



Казанский Государственный
Медицинский Университет

КАФЕДРА ЭПИДЕМИОЛОГИИ И ДОКАЗАТЕЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ

ЛЕКТОР – ДОЦЕНТ КАФЕДРЫ, К.М.Н. АГЛИУЛЛИНА САИДА ТАХИРОВНА

Методы проверки гипотез



Казанский Государственный
Медицинский Университет

План лекции

- ▶ Типы переменных в исследовании и особенности формирования базы данных исследования
- ▶ Формулировка гипотезы: нулевая и альтернативная гипотезы
- ▶ Наиболее употребляемые статистические критерии для проверки гипотез

Эпидемиологический метод

- ▶ специфическая совокупность приемов, предназначенная для изучения причин и условий возникновения и распространения любых патологических состояний и состояния здоровья в популяции людей.

Источник: Эпидемиологическая диагностика. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие / Л. П. Зуева, А. В. Любимова, К. Д. Васильев [и др.] ; под ред. Л. П. Зуевой. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 192 с.

Типы переменных в исследовании и особенности формирования базы данных исследования



Проведение исследования

Планирование
исследования

Сбор и
обобщение
данных

Анализ данных

Интерпретация
результатов

Планирование исследования



Казанский Государственный
Медицинский Университет

Обоснование актуальности
проведения исследования

Формулирование конечной и
промежуточных целей



Выбор объекта и единицы
исследования



Составление программы
исследования



Составление плана исследования



Типы переменных в исследовании



Казанский Государственный
Медицинский Университет



Количество обострений хронического холецистита в течение последнего года

- ▶ а. мультиномиальные
- ▶ б. порядковые
- ▶ в. дискретные
- ▶ г. непрерывные
- ▶ д. бинарные



Факт возникновения или отсутствия случая заболевания у вакцинированного лица в исследуемой группе за обозначенный период времени

- ▶ а. мультиномиальные
- ▶ б. порядковые
- ▶ в. дискретные
- ▶ г. непрерывные
- ▶ д. бинарные



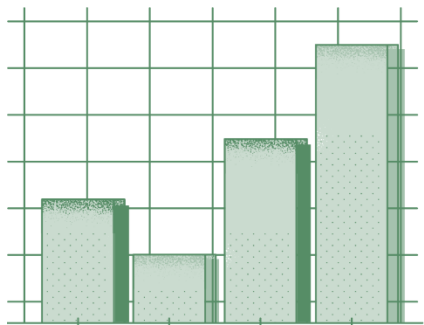
Макет электронной таблицы для сбора информации

N	ФИО пациента	Наличие артериальной гипертензии	Возраст, полных лет	Пол	Масса тела, кг	Рост, см	Окружность талии, см	Ежедневная физическая активность	САД, мм.рт.ст.	ДАД, мм.рт.ст.
---	--------------	----------------------------------	---------------------	-----	----------------	----------	----------------------	----------------------------------	----------------	----------------

Номинальные
(бинарные)
переменные

Количественные
(непрерывные)
переменные





Особенности формирования базы данных исследования



Казанский Государственный
Медицинский Университет

1. Первая переменная (первый столбец) – номер пациента/респондента
2. Каждый столбец = отдельная переменная
(пол/возраст/уровень глюкозы и др.)
3. Каждая строка данных = отдельный индивидуум (пациент/респондент)
4. Кодировать переменные в виде чисел,
за исключением ФИО, буквенный код пациента и дат.
5. Кодировка бинарных данных – использовать значения 0 и 1 (но допускается 1 и 2).
Например, женский пол-0, мужской пол-1.
6. Кодировка мультиномиальных и порядковых данных – использовать значения 1, 2, 3 и тд.
7. 1 ячейка – 1 число.
 - *Не допускать перечисления значений в одной ячейке (например, при множественном ответе на вопрос: «1,3,7,10»). Необходимо создать отдельные столбцы для каждой варианта ответа.*
 - *Значения количественных переменных без указания единиц измерения.*
8. Нет информации о пациенте/респонденте – пропуск (не 0!)



Степень ИМТ (мультиномиальная)

1. Дефицит массы тела
2. Избыточная масса тела
3. Ожирение
4. Норма



Степень ИМТ (порядковая)

1. Дефицит массы тела
2. Норма
3. Избыточная масса тела
4. Ожирение

Примеры кодировки категорий номинальных и порядковых данных



Казанский Государственный
Медицинский Университет

Пол (**номинальная бинарная**)

- 0-женщины
- 1-мужчины

Степень ИМТ (**порядковая**)

- 1-Норма
- 2-Избыточная масса тела
- 3-Ожирение

Семейный статус
(**мультиномиальная**)

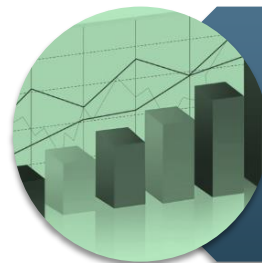
- 1-В официальном браке
- 2-В гражданском браке
- 3-Не замужем/холост
- 4-Разведен(а)
- 5-Вдов(ц)ы

Сбор данных: ресурсы для создания базы данных исследования



Электронные
таблицы

№	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
	фамилия	м-1, ж-0	возраст	рост	вес	Курение	ЯК лег -1,	
1	Иванова	ж	48 лет	162 см	75	курит	2	
2	Иванов	муж	39 лет	190 см	82	не курит	2	
3	Петрова	ж	40	162 см	75	курит	2	
4	Иванов	муж	58	174 см	94	не курит	4	
5	Иванов	м	50	176 см	68	курит	2	
6	Сидорова	ж	34 г.	160 см	52	не курит	2	
7	Павлов	муж.	41	166 м	74	не курит	2	
8	Иванов	м	58 лет	167 см	62	не курит	2	



Yandex Forms

Как выглядит шаблон

В конструкторе

У пользователя

Создать форму из шаблона

Короткий текст

Длинный текст

Текст без вопроса

Один вариант

Несколько вариантов

Выпадающий список

Да / Нет

Целое число

Дробное число

Оценка по шкале

Почта

Ссылка

Телефон

Страница 1

Ваш пол

Сколько вам лет?

Вы учитесь или работаете?

Сколько у вас свободного времени?

Что вы обычно делаете в свободное время?



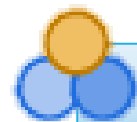
Статистические
программы

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Обозначение типов данных в различных статистических программах

1

 A	 B	 C



Обозначение
номинальных данных



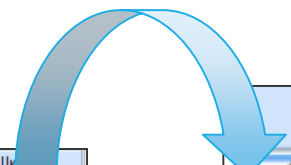
Обозначение
порядковых данных



Обозначение
количественных данных

2

	Имя	Тип	Ширина	Десятич...	Метка	Значения	Пропущенн...	Столбцы	Выравнивание	Шк
1	Возраст	Числовой	8	2		Нет	Нет	8	По право...	 Шкалы
2										 Шкалы
3										 Порядковые
4										 Номинальны
5										



Шкала

 Шкалы

 Шкалы

 Порядковые

 Номинальны



Казанский Государственный
Медицинский Университет

Обозначение типов данных в StatTech



База данных ВИЧ (Своевременность диагностики)_РТ для статтех2

Сохранить базу в файл Всего в базе: 13 столбцов и 1073 строк

Отменить действие (Ctrl+Z) Вернуть действие (Ctrl+Y) Сбросить все зависимости Описательная статистика Настройки анализа **Выполнить анализ**

	Без группы	Без группы	Без группы	Без группы	Без группы	Без группы	Без группы	Без груп
	№	Цель обследован	Пол	Место проживани	Возрастная групп	Возраст	Стадия ВИЧ-инфе	Уровень С
	Идентификатор	Категориальная	Категориальная	Категориальная	Категориальная	Количественная	Не определено	Не определенс
1	1	4 (Обследованные по с...	1 (Мужчины)	1 (Город)	1 (Лица 30-49 лет)	Не определено	ВИЧ	726
2	2	1 (Профилактическая ц...	0 (Женщины)	1 (Город)	2 (Лица 18-29 лет)	Идентификатор	3	255
3	3	1 (Профилактическая ц...	1 (Мужчины)	1 (Город)	1 (Лица 30-49 лет)	Количественная	3	
4	4	2 (Обследованные по э...	1 (Мужчины)	1 (Город)	2 (Лица 18-29 лет)	Категориальная	ВИЧ	486
5	5	2 (Обследованные по э...	0 (Женщины)	1 (Город)	2 (Лица 18-29 лет)	Дата	3	632
6	6	3 (Обследованные по к...	0 (Женщины)	1 (Город)	3 (Лица 50 лет и старше)		4	

Формулировка гипотезы: нулевая и альтернативная гипотезы

Проведение исследования

Планирование
исследования

Сбор и
обобщение
данных

Анализ данных

Интерпретация
результатов



Гипотеза

Нулевая гипотеза (H_0) -

гипотеза, утверждающая, что никакого истинного различия между группами нет.

Пример H_0

Сравниваемые вмешательства одинаково эффективны.

Альтернативная гипотеза (H_1) -

гипотеза, утверждающая, что различия между группами не случайны, а отражают истинные различия между генеральными совокупностями, из которых получены выборки.

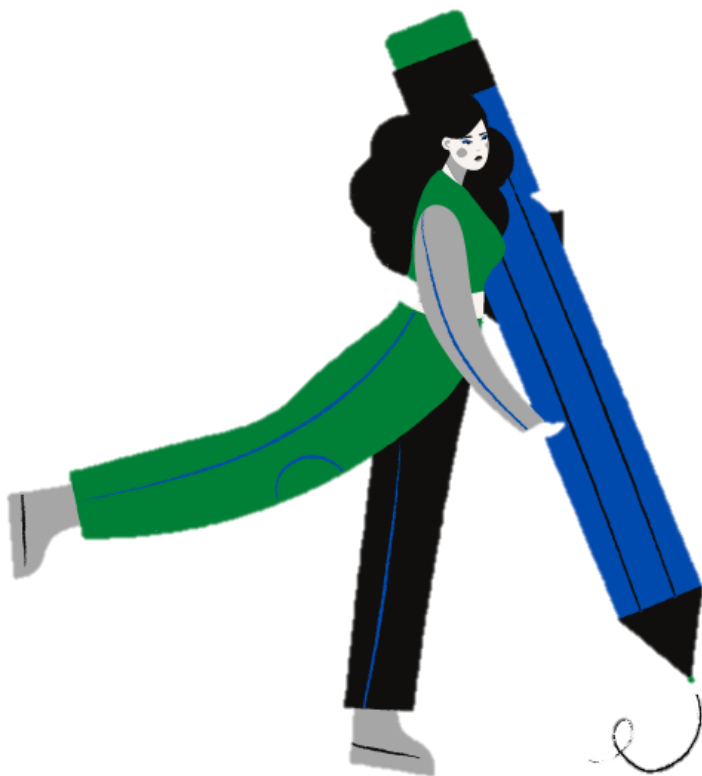
Пример H_1

Есть различия между сравниваемыми вмешательствами (один эффективнее другого).





Этапы проверки гипотез



1. Сформулировать нулевую и альтернативную гипотезы в исследовании.

2. Отобрать необходимые данные из выборки пациентов.

3. Вычислить значение статистики критерия, отвечающей нулевой гипотезе.

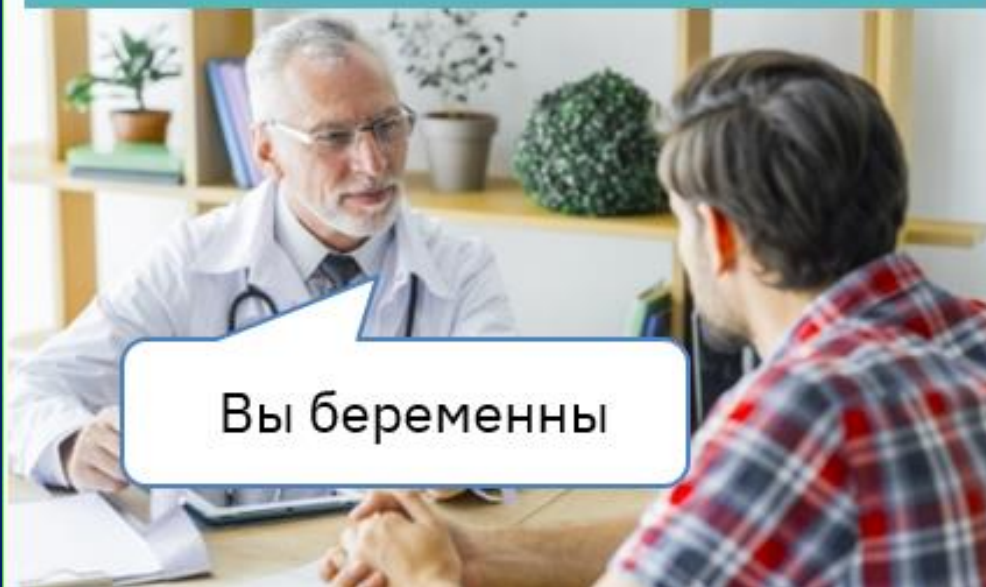
4. Сравнить числовое значение статистического критерия со значением из известного распределения вероятностей (для данного критерия).

5. Интерпретировать достигнутый уровень значимости p -значения и результаты.

Ошибки 1 и 2 рода

Ложноположительная

Ошибка 1 рода



Ложноотрицательная

Ошибка 2 рода





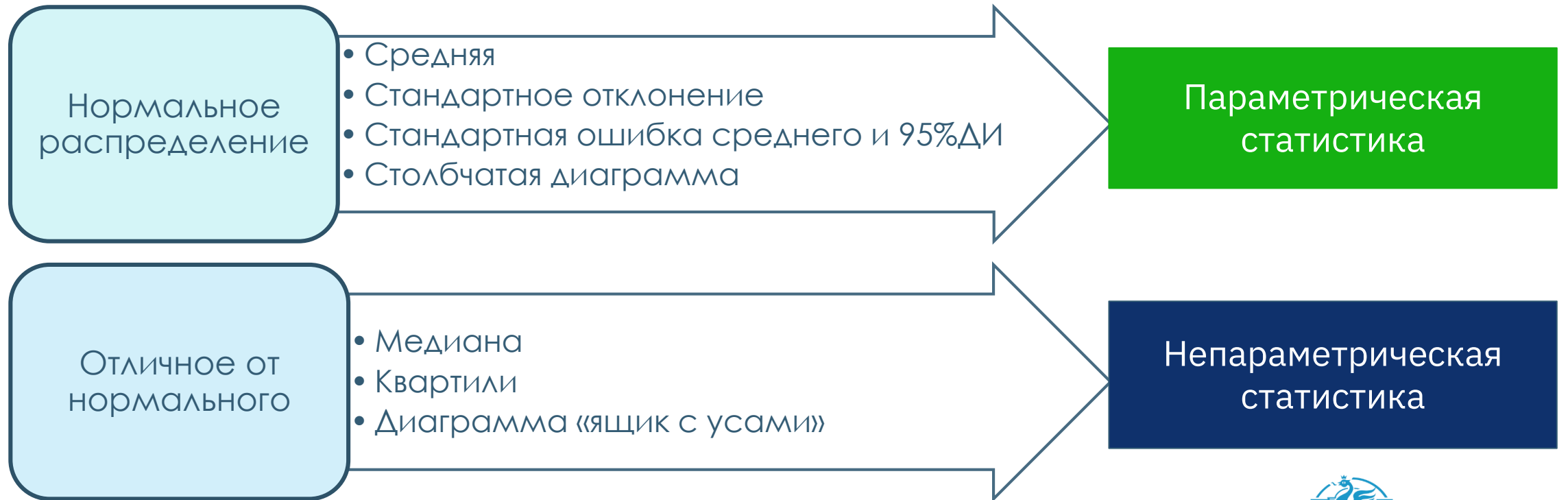
Наиболее употребляемые статистические критерии для проверки гипотез¹

Число сравниваемых групп	Независимые выборки	Парные выборки
Группы номинальных данных		
2 и более	Критерий хи-квадрат	Критерий МакНемара ²
Группы порядковых данных		
2	Критерий ранговых сумм Уилкоксона или U-критерий Манна-Уитни ²	Критерий знаков Уилкоксона ²
3 и более	Критерий Краскела-Уоллиса ²	Однофакторный дисперсионный анализ Фридмана ²
Группы непрерывных данных		
2	Критерий Стьюдента ³ , критерий ранговых сумм Уилкоксона, или U-критерий Манна-Уитни ²	Парный t-критерий ³ или критерий Уилкоксона ²
3 и более	Дисперсионный анализ (ANOVA или F-test) ³ или Критерий Краскела-Уоллиса ²	ANOVA повторных изменений ³ или однофакторный дисперсионный анализ Фридмана ²

¹ могут применяться и другие критерии ² непараметрические критерий ³ параметрический критерий

Источник: Как описать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов/ Т.А. Ланг, М. Сесик; пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. – М.: Практическая медицина, 2016. – 480 с.: ил.

Выбор методов проверки статистических гипотез (на примере количественных данных)



Параметрические и непараметрические методы



Параметрический критерий – это метод статистического вывода, который применяется в отношении параметров генеральной совокупности на основе расчета их оценок по выборочным данным.

В отличие от параметрических тестов – **непараметрические критерии (тесты)** позволяют исследовать данные без каких-либо допущений о характере распределения переменных.





Стратегия выбора метода при анализе количественных данных



Проверка однородности дисперсий (при анализе количественных данных)



Выбор критерия в зависимости от результата Levene's Test

Independent Samples T-Test

Independent Samples T-Test

		statistic	df	p
Возраст, полных лет	Student's t	-1.34	40.0	0.1867923614954218
	Welch's t	-1.34	36.8	0.1871916171146753
	Mann-Whitney U	167		0.2172598931753698

Assumptions

Test of Equality of Variances (Levene's)

	F	df	df2	p
Возраст, полных лет	0.0641	1	40	0.8014915755869740

Note. A low p-value suggests a violation of the assumption of equal variances

[3]

Group Descriptives

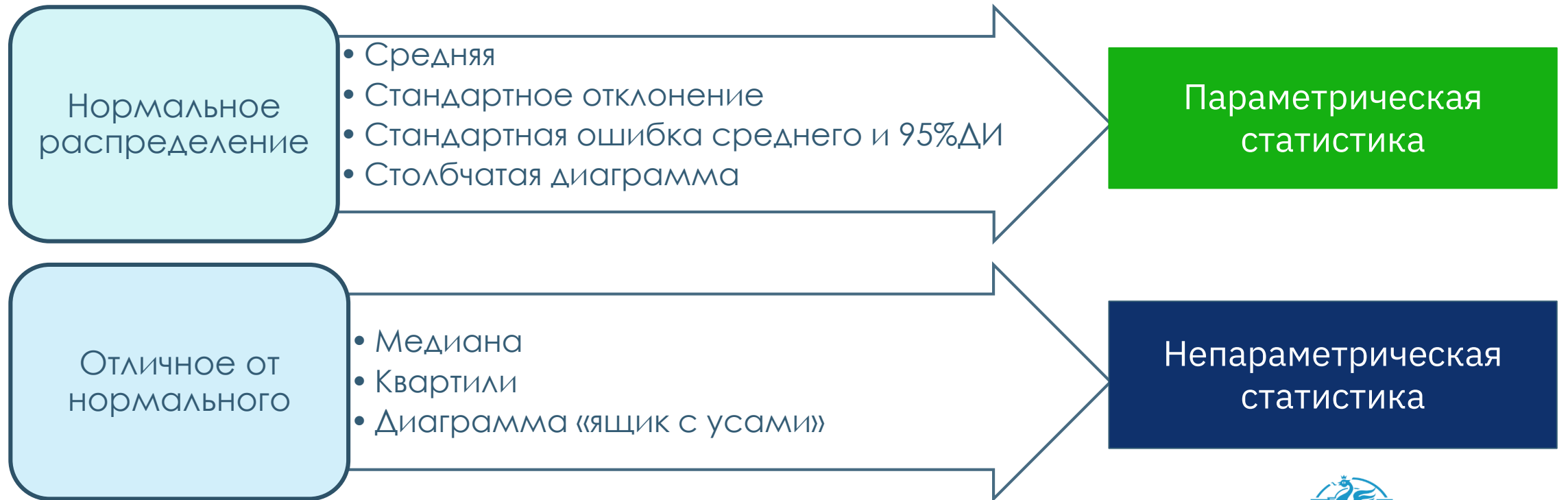
	Group	N	Mean	Median	SD	SE
Возраст, полных лет	не курящие	24	41.1	40.0	12.4	2.54
	курящие	18	46.3	49.0	12.4	2.92

$p=0,801$

Дисперсии
однородные, т.к.
 $p>0,05$



Выбор методов проверки статистических гипотез (на примере количественных данных)



Количественные данные

- Средние величины (M , Me , Mo)
- Меры вариабельности (SD , $Q1$ - $Q3$)
- Меры репрезентативности (m , $95\%CI$)

Средние величины

- ▶ М – средняя арифметическая, или средняя

$$M = \frac{\text{сумма всех наблюдений}}{\text{число наблюдений}}$$

- ▶ Me – медиана

- ▶ Значение в середине ранжированного ряда.

- ▶ Для целочисленных значений вариационного ряда может иметь дробную часть только ...,0 или ...,5

- ▶ Mo – мода

- ▶ Наиболее часто встречающееся значение

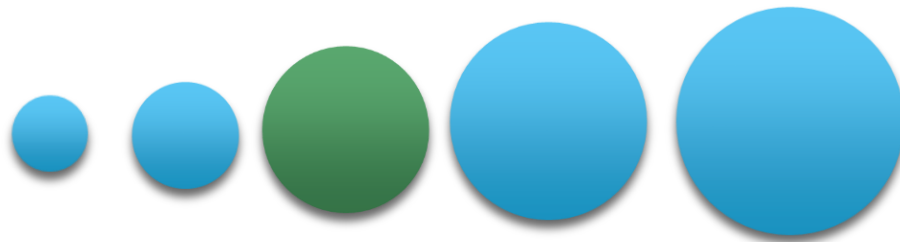
Пример расчета средней арифметической

	Должность	Зарплата (р/мес)
1	Директор	100.000
2	Помощник директора	50.000
3	Младший помощник директора	40.000
4	Старший работник 1	10.000
5	Старший работник 2	10.000
6	Работник	8.000
7	Младший работник 1	3.000
8	Младший работник 2	3.000
9	Младший работник 3	3.000
10	Младший работник 4	3.000

Средняя зарплата в трудовом коллективе = 22.000 рублей в месяц

Пример расчета медианы

- ▶ Нужно выстроить данные в порядке возрастания (или убывания)

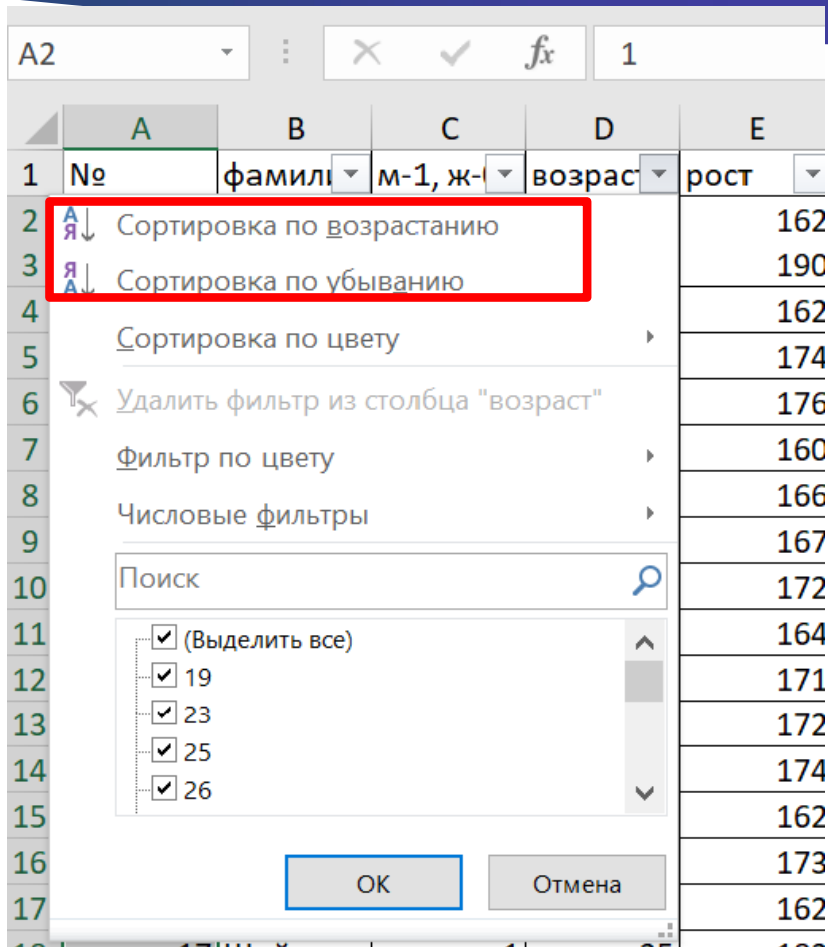


Найдите медиану:

1 ряд (нечетное число значений): 10,1, 7, 32, 3, 4, 25

2 ряд (четное число значений): 23, 43, 3, 7, 11, 55, 9, 67

Ранжирование в Microsoft Office Excel



Медиана – середина
вариационного ряда

Пример расчета медианы

1 ряд: 1, 3, 4, 7, 10, 25, 32



7

2 ряд: 3, 7, 9, 11, 23, 43, 55, 67



17

Пример расчета медианы

	Должность	Зарплата (р/мес)
1	Директор	100.000
2	Помощник директора	50.000
3	Младший помощник директора	40.000
4	Старший работник 1	10.000
5	Старший работник 2	10.000
6	Работник	8.000
7	Младший работник 1	3.000
8	Младший работник 2	3.000
9	Младший работник 3	3.000
10	Младший работник 4	3.000

Медианная зарплата в трудовом коллективе = $(8.000 + 10.000)/2 = 9.000$ рублей

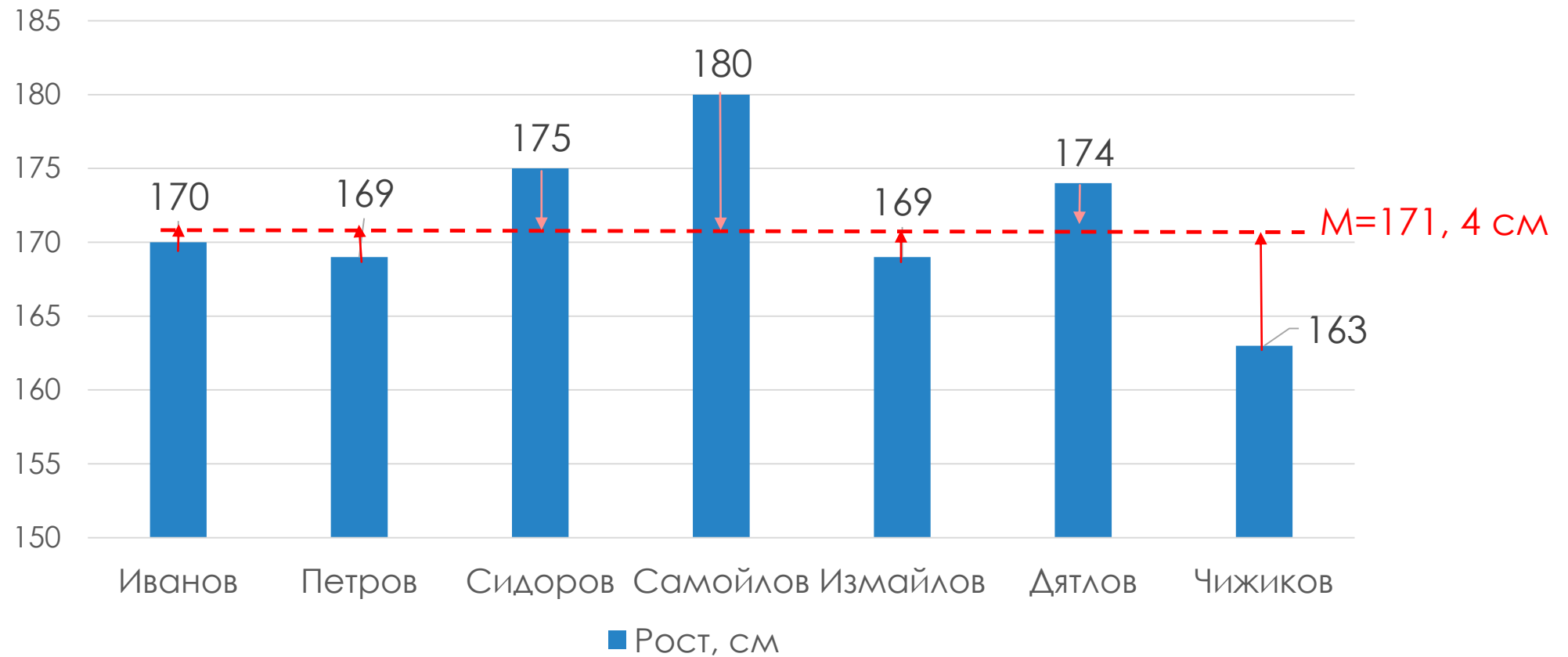
Меры вариабельности

- ▶ SD (σ - сигма) – стандартное/среднеквадратичное отклонение
- ▶ SD – standard deviation

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{cp})^2}{n - 1}}$$

- ▶ Квадратный корень из суммы квадратов отклонений каждого значения от среднего (d), деленной на n или $n-1$ (при $n < 30$).
- ▶ Единицы измерения (размерность) – как и у исходных данных

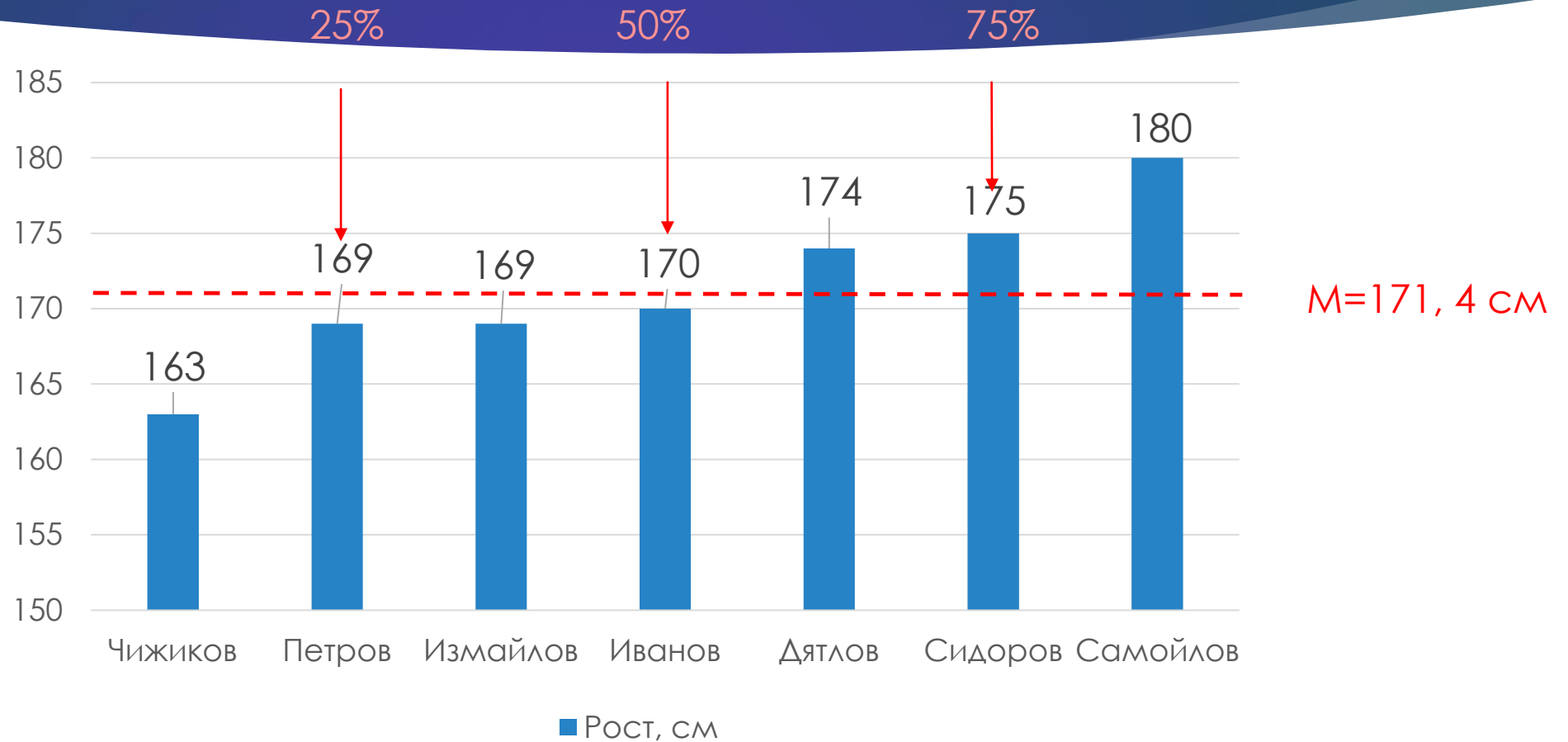
Стандартное/ среднеквадратичное отклонение



Меры вариабельности

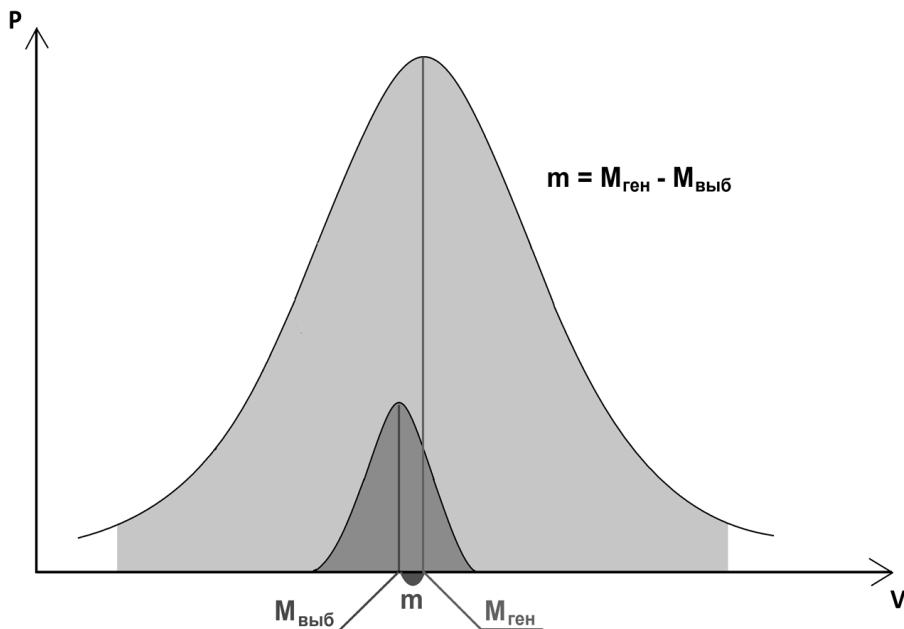
- ▶ ИКР – интерквартильный размах (range, IQR)
 - ▶ Разность Q1 и Q3 (или 75% и 25% перцентиля)
 - ▶ Могут иметь дробную часть (для целочисленных показателей):
только в виде...,0 ...,25 (... ,3) ...,5 ...,75 (... ,8)
- ▶ Единицы измерения (размерность) – как и у исходных данных
- ▶ Обычно представляются в виде значений квартилей: Q1-Q3
 - ▶ Me = 130 (Q1-Q3: 128-132)

Q1-Q3 квантили/ 25-75% перцентили



Меры репрезентативности*

Стандартная ошибка среднего (SEM , S.E. Mean, m) – отображает точность выборочного среднего, т.е. это мера соответствия выборочных данных генеральной совокупности



$$m = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Чем больше $SD(\sigma)$, тем больше m .
 m уменьшается с ростом числа участников исследования (n).

*Репрезентативность выборки - это способность выборки представлять изучаемые явления достаточно полно - с точки зрения их изменчивости в генеральной совокупности.

Меры репрезентативности

Доверительный интервал

Интервал значений, в котором с определенной долей вероятности (обычно 95%) можно ожидать нахождения генеральной средней.

Формула расчёта 95%ДИ:

$$95\% \text{ ДИ} = M - 1,96 * m; M + 1,96 * m$$

!!! Ошибочные суждения:

«95% ДИ – интервал, в котором находятся 95% данных»

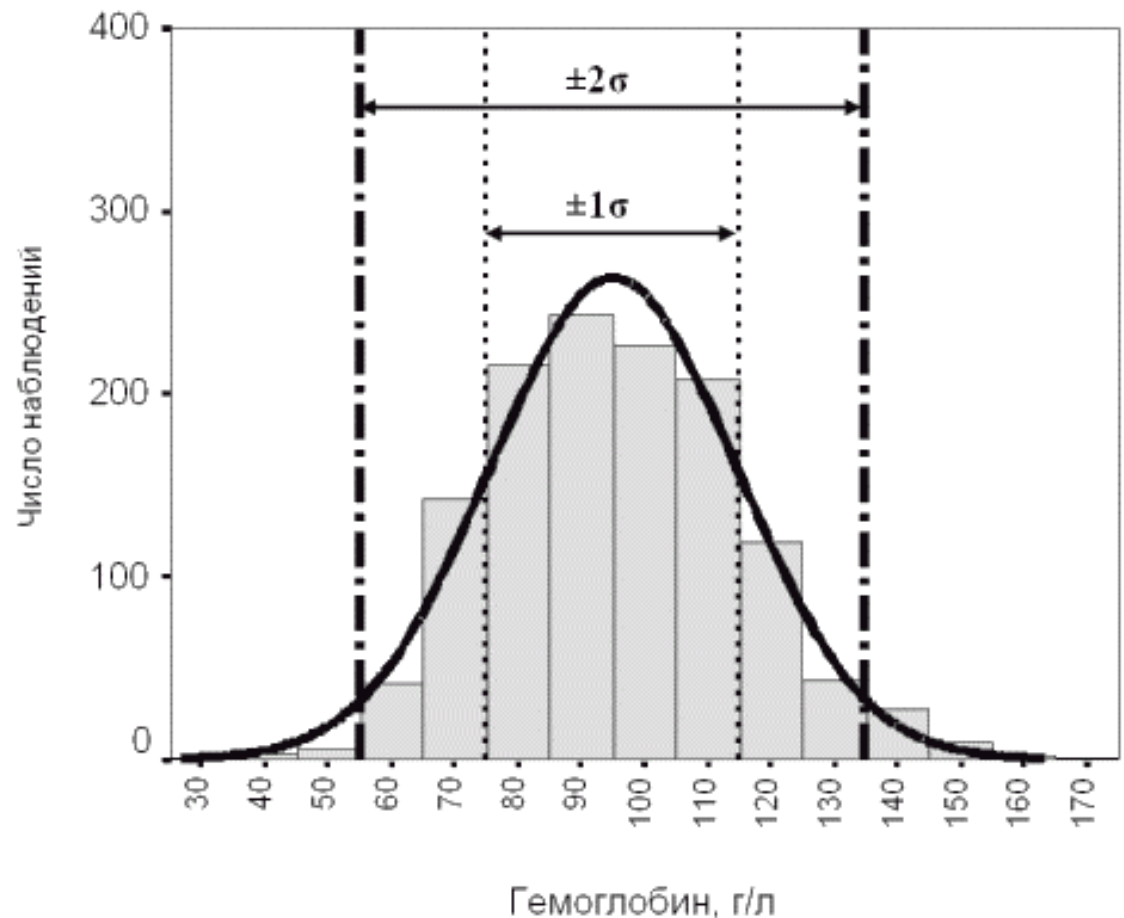
«95% ДИ равен $M \pm 2\sigma$ из правила Гаусса»

Интерпретация ДИ

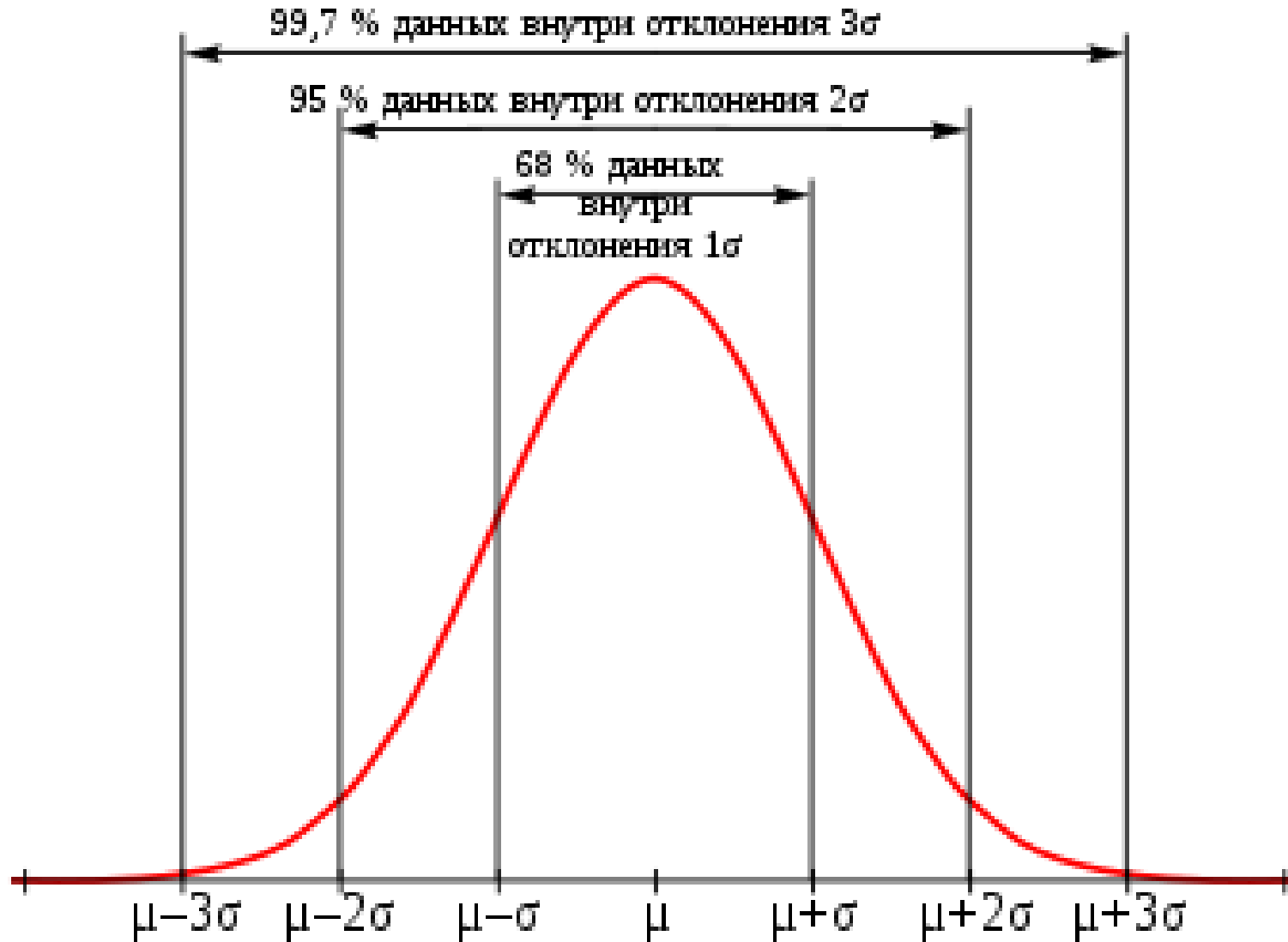
- ▶ Широкий ДИ – оценка неточная
- ▶ Узкий ДИ – точная оценка
- ▶ Исследования с небольшим набором данных дают более широкие 95%ДИ

Признаки нормального распределения переменных:

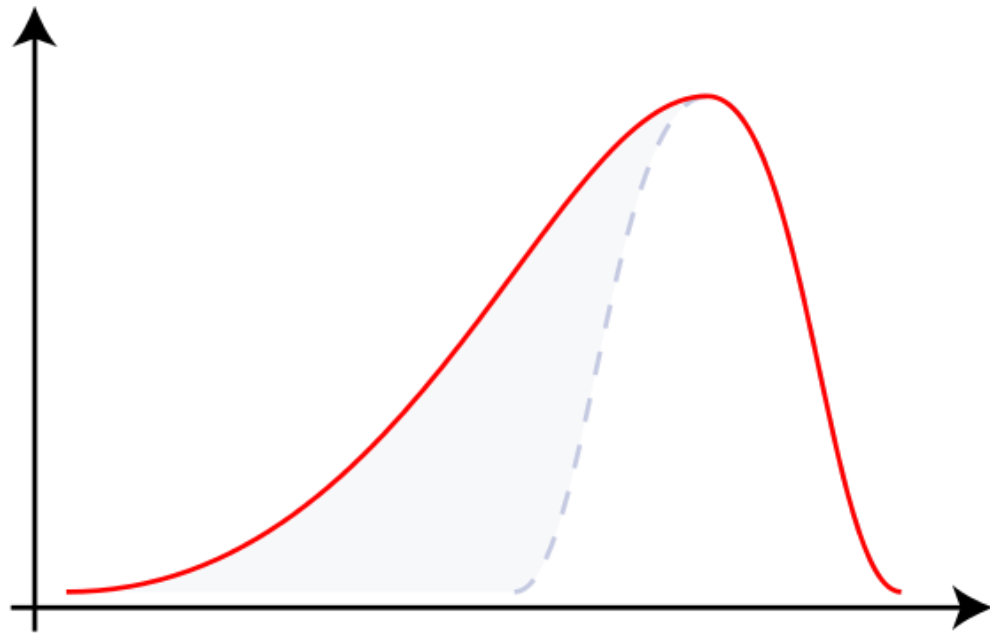
- $M = M_o$
- $M = M_e$
- Соблюдение «правила трех сигм» (правила Гаусса):
 - в интервале $M \pm 1\sigma$ – 68,3% участников исследования,
 - $M \pm 2\sigma$ – 95,4% участников исследования,
 - $M \pm 3\sigma$ – 99,7% участников исследования



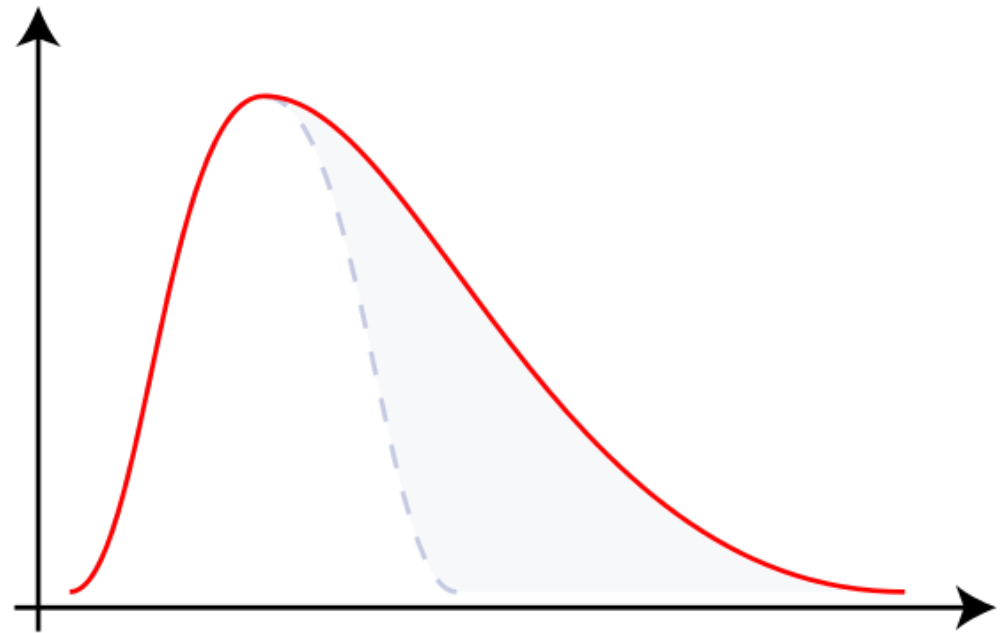
Нормальное распределение



Распределение отличное от нормального



Negative Skew



Positive Skew

Методы проверки на нормальность распределения количественных показателей

- 
1. Критерий Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса – при числе испытуемых более 50
 2. Критерий Шапиро-Уилка – при числе испытуемых менее 50
 3. Оценка показателей эксцесса и асимметрии
 4. Визуальный метод (анализ гистограммы)

Если $p < 0,05$ – распределение отличное от нормального

Если $p > 0,05$ – распределение нормальное



Стратегия выбора метода при анализе категориальных данных



Contingency Tables

Пол		Курение		Total
		не курящие	курящие	
женский	Observed	9	12	21
	Expected	12.0	9.00	21.0
	% within row	42.9 %	57.1 %	100.0 %
мужской	Observed	15	6	21
	Expected	12.0	9.00	21.0
	% within row	71.4 %	28.6 %	100.0 %
Total	Observed	24	18	42
	Expected	24.0	18.00	42.0
	% within row	57.1 %	42.9 %	100.0 %



Казанский Государственный
Медицинский Университет

min ожидаемое
явление в двух
ячейках менее 10

χ^2 Tests

	Value	df	p
χ^2	3.50	1	0.0613688291394020
χ^2 continuity correction	2.43	1	0.1189907208931237
Fisher's exact test			0.1179717985437079
N	42		

Выбор метода при
анализе
категориальных данных

Сравнение количественных и категориальных данных независимых групп

Задача – сравнить возраст и пол исследуемых в основной и контрольной группах



H_0 - группы не отличаются по полу и возрасту

H_1 - группы имеют различия по полу и возрасту

Описание результатов статистической обработки

Параметры	Случаи	Контроли	Уровень значимости p
Возраст, Ме (Q1-Q3)	37 (29-45,8) лет	35,5 (25-48,8) лет	0,476 (U-критерий Манна-Уитни = 5713)
<i>Возрастная группа</i>			0,705 (критерий $\chi^2 = 2,17$)
18-19 лет	3(2,7%)	1(0,9%)	
20-29 лет	30(27,3%)	35(31,8%)	
30-39 лет	30(27,3%)	29(26,4%)	
40-49 лет	24(21,8%)	19(17,3%)	
50 лет и более	23(20,9%)	26(23,6%)	
<i>Структура по полу</i>			0,225 (критерий $\chi^2 = 1,473$)
Мужчины	59(53,6%)	50(45,5%)	
Женщины	51(46,4%)	60(54,5%)	

Планирование исследования
Выбор статистического метода
Определение объема выборки

Расчет статистических величин:
Расчет относительных величин
Анализ динамического ряда
Прямой метод стандартизации
Показатели вариационного ряда
Расчет демографических показателей

Сравнение совокупностей по качественным признакам:
Относительный риск
Отношение шансов
Анализ четырехпольной таблицы (критерий хи-квадрат)
Критерий хи-квадрат для произвольных таблиц
Q-критерий Кохрена
Критерий Мак-Немара

Сравнение совокупностей по количественным признакам (параметрический анализ):
t-критерий Стьюдента для несвязанных совокупностей
t-критерий Стьюдента для связанных совокупностей

Сравнение совокупностей по количественным признакам (непараметрический анализ):
U-критерий Манна-Уитни

Онлайн калькуляторы для расчета статистических критериев

Выбор статистического метода

В данном сервисе реализован алгоритм выбора оптимальной методики статистического анализа, который позволит исследователю на основании информации о количестве сравниваемых совокупностей, типе распределения, шкале измерения переменных, определить наиболее подходящий статистический метод, статистический критерий.

[перейти к сервису](#)

Расчет относительных величин

Калькулятор позволит найти значение любой относительной величины по заданным параметрам: числителю, знаменателю, десятичному коэффициенту. Учитывается вид относительной величины для правильного обозначения вводимых данных и формирования грамотного ответа. Для каждого результата также выводится средняя ошибка m .

[перейти к вычислениям](#)

Оценка значимости различий средних величин по t-критерию Стьюдента

Данный статистический метод служит для сравнения двух средних величин (M), рассчитанных для несвязанных между собой вариационных рядов. Для вычислений также понадобятся значения средних ошибок средних арифметических (m). Примеры сравниваемых величин: среднее артериальное давление в основной и контрольной группе, средняя длительность лечения пациентов, принимавших препарат или плацебо.

[перейти к вычислениям](#)

Оценка значимости изменений средних величин при помощи парного t-критерия Стьюдента



Медицинская
Статистика

Выбор метода статистического анализа

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:
не определено

Цель статистической обработки:
не определена

Подходящие методы:

Двухвыборочный t-критерий
Стьюдента

Парный t-критерий Стьюдента

Линейная регрессия

Многофакторный дисперсионный
анализ (MANOVA)

Общая линейная модель

Логлинейный анализ

Дискриминантный анализ

Логистическая регрессия

Критерий Манна-Уитни

Критерий Краскела-Уоллиса

Однофакторный дисперсионный
анализ (ANOVA)

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:
не определено
одна
две
три и более

Цель статистической обработки:
не определена

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:
не определено

Цель статистической обработки:
не определена
сравнение связанных совокупностей
сравнение несвязанных совокупностей
нахождение связи между признаками
анализ выживаемости
определение нормальности распределения
описание совокупности
построение прогностической модели

<https://www.medstatistic.ru/calculators/calcchoice.html>



Казанский Государственный
Медицинский Университет



Пример использования сервиса по выбору метода статистического анализа

Медицинская
Статистика

Условия выбора

Число сравниваемых совокупностей:

две ▾

Цель статистической обработки:

сравнение несвязанных совокупностей ▾

Шкала измерения показателя

количественная ▾

Тип распределения совокупностей

не определен ▾

Подходящие методы:

Двухвыборочный t-критерий
Стьюдента

Критерий Манна-Уитни

Q-Критерий Розенбаума

Список литературы

- ▶ Эпидемиологическая диагностика. Руководство к практическим занятиям : учебное пособие / Л. П. Зуева, А. В. Любимова, К. Д. Васильев [и др.] ; под ред. Л. П. Зуевой. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 192 с.
- ▶ Власов, В. В. Эпидемиология : учебник / Власов В. В. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2021. - 496 с. - ISBN 978-5-9704-6189-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970461891.html>
- ▶ Бражников, А. Ю. Общая эпидемиология с основами доказательной медицины : руководство к практическим занятиям : учебное пособие / под ред. В. И. Покровского, Н. И. Брико. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 496 с. : ил. - 496 с. - ISBN 978-5-9704-4256-2. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970442562.html>
- ▶ Минасова, Е. Ю. Логика врачебного мышления / Е. Ю. Минасова // Бюллетень медицинских Интернет-конференций (ISSN 2224-6150). – 2018. – Т. 8, № 11. – С. 592-596.
- ▶ Наглядная медицинская статистика: учеб. пособие/ Петри А., Сэбин К.; перевод с англ. под ред. В.П. Леонова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 216 с.: ил.
- ▶ Как описать статистику в медицине: руководство для авторов, редакторов и рецензентов/ Т.А. Ланг, М. Сесик; пер. с англ. под ред. В.П. Леонова. – М.: Практическая медицина, 2016. – 480 с.: ил.
- ▶ Designing clinical research / Stephen B Hulley [et al.]. — 4th ed. 367 pp.
- ▶ Интернет-портал «Медицинская статистика». Доступно по ссылке: <https://www.medstatistic.ru/index.php>