

**Министерство науки и высшего образования РФ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**

**высшего образования**

**«Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»**

**(ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»)**

Кафедра «Информационные измерительные системы и технологии»

**Курсовая работа по дисциплине**

**«ТЕОРИЯ И РАСЧЕТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ»**

**Интеллектуальная информационная система для диагностики функции легких**

Вариант № 2

Направление подготовки: 27.03.01 «Стандартизация и метрология»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Выполнил |  | студент группы АДБ-20-03  Васильев Дмитрий Игоревич |
|  | *подпись* |  |
| Оценка:  Дата защиты: | | |
| Принял |  | старший преподаватель  Пимушкин Ярослав Игоревич |
|  | *подпись* |  |

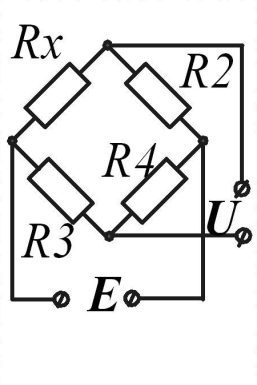
Москва 2023

**1. Анализ статической точности измерительного преобразователя**

1.1. Расчет внутренних параметров измерительного преобразователя

В данной работе будет рассматриваться делитель напряжения (рис.1), который преобразует входное напряжение питания моста к выходному напряжению.

Исходные параметры:



*Рис. 1. Мостовая схема*

Расчетная функция преобразования:

Если = = , то

|  |  |
| --- | --- |
|  | , где: |

, – сопротивления пассивных плеч моста;

– измеряемое сопротивление;

– напряжение питания моста;

– выходное напряжение.

Параметры:

– диапазон преобразований;

– коэффициент статической чувствительности;

;

– максимальная относительная погрешность, приведенная ко входу;

Метод приближения – приближение в среднем квадратическом.

Найти:

, .

Расчет внутренних параметров и анализ полученных результатов

Подставив все данные, расчетная функция преобразования (РФП) будет иметь вид:

При данном методе приближения (приближение в среднем квадратическом), необходимо использовать полиномы Чебышева. Для повышения точности нахождения ВПРФП возьмем приближение полиномов 3 и 4 степеней.

*Полином Чебышева 3 степени:*

Сначала необходимо разложить РФП в ряд Тейлора в точке :

Для нахождения производных соответствующих порядков будем использовать СКМ Mathcad. В результате вычислений получаем:

Подставим полученные производные:

Полином Чебышева зависит от переменной , поэтому необходимо совершить переход от системы координат к системе координат :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | , тогда |  |

Подставим в полученное выражение:

Номинальная функция преобразования (НФП) имеет вид:

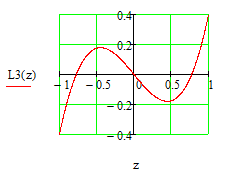
НФП также переведем от системы координат к системе координат :

Запишем выражение погрешности приближения, которая определяется как разность между РФП и НФП в общем виде:

Подставим полученные ранее выражения РФП и НФП:

Сгруппируем члены при степенях :

Полином Чебышева 3 степени задается выражением:



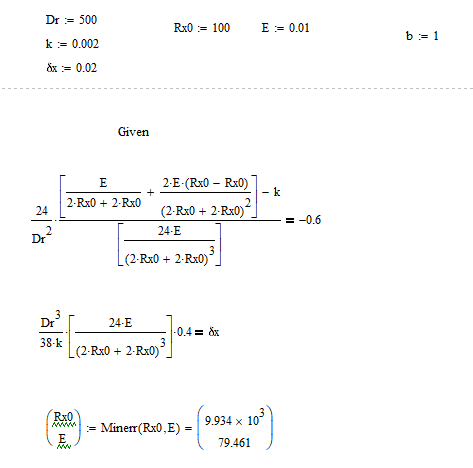
*Рис. 2. Полином Чебышева 3 степени*

Наибольшее отклонение полинома:

Так как в полиноме нет коэффициента при старшей степени, вынесем его:

Составим систему уравнений. Коэффициенты при степени приравниваем к коэффициентам перед в заданном полиноме, и дополняем систему другими уравнениями, из условий задачи, т.е. четвертое уравнение получим из условия ограничения наибольшей нелинейности РФП, т.е. заданной погрешности приближения. Тогда получаем:

Для решения системы уравнений воспользуемся программными средствами СКМ Mathcad. Численное решение данной системы позволяет получить функция-блок «Given-Minerr», который реализован посредством итерационных методов. Изменяя начальные, условия можно подобрать ВПРФП. Добавим в систему ещё одно уравнение, согласно которому погрешность приближения на конце диапазона по модулю должна равняться середине, что упростит поиск решений.



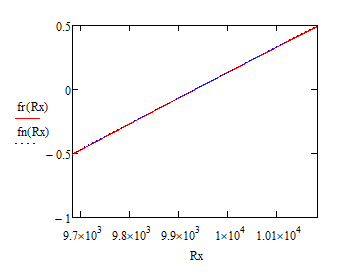
В результате решения системы получим искомые значения внутренних параметров РФП и свободный член НФП:

= Ом

= Дж

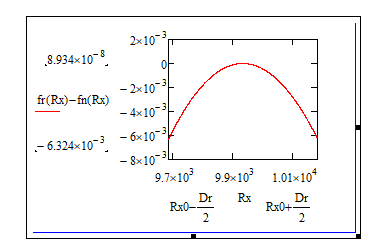
Расчетная и номинальная функции преобразования примут вид:

Построим в единой системе координат графики расчетной и номинальной функции преобразования:



*Рис. 3. График РФП и НФП*

Построим график изменения погрешности приближения:



*Рис. 4. График погрешности приближения*

Погрешность на всем диапазоне не превышает требуемую. Графики РФП и НФП аппроксимируются на диапазоне , внутренние параметры для РФП найдены верно.

*Полином Чебышева 4 степени:*

Сначала необходимо разложить РФП в ряд Тейлора в точке :

Для нахождения производных соответствующих порядков будем использовать СКМ Mathcad.

В результате вычислений получаем:

Подставим полученные производные:

Полином Лежандра зависит от переменной , поэтому необходимо совершить переход от системы координат к системе координат :

Подставим в полученное выражение:

Номинальная функция преобразования (НФП) имеет вид:

НФП также переведем от системы координат к системе координат :

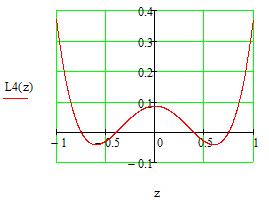
Запишем выражение погрешности приближения, которая определяется как разность между РФП и НФП в общем виде:

Подставим полученные ранее выражения РФП и НФП:

Сгруппируем члены при степенях :

Полином Чебышева 4 степени задается выражением:

*Рис. 5. Полином Чебышеа 4 степени*

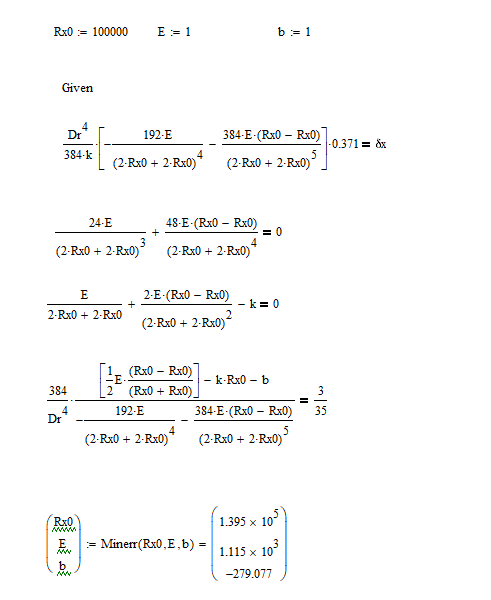


Наибольшее отклонение полинома:

Так как в полиноме нет коэффициента при старшей степени, вынесем его:

Составим систему уравнений. Коэффициенты при степени приравниваем к коэффициентам перед в заданном полиноме, и дополняем систему другими уравнениями, из условий задачи, т.е. четвертое уравнение получим из условия ограничения наибольшей нелинейности РФП, т.е. заданной погрешности приближения. Тогда получаем:

Для решения системы уравнений воспользуемся программными средствами СКМ Mathcad. Численное решение данной системы позволяет получить функция-блок «Given-Minerr», который реализован посредством итерационных методов. Изменяя начальные, условия можно подобрать ВПРФП. Добавим в систему ещё одно уравнение, согласно которому погрешность приближения на конце диапазона по модулю должна равняться середине, что упростит поиск решений.



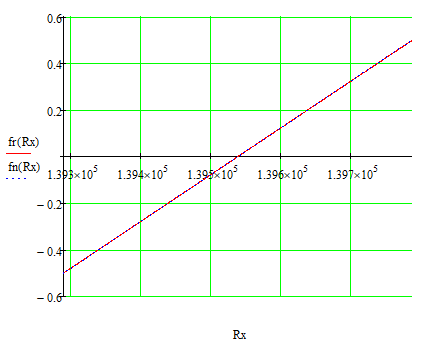
В результате решения системы получим искомые значения внутренних параметров РФП и свободный член НФП:

= Ом

= Дж

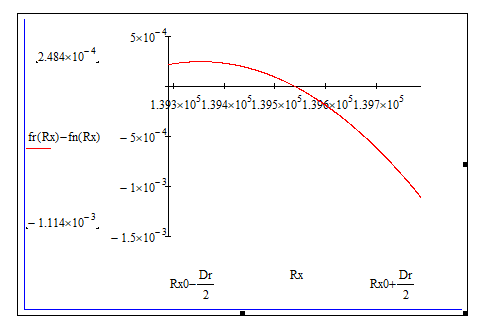
Расчетная и номинальная функции преобразования примут вид:

Построим в единой системе координат графики расчетной и номинальной функции преобразования:



*Рис. 6. График РФП и НФП*

Построим график изменения погрешности приближения:



*Рис. 7. График погрешности приближения*

Погрешность на всем диапазоне не превышает требуемую. Графики РФП и НФП аппроксимируются на диапазоне , внутренние параметры для РФП найдены верно.