МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра теоретических основ компьютерной безопасности и криптографии

**Методы оценки погрешностей**

ОТЧЕТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»

студента 4 курса 431 группы

специальности 10.05.01 Компьютерная безопасность

факультета компьютерных наук и информационных технологий

Сенокосова Владислава Владимировича

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
|  |  |  |
| Преподаватель  Аспирант | \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ | В.M.Шкатов |
|  | подпись, дата |  |

Саратов 2024

**Вариант 19**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | X | Z | a | b | c |
| 19 | 14,1674 |  | 19,03473 | 3,751 | 0, 1071 |

**Задание 1:**

Число X = 14,1674, все цифры которого верны в строгом смысле, округлите до трех значащих цифр. Для полученного числа X1≈X найдите предельную абсолютную и предельную относительную погрешности. В записи числа X1 укажите количество верных цифр (в узком и широком смысле).

Пусть X = 14,1674.

Округлим данное число до трех значащих цифр, получим число: X1 = 14,2.

Вычислим абсолютную погрешность:

Определим границы абсолютной погрешности (предельную погрешность), округляя с избытком до одной значащей цифры:

Предельная относительная погрешность составляет:

Укажем количество верных цифр в узком и широком смысле в записи числа 14,2

Так как , следовательно, в узком смысле верными являются все цифры числа 1, 4

При сравнении (когда хотим проверить последнюю значащую цифру 2 в узком смысле) получаем неверное равенство, поэтому сдвигаемся на следующий разряд.

Так как , следовательно, в широком смысле верными являются все цифры числа 1, 4

При сравнении (когда хотим проверить последнюю значащую цифру 2 в широком смысле) получаем неверное равенство, поэтому сдвигаемся на следующий разряд.

**Задание 2:**

Вычислите с помощью микрокалькулятора значение величины при заданных значениях параметров , и , используя «ручные» расчетные таблицы для пошаговой регистрации результатов вычислений, тремя способами:

1. по правилам подсчета цифр;
2. по методу строгого учета границ абсолютных погрешностей;
3. по способу границ.

Сравните полученные результаты между собой, прокомментируйте различие методов вычислений и смысл полученных числовых значений.

**Способ 1: «Подсчета цифр»**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19,03473 | 3,751 | 0, 1071 |  |  |  |  |  |

Прокомментируем ход вычислений.

Вычислим : Воспользуемся правилом, что при сложении и вычитании приближенных чисел в результате следует сохранять столько десятичных знаков, сколько их в приближенном данном с наименьшим количеством десятичных знаков. Число содержит три десятичных знака, число 0,107**1** – четыре десятичных знака, т. е. в полученном значении следует сохранить три десятичных знака. Округляя с одной запасной цифрой, получаем , (запасная цифра выделена) и заносим результаты в таблицу.

Вычислим : **.** Воспользуемся правилом, что при определении количества верных цифр в значениях элементарных функций от приближенных значений аргумента следует грубо оценить значение модуля производной функции. Оценка величины производной в этой точке: 0. Так как значение производной не превосходит единицы, то в значении функции можно считать верными столько знаков после запятой, сколько их имеет значение аргумента. Округляя с одной запасной цифрой, получаем (запасная цифра выделена) и заносим результаты в таблицу.

Вычислим Воспользуемся правилом, что при сложении и вычитании приближенных чисел в результате следует сохранять столько десятичных знаков, сколько их в приближенном данном с наименьшим количеством десятичных знаков. Число содержит четыре десятичных знака, число 3,751 – три десятичных знака, т. е. в полученном значении следует сохранить три десятичных знака. Округляя с одной запасной цифрой, получаем (запасная цифра выделена) и заносим результаты в таблицу.

Вычислим :  Воспользуемся правилом, что при определении количества верных цифр в значениях элементарных функций от приближенных значений аргумента следует грубо оценить значение модуля производной функции. Оценка величины производной в этой точке: Так как значение производной не превосходит единицы, то в значении функции можно считать верными столько знаков после запятой, сколько их имеет значение аргумента. Округляя с одной запасной цифрой, получаем(запасная цифра выделена) и заносим результаты в таблицу.

Вычислим : = Воспользуемся правилом, что при умножении и делении в результате следует сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет приближенное данное с наименьшим числом значащих цифр. Числосодержит пять значащих цифр, число – пять значащих цифр, т. е. в полученном значении следует сохранить пять значащих цифр. Округляя с одной запасной цифрой, получаем (запасная цифра выделена) и заносим результаты в таблицу.

=

Округляя окончательный результат без запасной цифры, получим Z = (пять верных значащих цифр и одна дополнительная).

**Способ 2:** **«Строгий учет границ абсолютных погрешностей»**

Проделаем пошаговые вычисления по методу строгого учета границ предельных абсолютных погрешностей в предположении, что исходные данные *а*, *b* и *с* имеют предельные абсолютные погрешности , , (т. е. у *,* и все цифры верны в узком смысле).

Промежуточные результаты вносятся в таблицу после округления до одной запасной цифры (с учетом вычисленной параллельно величины погрешности); значения погрешностей для удобства округляются (с возрастанием) до двух значащих цифр.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  | **9** |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Прокомментируем ход вычислений:

**Вычисляем**

**Вычисляем**

**Вычисляем**

**Вычисляем :** =

**Вычисляем :**

**Вычисляем**

Судя по ее величине, в полученном значении в узком смысле верны три знака после запятой. Округляем это значение с одной запасной цифрой (запасная цифра выделена) и вносим его в таблицу.

**Вычисляем**   =

**Вычисляем :**

**Вычисляем**

**Вычисляем**

Судя по ее величине, в полученном значении в узком смысле верны пять знаков после запятой. Округляем это значение с двумя запасными цифрами (запасные цифры выделены) и вносим его в таблицу.

**Способ 3: «Оценка граничных значений границ»**

Нижняя и верхняя границы значений , и определены из условия, что в исходных данных , и все цифры верны в узком смысле ( , , ), т. е.

При выполнении промежуточных вычислений и округлении результатов будем использовать все рекомендации правил подсчета цифр с одним важным дополнением: округление нижних границ ведется по недостатку, а верхних – по избытку. Окончательные результаты округляются по этому же правилу до последней верной цифры.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | НГ | ВГ |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  |  |  |
|  | 3, 6434 |  |
|  |  |  |
|  | 6,6967 |  |
|  |  |  |
|  |  |  |

Прокомментируем ход вычислений.

**Вычислим**

3, 64345 3, 6434

**Вычислим**

**Вычислим**

6,6967

**Вычислим**

**Вычислим Z:**

В результате проделанной работы были вычислены значения Z тремя разными способами со следующими результатами: