***Практическая работа № 1.***

**Вычисление погрешностей результатов арифметических действий**

Цель: формирование умений вычислять погрешности округлений, измерений и арифметических действий

***Методические рекомендации:***

**Пример 1. Округлите сомнительные цифры числа, оставив верные знаки. Определите абсолютную погрешность результата:** *а=*2,3544 (δ=0,2%)

*Решение.*

*Сомнительными* называются все цифры приближенного числа, расположенные правее последней верной цифры.

*Верной* называют некоторую цифру приближенного числа, если абсолютная погрешность меньше или равна пяти единицам разряда, следующего за этой цифрой

*Абсолютная* *погрешность* приближенного числа *а* () – это модуль разности точного и приближенного числа.

*Относительная* *погрешность* приближенного числа *а* ()– это отношение его абсолютной погрешности к абсолютной величине этого числа:  Может быть выражена в процентах:  (1)

В нашей задаче . Для того, чтобы определить сомнительные цифры необходимо найти абсолютную погрешность числа *а*. Выразим абсолютную погрешность из формулы (1):  .Подставим наши значения: 



Следовательно, верными являются цифры 2, 3, 5. Округлим до сотых: *а*'=2,35.

Найдем погрешность округления:



Абсолютная погрешность результата:





Следовательно, цифра 5 в числе *а´*=2,35 сомнительная. Округляем до десятых: *а*"=2,4

Найдем погрешность округления:



Абсолютная погрешность результата:





Следовательно, цифра 4 в числе *а*"=2,4 сомнительная. Округляем до целых: *а´´´*=2

Найдем погрешность округления:



Абсолютная погрешность результата:





Следовательно, цифра 2 верная.

Ответ: *а*=2 (±0,4591)

**Пример 2. Вычислите и определите погрешность результата.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *m* | 28,3 (±0,02) |
| *n* | 7,45 (±0,01) |
| *k* | 0,678 (±0,003) |

*Решение.*

Вычислим значение Х без учета погрешностей,





Найдем относительные погрешности *m, n, k*:







Вычислим относительную погрешность Х:



В процентах:



Тогда абсолютная погрешность Х равна:



*Ответ:*

  

**Пример 3. Вычислите, пользуясь правилами подсчета верных цифр**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 11,8 |
| *R* | 23,67 |

*Решение:*

Находим

1. 3,933 (в числе h – 3 значащие цифры, число 3 – точное, при делении необходимо оставить на 1 цифру больше, чем в приближенном числе h, следовательно, 4 значащие цифры)
2. - (при вычитании считаем количество десятичных знаков: в первом числе 2, во втором – 3, следовательно, так как это промежуточный результат, то оставляем 3 десятичных знака)
3.  (при возведении в степень оставляем на одну значащую цифру больше, чем в основании, следовательно, 4 значащие цифры)
4. - при умножении оставляем столько значащих цифр, сколько в наименее точном числе (4 знака), затем на один знак округляем, следовательно, 3 значащих цифры в ответе.

Ответ: 

**Задание практической работы**

**Теоретическая часть**

Ответьте на контрольные вопросы (письменно):

1. Назовите причины возникновения погрешностей
2. Перечислите виды погрешностей
3. Назовите единицы измерения абсолютной и относительной погрешности
4. Как вычислить абсолютные и относительные погрешности суммы, разности, произведения и частного?
5. Чему равна предельная относительная погрешность произведения или частного?
6. Может ли погрешность быть отрицательным числом?
7. Как округлять результаты вычислений?
8. Какая погрешность позволяет судить о качестве произведенных измерений?

**Практическая часть**

1. Округлите сомнительные цифры числа, оставив верные знаки. Определите абсолютную погрешность результата.
2. Вычислите и определите погрешность результата.
3. Вычислите, пользуясь правилами подсчета верных цифр.

***Вариант 1.***

* 1. а) 22,553 (±0,016)

б) 2,8546 (δ=0,3%)



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 3,85 (±0,01) |
| *b* | 2,0435 (±0,0004) |
| *с* | 962,6 (±0,1) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 1,141 |
| *b* | 3,156 |
| *h* | 1,14 |

***Вариант 2.***

1. а) 4,88445 (±0,00052)

б) 0,096835 (δ=0,32%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 4,16 (±0,005) |
| *b* | 12,163 (±0,002) |
| *с* | 55,18 (±0,01) |

3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 2,234 |
| *b* | 4,518 |
| *h* | 4,48 |

***Вариант 3.***

1. а) 38,4258 (±0,0014)

б) 0,66385 (δ=0,34%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 7,27 (±0,01) |
| *b* | 5,205 (±0,002) |
| *с* | 87,32 (±0,03) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 5,813 |
| *b* | 1,315 |
| *h* | 2,56 |

***Вариант 4.***

1. a) 17,2834 (δ=0,3%)

б) 6,4257 (±0,0024)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 228,6 (±0,06) |
| *b* | 86,4 (±0,002) |
| *с* | 68,7 (±0,05) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 8,53 |
| *b* | 6,271 |
| *h* | 12,48 |

***Вариант 5.***

* 1. а) 0,39642 (±0,00022)

б) 46,453 (δ=0,15%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 315,6 (±0,005) |
| *b* | 72,5 (±0,03) |
| *с* | 53,8 (±0,04) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 6,44 |
| *b* | 5,323 |
| *h* | 15,44 |

***Вариант 6.***

* + 1. а) 5,8425 (δ=0,23%)

б) 0,66385 (±0,00042)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 186,7 (±0,04) |
| *b* | 66,6 (±0,02) |
| *с* | 72,3 (±0,03) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 9,05 |
| *b* | 3,244 |
| *h* | 20,18 |

***Вариант 7.***

* + - 1. а) 34,834 (δ=0,1%)

б) 0,5748 (±0,0034)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 3,845 (±0,004) |
| *b* | 16,2 (±0,05) |
| *с* | 10,8 (±0,1) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,562 |
| *b* | 0,2518 |
| *h* | 0,68 |

***Вариант 8.***

* 1. а) 24,3872 (δ=0,34%)

б) 0,75244 (±0,00013)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 4,632 (±0,003) |
| *b* | 23,3 (±0,04) |
| *с* | 11,3 (±0,06) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,834 |
| *b* | 0,3523 |
| *h* | 0,74 |

***Вариант 9.***

* + 1. а) 2,3684 (±0,0017)

б) 45,7832 (δ=0,18%)

2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 7,312 (±0,004) |
| *b* | 18,4 (±0,03) |
| *с* | 20,2 (±0,08) |

3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,445 |
| *b* | 0,4834 |
| *h* | 0,87 |

***Вариант 10.***

1. а) 2,3485 (±0,0042)

б) 0,34484 (δ=0,4%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 3,456 (±0,002) |
| *b* | 0,642 (±0,0005) |
| *с* | 7,12 (±0,004) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 8,51 |
| *A* | 23,42 |
| *S* | 45,8 |
| *h* | 3,81 |

***Вариант 11.***

1. а) 72,354 (δ=0,24%)

б) 0,38725 (±0,00112)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 1,245 (±0,001) |
| *b* | 0,121 (±0,0002) |
| *с* | 2,34 (±0,003) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 5,71 |
| *A* | 32,17 |
| *S* | 51,7 |
| *h* | 2,42 |

***Вариант 12.***

* + - 1. а) 0,36127 (±0,00034)

б) 46,7843 (δ=0,32%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,327 (±0,005) |
| *b* | 3,147 (±0,0001) |
| *с* | 1,78 (±0,001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 7,28 |
| *A* | 11,71 |
| *S* | 21,8 |
| *h* | 5,31 |

***Вариант 13.***

1. а) 5,435 (±0,0028)

б) 10,8441 (δ=0,5%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,142 (±0,0003) |
| *b* | 1,71 (±0,002) |
| *с* | 3,727 (±0,001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 17,8 |
| *a* | 32,47 |
| *b* | 11,42 |

***Вариант 14.***

* + - 1. а) 23,7564 (δ=0,44%)

б) 4,57633 (±0,00042)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,258 (±0,0002) |
| *b* | 3,45 (±0,001) |
| *с* | 7,221 (±0,003) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 32,5 |
| *a* | 27,51 |
| *b* | 21,78 |

***Вариант 15***

* + - 1. а) 15,8372 (±0,0026)

б) 0,088748 (δ=0,56%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,643 (±0,0005) |
| *b* | 2,17 (±0,002) |
| *с* | 5,843 (±0,001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 21,1 |
| *a* | 22,08 |
| *b* | 31,11 |

***Вариант 16***

* + - 1. а) 8,24163 (δ=0,2%)

б) 0,12356 (±0,00036)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,3575 (±0,0002) |
| *b* | 2,63 (±0,01) |
| *с* | 0,854 (±0,0005) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 2,456 |
| *h* | 1,76 |

***Вариант 17***

* + - 1. а) 3,87683 (δ=0,33%)

б) 13,5726 (±0,0072)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,1756 (±0,0001) |
| *b* | 3,71 (±0,03) |
| *с* | 0,285 (±0,0002) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 7,751 |
| *h* | 3,35 |

***Вариант 18***

1. а) 0,66835 (±0,00115)

б) 23,3748 (δ=0,27%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 0,2731 (±0,0003) |
| *b* | 5,12 (±0,02) |
| *с* | 0,374 (±0,0001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 5,441 |
| *h* | 6,17 |

***Вариант 19***

1. а) 2,4543 (±0,0032)

б) 24,5643 (δ=0,1%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 3,14 |
| *D* | 54 (±0,5) |
| *d* | 8,235 (±0,001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *c* | 2,435 |
|  | 0,15 |
|  | 1,27 |

***Вариант 20***

1. а) 23,574 (δ=0,2%)

б) 24,5643 (±0,0022)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *m* | 1,6531 (±0,0003) |
| *n* | 3,78 (±0,002) |
| *c* | 0,158 (±0,0005) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 84,2 |
| *D* | 28,3 |
| *d* | 42,08 |

***Вариант 21***

1. а) 21,68563 (δ=0,3%)

б) 3,7834 (±0,0041)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *c* | 0,7568 (±0,0002) |
| *d* | 21,7 (±0,002) |
| *b* | 2,65 (±0,01) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 46,3 |
| *b* | 29,72 |
| *c* | 37,654 |

***Вариант 22***

1. а) 13,537 (±0,0026)

б) 7,521 (δ=0,12%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Q* | 54,8 (±0,02) |
| *e* | 2,45 (±0,01) |
| *E* | 0,863 (±0,004) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 5,27 |
|  | 0,0562 |
| *a* | 158,35 |
| *b* | 61,21 |

***Вариант 23***

1. а) 0,3567 (δ=0,042%)

б) 13,6253 (±0,0021)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 3,14 |
| *D* | 72(±0,3) |
| *d* | 3,274 (±0,002) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *c* | 7,834 |
|  | 0,21 |
|  | 3,71 |

***Вариант 24***

1. а) 1,784 (±0,0063)

б) 0,85637 (δ=0,21%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 3,14 |
| *D* | 31 (±0,01) |
| *d* | 7,345 (±0,001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *c* | 4,539 |
|  | 0,34 |
|  | 5,93 |

***Вариант 25***

1. а) 3,6878 (±0,0013)

б) 15,873 (δ=0,42%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *m* | 2,348 (±0,002) |
| *n* | 4,37 (±0,004) |
| *c* | 0,235 (±0,0003) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 76 |
| *D* | 17,2 |
| *d* | 9,344 |

***Вариант 26***

1. а) 27,1548 (±0,0016)

б) 0,3945 (δ=0,16%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *m* | 3,804 (±0,003) |
| *n* | 4,05 (±0,003) |
| *c* | 0,318 (±0,0002) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *h* | 45 |
| *D* | 48,3 |
| *d* | 32,14 |

***Вариант 27***

1. а) 0,8647 (±0,0013)

б) 24,3618 (δ=0,22%)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *c* | 0,8345 (±0,0004) |
| *d* | 13,8 (±0,03) |
| *b* | 1,84 (±0,006) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 10,5 |
| *b* | 34,18 |
| *c* | 27,327 |

***Вариант 28***

1. а) 3,7542 (δ=0,32%)

б) 0,98351 (±0,00042)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *c* | 0,6384 (±0,0002) |
| *d* | 32,7 (±0,04) |
| *b* | 4,88 (±0,03) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *a* | 2,48 |
| *b* | 5,344 |
| *c* | 6,0218 |

***Вариант 29***

1. а) 83,736 (δ=0,085%)

б) 5,6483 (±0,0017)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Q* | 38,5 (±0,01) |
| *e* | 3,35 (±0,02) |
| *E* | 0,734 (±0,001) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 7,31 |
|  | 0,0761 |
| *a* | 234,36 |
| *b* | 81,26 |

***Вариант 30***

1. а) 2,8867 (δ=0,43%)

б) 32,7486 (±0,0012)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Q* | 17,3 (±0,03) |
| *e* | 5,73 (±0,01) |
| *E* | 0,956 (±0,004) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | 3,28 |
|  | 0,0545 |
| *a* | 341,17 |
| *b* | 52,34 |