Основываясь на теории, целью данной курсовой работы является применение метода наименьших для нахождения уравнения кривой разгона технологического процесса, а также оценка точности полученной математической модели.

Для достижения цели, поставим следующие задачи:

* Изучить необходимый теоретический материал;
* Нахождение математической модели, путем метода наименьших квадратов;
* Оценка качества математической модели;
* Оптимизация и улучшение математической модели.

Слайд 3

Метод наименьших квадратов - это математический метод, который используется для поиска наилучшего соответствия между экспериментальными данными и математической моделью.

Математической моделью называется совокупность уравнений или других математических соотношений, отражающих основные свойства изучаемого объекта. Они позволяют анализировать поведение системы, предсказывать ее будущее состояние, оптимизировать процессы, проводить численные эксперименты и принимать обоснованные решения.

## 1.1 Метод наименьших квадратов

Суть метода наименьших квадратов (МНК) сводится к тому, чтобы суммы квадратов отклонений экспериментальных данных от сглаживающей прямой, сводилась к минимуму (формула 1).

– экспериментальные значения,

– расчётное значение.

Найти можно двумя способами:

* Общий вид зависимости известен априори (заранее) на основе теоретических, практических и других знаний о процессе, тогда задача в отыскании этой функции заключается в нахождении коэффициентов зависимости.
* заранее неизвестно и нет никаких предположений о её математической форме. В этом случае удобно применить алгебраический полином некоторой степени – ряд Тейлора.

Коэффициентом ряда Тейлора сводится к отысканию экстремума:

Для нахождения экстремума необходимо взять частные производные по параметрам и приравнять к 0. Получим систему «n+1» уравнений с «n+1» неизвестными параметрами, решение которой даст возможность найти .

Система нормальных уравнений или нормальная система:

Пример для линейной аппроксимации:

Слайд 4 – Исходные данные

Слайд 5

Для начала, нам построим исходную зависимость, для того, чтобы примерно понять какая зависимость будет лучше описывать наши экспериментальные данные

Слайд 6 – Python

Для этого использовалась библиотека «numpy», которая при помощи метода «polyfit» рассчитывает методом наименьших квадратов коэффициента уравнения полинома необходимой степени, в данном случае 1. А также подставить эти коэффициенты, в соответствующее уравнение, методом «poly1d»

Для изменения степени необходимо изменить число

Для обсчета коэффициентов логарифмической функции, используется другая библиотека «scipy». Она при помощи следующего метода определяем коэффициенты функции:

«curse\_fit (шаблон функции, переменная оси ОХ, переменная оси ОУ)»

Как мы видим данный метод требует, шаблона обсчитываемой функции

Слайд 3

## 1.2 Оценка адекватности регрессионных моделей

Введем следующие соотношения:

* - сумме квадратов регрессии;
* - сумма квадратов остатков;
* – общая сумма квадратов.

Для оценки качества модели используют коэффициент детерминации

является характеристикой, с помощью которой можно определить насколько найденное уравнение регрессии соответствует реальным данным (результатом эксперимента)

Если связь между переменными и регрессионной зависимостью отсутствует.

Если уравнение регрессии отлично аппроксимирует найденные данные и такой моделью можно пользоваться для прогноза значений результативного показания.