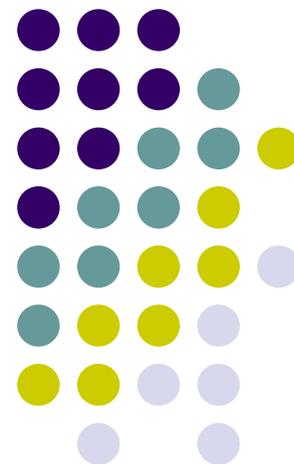
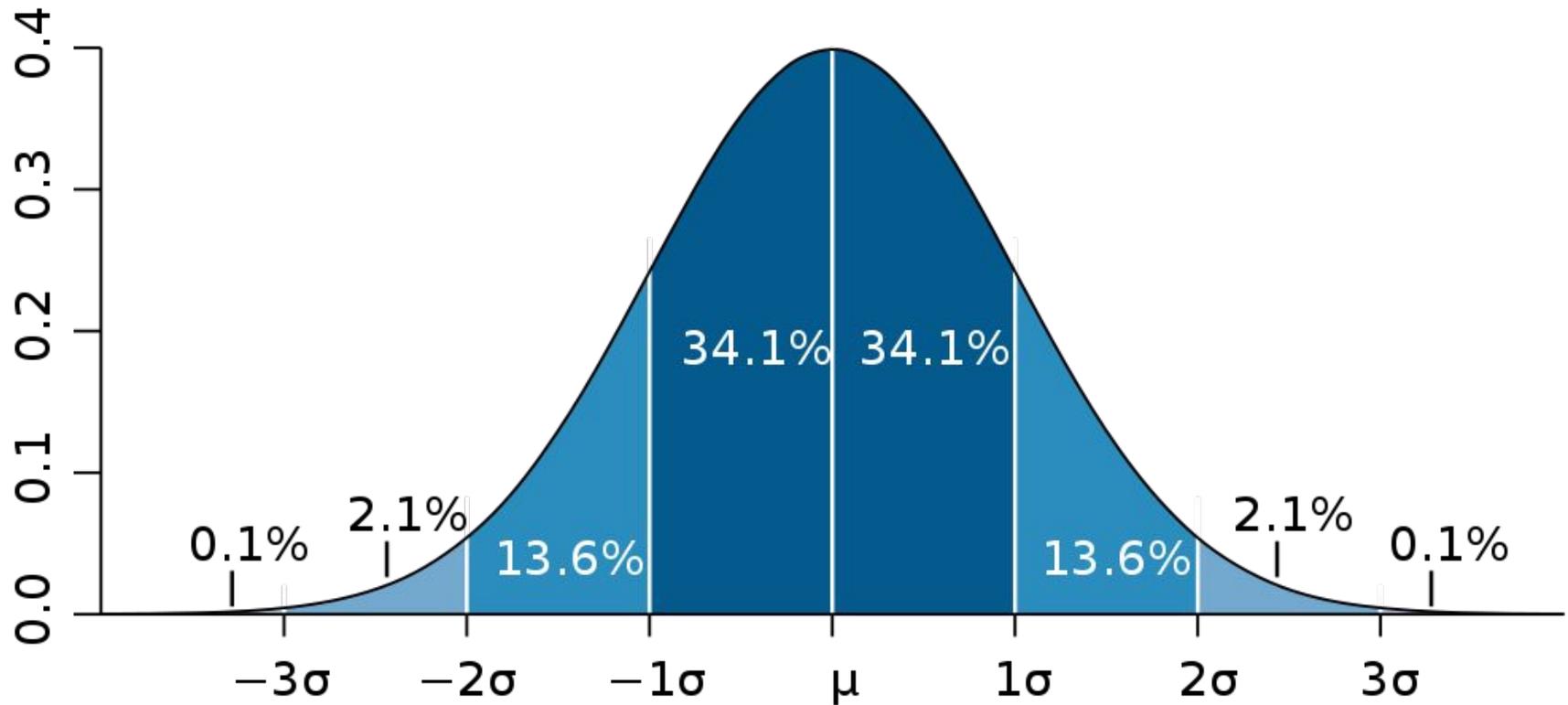
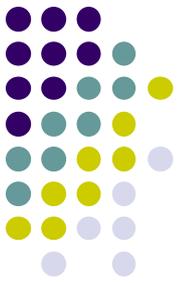


# Выбор метода статистического вывода

---



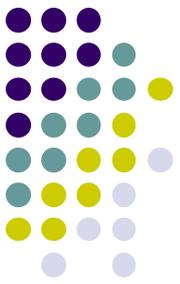
# Нормальное распределение как стандарт



# Статистическая гипотеза



Это утверждение относительно неизвестного параметра генеральной совокупности, которое формулируется для проверки надежности связи и которое можно проверить по известным выборочным статистикам – результатам исследования.



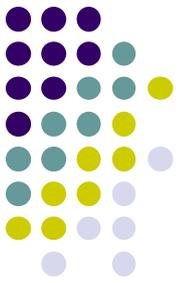
# Статистическая гипотеза

**Основная (нулевая) гипотеза ( $H_0$ )** – содержит утверждение об отсутствии связи в генеральной совокупности и доступна проверке методами статистического вывода.

**Альтернативная гипотеза ( $H_1$ )** – принимается при отклонении  $H_0$  и содержит утверждение о наличии связи.

При этом нулевая и альтернативная гипотеза представляют собой полную группу несовместных событий.

# Измерительные шкалы (неметрические):

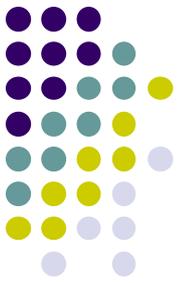


**Номинативная шкала, или шкала наименований.**

Объекты группируются по различным классам так, чтобы внутри класса они были идентичны по измеряемому свойству.

**Ранговая, или порядковая шкала.** Измерение в этой шкале предполагает приписывание объектам чисел в зависимости от степени выраженности измеряемого свойства.

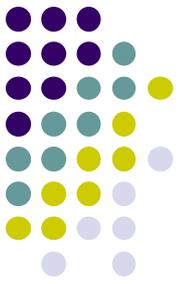
# Измерительные шкалы (метрические):



**Интервальная шкала.** Это такое измерение, при котором числа отражают не только различия между объектами в уровне выраженности свойства, но и то, насколько больше или меньше выражено это свойство.

**Абсолютная шкала, или шкала отношений.** Измерение в этой шкале отличается от интервального тем, что в ней устанавливается нулевая точка, соответствующая полному отсутствию выраженности измеряемого свойства.

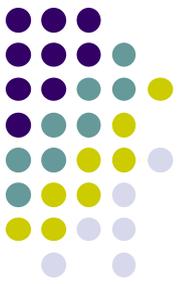
# Классификация методов статистического вывода



Основания для классификации:

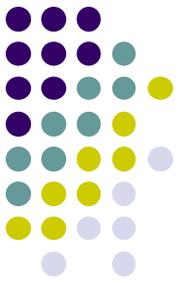
- типы шкал, в которых измерены признаки  $X$  и  $Y$ :  
качественная шкала (номинативная), количественная шкала (порядковая, метрическая)
- количество сравниваемых групп – две и более двух
- соотношение сравниваемых групп: зависимые выборки или независимые выборки

# Классификация методов статистического вывода



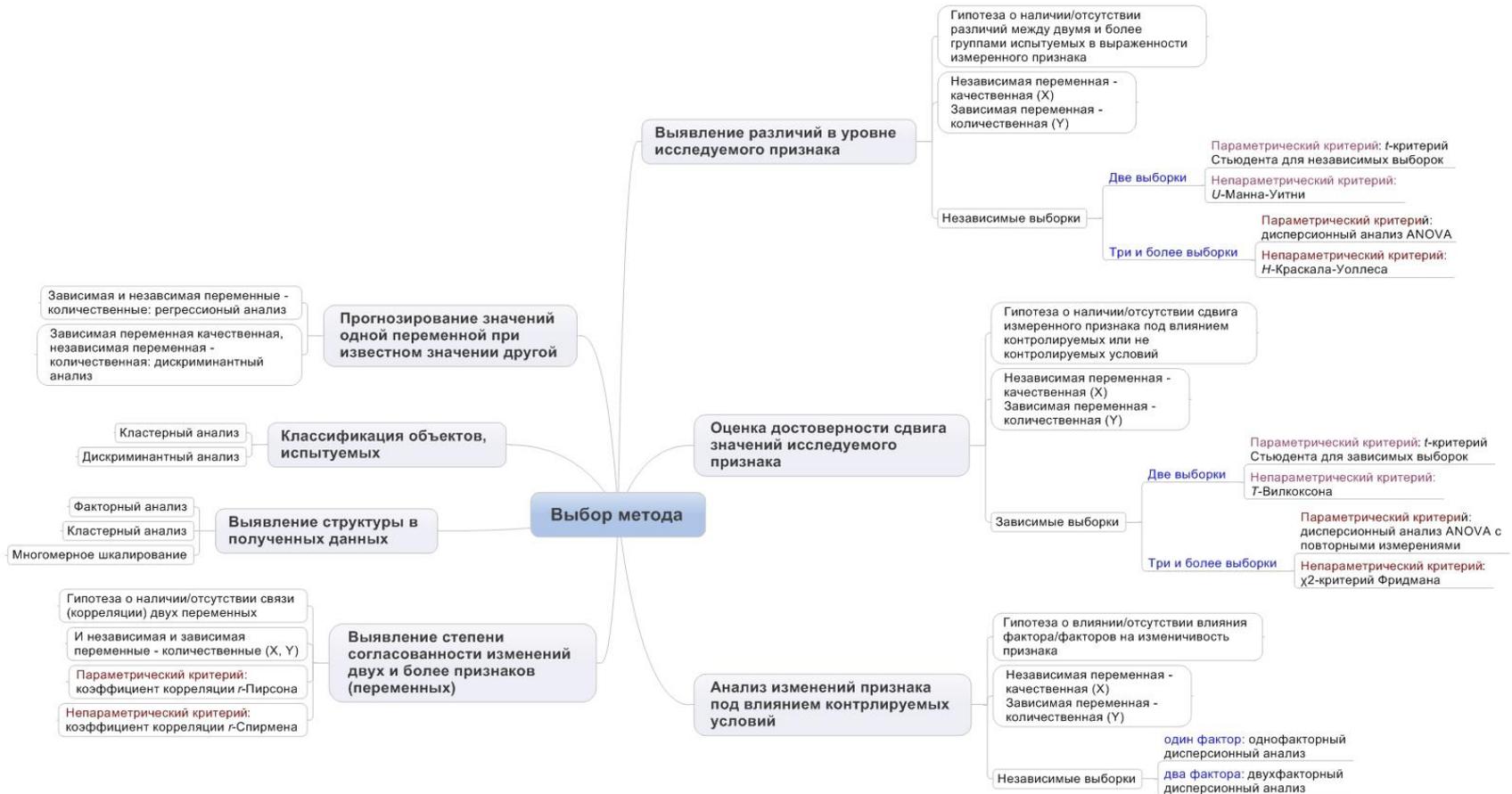
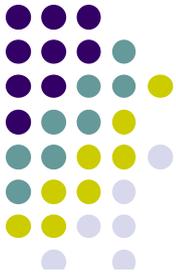
Типы шкал	I. X, Y – количественные	II. X, Y – качественные	III. X – качественный, Y – количественный
Задачи:	Корреляционный анализ	Анализ номинативных данных: классификаций, таблиц сопряженности, последовательностей (серий)	Сравнения выборок по уровню выраженности признака
Методы:	а) r-Пирсона – для метрических X и Y; б) частная корреляция и сравнение корреляций; в) r-Спирмена, т-Кендалла – для ранговых X и Y.	Критерий $\chi^2$ -Пирсона (для классификаций и таблиц сопряженности), критерий Мак-Намара (для таблиц 2x2 с повторными измерениями), критерий серий (для последовательностей)	(методы сравнения) – следующий слайд

# Классификация методов статистического вывода



Количество выборок (градаций X)		Две выборки		Больше двух выборок	
Зависимость выборок		Независимые	Зависимые	Независимые	Зависимые
Признак Y	Метрический	Параметрические методы сравнения			
		t-Стьюдента для независимых выборок	t-Стьюдента для зависимых выборок	ANOVA	ANOVA с повторными измерениями
	Ранговый	Непараметрические методы сравнения			
		U-Манна-Уитни, критерий серий	T-Вилкоксона, критерий знаков	H-Краскала-Уоллеса	$\chi^2$ -Фридмана

# Выбор методов статистического вывода

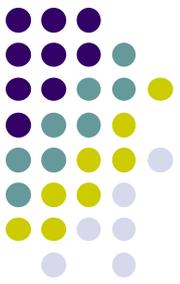


# Параметрические и непараметрические критерии



- Критерий различия называют **параметрическим**, если он основан на конкретном типе распределения генеральной совокупности (как правило, нормальном) или использует параметры этой совокупности (средние, дисперсии и т.д.).
- Критерий различия называют **непараметрическим**, если он не базируется на предположении о типе распределения генеральной совокупности и не использует параметры этой совокупности.

# Методы корреляционного анализа

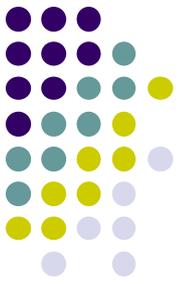


*Проверяемая  $H_0$* : коэффициент корреляции равен нулю.

*Условие применения*: а) два признака измерены в ранговой или метрической шкале на одной и той же выборке; б) связь между признаками является монотонной (не меняет направления по мере увеличения значений одного из признаков).

Обычно изучается корреляция между множеством  $P$  переменных. В таком случае вычисляются корреляции между всеми возможными парами этих переменных. Результатом является корреляционная матрица, включающая  $P(P-1)/2$  значений коэффициентов парной корреляции. Под корреляционным анализом обычно и понимают изучение связей по корреляционной матрице.

# Методы корреляционного анализа



**Методы:**

**Корреляция  $r$ -Пирсона** – для метрических переменных.

*Условие применения:* а) распределения  $X$  и  $Y$  существенно не отличаются от нормального.

*Дополнительно:* частная корреляция для изучения зависимости корреляции  $X$  и  $Y$  от влияния переменной  $Z$ ; сравнение корреляций – для независимых и зависимых выборок.

**Корреляции  $r$ -Спирмена,  $\tau$ -Кендалла** – для порядковых переменных.

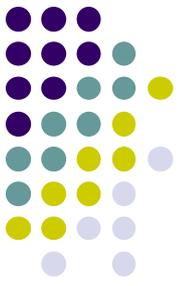
# Методы анализа номинативных переменных



В зависимости от цели исследования и структуры исходных данных выделяются три группы методов, соответствующих решаемым задачам:

- анализ классификаций;
- анализ таблиц сопряженности;
- анализ последовательностей (серий).

# Методы анализа НОМИНАТИВНЫХ переменных



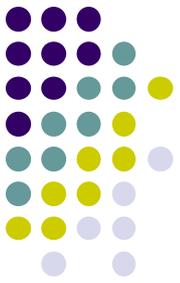
## Анализ классификаций.

*Условие применения:* для каждого объекта (испытуемого) выборки определена его принадлежность к одной из категорий (градаций)  $X$  (получено эмпирическое распределение объектов по  $X$ ); известно теоретическое (ожидаемое) распределение по  $X$  (обычно – равномерное).

*Проверяемая  $H_0$ :* эмпирическое (наблюдаемое) распределение предпочтений не отличается от теоретического (ожидаемого).

*Метод:* критерий  $\chi^2$ -Пирсона.

# Методы анализа номинативных переменных



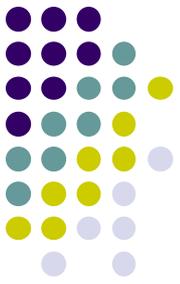
## Анализ таблиц сопряженности.

*Условие применения:* для каждого объекта (испытуемого) выборки определена его принадлежность к одной из категорий (градаций)  $X$  и к одной из категорий (градаций)  $Y$  (получена перекрестная классификация объектов по двум основаниям  $X$  и  $Y$ ).

Следует различать три ситуации – в зависимости от числа градаций и соотношения  $X$  и  $Y$ :

- число градаций  $X$  и (или)  $Y$  больше двух (общий случай);
- таблицы сопряженности  $2 \times 2$  с независимыми выборками;
- таблицы сопряженности  $2 \times 2$  с повторными измерениями.

# Методы анализа номинативных переменных



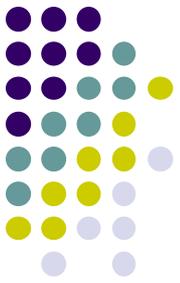
## Анализ последовательностей (серий)

*Условие применения:* объекты упорядочены (по времени или по уровню выраженности признака); каждый объект отнесен к одной из двух категорий (X или Y).

*Проверяемые  $H_0$ :* события X распределены среди событий Y случайно (случай 1); выборки X и Y не различаются по распределению значений количественного признака (случай 2).

*Метод:* критерий серий.

# Методы сравнения выборок по уровню выраженности признака



- В зависимости от решаемых задач методы внутри этой группы классифицируются по трем основаниям:
  - ▶ Количество градаций  $X$ :
    - а) сравниваются 2 выборки;
    - б) сравниваются больше двух выборок
  - ▶ Зависимость выборок:
    - а) сравниваемые выборки независимы;
    - б) сравниваемые выборки зависимы.
  - ▶ Шкала  $Y$ :
    - а)  $Y$  – ранговая переменная;
    - б)  $Y$  – метрическая переменная.

# Сравнение двух независимых выборок



Условия применения: признак измерен у объектов (испытуемых), каждый из которых принадлежит к одной из двух независимых выборок.

## Методы:

**Y – метрическая переменная:** сравнений двух средних значений (параметрический критерий  $t$ -Стьюдента для независимых выборок).

*Условия применения:* признак измерен в а) метрической шкале; б) дисперсии двух выборок гомогенны (статистически достоверно не различаются). Если не выполняется хотя бы одно из этих условий то применяется непараметрический критерий  $U$ -Манна-Уитни.

*Дополнительно:* возможно сравнений двух дисперсий (параметрический критерий  $F$ -Фишера).

**Y – ранговая (порядковая) переменная:** сравнение двух независимых выборок по уровню выраженности порядковой и бинарной переменной (критерий  $U$ -Манна-Уитни, критерий серий).

# Сравнение двух зависимых выборок



- *Условия применения:* а) признак измерен у объектов (испытуемых), каждый из которых принадлежит к одной из двух зависимых выборок: либо признак измерен дважды на одной и той же выборке, либо каждому испытуемому из одной выборки поставлен в соответствие по определенному критерию испытуемый из другой выборки; б) измерения положительно коррелируют. Если эти условия не выполняются, то выборки следуют признать независимыми.

## **Методы:**

**Y – метрическая переменная:** сравнений двух средних значений (параметрический критерий  $t$ -Стьюдента для зависимых выборок).

*Условия применения:* признак измерен в метрической шкале. Если не выполняется хотя бы одно из этих условий то применяется непараметрический критерий T- Вилкоксона.

**Y – ранговая (порядковая) переменная:** сравнение двух зависимых выборок по уровню выраженности порядковой и бинарной переменной (критерий T- Вилкоксона, критерий знаков).

# Сравнение более двух выборок



Проверяемая  $H_0$ : несколько совокупностей (которым соответствуют выборки) не отличаются по уровню выраженности измеренного признака.

# Сравнение более двух независимых выборок



*Условия применения:* признак должен быть измерен у объектов (испытуемых), каждый из которых принадлежит к одной из  $k$  независимых выборок ( $k > 2$ ).

## **Методы:**

**Y – метрическая переменная:** дисперсионный анализ (ANOVA) для независимых выборок (параметрический метод).

*Дополнение:* метод допускает сравнение выборок более чем по одному основанию – когда деление на выборки производится по нескольким номинативным переменным, каждая из которых имеет 2 и более градаций.

*Условия применения:* признак Y измерен в а) метрической шкале, б) дисперсии выборок гомогенны (статистически достоверно не различаются). Если не выполняется хотя бы одно из этих условий, то:

# Сравнение более двух независимых выборок



**Y- ранговая (порядковая) переменная:**  
сравнение более двух независимых выборок по уровню выраженности ранговой переменной (непараметрический критерий Н-Краскала-Уоллеса).

*Ограничение:* методы позволяет сравнивать выборки только по одному основанию, когда деление на группы производится по одной номинативной переменной, имеющей более 2-х градаций.

# Сравнение более двух зависимых выборок



*Условия применения:* а) признак измерен у объектов (испытуемых), каждый из которых принадлежит к одной из  $k$  зависимых выборок ( $k > 2$ ): как правило, признак измерен несколько раз на одной и той же выборке; б) измерения положительно коррелируют.

# Сравнение более двух зависимых выборок



Методы:

**Y- метрическая переменная:** дисперсионный анализ (ANOVA) с повторными измерениями (параметрический метод).

*Дополнение:* метод допускает сравнение выборок более чем по одному основанию – когда помимо деления на зависимые выборки, вводятся номинативные переменные, которые имеют 2 и более градаций и делят испытуемых на независимые выборки.

*Условия применения:* а) признак Y измерен в метрической шкале; б) дисперсии сравниваемых выборок гомогенны (статистически достоверно не различаются). Если не выполняется хотя бы одно из этих условий, то:

# Сравнение более двух зависимых выборок



**Y- ранговая (порядковая) переменная:**  
сравнение более двух зависимых выборок по уровню выраженности ранговой переменной (непараметрический критерий  $\chi^2$ -Фридмана).

*Ограничение:* метод позволяет сравнивать зависимые выборки только по одному основанию – повторным измерениям.



**Спасибо за внимание!**