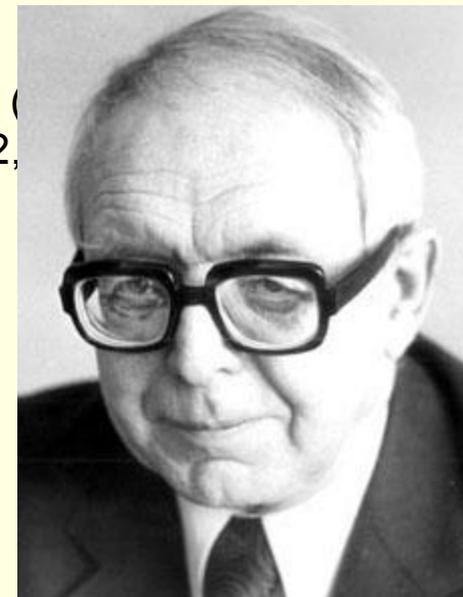


# Роль математики в медицине

---

**Лев Дмитриевич Кудрявцев** (25 марта (25 марта 1923)  
— 17 февраля — 17 февраля 2012 — 17 февраля 2012,  
член-корреспондент АН СССР  
по отделению математики

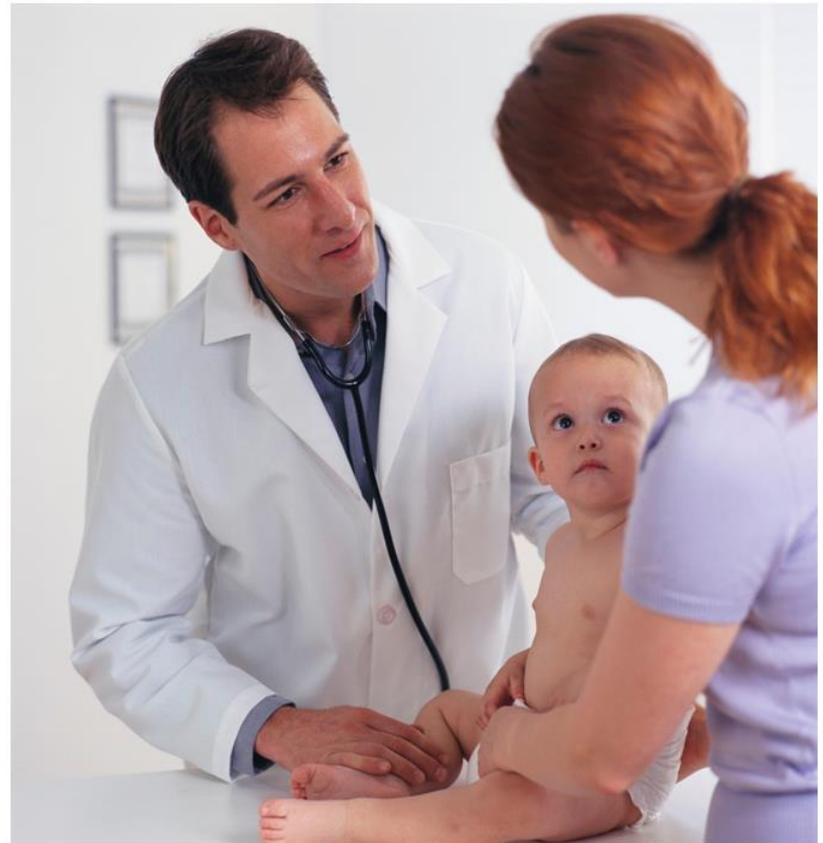


«... нельзя обучить приложениям математики, не научив самой математике.»

Л.Д. Кудрявцев

# Применение математики в медицине

- для правильного расчета количества таблеток и капсул
- объема лекарственного средства для различного вида инъекций
- для вычисления дозы лекарственных средств при парентеральном введении и скорости внутривенного введения лекарственных средств



# Справка

---



- **Парентеральное введение** лекарственных средств — это такие пути **введения** лекарственных средств в организм, при которых они минуя желудочно-кишечный тракт, в отличие от перорального способа применения лекарств. Это прежде всего инъекции и ингаляции.

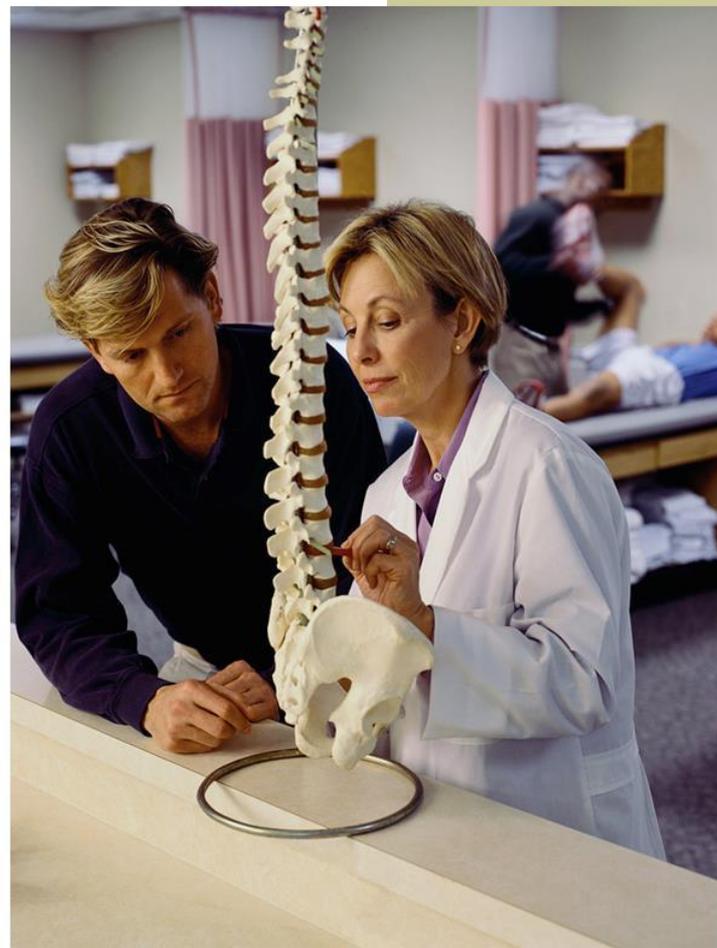
# Проценты в фармации



- Одна из основных задач фармакологии – разработка лекарственных препаратов, помогающих в борьбе с тем или иным заболеванием.
- Фармацевты, опытным путем, используя теоретическое знание, составляют растворы лекарственных веществ в таких пропорциях, чтобы оказать помощь организму человека, и в то же время, не нанести вред.

# *Проценты, их использование в анатомии и физиологии*

- Каждый человек имеет индивидуальные параметры, определяющие его физическое развитие: рост, вес, жизненная емкость легких и т. п., причем значения этих параметров могут сильно варьировать для некоторой группы людей, оставаясь при этом в пределах нормы. Указать среднее значение параметра физического развития (значение в норме) позволяет математическое понятие - «процент».



# *Математика в терапии*



В обязанности мед работника при различных обстоятельствах входит:

*измерение температуры тела больного,*

*измерение артериального давления,*

*нормы сердечного биения, сокращения мышц сердца, удары сердца в минуту*

*расчет в зависимости от веса больного правильной дозировки лекарственных средств*

Чтобы вводить лекарственные препараты, необходимо *рассчитать концентрацию раствора* и лекарственное вещество *развести* перед инъекцией.

# **Лекция.**

## **«Использование точных и приближенных значений величин в медицине»**

### **План.**

- 1. Вступление. Постановка проблемы.**
- 2. Числа точные и приближенные.**
- 3. Округление.**
- 4. Погрешности измерений.**
- 6. Задания для работы по теме лекции.**



# 1. Числа точные и приближенные.

Числа, с которыми мы встречаемся на практике, бывают двух родов.

Одни дают истинное значение величины, другие - только приблизительное.

Первые называют **точными**,

вторые - **приближенными**.

- Чаще всего удобно пользоваться приближенным числом вместо точного, тем более, что во многих случаях точное число вообще найти невозможно.



## Например.

- В больничной палате 5 коек.  
число 5 - точное.



- Рост ребенка в 1 год 80см.  
число 80 - приближенное,  
так как наши измерительные инструменты не абсолютно точны.



## Результаты действий с числами дают:

**с приближенными числами приближенные числа.**

Например.

Во время эпидемии 60% жителей Санкт-Петербурга болеют гриппом. Это приблизительно 3 млн человек.

**с точными числами**

- точное числа

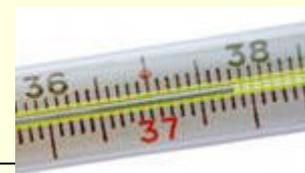
Например.

В аудитории на лекции по математике 65 человек.

- приближенные числа

Например.

Средняя температура тела пациента в течение дня 37,3 :  
утро: 37,2 ; день: 36,8 ; вечер 38 .



## Теория приближенных вычислений позволяет:

- 1) зная степень точности данных, оценить степень точности результатов;
- 2) брать данные с надлежащей степенью точности, достаточной для обеспечения требуемой точности результата;
- 3) рационализировать процесс вычисления, освободив его от тех выкладок, которые не окажут влияния на точность результата.



## 2. Округление.

Одним из источников получения приближенных чисел является округление. Округляют как приближенные, так и точные числа.





- **Округлением** данного числа до некоторого его разряда называют замену его новым числом, которое получается из данного путем отбрасывания всех его цифр, записанных правее цифры этого разряда, или путем замены их нулями.

$$6\overset{\bullet}{3}|74,8 \approx 6400,0$$

## При этом учитывают следующее:

- 1) если первая (слева) из отбрасываемых цифр **менее 5**, то последнюю оставленную **цифру не изменяют** (округление с недостатком);
- 2) если первая отбрасываемая цифра **больше 5 или равна 5**, то последнюю оставленную цифру **увеличивают на единицу** (округление с избытком).

Округление:

- а) **до десятых**  $12,\underline{3}4 \approx 12,3$ ;
- б) **до сотых**  $3,2\underline{4}65 \approx 3,25$ ;  
 $1038,7\underline{8}5 \approx 1038,79$ .
- в) **до тысячных**  $3,43\underline{3}5 \approx 3,434$ .
- г) **до тысяч**  $1\underline{2}375 \approx 12\ 000$  ;  
 $32\underline{0}729 \approx 321000$ .



*Величины, наиболее часто измеряемые в медицине:*

*масса  $m$ , длина  $l$ , скорость процесса  $v$ , время  $t$ , температура  $t$ , объём  $V$  и т.д.*

**Измерить физическую величину –  
это значит сравнить её с однородной величиной, принятой  
за единицу.**

*Единицы измерения физических величин:*

### **О с н о в н ы е**

Длина - **1 м** - (метр)

Время - **1 с** - (секунда)

Масса - **1 кг** - (килограмм)

### **П р о и з в о д н ы е**

Объём - **1 м<sup>3</sup>** - (метр кубический)

Скорость - **1 м/с** - (метр в секунду)

\*

## Приставки к названиям единиц:

**Кратные приставки** - увеличивают в 10, 100, 1000 и т.д. раз

**Г** - гекто (  $\times 100$ )      **К** – кило (  $\times 1000$ )      **М** – мега (  $\times 1000\ 000$ )

1 км ( километр)

1 км = 1000 м =  $10^3$  м

1 кг (килограмм)

1 кг = 1000 г =  $10^3$  г

**Кратные приставки используют при измерении больших расстояний, масс , объемов, скоростей и т. п.**

**Дольные приставки** – уменьшают в 10, 100, 1000 и т.д. раз

**д** – деци (  $\times 0, 1$ )      **с** – санти (  $\times 0, 01$ )      **м** – милли (  $\times 0, 001$ )

1 дм (дециметр) 1дм = 0,1 м

1 см (сантиметр) 1см = 0,01 м

1 мм (миллиметр) 1мм = 0,001 м

**Дольные приставки используют при измерении малых расстояний, скоростей, масс, объёмов и т.п.**

\*

Вес твёрдых веществ измеряется в граммах (г) или меньших, чем грамм:

- 1 дециграмм (дг) = 0,1 грамма
- 1 сантиграмм (сг) = 0,01 грамма
- 1 миллиграмм (мг) = 0,001 грамма
- 1 децимиллиграмм (дмг) = 0,0001 грамма
- 1 сантимиллиграмм (смг) = 0,00001 грамма
- 1 микрограмм (мкг) = 0,000001 грамма

## Объем жидких веществ измеряется в миллилитрах (мл). каплях

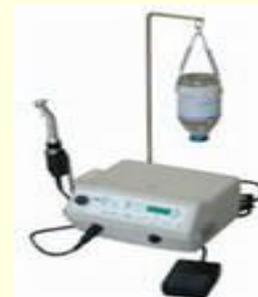
---

- 1 мл водного раствора содержит 20 капель
- 1 мл масляного раствора содержит 30 капель
- 1 мл спиртового раствора содержит 60 капель

Некоторые растворы дозируются  
ложками:

- 1 столовая ложка – 15 мл
- 1 десертная ложка – 10 мл
- 1 чайная ложка – 5 мл

Для диагностики, лечения, профилактики заболеваний в медицине используется различная измерительная медицинская аппаратура.



# Термометр.



Во-первых, нужно учесть **верхний и нижний пределы измерений**.

**Нижний предел** – это минимальное, а **верхний** – максимальное измеряемое значение.

Если неизвестно предполагаемое значение измеряемой величины, лучше взять прибор с «запасом».

Например, измерение температуры горячей воды не стоит проводить уличным или комнатным термометром.

Лучше найти прибор с верхним пределом 100 °С.

Во-вторых, нужно понять, **насколько точно** должна быть измерена величина.

Так как **погрешность измерений зависит от цены деления**,

для более точных измерений выбирается прибор с меньшей ценой деления.

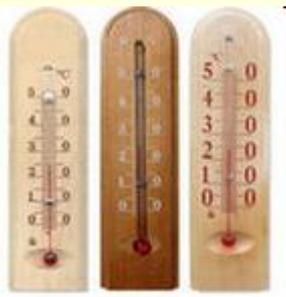


## Погрешности измерений.

Для измерения разных диагностических параметров величин нужен свой прибор.

Например, длину измеряют линейкой, а температуру – термометром.

Но линейки, термометры, тонометры и другие приборы бывают разными, поэтому чтобы измерить какую-либо физическую величину, нужно выбрать подходящий именно для этого измерения прибор.



## Цена деления прибора.



Температуру тела человека нужно определять точно, лекарства вводить строго определенное количество, поэтому

Цена делений шкалы измерительного прибора – важная характеристика каждого прибора.

Правило для вычисления цены деления прибора..

Чтобы подсчитать цену делений шкалы, нужно:

- выбрать на шкале два ближайших оцифрованных штриха;
- сосчитать количество делений между ними;
- разность значений около выбранных штрихов разделить на количество делений.

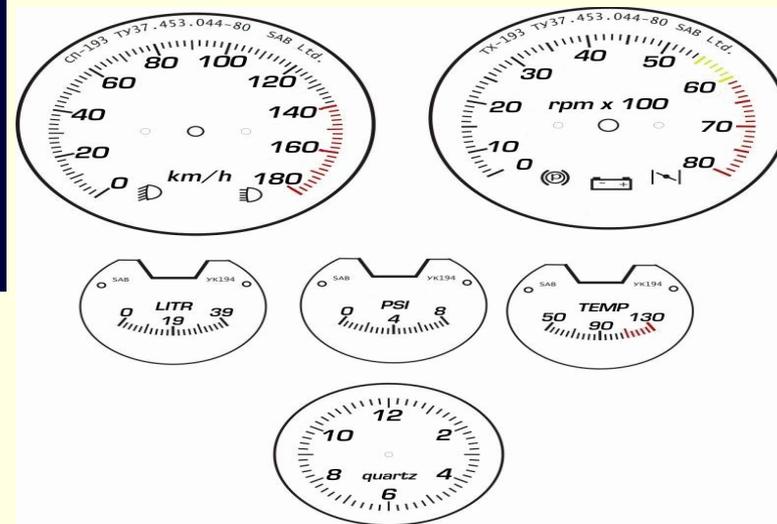
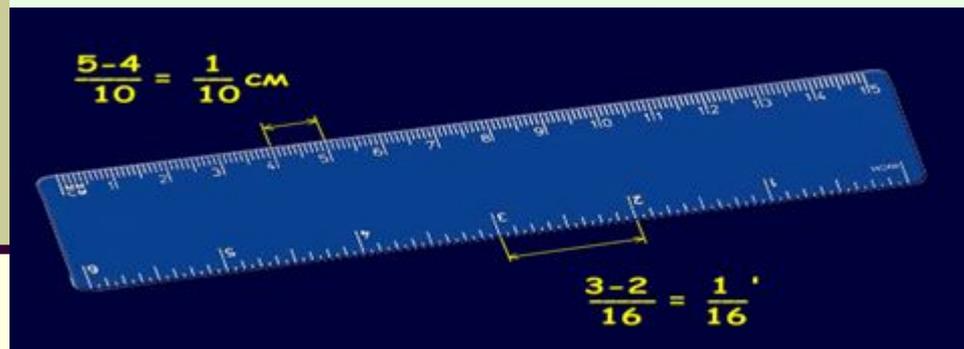
## Цена деления прибора.

$a_1, a_2$  – пара ближайших числовых значений на шкале

$n$  – количество делений шкалы между этими значениями

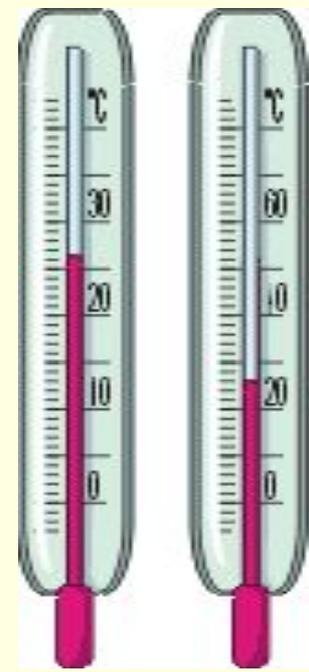
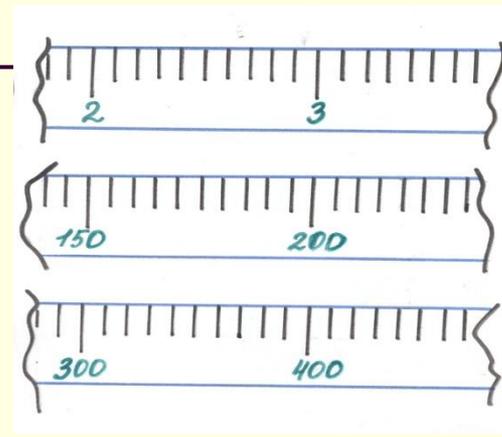
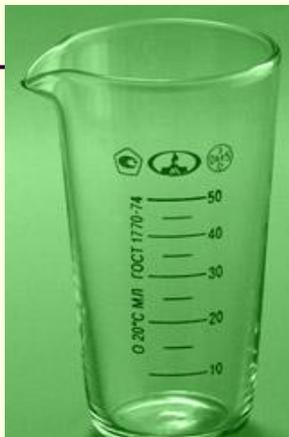
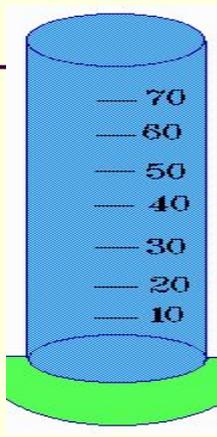


Цена деления  
 $(50-30)/4=5 \text{ (мл)}$



Цена деления:  
 $(40-20)/10=2 \text{ км/ч}$ ,     $(20-10)/10= 1\text{грам}$ ,  
 $(39-19)/10=2 \text{ LITR}$ ,     $(8-4)/10=0,4 \text{ psi}$ ,  
 $(90-50)/10= 4 \text{ темп}$ ,     $(4-2)/10=0,2 \text{ с}$

# Определите цену деления приборов:



## Абсолютная погрешность измерения.

---



При проведении любых измерений неизбежно возникают ошибки. Эти ошибки обусловлены различными факторами.

Все факторы можно разделить на три части:

**ошибки**, вызванные несовершенством **приборов**;

**ошибки**, вызванные несовершенством **методов** проведения измерений;

**ошибки** обусловленные влиянием **случайных** факторов, от которых невозможно избавиться.

- Измеряя какую-либо величину, хочется знать не только её значение, но и то, насколько этому значению можно доверять, насколько оно точно.
- Для этого необходимо знать, насколько истинное значение величины может отличаться от измеренного.
- Для этих целей вводится понятие **абсолютной** и **относительной** погрешностей.

## Абсолютная и относительная погрешности.



**Абсолютная погрешность** показывает, на сколько реальное значение физической величины отличается от измеренного.

Она зависит от самого **прибора** (инструментальная погрешность) и от процесса **измерений** (погрешность отсчёта по шкале).

Инструментальная погрешность должна быть указана в паспорте прибора (как правило, она равна **цене деления прибора**).

Погрешность отсчёта обычно принимают равной **половине цены деления**.

- **Абсолютной погрешностью приближенной величины называется разность**

$$\Delta x = |x - x_0|,$$

где  $x_0$  - приближенное значение, а  $x$  – точное значение измеряемой величины

или иногда вместо  $x$  употребляют  $A$

$$\Delta A = |A - A_0|.$$

# Абсолютная и относительная погрешности.

## Пример.

- Известно, что  $-0,333$  приближенное значение для  $-1/3$ .

Тогда по определению абсолютной погрешности

$$\Delta x = |x - x_0| = |-1/3 + 0,333| = |-1/3 + 33/1000| = |-1/300| = 1/300.$$

Во многих практически важных случаях **нельзя найти абсолютную погрешность** приближения из-за того, что **неизвестно точное значение** величины.

Однако можно указать положительное число, больше которого эта абсолютная погрешность не может быть.

Это любое число  $h$ , удовлетворяющее неравенству

$$|\Delta x| \leq h$$

Оно называется границей **абсолютной погрешности**.



- В этом случае говорят, что величина  $x$  приближенно с точностью до  $h$  равна  $x_0$ .

$$x = x_0 \pm h \quad \text{или} \quad x_0 - h \leq x \leq x_0 + h$$



## Абсолютные инструментальные погрешности средств измерений

№ п/п	Средства измерений	Предел измерения	Цена деления	Абсолютная инструментальная погрешность
1	Линейка чертежная инструментальная	До 50 см	1 мм	$\pm 1$ мм
		До 50 см	1 мм	$\pm 1$ мм
		20 см	1 мм	$\pm 0,1$ мм
		100 см	1 см	$\pm 0,5$ см
2	Лента измерительная	150 см	0,5 см	$\pm 0,5$ см
3	Измерительный цилиндр	До 250 мл	1 мл	$\pm 1$ мл
4	Штангенциркуль	150 мм	0,1 мм	$\pm 0,05$ мм
5	Микрометр	25 мм	0,01 мм	$\pm 0,005$ мм
6	Безмен	4 Н	0,1 Н	$\pm 0,05$ Н
7	Весы пружинные	200 г	-	$\pm 0,01$ г
8	Секундомер	0-30 мин	0,2 с	$\pm 1$ с за 30 мин
9	Термометр лабораторный	0-100 <sup>0</sup> С	1 <sup>0</sup> С	$\pm 1$ <sup>0</sup> С
11	Шприц медицинский	2мл	0,1 мл	$\pm 0,05$ мл
12	Мензурка медицинская	6дл	0,2 дл	$\pm 0,15$ дл

# Оценка приборных погрешностей измеряемых величин.

**Для большинства измерительных приборов, погрешность прибора равна цене его деления.**

Исключение составляют цифровые приборы и стрелочные измерительные приборы.

- **Для цифровых приборов** погрешность указывается в их паспорте и обычно в 2 - 5 раз превышает цену деления прибора.

- **Для стрелочных измерительных приборов** погрешность определяется их классом точности, который указывается на шкале прибора, и пределом измерений.

- Класс точности указывается на шкале прибора как число, которое не обведено никакими рамками.

- **Например, на приведенном рисунке класс точности манометра равен 1,5.** Класс точности показывает, сколько процентов составляет погрешность прибора от предела его измерений.

- **Для стрелочного манометра предел измерений составляет 3 атм, соответственно погрешность измерения давления равна 1,5% от 3 атм, то есть 0,045 атм.** Следует отметить, что для большинства стрелочных приборов их погрешность оказывается равной цене деления прибора.

**Как и в нашем примере, где цена деления барометра равна 0,05 атм.**



## Абсолютная и относительная погрешности.



**Абсолютная погрешность** нужна для определения диапазона, в который может попасть истинное значение, но для оценки точности результата в целом она не очень показательна.

Ведь измерение длины в 10 м с погрешностью в 1 мм безусловно является весьма точным, в то же время измерение длины в 2 мм с погрешностью в 1 мм очевидно является крайне неточным.

Абсолютную погрешность измерения обычно округляют до одной значащей цифры  
 $\Delta A \approx 0,17 \approx 0,2$ .

Численное значение результата измерений округляют так, чтобы его последняя цифра оказалась в том же разряде, что и цифра погрешности  
 $A = 10,332 \approx 10,3$

# Абсолютная и относительная погрешности.



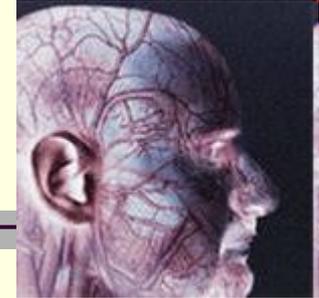
Наряду с абсолютной погрешностью принято рассматривать и **относительную погрешность**, которая равна отношению абсолютной погрешности к значению самой величины.

- Относительной погрешностью приближённого числа называется отношение абсолютной погрешности приближённого числа к самому этому числу:

$$E = \frac{\Delta x}{x_0} \cdot 100\%$$



- Относительная погрешность показывает на сколько процентов от самой величины могла произойти ошибка и является показательной при оценке качества результатов эксперимента.



- Пример.
- При измерении длины и диаметра капилляра получили  $l = (10,0 \pm 0,1) \text{ см}$  ,  $d = (2,5 \pm 0,1) \text{ мм}$ .
- Какое из этих измерений точнее?
- При измерении длины капилляра допускается абсолютная погрешность 10мм на 100мм следовательно абсолютная погрешность  $10/100 = 0,1 = 10\%$ .
- При измерении диаметра капилляра допустимая абсолютная погрешность  $0,1/2,5 = 0,04 = 4\%$
- Следовательно измерение диаметра капилляра выполнено точнее.

■ Во многих случаях нельзя найти абсолютную погрешность.  
Следовательно и относительную погрешность.

Но можно найти границу относительной погрешности.

Любое число  $\delta$ , удовлетворяющее неравенству

$|\Delta x| / |x_0| \leq \delta$ , является **границей относительной погрешности**.

В частности, если  $h$ —граница абсолютной погрешности,

то число  $\delta = h / |x_0|$ , является границей относительной погрешности приближения  $x_0$ .

Отсюда . Зная границу отн.п-и.  $\delta$  можно найти границу абсолютной погрешности  $h$ .  $h = \delta |x_0|$



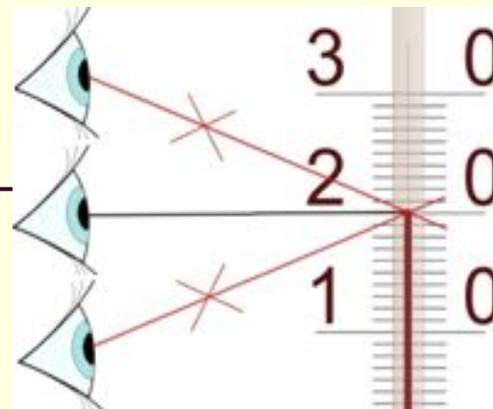
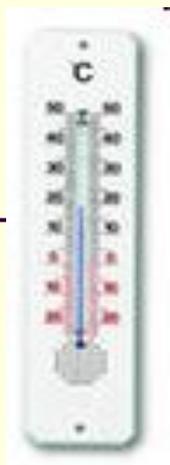
- Пример. Известно, что  $\sqrt{2}=1,41\dots$
- Найти относительную точность приближенного равенства или границу отн.погрешности приближенного равенства  $\sqrt{2} \approx 1,41$ .
- Здесь  $x = \sqrt{2}$  ,  $x_0=1,41$  ,  $\Delta x = \sqrt{2}-1,41$ .
- Очевидно  $0 \leq \Delta x \leq 1,42-1,41=0,01$

$$\Delta x / x_0 \leq 0,01/1,41=1/141,$$

Граница абс.погрешности равна 0,01, а граница относительной погрешности равна  $1/141 < 0,008$ .

Следовательно ,  $\sqrt{2} \approx 1,41$ , с относительной точностью до 0,8%.

## Пример.



- При считывании показаний со шкалы важно, чтобы ваш взгляд падал перпендикулярно шкале прибора, при этом ошибка будет меньше.
- **Для определения показания термометра :**
  - 1.определяем количество делений,
  2. умножаем их на цену деления
  3. учитываем погрешность
  - 4.записываем окончательный результат.

$$t = 20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Это означает, что температура лежит в пределах от  $18,5^{\circ}$  до  $21,5^{\circ}$ . То есть она может быть, например, и 19, и 20 и 21 градусов Цельсия.

Чтобы увеличить точность измерений, принято повторить их не менее трёх раз и вычислить среднее значение измеряемой величины



# НАХОЖДЕНИЕ СРЕДНЕГО ЗНАЧЕНИЯ

Результаты измерений

$$C_1 = 34,5 \quad C_2 = 33,8 \quad C_3 = 33,9 \quad C_4 = 33,5 \quad C_5 = 54,2$$

а) Найдем *среднее значение* четырех величин

$$c_{cp} = (c_1 + c_2 + c_3 + c_4) : 4$$

$$c_{cp} = (34,5 + 33,8 + 33,9 + 33,5) : 4 = 33,925 \approx 33,9$$

б) Найдем отклонение величины от среднего значения

$$\Delta c = |c - c_{cp}|$$

$$\Delta c_1 = |c_1 - c_{cp}| = |34,5 - 33,9| = 0,6$$

$$\Delta c_2 = |c_2 - c_{cp}| = |33,8 - 33,9| = 0,1$$

$$\Delta c_3 = |c_3 - c_{cp}| = |33,9 - 33,9| = 0$$

$$\Delta c_4 = |c_4 - c_{cp}| = |33,5 - 33,9| = 0,4$$

в) Найдем *абсолютную погрешность*

$$\Delta c = (\Delta c_1 + \Delta c_2 + \Delta c_3 + \Delta c_4) : 4$$

$$\Delta c = (0,6 + 0,1 + 0 + 0,4) : 4 = 0,275 \approx 0,3$$

г) Найдем *относительную погрешность*

$$\delta = \Delta c : c_{\text{CP}}$$

$$\delta = (0,3 : 33,9) \cdot 100\% = 0,9 \%$$

д) Запишем окончательный ответ

$$c = 33,9 \pm 0,3$$

$$\delta = 0,9\%$$

# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

- Подготовиться к к практическому занятию по материалам лекции.
- Выполнить задание.

Найти среднее значение и погрешность:

$$a_1 = 3,685 \quad a_2 = 3,247 \quad a_3 = 3,410 \quad a_4 = 3,309 \quad a_5 = 3,392.$$

- Создать презентации по темам:  
«Округление величин в медицине», «Погрешности измерений», «Медицинская измерительная аппаратура»

# Концентрация раствора

Определение.

**Концентрация раствора (p)** – это содержание вещества в определённом объеме.

$$p\% = x/y * 100\%$$

Вычисляется как отношение количества чистого вещества к количеству раствора, умноженное на 100%

# Концентрация раствора может быть выражена:

---

- 1) в процентах – количество граммов вещества в 100 мл раствора (например, 3%-ый раствор уксусной кислоты означает наличие 3 г уксусной кислоты в 100 мл раствора);
- 2) в виде отношения, показывающего, в каком объеме раствора должен содержаться 1 г растворяемого вещества (например, 1:500 означает, что 1 г вещества растворен в 500 мл раствора);
- 3) с обозначением, в каком объеме раствора содержится требуемое количество растворяемого вещества (например, 0,6 – 1800 означает наличие 0,6 г вещества в 1800 мл раствора).

# Пример задачи на растворы (на %)

- 1. ~~Определение массы растворенного вещества.~~
- Сколько необходимо взять лекарственного препарата,
- чтобы приготовить 300г 5%-го раствора.

- *Дано:*
- $M = 300\text{г}$
- $w = 5\%$ .
- *Найти:*
- $m - ?$
- Масса раствора  $M$  равна 300г.
- Концентрация раствора  $w$  равна 5%.
- Необходимо определить массу растворенного вещества  $m$ .
- Составляем пропорцию:
  - **100% - 300г**
  - **5% -  $x$ .**
  - Отсюда, по основному свойству пропорции,
    - $x = 15\text{ г.}$
- *Ответ:* масса растворенного вещества
- $m = 15\text{ г.}$

## Ситуационные задачи по теме «Проценты, их применение в фармации»

- 1. Сколько необходимо взять лекарственного препарата, чтобы приготовить 300г 5%-го раствора.  
*Ответ:* 15 г.
- 2. Какое количество 5%-го раствора можно получить из 15г лекарственного вещества.  
*Ответ:* 300 г.
- 3. В растворе массой 300г содержится 15г лекарственного препарата. Определить концентрацию раствора.  
*Ответ:* 5%.
- 4. Сколько грамм 12,5%-го раствора перекиси водорода нужно взять, чтобы приготовить 800 г 3%-го раствора для дезинфекции рук медработников перед операцией.  
*Ответ:* 192 г.

# Расчёт разовой и суточной доз лекарственных веществ

---

- Количество лекарственного вещества, назначаемое больному на 1 приём, обозначается как **разовая доза (РД)**, на сутки **суточная доза (СД)**.

**Для выписывания растворов, дозируемых ложками, необходимо знать:**

- 1) разовую дозу лекарственного вещества;
- 2) Способ дозирования или разовую дозу раствора (ложки);
- 3) Количество приемов.

# Антропометрические показатели

---

- Для оценки физического развития детей используют методы ориентировочных расчетов антропометрических показателей.

Так, масса тела является самым чувствительным параметром с наиболее быстрой динамикой при заболеваниях и нарушениях питания ребенка.

По показателям роста врач может судить о развитии организма в целом. При замедлении роста ребенка одновременно в той или иной степени замедляется рост и развитие внутренних органов, включая головной мозг и сердце.

# Длина тела ребенка

- У новорожденных: 50-52 см мальчики; 49-51 см девочки.
- Длина тела ребенка 1 года жизни рассчитывается по ежемесячным прибавкам:
- в первые 3 месяца рост увеличивается на 3 см ежемесячно;
- во II квартале - на 2,5 см ежемесячно;
- в III квартале – на 1,5 см ежемесячно;
- в IV квартале – на 1 см ежемесячно.

Таким образом, за весь первый год ребенок прибавляет около 25 см (это примерно 50% от роста при рождении), и в год его рост достигает 75-76 см.

## Формулы расчёта длины тела ребенка после первого года жизни

---

- В возрасте 4 лет = 100см
- Младше 4 лет =  $100\text{см} - 8\text{см} \cdot (4-n)$
- Старше 4 лет =  $100\text{см} + 6\text{см} \cdot (n-4)$
- В возрасте 8 лет = 130см
- Младше 8 лет =  $130\text{см} - 7\text{см} \cdot (8-n)$
- Старше 8 лет =  $130\text{см} + 5\text{см} \cdot (n-8)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Масса тела

- **Масса тела** (вес) доношенного новорожденного 2500 – 4500 г (в среднем 3200 – 3500 г).
- После рождения масса тела уменьшается на 6-8% (но не более 10%), что связано с выделением мекония и мочи, высыханием остатка пуповины и испарением через кожу и легкие – физиологическая убыль веса. Она максимальна на 3-5 день жизни, а к 6-7 дню (максимум к 10-му) масса тела восстанавливается до первоначальной.
- Из-за физиологической потери веса и трудностей становления лактации масса тела **в первый месяц жизни** увеличивается сравнительно мало – на около **600 грамм**, на **2-3 месяце** прибавка достигает уже около **800г**.
- Считается, что в первом полугодии ребенок в среднем прибавляет 800 грамм в месяц (но не менее 500 г, или 125 г в неделю).

## Формулы расчета массы тела ребёнка после первого года жизни

---

- В возрасте 5 лет = 19кг
- Младше 5 лет =  $19\text{кг} - 2\text{кг} \cdot (5-n)$
- Старше 5 лет =  $19\text{кг} + 3\text{кг} \cdot (n-5)$
- В возрасте 12 лет = 40кг
- От 12 лет до 15 лет =  $40\text{кг} + 5\text{кг} \cdot (n-12)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Окружность грудной клетки

**Окружность грудной клетки (ОГК)** новорожденного составляет около 34 см, в полгода – 44 см, к году она достигает 48 см.

В возрасте 6 месяцев = 45см

Младше 6 месяцев =  $45\text{см} - 2 \cdot n$

Старше 6 месяцев =  $45\text{см} + 0,5 \cdot n$

где  $n$  – число месяцев ребенку

В возрасте 10 лет = 63см

Младше 10 лет =  $63\text{см} - 1,5\text{см} \cdot (10 - n)$

Старше 10 лет =  $63\text{см} + 3\text{см} \cdot (n - 10)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Окружность головы

- **Окружность головы (ОГ)** равна 35—36 см при рождении, и 46—47 см к году.

В возрасте 6 месяцев = 43см

Младше 6 месяцев =  $43\text{см} - 1,5 \cdot n$

Старше 6 месяцев =  $43\text{см} + 0,5 \cdot n$

где  $n$  – число месяцев ребенку

В возрасте 5 лет = 50см

Младше 5 лет =  $50\text{см} - (5-n)$

Старше 5 лет =  $50\text{см} + 0,6\text{см} \cdot (n-5)$

где  $n$  – число лет ребенку

# Масса головного мозга

---

У новорожденного масса мозга в среднем составляет  $\frac{1}{8}$  массы тела, то есть около 400 г.

К 9 месяцам первоначальная масса мозга удваивается.

К концу первого года жизни – составляет  $\frac{1}{12}$  массы тела.

К 5 годам – составляет  $\frac{1}{14}$  массы тела.

К 20 годам первоначальная масса увеличивается в 4-5 раз и составляет  $\frac{1}{40}$  массы тела.

# Число молочных зубов

---

- Первые зубы появляются в 6-7 месяцев.
- Число молочных зубов =  $n-4$ , где  $n$  – число месяцев ребенку.

## Масса и объем крови

Масса крови составляет 7% от массы тела.  
Объем крови находится из условия, что 1 л крови весит 1,2 кг.

Ребенок родился массой 3,7 кг, ростом 55 см. провести исследование ориентировочных антропометрических показателей ребенка в возрасте 7 месяцев (рост, вес, ОКГ, ОГ, количество зубов, массу и объем крови).

## Рост

1 месяц –  $55\text{см} + 3\text{см} = 58\text{см}$   
2 месяца –  $58\text{см} + 3\text{см} = 61\text{см}$   
3 месяца –  $61\text{см} + 2,5\text{см} = 63,5\text{см}$   
4 месяца –  $63,5\text{см} + 2,5\text{см} = 66\text{см}$   
5 месяцев –  $66\text{см} + 2,5\text{см} = 68,5\text{см}$   
6 месяцев –  $68,5\text{см} + 1,5\text{см} = 70\text{см}$   
7 месяцев –  $70\text{см} + 1,5\text{см} = 71,5\text{см}$

## ОКГ

7 месяцев –  $45\text{см} + 0,5 \cdot 7 = 48,5\text{см}$

## ОГ

7 месяцев –  $43\text{см} + 0,5 \cdot 7 = 46,5\text{см}$

## Масса

1 месяц –  $3700\text{г} + 600\text{г} = 4300\text{г}$   
2 месяца –  $4300\text{г} + 800\text{г} = 5100\text{г}$   
3 месяца –  $5100\text{г} + 800\text{г} = 5900\text{г}$   
4 месяца –  $5900\text{г} + 750\text{г} = 6650\text{г}$   
5 месяцев –  $6650\text{г} + 700\text{г} = 7350\text{г}$   
6 месяцев –  $7350\text{г} + 650\text{г} = 8000\text{г}$   
7 месяцев –  $8000\text{г} + 600\text{г} = 8600\text{г}$

## Число зубов

7 месяцев –  $7 - 4 = 3$  зуба

## Масса крови

7 месяцев –  $8600\text{г} \cdot 7 / 100 = 602\text{г}$

## Объем крови

7 месяцев –  $602\text{г} \cdot 1\text{л} / 1200\text{г} = 0,5$

# Расчёт питания для детей первого года жизни

---

- Питание рассчитывается на основе данных о массе тела ребенка.

Фактический вес – вес, определенный при взвешивании.

Долженствующий вес – вес, определенный по прибавкам.

Приблизительно долженствующий вес – вес, складывающийся из фактического веса ребенка плюс 20% этого же фактического веса.

# Формулы расчёта питания

---

Определяется дефицит веса (на сколько процентов фактический вес отстает от долженствующего) по формуле  $100\% - (\text{фактический вес} / \text{долженствующий вес}) * 100\%$

- 1) Если дефицит веса больше 20%, то расчёт питания проводится по приблизительно долженствующему весу.
- 2) Если дефицит веса колеблется от 10% до 20%, то для расчета питания берется долженствующий вес.
- 3) Если дефицит веса составляет  $\pm 10\%$ , то расчет питания следует проводить по фактическому весу.

# Расчёт питания объемным способом

---

$V$  – суточный объем молока (мл),

$m$  – масса тела ребенка (г)

от 2 недель до 6 недель:  $V = m/5$

от 6 недель до 4 месяцев:  $V = m/6$

от 4 месяцев до 6 месяцев:  $V = m/7$

от 6 месяцев до 8 месяцев:  $V = m/8$

от 8 месяцев до 12 месяцев:  $V = m/9$

# Разовый объем кормления

---

Для определения разового объема кормления суточный объем молока делят на количество кормлений:

В первый месяц детей кормят до 7 раз в сутки

В 2 – 4 месяца – 6 раз в сутки

В 5 – 12 месяцев – 5 раз в сутки

# Расчёт питания калорийным способом

---

Суточная потребность в ккал на 1 кг массы тела

До 3 месяцев – 120 ккал

4 – 6 месяцев – 115 ккал

7 – 9 месяцев – 110 ккал

10 – 12 месяцев – 100 ккал

# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

---

- Подготовиться к практическому занятию по материалам лекции.
- Выполнить задание.

Ребенок родился массой 3200г. Рассчитать суточное и разовое питание по объемному и калорийному способу, если фактический вес в 7 месяцев равен 6кг.