МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО

Машиностроительный факультет

Кафедра «Информатика»

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к курсовой работе
по дисциплине «Информатика»

на тему: **«КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ. РАСЧЁТ ПАРАМЕТРОВ ПЛЁНОЧНОЙ КАТУШКИ ИНДУКТИВНОСТИ»**

Исполнитель: студент гр. НР-21
Кокошенко Д.
Руководитель: преподаватель
Прокопенко Д.В.

Дата проверки: ______________________
Дата допуска к защите: ______________________
Дата защиты: ______________________

Оценка работы: ______________________

Подписи членов комиссии
по защите курсовой работы: ______________________________

Гомель 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

ВВЕДЕНИЕ

Во все времена инженерам, исследователям был необходим удобный и достаточно эффективный инструмент для решения своих задач. В этот «инструментальный» ряд можно включить логарифмическую линейку, арифмометр, калькулятор, универсальную ЭВМ, персональный компьютер. При использовании вычислительной техники встала проблема реализации алгоритмов решения в виде так называемых программ.

Начиная с 90-х годов прошлого века, широкую известность и заслуженную популярность приобрели так называемые системы компьютерной математики или, проще, математические пакеты. К ним можно отнести MathCAD, MatLab, Mathematica, Maple.

На мой взгляд, наиболее подходящим для выполнения научно-инженерных расчётов является математический пакет MathCAD, особенно его последние версии. Эти версии содержат тщательно сбалансированные средства численных и символьных вычислений с графической визуализацией результатов в сочетании с современным интерфейсом пользователя, мощной справочной системой, обширными пакетами расширений.

Основам работы с последними версиями пакета MathCAD посвящены несколько книг и учебников. К сожалению, в них не уделено должного внимания вопросам программной реализации различных алгоритмов, особенно с использованием программных модулей – подпрограмм-функций MathCAD. Отчасти это объясняется большим объёмом «общеобразовательной» информации, которая необходима для широкого круга пользователей, а также смещением акцента в сторону использования «готовых» функций, входящих как в сам MathCAD, так и в пакеты расширений. Их использование порождает достаточно простые алгоритмические конструкции, реализуемые непосредственно в документе MathCAD.

MathCAD может выполнять вычисления любой степени сложности, по своему объёму допустимые на персональном компьютере. Помимо привычных численных расчётов MathCAD способен делать символьные преобразования.

При выполнении курсовой работы будем пользоваться такими системами, как MathCAD.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

1. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

1.1 Принципы построения компьютерной модели

При создании машин, технических комплексов и других объектов широко используется моделирование. Как средство познания и преобразования материального мира моделирование применяется в экспериментальных и теоретических научных исследованиях.

Моделирование [1] представляет собой процесс замещения объекта исследования некоторой его моделью и проведения исследований на модели с целью получения необходимой информации об объекте.

Модель — это физический или абстрактный образ моделируемого объекта, удобный для проведения исследований и позволяющий адекватно отображать интересующие исследователя физические свойства и характеристики объекта. Удобство проведения исследований может определяться различными факторами: легкостью и доступностью получения информации, сокращением сроков и уменьшением материальных затрат на исследование.

Различают моделирование предметное и абстрактное. При предметном моделировании строят физическую модель, которая отображает основные физические свойства и характеристики моделируемого объекта. При этом модель может иметь иную физическую природу в сравнении с моделируемым объектом (например, электронная модель гидравлической или механической системы).

Абстрактное моделирование связано с построением абстрактной модели. Такая модель представляет собой математические соотношения, схемы, диаграммы и т.п. Наиболее мощным и универсальным методом абстрактного моделирования является математическое моделирование. Оно широко используется как в научных исследованиях, так и при проектировании.

Математическое моделирование [4] позволяет посредством математических символов и зависимостей составить описание функционирования технического объекта в окружающей внешней среде, определить выходные параметры и характеристики, получить оценку показателей эффективности и качества, осуществить поиск оптимальной структуры и параметров объекта. Одним из основных компонентов системы проектирования становится математическая модель.

Математическая модель — это совокупность математических объектов и отношений между ними, адекватно отображающая физические свойства создаваемого технического объекта. В качестве математических объектов выступают числа, переменные, множества, векторы, матрицы и т.п. Процесс формирования математической модели и использования ее для анализа и синтеза называется математическим моделированием.

Компьютерные модели стали обычным инструментом математического моделирования и применяются в физике, астрофизике, механике, химии, биологии, экономике, социологии, метеорологии, других науках и прикладных задачах в различных областях радиоэлектроники, машиностроения, автомобилестроения. Компьютерные модели используются для получения новых знаний о моделируемом объекте или для приближенной оценки поведения систем, слишком сложных для аналитического исследования.

Компьютерное моделирование является одним из эффективных методов изучения сложных систем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать в силу их возможности проводить т. к. вычислительные эксперименты, в тех случаях, когда реальные эксперименты затруднены из-за финансовых или физических препятствий или могут дать непредсказуемый результат. Логичность компьютерных моделей позволяет определить основные факторы, определяющие свойства изучаемого объекта-оригинала (или целого класса объектов), в частности, исследовать отклик моделируемой физической системы на изменения её параметров и начальных условий.

Построение компьютерной модели базируется на абстрагировании от конкретной природы явлений или изучаемого объекта-оригинала и состоит из двух этапов: сначала создание качественной, а затем и количественной модели. Чем больше значимых свойств будет выявлено и перенесено на компьютерную модель, тем более приближенной она окажется к реальной модели, тем большими возможностями сможет обладать система, использующая данную модель. Компьютерное же моделирование заключается в проведении серии вычислительных экспериментов на компьютере, целью которых является анализ, интерпретация и сопоставление результатов моделирования с реальным поведением изучаемого объекта и, при необходимости, последующее уточнение модели и т. д.

Компьютерное моделирование дает возможность [2]:

- расширить круг исследовательских объектов - становится возможным изучать не повторяющиеся явления, явления прошлого и будущего, объекты, которые не воспроизводятся в реальных условиях;
- визуализировать объекты любой природы, в том числе и абстрактные;
- исследовать явления и процессы в динамике их развертывания;
- управлять временем (ускорять, замедлять и т.д);

- совершать многоразовые испытания модели, каждый раз возвращая её в первичное состояние;

- получать разные характеристики объекта в числовом или графическом виде;

- находить оптимальную конструкцию объекта, не изготовляя его пробных экземпляров;

- проводить эксперименты без риска негативных последствий для здоровья человека или окружающей среды.

К математическим моделям предъявляются требования адекватности, экономичности, универсальности. Эти требования противоречивы, поэтому обычно для проектировании каждого объекта используют свою оригинальную модель.

Математические модели технических объектов, используемые при проектировании, предназначены для анализа процессов функционирования объектов и оценки их выходных параметров. Они должны отображать физические свойства объектов, существенные для решения конкретных задач проектирования. При этом математическая модель должна быть как можно проще, но в то же время обеспечивать адекватное описание анализируемого процесса.

Математические модели можно классифицировать по отраслям наук (математические модели в физике, биологии, социологии и т.д.). Можно классифицировать по применяемому математическому аппарату. Если исходить из общих задач моделирования, наиболее естественна такая классификация:

- дескриптивные (описательные) модели: являются основными (анализ относительных показателей и коэффициентов, сравнительный или пространственный анализ, факторный анализ);

- оптимизационные модели: используются для описания процессов, на которые можно воздействовать, пытаясь добиться достижения заданной цели;

- многокритериальные модели: осуществляются с использованием нескольких параметров одновременно.

1.2 Обзор численных методов интерполяции и аппроксимации

Аппроксимировать [5] – это означает "приближенно заменять". Допустим, известны значения некоторой функции в заданных точках. Требуется найти промежуточные значения этой функции. Это так называемая задача **о** восстановлении функции. Кроме того, при проведении расчетов сложные функции удобно заменять алгебраическими многочленами или другими элементарными функциями, которые достаточно просто вычисляются (задача о приближении функции) [8].

Интерполяция [6] — это метод нахождения неизвестных промежуточных значений некоторой функции по имеющемуся дискретному набору ее известных значений. Типичным примером такой функции является временной ряд, значения которого — это наблюдения, зафиксированные через определенный интервал времени.

Интерполяция, интерполирование — в вычислительной математике нахождение неизвестных промежуточных значений некоторой функции, по имеющемуся дискретному набору ее известных значений, определенным способом. Термин «интерполяция» впервые употребил Джон Валлис в своем трактате «Арифметика бесконечных» (1656).

В функциональном анализе интерполяция линейных операторов представляет собой раздел, рассматривающий банаховы пространства как элементы некоторой категории.

Отличие аппроксимации от интерполяции.

Аппроксимация -это приближение, то есть какие-либо приближенные вычисления, функции и др.

Интерполяция – один из видов аппроксимации когда одна функция замещается другой функцией совпадающей с ней в одних точках а в других точках лишь приближающаяся к ней.

Интерполяция — в вычислительной математике способ нахождения промежуточных значений величины по имеющемуся дискретному набору известных значений.

Аппроксимация, или приближение — математический метод, состоящий в замене одних математических объектов другими, в том или ином смысле близкими к исходным, но более простыми.

В научных и инженерных расчетах, часто приходится оперировать наборами значений, полученных опытным путем или методом случайной выборки. Как правило, на основании этих наборов требуется построить функцию, на которую могли бы с высокой точностью попадать другие получаемые значения. Такая задача называется аппроксимацией. Интерполяцией называют такую разновидность аппроксимации, при которой кривая построенной функции проходит точно через имеющиеся точки данных.

Существует также близкая к интерполяции задача, которая заключается в аппроксимации какой-либо сложной функции другой, более простой функцией. Если некоторая функция слишком сложна для производительных вычислений, можно попытаться вычислить ее значение в нескольких точках, а по ним построить, то есть интерполировать, более простую функцию. Разумеется, использование упрощенной функции не позволяет получить такие же точные результаты, какие давала бы первоначальная функция. Но в некоторых классах задач достигнутый выигрыш в простоте и скорости вычислений может перевесить получаемую погрешность в результатах.

Следует также упомянуть и совершенно другую разновидность математической интерполяции, известную под названием «интерполяция операторов». К классическим работам по интерполяции операторов относятся теорема Рисса — Торина и теорема Марцинкевича, являющиеся основой для множества других работ.

Аппроксимация — замена одних математических объектов другими, имеющие похожие и близкие свойства для последующего использования в прикладной задаче. Аппроксимация позволяет исследовать различные числовые характеристики или качественные свойства объекта изучения.

Таким образом мы можем свести задачу к исследованию более элементарных или удобных для вычислений объектов, характеристики которых известны или легко вычисляются.

Приближение имеет схожий смысл что и аппроксимация, термин «приближение» иногда употребляется в смысле приближающего объекта.

Приближение функций — нахождение для данной функции f функции g из некоторого определенного класса (например, среди полиномов заданной степени), в том или ином смысле близкой к f, дающей ее приближенное представление».

Модель — любой образ какого-либо объекта, процесса или явления, используемый в качестве его аналога. Математическая модель — приближенное описание какого-либо класса явлений из внешнего мира, выраженное с помощью математической символики и математического языка.

Физическая модель — приближенное описание некоторого объекта или явления с помощью образа, имеющего ту же физическую природу.

Один из самых важных этапов в изучении какого-либо объекта на основе математической модели данного объекта – удовлетворяет ли наша модель нескольким критериям: соответствие изучаемому явлению и процессу, согласование результаты наблюдений и экспериментов с теоретическими прогноза работы модели с учетом погрешности наблюдений. Поэтому необходима проверка модели на адекватность, то есть соответствие свойствам реального объекта, при условии, что точность модели, должна быть больше точности наблюдений (ошибка модели должна быть меньше ошибки наблюдений).

Адекватность — соответствие, верность, точность. Точность измерения — характеристика измерения, отражающая степень близости его результатов к истинному значению измеряемой величины».

Аппроксимация бывает двух видов:

- математическая или строгая;
- физическая или техническая аппроксимация.

Математическая аппроксимация в свою очередь подразделяется на несколько методов:

— полиномами (многочленами);
— сплайнами;
— отрезками ряда Фурье;
— полиномами по ортогональным многочленам;
— собственными функциями краевых задач.

Менее строгая аппроксимация — физическая или техническая аппроксимация, или математическая модель физического явления, процесса и его физической модели, технического устройства и его характеристик, сигнала и его параметров, среды, материи и т.п. Физическая (техническая) аппроксимация включает в себя множество способов приближения функций, которые выбирают, руководствуясь конкретно поставленной задачей.

В итоге, с помощью физической (технической) аппроксимации легко решается широкий спектр задач, актуальных на данный момент времени, связанных с конкретными проблемами и вопросами прикладного (технического) характера. Строгая теория математической аппроксимации строится как фундаментальная, глобальная теория аппроксимации, которая для решения текущих прикладных практических задач может и не пригодиться. Это может произойти вследствие либо потери с течением времени актуальности решаемой задачи, либо сложности теории (аппроксимирующей функции), либо большого количества коэффициентов аппроксимации».

В основном, характеристические данные большинства сложных реальных процессов и явлений получают в результате опыта или эксперимента, очень редко удается получить или вывести зависимость в виде аналитической. Для изучения явлений и процессов нужно для начала представить характеристики в формальной математической форме, в которой их можно использовать для вычислений и расчетов. Простым и наглядным способом будет представление характеристик в виде таблицы. Этот способ удобен для анализа при помощи ЭВМ, аргументы и функции образуют массивы данных. В ряде случаев характеристики реальных процессов и явлений имеют сложный вид и нагляднее представить их в виде графиков, диаграмм или других графических изображений. Применение экспериментальных данных в виде таблиц или графиков иногда оказывается не слишком удобным, и данные описывают при помощи элементарных аналитических зависимостей, которые с достаточной точностью качественно отражают характер рассматриваемых соотношений.

В данном случае возникает потребность в нахождении функции, наиболее близкой к исследуемой, таким образом мы сформулируем задачу аппроксимации.

Необходимо построить функцию по экспериментальным данным, приближенными аналитическими выражениями.

Для решения поставленной задачи необходимо получить аналитическую зависимость, то есть подобрать аппроксимирующую функцию, которая бы удовлетворяла условиям достаточной простоты и отражала бы ключевые особенности экспериментально полученной функции с заранее заданной степенью точности.

Общая задача аппроксимации включает в себя две самостоятельные задачи:

- выбор класса подходящей аппроксимирующей функции;
- определение коэффициентов аппроксимирующей функции (определение коэффициентов аппроксимации).

Чтобы выбрать класс аппроксимирующей функции, необходимо решить задачу, которая бы соблюдала некоторые требования:

— простота функции (для математических операций и реализации на ЭВМ);
— достаточная точность (ошибка аппроксимации должна быть одного порядка с разбросом параметров характеристик отдельных реализаций);
— наглядность, позволяющая судить об изменении коэффициентов аппроксимации при изменении характеристик процесса;
— ясность понимания процессов в явлении и выявление свойств и характеристик, представляющих интерес в конкретном случае» .

Исходя из этого, функцию, которая будет приближать характеристику какого-либо объекта, выбирают руководствуясь физическими представлениями о природе изучаемого явления или процесса. Выбор проходит, основываясь на внешнем сходстве исследуемой характеристики с графическим изображением выбранной функции. К функции, которая является решением поставленной задачи предъявляются уже известные требования: обеспечивая хорошее качество приближения с низкой среднеквадратической ошибкой, она должна быть простой и удобной для дальнейшего использования при решении на ЭВМ. Аналитические выражения, отображающие характеристики реальных процессов должны как можно лучше соответствовать реальности. Однако повышение точности аппроксимации приводит, как правило, к усложнению аппроксимирующих выражений и увеличению их количества, что затрудняет определение и вычисление коэффициентов и применение этих выражений для анализа процессов.

Способов решения данной задачи существует большое количество, как и аналитических выражений, для которых необходимо найти значения коэффициентов. Может быть нецелесообразно и не иметь смысла, стараться получить аппроксимирующие выражения, дающие наибольшую точность, чем точность отдельных методов или конкретных характеристик процесса. При решении задачи аппроксимации так же, как и при решении любой задачи, человек сталкивается с проблемой построения математической модели и поиска компромисса в соотношении с точностью результатов и сложностью вычислений и самой модели.

Определение коэффициентов аппроксимации наиболее плотно связано с запрашиваемой точностью. Точность определяется критериями приближения, обычно применяют критерии равномерного, среднеквадратичного и интерполяционного или точечного приближений. Если число заданных точек превышает число определяемых коэффициентов аппроксимации, то лучшим путем будет использовать метод наименьших квадратов, при котором среднеквадратичная ошибка минимальна, так как прямое решение данной системы может не дать ответа. Метод наименьших квадратов применяется, когда необходима регулируемая и достаточно высокая точность аппроксимации. Для данного метода требуются громоздкие вычисления, что заставляет решать данную задачу только при использовании компьютера, но имеется конструктивный подход для аналитического определения коэффициентов модели аппроксимации.

Метод наименьших квадратов обеспечивает наименьшую среднюю квадратическую ошибку аппроксимирующей функции от значений исходной функции на заданном множестве точек, большим, чем число неизвестных коэффициентов.

Необходимо отметить, что точность аналитического представления изучаемого явления будет тем выше, чем точнее выбранная нами математическая модель, описывающая данное явление. Определимся с требованиями, которые нужно предъявить к выбору модели, описывающей явление или процесс при одинаковой ее точности — наименьшее количество коэффициентов модели и ее простота, выполнение данных требований способствует уменьшению систематической ошибки и времени обработки экспериментальных данных.

1.3 Численный метод половинного деления и его реализация в MathCad

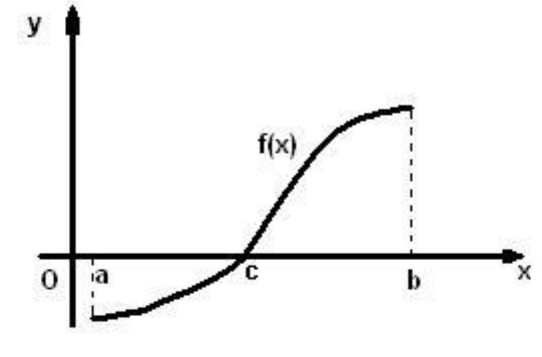
Метод половинного деления или дихотомии (дихотомия - сопоставленность или противопоставленность двух частей целого) при нахождении корня уравнения $f(x)=0$ состоит в делении пополам отрезка $[a; b]$, где находится корень. Затем анализируется изменение знака функции на половинных отрезках, и одна из границ отрезка $[a; b]$ переносится в его середину. Переносится та граница, со стороны которой функция на половине отрезка знака не меняет. Далее процесс повторяется. Итерации прекращаются при выполнении одного из условий: либо длина интервала $[a; b]$ становится меньше заданной погрешности нахождения корня e, либо значение функции сравнимо с погрешностью расчетов [6].

Пусть:

1. Функция $y=F(x)$ определена и непрерывна на отрезке $[a; b]$;
2. $F(a)*F(b)<0$;

Требуется найти корень на отрезке с точностью e

Разделим отрезок $[a; b]$ пополам точкой $c = (a + b)/2$, как показано на рисунке 1.



						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рисунок 1.1 - Построение последовательного приближения по методу половинного деления

Если *F(c)* не равно 0, то возможны два случая:

1) *F(x)* меняет знак на отрезке *[a; c];*

2) *F(x)* меняет знак на отрезке *[c; b]*.

Выбираем тот отрезок, на котором функция меняет знак. Если *F(x)* меняет знак на отрезке *[a; c],* то *b:=c;* если *F(x)* меняет знак на отрезке *[c; b],* то *a:=c.*

Условие окончания счета: $b - a <$ е.

Корень уравнения: $x = (a + b)/2$.

Погрешность метода: $dx = (b - a)/2$.

Рассмотрим положительные стороны метода половинного деления

- надежность;
- не требует приведения к специальному виду;
- не требует дифференцируемости функции;
- устойчивость к ошибкам округления.

Рассмотрим отрицательные стороны метода половинного деления

- медленная сходимость;
- метод не применим для корней четной кратности;
- метод половинного деления практически неудобен для вычисления корня с большой точностью ручным способом, так как требует большого объема вычислительной работы.

Но он легко реализуется на ЭВМ.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

2. АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАДАЧИ

2.1 Полная постановка задачи

1. Найти параметр R_2, обеспечивающий заданную индуктивность L при заданных параметрах числа витков N и размера R_1;
2. Найти значение параметра R_2, используя численный метод, заданный для использования в решении уравнения. Выполнить графическую интерпретацию результатов расчётов. Сравнить полученное значение с рассчитанным в пункте 1.
3. Рассчитать значение параметра R_2 для 10 значений из диапазона значений варьируемого параметра, указанного в таблице исходных данных. Построить сводный график зависимости полученных значений параметра R_2 от варьируемого параметра.
4. Подобрать сплайновую интерполирующую зависимость по результатам расчётов. Построить график исходной и интерполирующей функции на одном поле.
5. Выполнить расчёт по индивидуальному заданию. Дать графическую интерпретацию результатов расчётов.

2.2 Описание математической модели. Анализ исходных данных и результатов

Исходные данные выбираются из таблиц исходных значений.

Индуктивность катушки задана уравнением.

Варьируемый параметр – пункт 3.

При нахождении параметра R_2 будем использовать метод простых итераций.

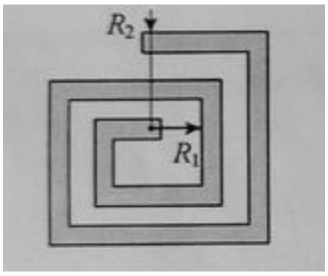


Рисунок 2.1 – Пленочные катушки индуктивности в виде квадратной спирали

- N – число витков;
- R_1 –размер внутреннего витка катушки;
- R_2 – размер внешнего витка катушки;
- L – индуктивность.

Таблица 1.

Исходные данные для расчета

№	N	R_1, *мм*	*L*, *нГн*
1	4,5	1	180

Таблица 2.
Значение размера внутреннего витка катушки

Первый опыт	R_1 =0,75
Второй опыт	R_1 =0,77
Третий опыт	R_1 =0,79
Четвёртый опыт	R_1 =0,81
Пятый опыт	R_1 =0,83
Шестой опыт	R_1 =0,85
Седьмой опыт	R_1 =0,87
Восьмой опыт	R_1 =0,89
Девятый опыт	R_1 =0,91
Десятый опыт	R_1 =0,93

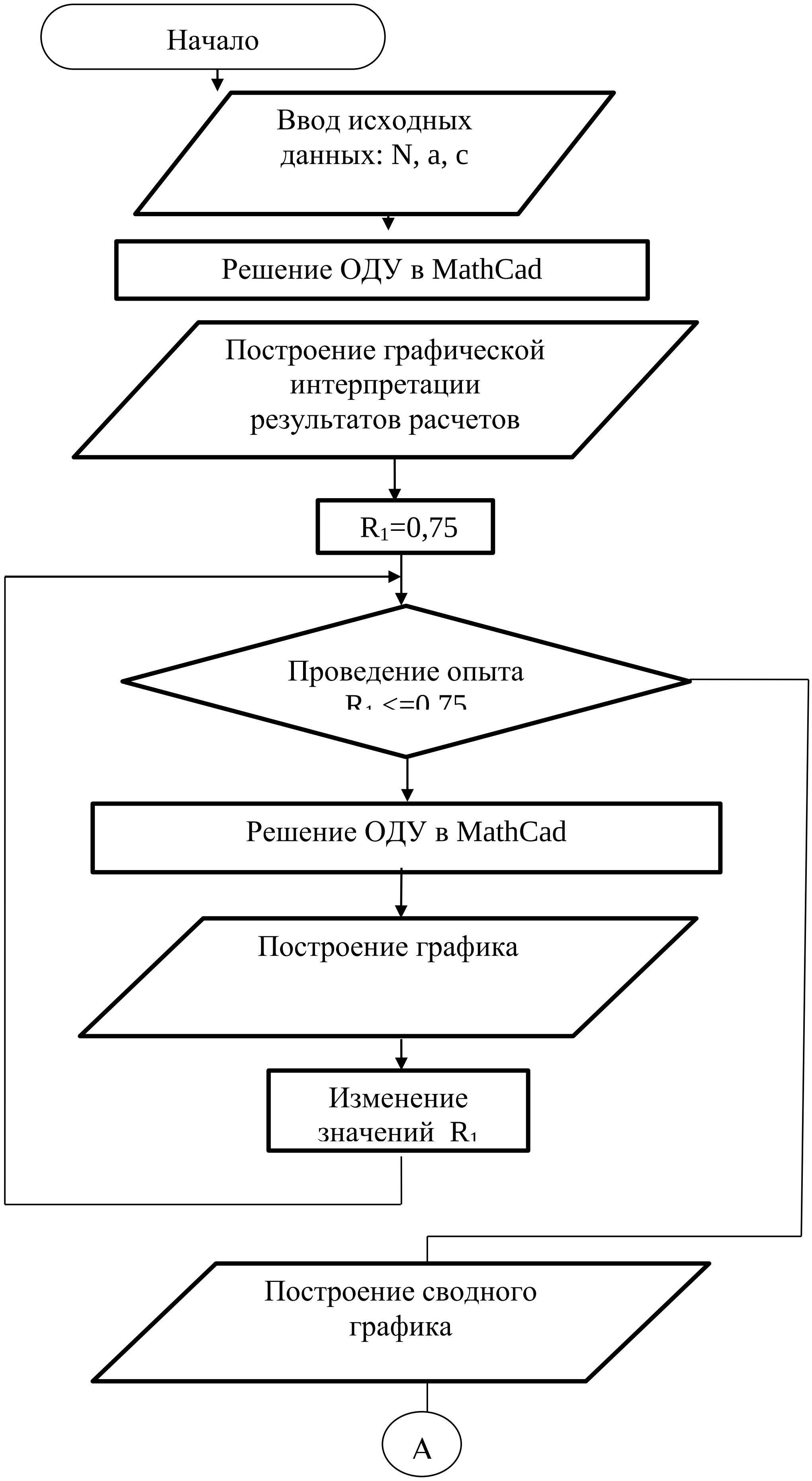
Уравнение индуктивности катушки имеет вид:

$$L = 2{,}41 \cdot a \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left(\frac{8 \cdot a}{c}\right),$$

где N – число витков;
$a=(R_1+R_2)/2$,
$c=R_2-R_1$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.3 Графическая схема алгоритма решения задачи в MathCad и Scilab



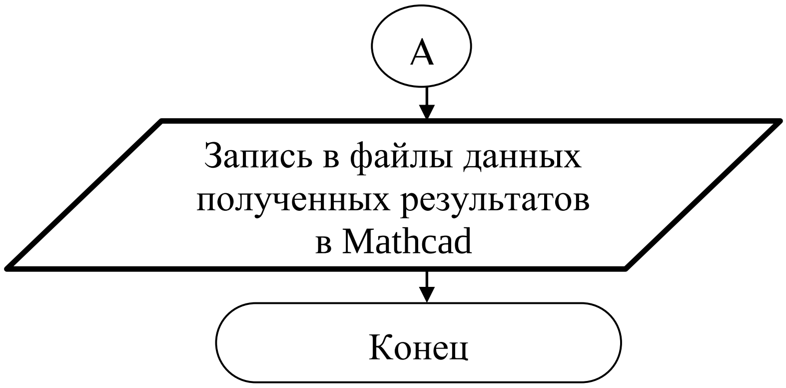


Рисунок 2.3 – Графическая схема решения

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. ОПИСАНИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАДАЧИ

3.1 Описание реализации базовой модели в Mathcad

Задаём начальные значения:

$N := 4.5 \qquad R_1 := 1 \qquad L := 180$

$R2 := 0, 1 .. 11$

Создаём вектор f(R_2).
Вписываем в него правую часть уравнения:

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_1 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_1 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_1}\right] - L$$

где R_1, R_2 – внутренний и внешний размеры катушки;
N – число витков катушки;
L – индуктивность катушки.
Находим параметр R_2, обеспечивающих заданную индуктивность.

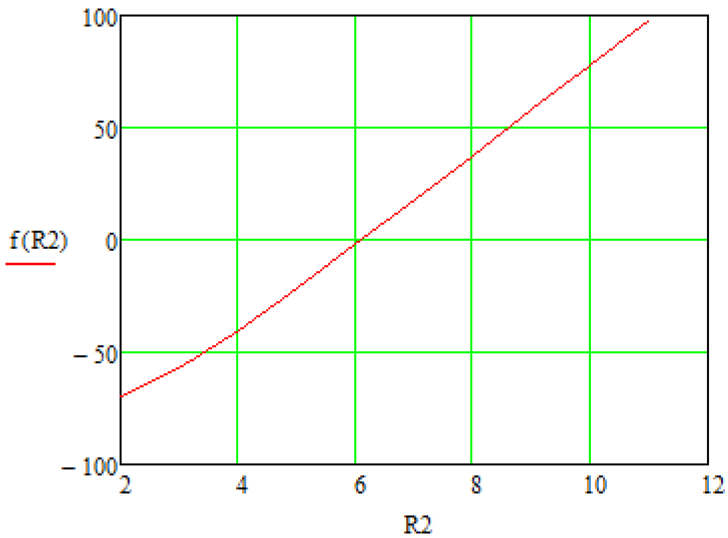


Рисунок 3.1 - График параметра R_2, обеспечивающего заданную индуктивность

$R2 := 6$

$kor := root(f(R2), R2)$

$kor = 6.09$

Находим значение параметра R_2, используя метод простых итераций, при решении уравнения.

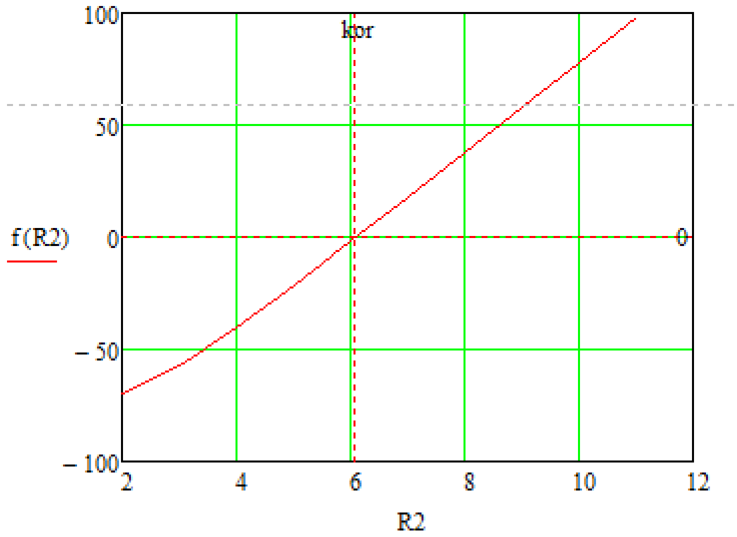


Рисунок 3.2 – График параметра R_2, найденного при помощи метода простых итераций.

Получаем результат:

```
PolDel(f ,a,b,cps) := | while |b − a| > cps
                      |   | c ← (a + b)/2
                      |   | a ← c  if  f(a)·f(
                      |   | b ← c
                      | (a + b)/2
```

$$PolDel(f,4,8,0.0001) = 6$$

Рассчитываем значение параметра R_2 для 10 значений из заданного диапазона: 0,75-0,95. Представляем в виде таблицы:

kor =

	1
1	6.829
2	6.772
3	6.715
4	6.658
5	6.6
6	6.542
7	6.483
8	6.424
9	6.364
10	6.304

Рисунок 3.3 – Таблица полученных значений при использовании варьируемого параметра

R =

	1
1	0.75
2	0.77
3	0.79
4	0.81
5	0.83
6	0.85
7	0.87
8	0.89
9	0.91
10	0.93

Рисунок 3.4 – Значения варьируемого параметра

Строим сводный график зависимости полученных значений параметра R_2 от варьируемого параметра.

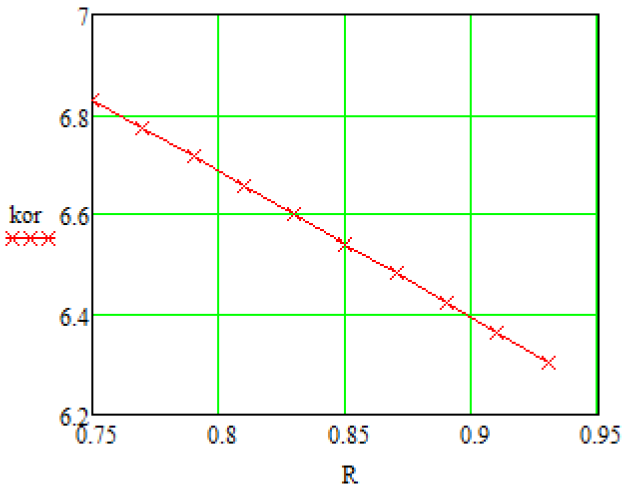


Рисунок 3.5 – Сводный график зависимости параметра R_2 от варьируемого параметра.

Подбираем сплайновую интерполирующую зависимость по результатам расчетов.

$K1 := \mathrm{lspline}(R, kor)$

$x := 0.75, 0.755 .. 0.93$

$S1(x) := \mathrm{interp}(K1, R, kor, x)$

Строим график исходной и интерполирующей функций на одном поле.

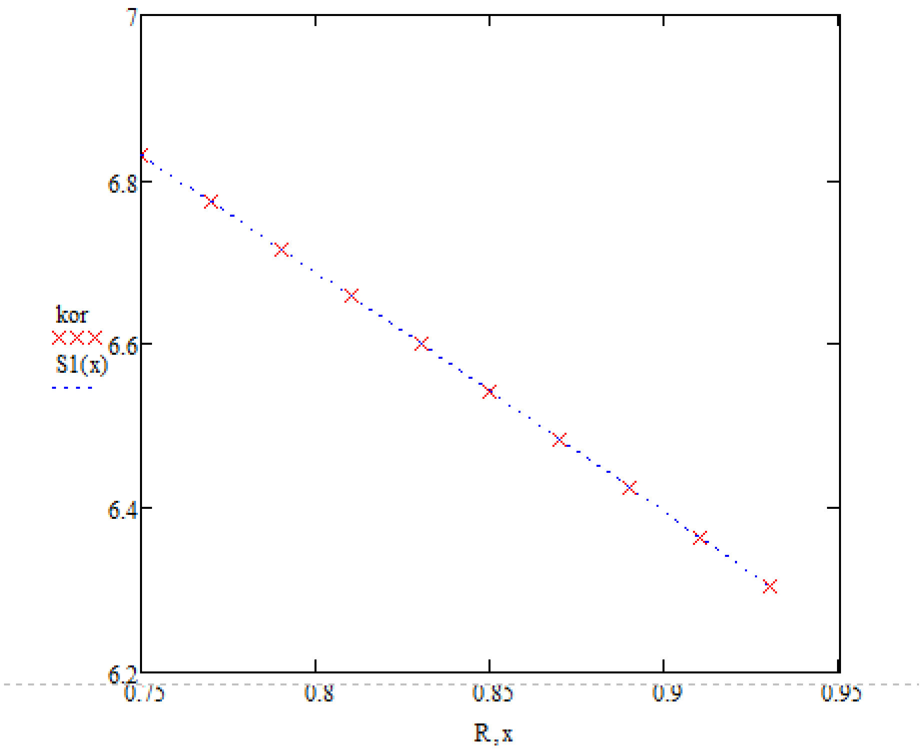


Рисунок 3.6 – График исходной и интерполирующей функций на одном поле

3.2 Выводы по результатам исследований

При выполнении работы была применены система MathCad для исследования математической модели устройства для измерения индуктивности. Были получены графики зависимости значений параметра R_2 от варьируемого параметра; построен график исходной и интерполирующей функций на одном поле.

В ходе работы мной был произведен расчет значений параметра R_2 от варьируемого параметра. Для этого я произвел 10 опытов, в каждом из которых увеличивал значение варьируемого параметра. Все полученные значения были обобщены в таблицу результатов, также представленную мною в данной пояснительной записке.

Для каждого задания были построены графики зависимости значений параметра R_2 от варьируемого параметра. Также я построил график исходной и интерполирующей функций на одном поле.

Весь материал, который я использовал при составлении пояснительной записке, изложен мною в Приложении А.

Основываясь на всем вышеперечисленном, можно сделать вывод о том, что курсовая работа по дисциплине «Информатика» мною была выполнена в соответствии с заданными требованиями.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Так как выполнение и защита курсовой работы для студентов второго курса является одной из важнейших форм учебной работы, мною была выполнена курсовая работа.

В данном курсовом проекте были выполнены все поставленные цели: ознакомились с программой MathCAD, научились создавать и исследовать математические модели по заданным исходным данным. Так же была решена задача об исследовании математической модели устройства для измерения индуктивности. Мной был показан и разобран пример использования системы MathCAD в исследовании математической модели.

Также в данном курсовом проекте была решена задача об исследовании математической модели устройства для измерения индуктивности. Мной был показан и разобран пример использования системы MathCAD в исследовании математической модели.

Целью данной работы было проведение расчета параметра R_2 в зависимости от варьируемого параметра.

Для этого мной было проведено 10 опытов расчета R_2 с изменением варьируемого параметра R_1, который находится в диапазоне от 0,75 до 0,95.

В заключение данной работы, следует сделать вывод, что достоинство программного комплекса заключается в том, что с помощью него мы можем промоделировать множество ситуаций, которые могут произойти с моделью. Изучить параметры, которые коренным образом влияют на характеристики системы. Так же с помощью него можно достаточно точно определить индуктивность катушки, интересующую нас.

Поэтому с уверенностью можно сказать, что данные системы могут значительно облегчить работу студентов, инженеров, конструкторов, ученых и всех тех, кто имеет дело со сложными и трудоемкими математическими вычислениями. Факт этого заключается в том, что на сегодняшний день новейшие разработки компьютерного математического моделирования находят широкое применение в самых разных сферах человеческой деятельности.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Математические модели. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.orenipk.ru/kp/distant_vk/docs/2_1_1/inf/inf_mat_mod.html– Дата доступа: 29.11.2020;
2. Плис А.И. Сливина Н.А. MathCAD 14: Математический практикум. – М.: Наука, 2008г. – 682с.
3. Алексеев Е.Р., Чеснокова О.В.Основы работы в математическом пакете MathCAD: Учебное пособие. — Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2012. — 187 с.
4. Основы программирования: Учебно-методическое пособие учебное пособие Самарского Государственного Университета, И.Н. Никонов - 2001 – 74с.
5. Метод половинного деления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/2322862/informatika/metod_polovinnogo_deleniya
6. Метод половинного деления. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://intellect.icu/interpolyatsiya-i-approksimatsiya-funktsij-nepreryvnaya-i-tochechnaya-approksimatsiya-3232

ПРИЛОЖЕНИЕ А. Построение базовой модели в MathCad

Описание математической модели

$ORIGIN := 1$

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

$N := 4.5 \qquad R_1 := 1 \qquad L := 180$

$R2 := 0, 1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_1 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_1 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_1}\right] - L$$ –функция расчета параметра R2

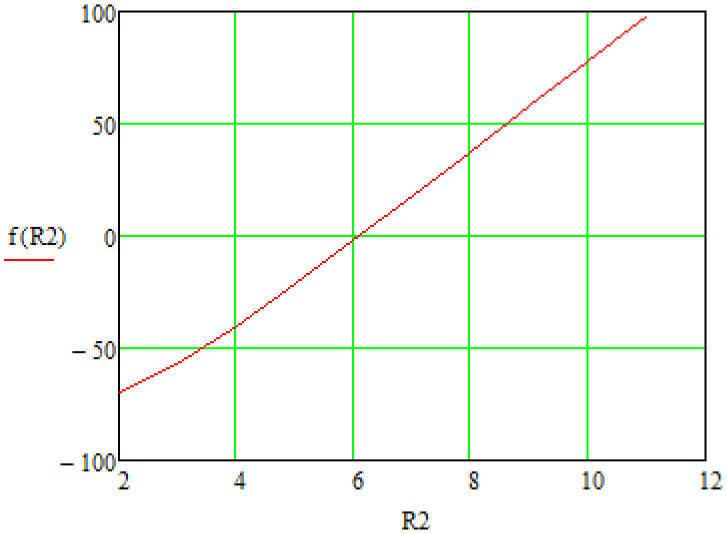


Рисунок А.1 - График параметра R_2, обеспечивающего заданную индуктивность

Проведение 10 опытов для установления влияние варьируемого параметра (внутреннего размера катушки) на параметр R_2:

Опыт 1

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \qquad L := 180 \qquad R_1 := 0.75$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_1 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_1 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_1}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_1 := root(f(R2), R2)$

$kor_1 = 6.829$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

Опыт 2

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \qquad L := 180 \qquad R_2 := 0.77$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_2 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_2 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_2}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_2 := root(f(R2), R2)$

$kor_2 = 6.772$

Опыт 3

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \qquad L := 180 \qquad R_3 := 0.79$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_3 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_3 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_3}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_3 := root(f(R2), R2)$

$kor_3 = 6.715$

Опыт 4

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \qquad L := 180 \qquad R_4 := 0.81$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_4 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_4 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_4}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_4 := root(f(R2), R2)$

$kor_4 = 6.658$

Опыт 5

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \quad L := 180 \quad R_5 := 0.83$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_5 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_5 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_5}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_5 := root(f(R2), R2)$

$kor_5 = 6.6$

Опыт 6

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \quad L := 180 \quad R_6 := 0.85$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_6 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_6 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_6}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_6 := root(f(R2), R2)$

$kor_6 = 6.542$

Опыт 7

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \quad L := 180 \quad R_7 := 0.87$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_7 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_7 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_7}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_7 := root(f(R2), R2)$

$kor_7 = 6.483$

Опыт 8

$ORIGIN := 1$

$N := 4.5 \quad L := 180 \quad R_8 := 0.89$

$R2 := 0, 0.1 .. 11$

$$f(R2) := 2.41 \cdot \frac{(R_8 + R2)}{2} \cdot N^{\frac{5}{3}} \cdot \ln\left[\frac{8\left[\frac{(R_8 + R2)}{2}\right]}{R2 - R_8}\right] - L$$

$R2 := 10$

$kor_8 := root(f(R2), R2)$

$kor_8 = 6.424$

Опыт 9

ORIGIN := 1

N := 4.5 L := 180 R_9 := 0.91

R2 := 0, 0.1 .. 11

$$f(R2) := 2.41\cdot\frac{\left(R_9 + R2\right)}{2}\cdot N^{\frac{5}{3}}\cdot\ln\left[\frac{8\left[\frac{\left(R_9 + R2\right)}{2}\right]}{R2 - R_9}\right] - L$$

R2 := 10

kor_9 := root(f(R2), R2)

kor_9 = 6.364

Опыт 10

ORIGIN := 1

N := 4.5 L := 180 R_{10} := 0.93

R2 := 0, 0.1 .. 11

$$f(R2) := 2.41\cdot\frac{\left(R_{10} + R2\right)}{2}\cdot N^{\frac{5}{3}}\cdot\ln\left[\frac{8\left[\frac{\left(R_{10} + R2\right)}{2}\right]}{R2 - R_{10}}\right] - L$$

R2 := 10

kor_{10} := root(f(R2), R2)

kor_{10} = 6.304

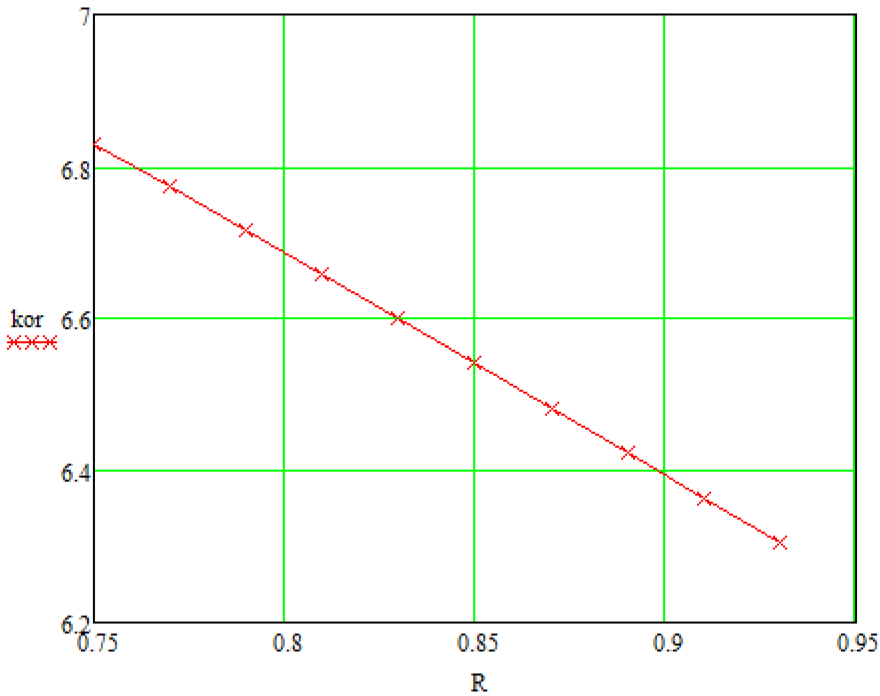


Рисунок А.2 – Сводный график зависимости параметра R_2 от варьируемого параметра

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

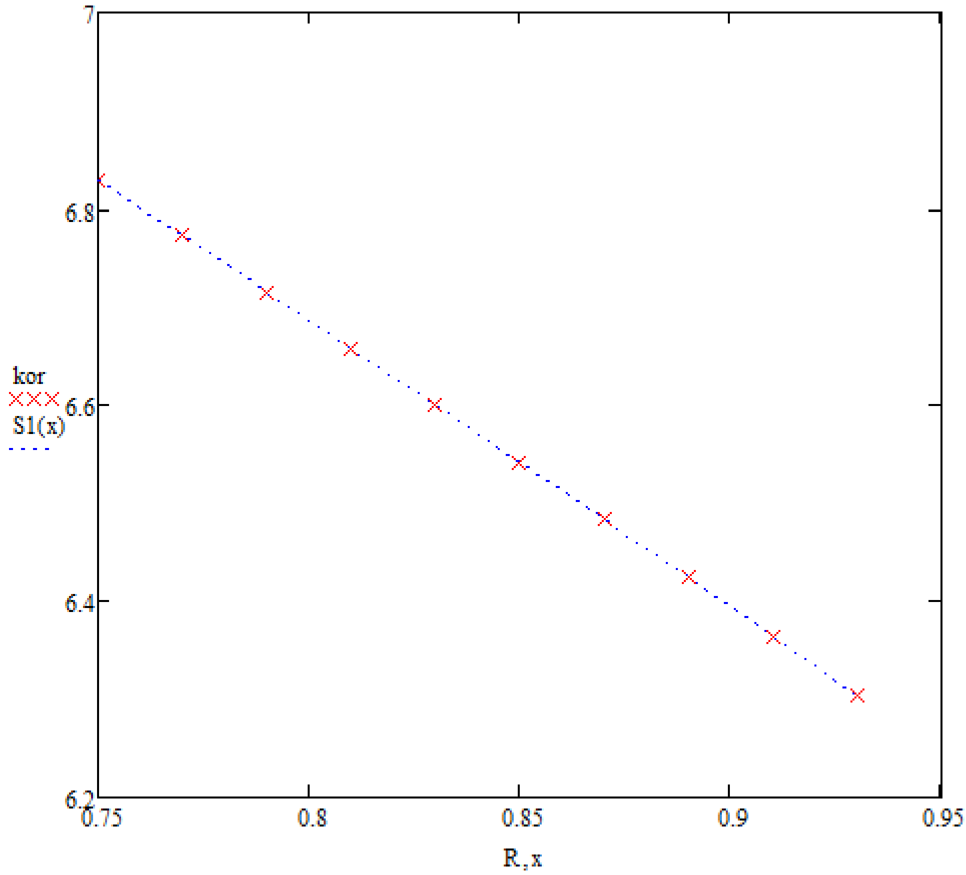


Рисунок А.3 – График исходной и интерполирующей функций на одном поле