

Семинар для учителей физики 28.04.2021

- *Прямые измерения* – это измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно с помощью специальных технических средств. Например, измерение длины с помощью линейки, измерение массы с помощью весов и др.
- *Косвенные измерения* – это измерения, при которых искомое значение физической величины находят с использованием формул
- *Однократное измерение* – измерение, выполненное один раз. К данному виду измерений можно отнести: измерение массы детали, определение тока или напряжения на участках электрической цепи, измерение промежутка времени и т. п.

- *Погрешностью измерения* называется отклонение измеренного значения от истинного значения измеряемой величины.
- *Абсолютная погрешность измерения* – это разница между измеренным и истинным значениями измеряемой величины, выраженная в единицах измеряемой величины.
- *В тех случаях, когда погрешность прибора не указана на шкале и не приведена в паспорте прибора, ее считают равной величине, соответствующей половине наименьшего деления шкалы.*

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

- **Всякое число состоит из цифр**, определяющих количество единиц в различных разрядах числа. Например, в числе 1726,34 имеется шесть цифр.
- **Значащими цифрами числа** являются все цифры данного числа, кроме нулей, стоящих слева. Нули, стоящие в середине или в конце числа (справа) являются значащими цифрами, так как обозначают отсутствие единиц в соответствующем разряде. При этом цифры множителя 10^n не учитываются.

Примеры определения количества значащих цифр

Число	Количество значащих цифр
12	2
12,0	3
12,4	3
120	3
124	3
$1,24 \cdot 10^{-3}$	3
0,1240	4
0,1046	4
$0,526 \cdot 10^6$	3
$0,206 \cdot 10^{-3}$	3
$0,200 \cdot 10^{-3}$	3
$0,020 \cdot 10^{-3}$	2

- **Погрешности измерения должны содержать не более двух (т. е. одну или две) значащих цифры.** Для этого следует использовать следующие правила и порядок ограничения числа значащих цифр.
- Если первая значащая цифра в абсолютной погрешности Δx “1”, “2”, “3”, то в погрешности оставляем **две значащие цифры.**
- Если первая значащая цифра в погрешности “4”, “5”, “6”, “7”, “8”, “9”, то в погрешности оставляем **одну значащую цифру.**
- **Измеренное значение x должно заканчиваться тем же младшим разрядом, что и абсолютная погрешность Δx .** Например, если в абсолютной погрешности Δx оставлен младший разряд – единицы, то и в измеренном значении должен быть оставлен младший разряд – единицы.

- При ограничении числа значащих цифр используем операцию **округления**. Округление числа представляет собой отбрасывание значащих цифр справа после определенного разряда с возможным изменением цифры этого разряда.
- Существуют следующие **правила округления**.
 1. Если первая из отбрасываемых цифр **меньше чем "5"**, то цифра предыдущего разряда не изменяется.
 2. Если первая из отбрасываемых цифр **больше чем "5" или равна "5"**, то цифра предыдущего разряда увеличивается на единицу.
 3. Если отбрасывается **только одна цифра "5", а за ней нет цифр**, то округление производится до ближайшего четного числа, т. е. цифра предыдущего разряда остается неизменной, если она четная, и увеличивается на единицу, если она нечетная.
 5. Округление следует выполнять сразу до желаемого числа значащих цифр, а не по этапам, что может привести к ошибкам.

Примеры ограничения числа значащих цифр и округления погрешности

Пример	Пояснения
$0,154 \approx 0,15$ $1,967 \approx 2,0$ $19,37 \approx 19$ $144,1 \approx 0,14 \cdot 10^3$	Первая значащая цифра погрешности "1", поэтому оставляем две значащие цифры. Замечание. При необходимости число записывают с множителем 10^n , где n – показатель степени.
$0,394 \approx 0,39$ $3,94 \approx 3,9$	Первая значащая цифра погрешности "3", поэтому оставляем две значащие цифры.
$0,397 \approx 0,4$ $3,97 \approx 4$	Первая значащая цифра погрешности "3", поэтому оставляем две значащие цифры, но так как при округлении цифра "3" превращается в цифру "4", то оставляем только одну значащую цифру.

$0,461 \approx 0,5$ $4,78 \approx 5$ $41,1 \approx 4 \cdot 10$ $4123 \approx 4 \cdot 10^3$	<p>Первая значащая цифра погрешности “4”, поэтому оставляем одну значащую цифру.</p>
$0,917 \approx 0,9$ $9,17 \approx 9$ $91,7 \approx 9 \cdot 10$ $9123 \approx 9 \cdot 10^3$	<p>Первая значащая цифра погрешности “9”, поэтому оставляем одну значащую цифру.</p>
$0,0977 \approx 0,10$ $0,956 \approx 1,0$ $956 \approx 1,0 \cdot 10^3$	<p>Первая значащая цифра погрешности “9”, поэтому оставляем одну значащую цифру, но так как при округлении цифра “9” превращается в число “10”, т.е. первая значащая цифра “1”, то оставляем две значащие цифры.</p>
$2,45 \approx 2,4$ $2,35 \approx 2,4$	<p>Первая значащая цифра погрешности “2”, поэтому оставляем две значащие цифры. Отбрасывается только одна цифра “5”, а за ней нет значащих цифр, поэтому округление производим до ближайшего четного числа.</p>
$2,451 \approx 2,5$ $2,351 \approx 2,4$	<p>Первая значащая цифра погрешности “2”, поэтому оставляем две значащие цифры. Первая из отбрасываемых цифр “5”, но отбрасываются две цифры, поэтому предыдущий разряд числа увеличиваем на единицу.</p>

**Примеры ограничения количества значащих цифр
в измеренном значении и его погрешности**

Пример	Пояснения
$43,234 \pm 0,0417 \approx 43,23 \pm 0,04$ $32,3754 \pm 0,0917 \approx 32,38 \pm 0,09$	<p>В погрешности оставляем одну значащую цифру, младший разряд – сотые.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – сотые.</p>
$4,3234 \pm 0,0397 \approx 4,32 \pm 0,04$ $43,2364 \pm 0,0522 \approx 43,24 \pm 0,05$ $432,37 \pm 0,0917 \approx 432,37 \pm 0,09$	<p>В погрешности оставляем одну значащую цифру, младший разряд – сотые.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – сотые.</p>

$432,37 \pm 0,956 \approx 432,4 \pm 1,0$ $432,3477 \pm 2,45 \approx 432,3 \pm 2,4$ $432,134 \pm 2,86 \approx 432,1 \pm 2,9$ $43,234 \pm 3,94 \approx 43,2 \pm 3,9$	<p>В погрешности оставляем две значащие цифры, последний разряд – десятые.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – десятые.</p>
$43,234 \pm 0,297 \approx 43,2 \pm 3,0$ $432,345 \pm 1,441 \approx 4323,4 \pm 1,4$	<p>В погрешности оставляем две значащие цифры, младший разряд – десятые.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – десятые.</p>
$43,234 \pm 3,97 \approx 43 \pm 4$ $432,364 \pm 5,55 \approx 432 \pm 6$ $432,34 \pm 39,4 \approx 432 \pm 39$ $432,34 \pm 19,37 \approx 432 \pm 19$	<p>В погрешности оставляем одну значащую цифру, младший разряд – единицы.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – единицы.</p>
$432,34 \pm 49,1 \approx (43 \pm 5) \cdot 10$ $426,34 \pm 41,1 \approx (43 \pm 4) \cdot 10$	<p>В погрешности оставляем одну значащую цифру. Так как за скобки выносим общий множитель “10”, то младший разряд – единицы.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – единицы.</p>
$432,34 \pm 39,7 \approx (4,3 \pm 0,4) \cdot 10^2$ $437,34 \pm 59,7 \approx (4,4 \pm 0,6) \cdot 10^2$	<p>В погрешности оставляем одну значащую цифру. Так как за скобки выносим общий множитель “10²”, то младший разряд – десятые.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – десятые.</p>
$4326,4 \pm 211 \approx (4,33 \pm 0,21) \cdot 10^3$ $4323,4 \pm 219 \approx (4,32 \pm 0,22) \cdot 10^3$	<p>В погрешности оставляем две значащие цифры. Так как за скобки выносим общий множитель “10³”, то младший разряд – сотые.</p> <p>В измеренном значении оставляем также младший разряд – сотые.</p>

22

Погрешность прямого измерения силы динамометром, на котором висит груз, равна цене деления. Каков вес груза?



Ответ: (_____ \pm _____) Н.

Ответ: (1,4 \pm 0,2) Н.

22 | 1,40,2

Бланк

22

Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения составляет половину цены деления вольтметра.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

22

Чему равна сила тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока амперметром на пределе измерения 3А равна 0,15А, а на пределе измерения 0,6 А равна 0,03 А?



Ответ: (_____ ± _____) А.