

**Средние величины.  
Анализ вариационных рядов.  
Оценка достоверности различий средних и  
относительных величин.**

# Вариационные ряды

- **Вариационный ряд** – ряд, в котором сопоставлены (по степени возрастания или убывания) варианты и соответствующие им частоты
- **Варианты** ( $V$ ) – отдельные количественные выражения признака
- **Частоты** ( $P$ ) – числа, показывающие, сколько раз повторяются варианты

# Виды вариационных рядов

- *простой* – когда каждая варианта встречается только один раз.  
*Математически: все частоты равны 1.*
- *взвешенный* – когда одна или несколько вариантов повторяются.  
*В данном случае значения одной или нескольких частот – более 1.*

# Примеры вариационных рядов

- Простой:

Значения артериального давления у 10 обследованных пациентов (мм рт.ст.):

160; 162; 165; 170; 173; 180; 185; 186; 190; 200

Длительность амбулаторного приема у врача-хирурга (мин):

10; 12; 15; 16; 18; 20; 25; 30

# Примеры вариационных рядов

- Взвешенный:

Значения частоты сердечных сокращений у пациентов с тахикардией ( $\text{мин}^{-1}$ ):

ЧСС, $\text{мин}^{-1}$ , <b>V</b>	Число пациентов, <b>P</b>
100	3
112	5
120	6
124	4
128	2
<b>ВСЕГО:</b>	<b>20</b>

# Показатели вариационного ряда

Пример: средняя длительность стационарного лечения больных острым аппендицитом:

Средняя длительность лечения, койко-дни (V)	Число больных, чел. (P)
5	1
6	5
7	20
8	12
9	10
10	5
11	2
<b>Сумма:</b>	<b>55</b>

$n = 55$  ( $n$  - число исследуемых).

# Средние величины

- **Средняя арифметическая ( $M$ )** – характеризует большую совокупность однородных явлений

Средняя арифметическая  
простая

$$M = \frac{\sum V}{n}$$

Средняя арифметическая  
взвешенная

$$M = \frac{\sum V \cdot P}{n}$$

# Расчет средней арифметической

Длительность лечения (койко-дни), $V$	Число больных (чел.), $P$	$V \times P$
5	1	5
6	5	30
7	20	140
8	12	96
9	10	90
10	5	50
11	2	22
<b>Сумма:</b>	<b>55</b>	<b>433</b>

$$M = \frac{\sum(V \times P)}{n} = \frac{433}{55} = 7,87$$

# Средние величины

- **Мода ( $M_o$ )** – наиболее часто повторяющаяся варианта

Пример:  $M_o = 7$ , т.к. у большинства больных (20 человек) длительность стационарного лечения составляет 7 койко-дней.

- **Медиана ( $Me$ )** – значение варианты, делящей вариационный ряд пополам: по обе стороны от нее находится равное число вариантов

Пример:  $Me = V_{28} = 8$

# Показатели вариабельности ряда

Длительность лечения (койко-дни), $V$	Число больных (чел.), $P$	$V \times P$	Отклонение вариант от средней, $d$	$d^2$	$d^2 \times P$
5	1	5	-2,87	8,24	8,24
6	5	30	-1,87	3,50	17,5
7	20	140	-0,87	0,76	15,2
8	12	96	0,13	0,02	0,24
9	10	90	1,13	1,28	12,8
10	5	50	2,13	4,54	22,7
11	2	22	3.13	9,80	19,6
<b>Сумма:</b>	<b>55</b>	<b>433</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>96,28</b>

# Показатели variability ряда

- **Среднее квадратическое отклонение** (*сигмальное отклонение, сигма*) – определяет степень варьирования данных

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2 \cdot P}{n}}$$

Если  $n > 30$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum d^2 \cdot P}{n - 1}}$$

Если  $n \leq 30$

Пример:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{96,28}{55}} = \pm 1,33$$

# Показатели вариабельности ряда

- **Коэффициент вариации** – определяет степень колеблемости вариационного ряда

$$C_v = \frac{\sigma}{M} \times 100\%$$

$$C_v = \frac{1,33}{7,87} \times 100\% = 16,9\%$$

## Критерии значений $C_v$ :

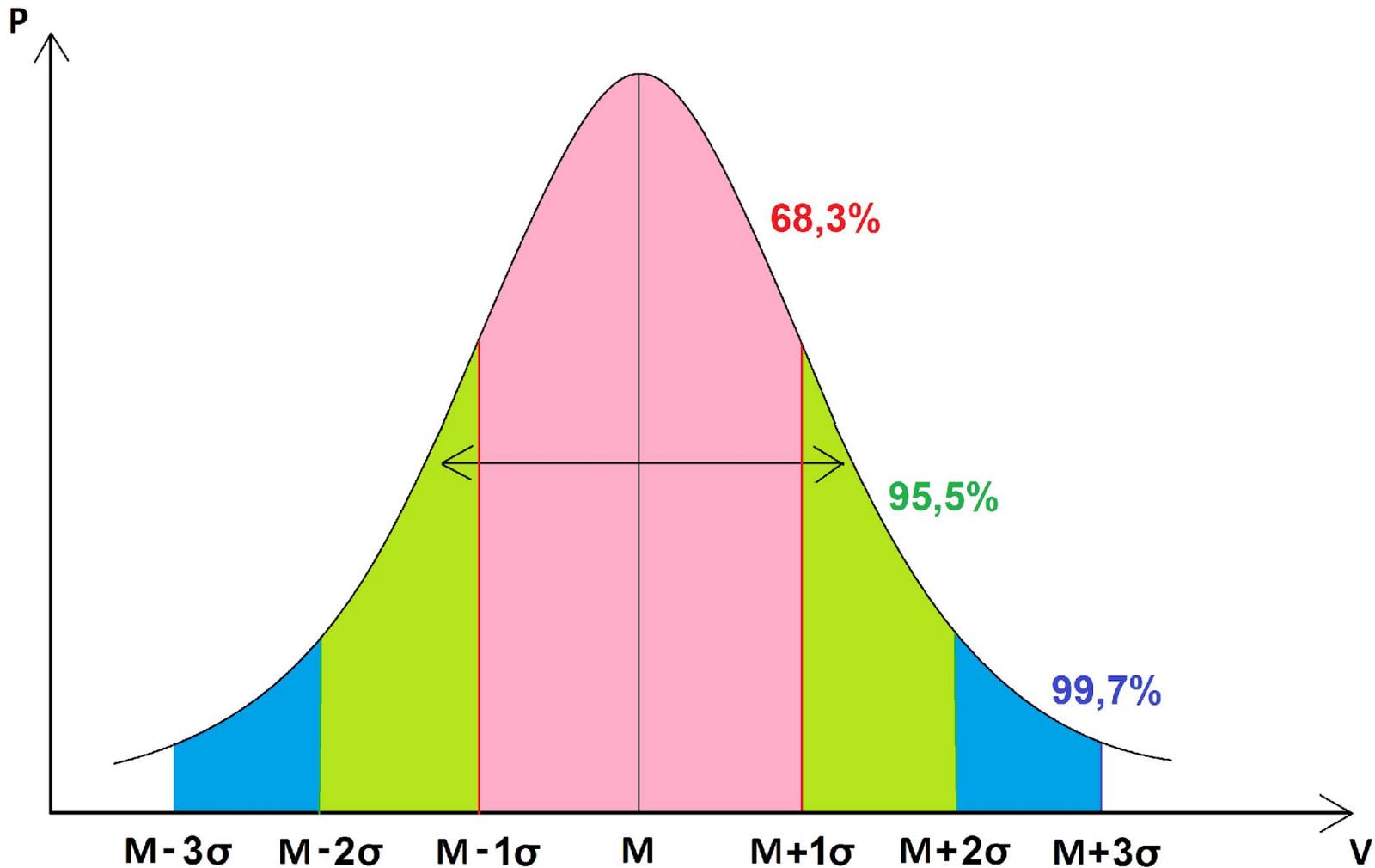
<10% - слабая колеблемость

10-20% - средняя колеблемость

>20% - сильная колеблемость

# Закон нормального распределения вариационного ряда

(правило «трёх сигм»)



# Средняя ошибка средней арифметической

- **Случайные ошибки репрезентативности** – разность между средними или относительными величинами, которые получены в выборочной совокупности и которые были бы получены при изучении генеральной совокупности.
- **Средняя ошибка средней арифметической ( $m$ ):**

$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}}$$

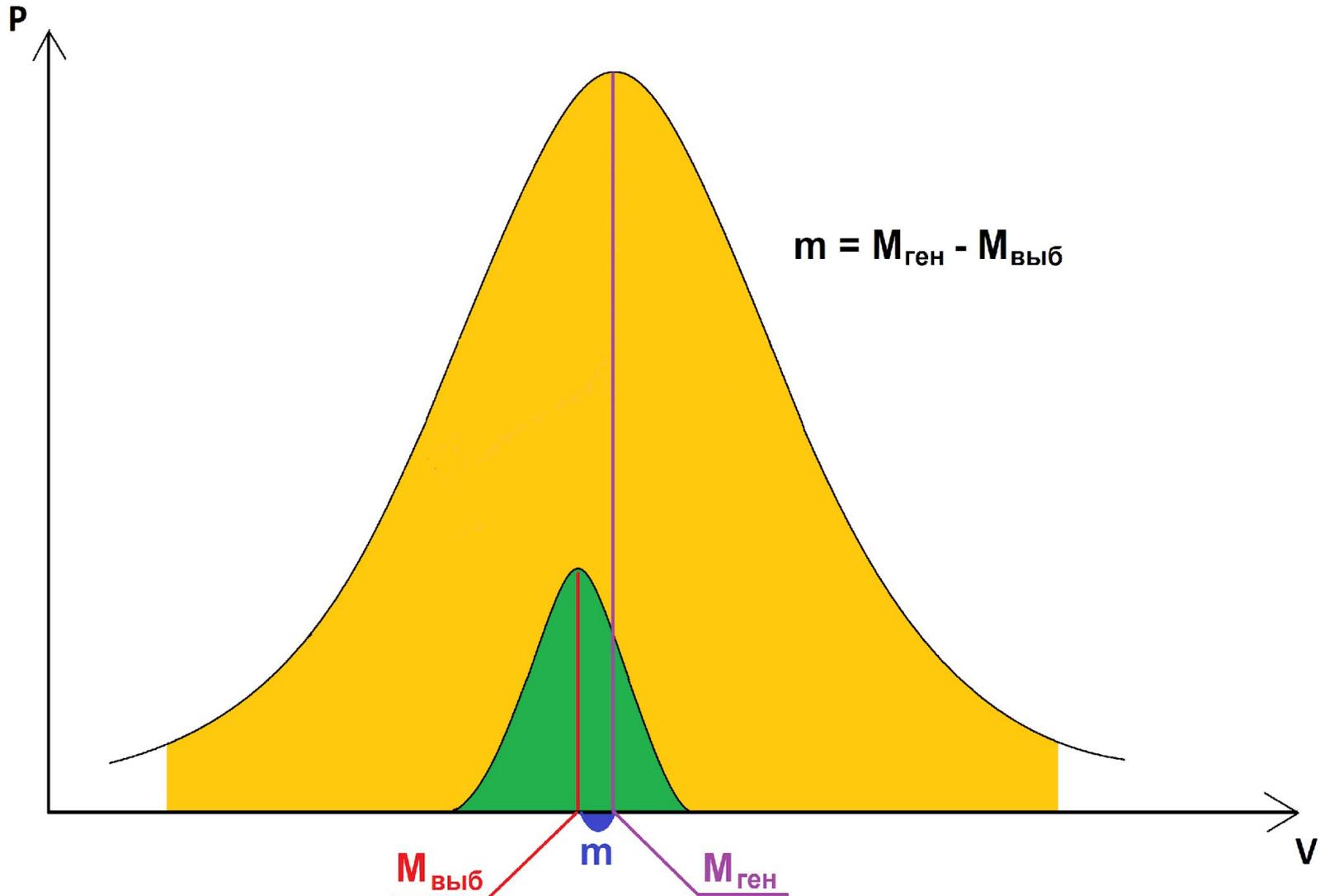
Если  $n \leq 30$

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

Если  $n > 30$

**Пример:**  $m = \pm \frac{1,33}{\sqrt{55}} = \pm 0,18$

# Средняя ошибка средней арифметической



# Оценка достоверности различий средних величин

## Пример:

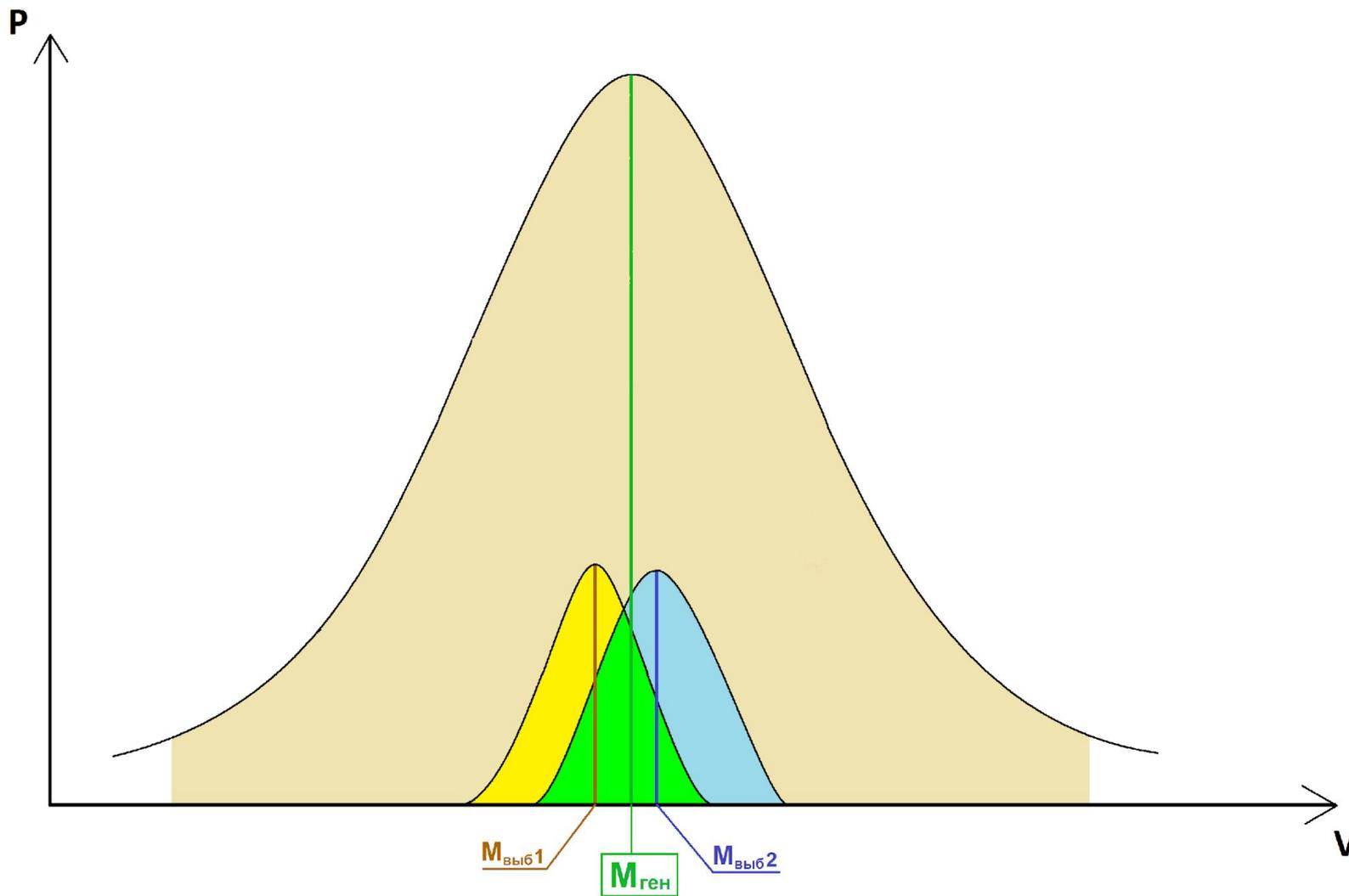
Средняя длительность стационарного лечения больных острым аппендицитом, прооперированных лапаротомным методом, составила 7,87±0,18 койко-дней.

Средняя длительность стационарного лечения больных острым аппендицитом, прооперированных лапароскопическим методом, составила 6,85±0,23 койко-дней.

**Вопрос:** *Достоверно ли сокращение длительности стационарного лечения больных острым аппендицитом, прооперированных лапароскопическим методом по сравнению с контрольной группой?*

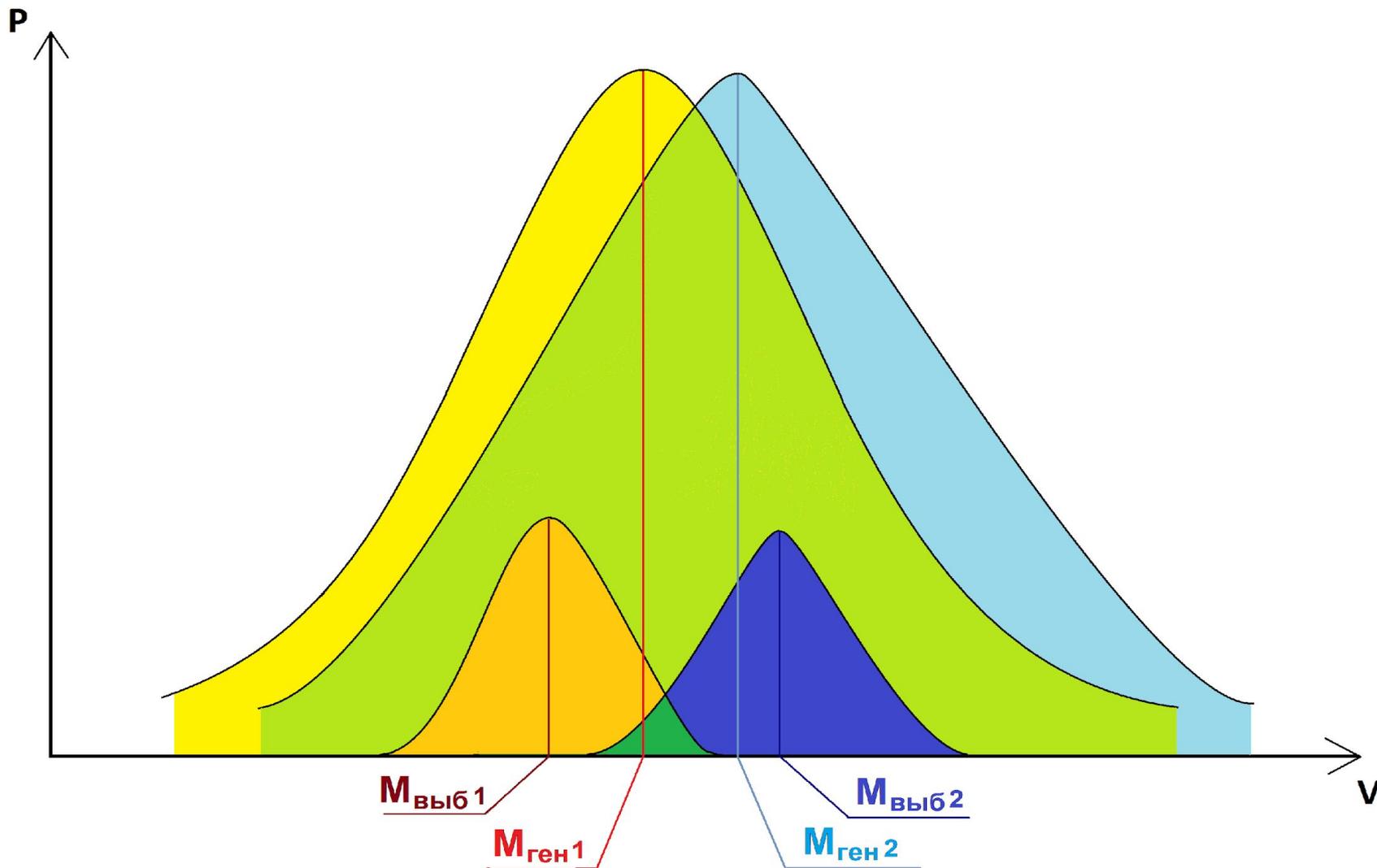
# Оценка достоверности различий средних величин:

различия не достоверны



# Оценка достоверности различий средних величин:

различия достоверны



# t-критерий Стьюдента

Разработан английским химиком У.Госсетом, (1908г., публикация в журнале «Биометрика» под псевдонимом «Student»)

$$t = \pm \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

**Пример:**  $t = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} = \frac{7,87 - 6,85}{\sqrt{0,18^2 + 0,23^2}} = 3,5$

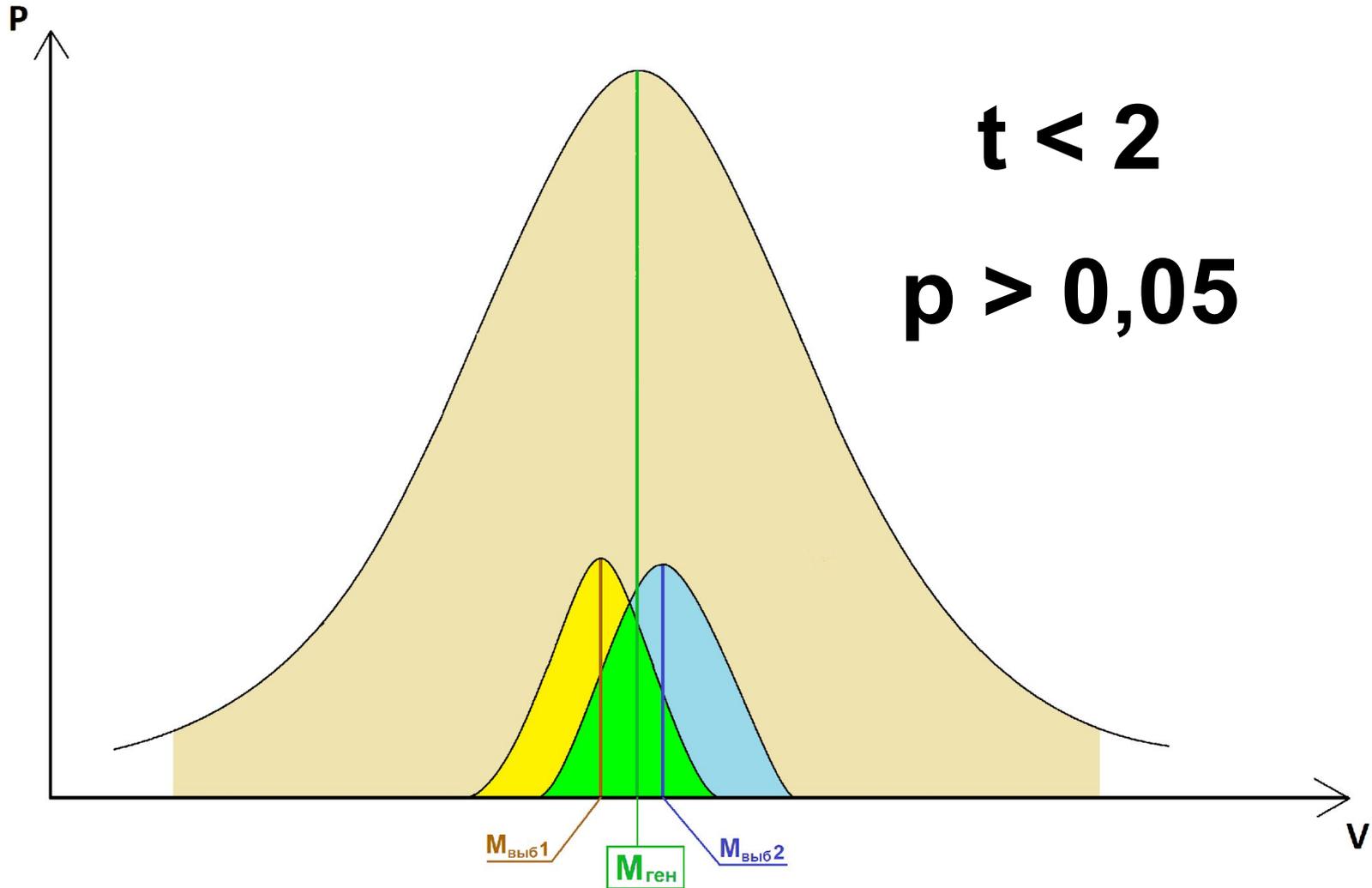
**t < 2** → **p > 0,05** – различия статистически не значимы

**t > 2** → **p < 0,05** – различия статистически значимы

**p – уровень значимости (вероятность ошибки)** – вероятность того, что две выборочные совокупности принадлежат одной генеральной совокупности, или вероятность того, что мы сочли различия существенными, а они на самом деле случайны

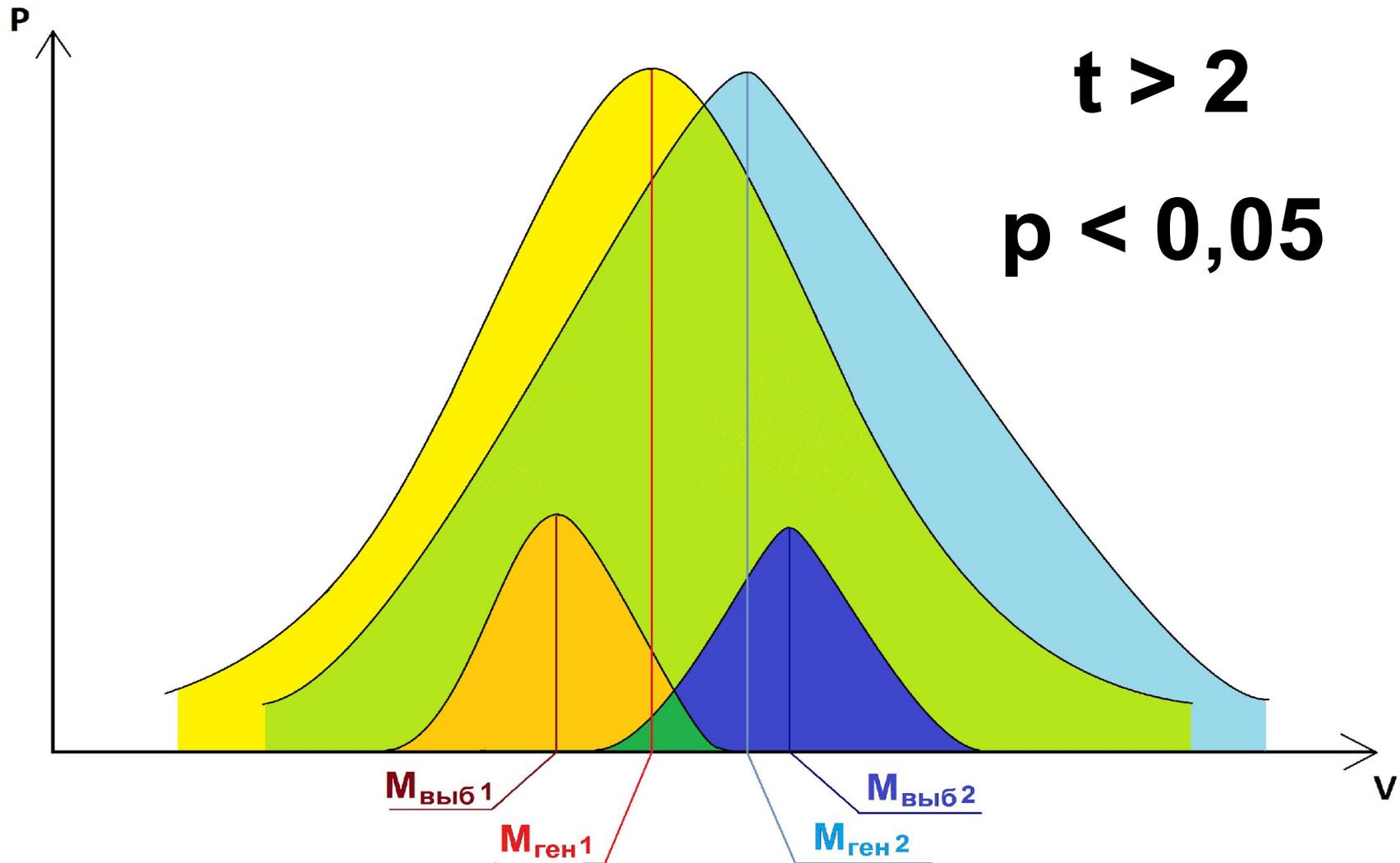
# Оценка достоверности различий средних величин:

различия статистически не значимы



# Оценка достоверности различий средних величин:

различия статистически значимы



# Парный t-критерий Стьюдента

$$t = \pm \frac{Md}{m}$$

Используется в случае сравнения результатов измерений в одной и той же группе исследуемых до и после эксперимента

где:  $Md$  – средняя арифметическая изменений показателя для каждого исследуемого ( $d$ ),

$m$  – ее средняя ошибка (вычисляется по обычной формуле)

# Условия применения t-критерия Стьюдента

1) Сравнимые выборки должны соответствовать закону нормального распределения:

- $M_o \approx M_e \approx M$ ;
- соблюдается «правило трех сигм»

2) Дисперсии сравниваемых выборок – одинаковы (гомоскедастичны).

Это условие проверяется с помощью специальных статистических тестов.

# Примеры ошибочных формулировок

1. Подсчет среднего количества  $M \pm m$  производили по методу Стьюдента.
2. Статистическую обработку данных производили по методу Стьюдента с применением критерия хи-квадрат.
3. Результаты обрабатывали статистически с определением средней арифметической, стандартной ошибки и доверительного интервала при  $P > 0,05$ .
4. Корреляционный анализ проводили путем сравнения двух групп с помощью критерия  $t$ .
5. Материал обрабатывали статистически по методу Кучеренко.
6. Достоверность значений определяли по  $t$ -критерию Стьюдента
7. Статистическая обработка материала произведена с использованием мини-ЭВМ "Искра-1256" по стандартным программам.