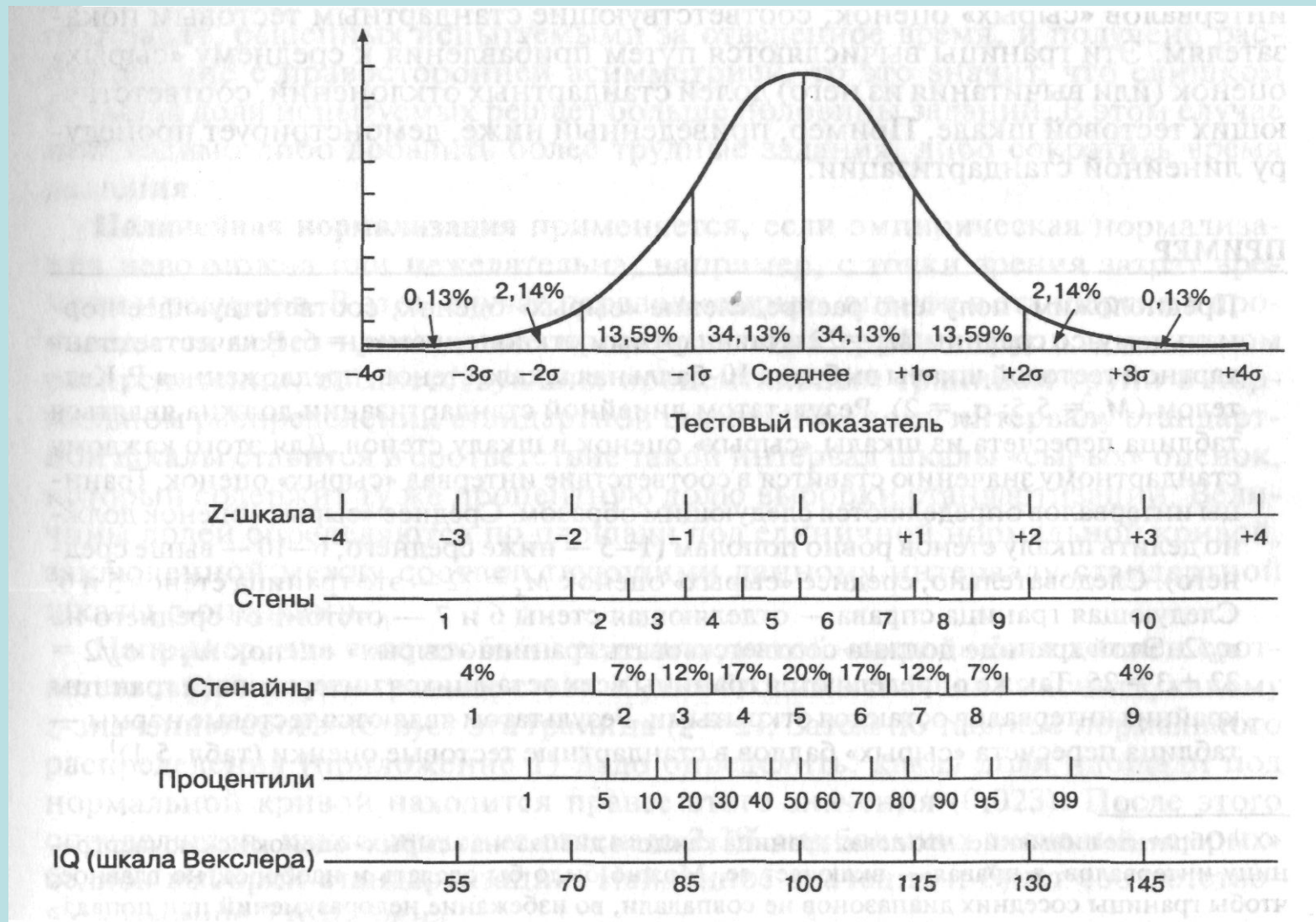


Рис.8 Нормальная кривая и тестовые шкалы

Назад

Продолжить

## Задание по описательной статистике

- Распределение признака. Параметры распределения.
- Собрать эмпирические данные на репрезентативной выборке (гр.студентов, 50-70 чел.) для дальнейшей обработки.
- Составить таблицу частотного распределения признаков.
- Построить гистограмму и полигон распределения по данным переменным.
- Произвести расчет параметров распределения полученных случайных величин.
- Определить достоверность отличия эмпирических распределений признаков от нормального (приближение к нормальному распределению).
- Выбрать для последующей обработки параметрические или непараметрические критерии.

# Статистика «проверяющая»

- **Модуль 1. Методы статистической проверки гипотез**
- **1.1.Выявление различий в уровне исследуемого признака**
- Понятие эмпирической математической модели психологического явления. Параметрические статистические методы. Непараметрические статистические методы. Эксплораторные статистические методы. Конфирматорные статистические методы. Одно- и двумерные статистические методы. Многомерные статистические методы.
- $t$  - критерий Стьюдента.  $U$ -критерий Манна-Уитни.  $Q$ - критерий Розенбаума.  $S$ - критерий тенденций Джонкира.
- Оценка достоверности сдвига в значениях исследуемого признака.  $G$ -критерий знаков.  $T$  - критерий Вилкоксона.  $L$ -критерий тенденций Пейджа.



# Статистические гипотезы

**Нулевая гипотеза** - это гипотеза об отсутствии различий.

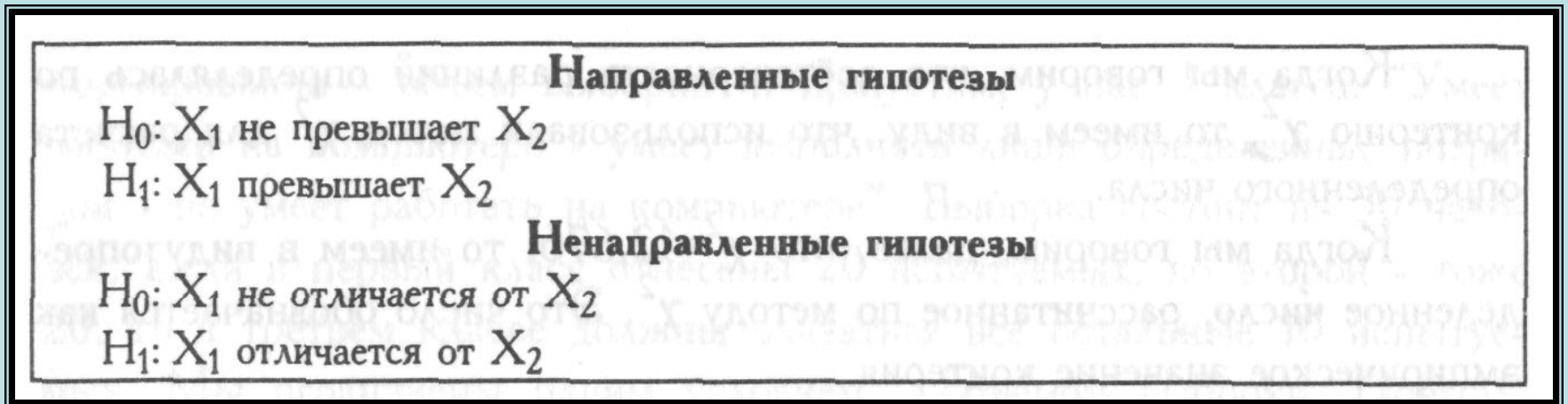
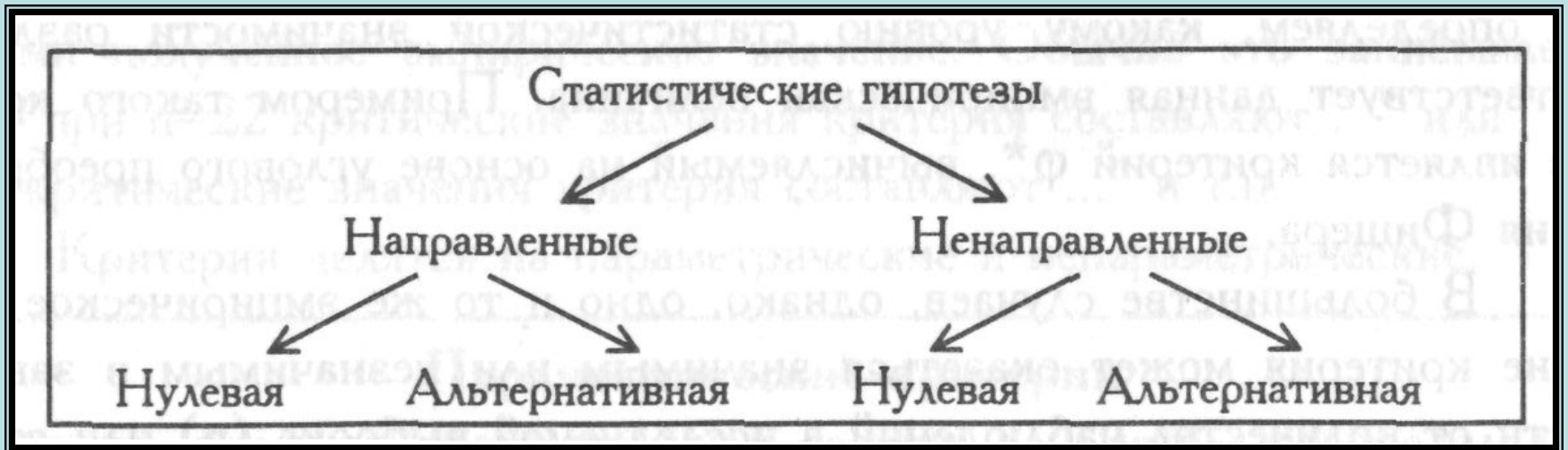
Она обозначается как  $H_0$  и называется нулевой потому, что содержит число 0:  $X_1 - X_2 = 0$ , где  $X_1, X_2$  - сопоставляемые значения признаков.

Нулевая гипотеза - это то, что мы хотим опровергнуть, если перед нами стоит задача доказать значимость различий.

**Альтернативная гипотеза** - это гипотеза о значимости различий.

Она обозначается как  $H_1$ . Альтернативная гипотеза - это то, что мы хотим доказать, поэтому иногда ее называют экспериментальной гипотезой.

# Статистические гипотезы



Назад

Продолжить

## Отклонение и принятие гипотез

### Правило отклонения $H_0$ и принятия $H_1$

Если эмпирическое значение критерия равняется критическому значению, соответствующему  $\rho \leq 0,05$  или превышает его, то  $H_0$  отклоняется, но мы еще не можем определенно принять  $H_1$ .

Если эмпирическое значение критерия равняется критическому значению, соответствующему  $\rho \leq 0,01$  или превышает его, то  $H_0$  отклоняется и принимается  $H_1$ .

*Исключения:* критерий знаков  $S$ , критерий  $T$  Вилкоксона и критерий  $U$  Манна-Уитни. Для них устанавливаются обратные соотношения.

## Возможные ошибки при проверке гипотезы

Ошибка, состоящая в том, что мы отклонили нулевую гипотезу, в то время как она верна, называется ошибкой I рода.

Ошибка, состоящая в том, что мы приняли нулевую гипотезу, в то время как она неверна, называется ошибкой II рода.

Назад

Продолжить

# Статистические критерии

## **Параметрические критерии**

Критерии, включающие в формулу расчета параметры распределения, то есть средние и дисперсии (*t*-критерий Стьюдента, критерий F и др.)

## **Непараметрические критерии**

Критерии, не включающие в формулу расчета параметров распределения и основанные на оперировании частотами или рангами (критерий Q Розенбаума, критерий T Вилкоксона и др.)

Назад

Продолжить

# Статистические критерии

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ	НЕПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ
1. Позволяют прямо оценить различия в средних, полученных в двух выборках ( $t$ - критерий Стьюдента).	Позволяют оценить лишь средние тенденции, например, ответить на вопрос, чаще ли в выборке А встречаются более высокие, а в выборке Б - более низкие значения признака (критерии Q, U, $\varphi^*$ и др.).
2. Позволяют прямо оценить различия в дисперсиях (критерий Фишера).	Позволяют оценить лишь различия в диапазонах вариативности признака (критерий $\varphi^*$ ).
3. Позволяют выявить тенденции изменения признака при переходе от условия к условию (дисперсионный однофакторный анализ), но лишь при условии нормального распределения признака.	Позволяют выявить тенденции изменения признака при переходе от условия к условию при любом распределении признака (критерии тенденций L и S).
4. Позволяют оценить взаимодействие двух и более факторов в их влиянии на изменения признака (двухфакторный дисперсионный анализ).	Эта возможность отсутствует.

Назад

Продолжить

# Статистические критерии (продолжение)

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5. Экспериментальные данные должны отвечать двум, а иногда трем, условиям:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) значения признака измерены по интервальной шкале;</li><li>б) распределение признака является нормальным;</li><li>в) в дисперсионном анализе должно соблюдаться требование равенства дисперсий в ячейках комплекса.</li></ul> | <p>Экспериментальные данные могут не отвечать ни одному из этих условий:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>а) значения признака могут быть представлены в любой шкале, начиная от шкалы наименований;</li><li>б) распределение признака может быть любым и совпадение его с каким-либо теоретическим законом распределения необязательно и не нуждается в проверке;</li><li>в) требование равенства дисперсий отсутствует.</li></ul> |
| <p>6. Математические расчеты довольно сложны.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>Математические расчеты по большей части просты и занимают мало времени (за исключением критериев <math>\chi^2</math> и <math>\lambda</math>).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>7. Если условия, перечисленные в п.5, выполняются, параметрические критерии оказываются несколько более мощными, чем непараметрические.</p>                                                                                                                                                                                                          | <p>Если условия, перечисленные в п.5, не выполняются, непараметрические критерии оказываются более мощными, чем параметрические, так как они менее чувствительны к "засорениям".</p>                                                                                                                                                                                                                                                         |

# Классификация задач и методы их решения

Задачи	Условия	Методы
1. Выявление различий в уровне исследуемого признака	а) 2 выборки испытуемых	Q - критерий Розенбаума; U - критерий Манна-Уитни; Ф* - критерий (угловое преобразование Фишера)
	б) 3 и более выборок испытуемых	S - критерий тенденций Джонкира; H - критерий Крускала-Уоллиса.
2. Оценка сдвига значений исследуемого признака	а) 2 замера на одной и той же выборке испытуемых	T - критерий Вилкоксона; G - критерий знаков; Ф* - критерий (угловое преобразование Фишера).
	б) 3 и более замеров на одной и той же выборке испытуемых	$\chi_r^2$ - критерий Фридмана; L - критерий тенденций Пейджа.
3. Выявление различий в распределении признака	а) при сопоставлении эмпирического распределения с теоретическим	$\chi^2$ - критерий Пирсона; $\lambda$ - критерий Колмогорова-Смирнова; m - биномиальный критерий.
	б) при сопоставлении двух эмпирических распределений	$\chi^2$ - критерий Пирсона; $\lambda$ - критерий Колмогорова-Смирнова; Ф* - критерий (угловое преобразование Фишера).



# Классификация задач и методы их решения (продолжение)

4. Выявление степени согласованности изменений	а) двух признаков	$r_s$ - коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
	б) двух иерархий или профилей	$r_s$ - коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
5. Анализ изменений признака под влиянием контролируемых условий	а) под влиянием одного фактора	S - критерий тенденций Джонкира; L - критерий тенденций Пейджа; однофакторный дисперсионный анализ Фишера.
	б) под влиянием двух факторов одновременно	Двухфакторный дисперсионный анализ Фишера.

# Спасибо за внимание!

Успехов в освоении  
математических методов  
обработки данных.



**В начало**