# Вариант 9

# Наименование и цель работы.

*Цель работы:* изучение методов построения дискретных динамических моделей, используемых при синтезе цифрового управления, и идентификация параметров моделей объектов регулирования, описываемых конечно-разностными уравнениями.

Непрерывная модель, описывающая поведение объекта с сосредоточенными параметрами, представляет собой непрерывную функцию  и может быть интерпретирована в виде графика (рис.1).

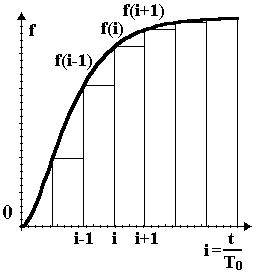


Рис.1. График функции 

Весь диапазон времени разбивается на равные интервалы.  - такт квантования. Обозначим  *-* текущий индекс (номер) такта квантования.

При малых тактах квантования разностные уравнения можно получать из дифференциальных путем дискретизации последних [2]. В частности, дифференциалы могут приближенно заменяться правыми разностями:

;

; (1)

.

Таким образом можно получить производную *-*го порядка в виде разностной схемы.

Из теории автоматического управления известно, что модели (рис.2) динамических объектов с запаздыванием в непрерывном виде могут быть представлены дифференциальными уравнениями или соответствующими передаточными функциями:

 (2)

или

 (3)

где  - выходной сигнал объекта;  - входной сигнал объекта;  - коэффициент усиления объекта;  - время чистого запаздывания объекта; - оператор преобразования Лапласа;  - постоянные времени объекта, по которым могут вычисляться коэффициенты  дифференциального уравнения (2):

при  ,

при  , ,

при  , ,

.

# Описание постановки задачи

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Технологический объект (ТО) | Канал объекта регулирования | Пар. модели ТО | | | | | | Такт квантования | Порядки уравнений восстанавливаемых моделей | Метод решения системы лин. Уравнений |
| T1 | T2 | T3 | k | т | p | T0 |  |  |
| Теплообменник | Расход греющего пара - температура смеси на выходе теплообменника | 4,21 мин | 3,19 мин | - | 12,1 ºС/(м3/ч) | 0,5 мин | 0,61 | 0,1 мин | 2;3 | Правило Крамера |

Таблица 1

Расход греющего пара - температура смеси на выходе теплообменника является апериодическом звеном второго порядка с чистым запаздыванием и представляется в виде дифференциального уравнения второго порядка.

 (4)

# Математическая формулировка задачи

соответствующей передаточной функции

. (5)

Из дифференциального уравнения (4) получим конечно-разностное:

. (6)

Преобразуя это уравнение, выразим из него *.*

 (7)

Введем обозначения:

, (8)

, (9)

. (10)

Отсюда

 (11)

Уменьшая текущий индекс такта квантования на единицу в левой и правой частях уравнения (11), получим конечно-разностное уравнение второго порядка, удобное для практического использования:

 (12)

, (13)

где  - выход объекта без помехи;  - измеряемое значение выходного сигнала с помехой ;  - коэффициент помехи, определяющий уровень помехи на каждом такте  квантования; .

Для уравнения (12) начальные условия принимаются нулевыми и определяются его порядком:

, (14)

.

Если на вход имитационной модели подается единичное ступенчатое воздействие, то, начиная с такта квантования ,  .  определяется временем переходного процесса :

*=*. (15)

переходный процесс объекта регулирования  с учетом помехи .

На вход имитационной модели объекта подается единичное ступенчатое воздействие  , т.е. проводится активный эксперимент. Точки кривой разгона  для заданного такта квантования  рассчитываются по уравнениям (12),(13).

Ставится задача: по полученной на имитационной модели объекта регулирования кривой разгона найдем параметры математической модели той же структуры, то есть восстановим коэффициенты  в уравнении (16):

, (16)

где  - выход восстанавливаемой модели объекта; 

-восстанавливаемые коэффициенты модели объекта.

Для решения поставленной задачи воспользуемся методом наименьших квадратов (МНК), широко применяющимся для параметрической идентификации моделей объектов регулирования.

. (17)

В уравнении (16) индекс  при  и можно заменить на индекс , т.к. для определения  всегда известны измеренные значения  и . Поэтому для любого -го такта квантования справедливо:

. (18)

Подставив (18) в (17), получим:

 (19)

Так как функция  положительно определенная в силу квадратичной формы, то необходимым и достаточным условием экстремума  является равенство нулю первых производных по искомым параметрам:

;

; (20)

;

После преобразования получим:



 (21)



Параметры , удовлетворяющие критерию (17), находятся решением системы (21) линейных уравнений [1]. МНК в приведенной постановке со стохастическим возмущающим сигналом позволяет получить достоверные и несмещенные оценки параметров .

При равенстве нулю коэффициента помехи , т.е. при отсутствии возмущений на выходе имитационной модели, когда , оценки  должны совпадать с  (до погрешности вычислений).

По полученным  из системы (21) можно восстановить значения параметров соответствующей передаточной функции объекта (5) .

После получения параметров  разностного уравнения (16) необходимо оценить меру соответствия полученной модели реальному объекту (имитационной модели), т.е. проверить адекватность модели объекту.

Адекватность устанавливается по критерию Фишера [3], для чего рассчитывается дисперсионное соотношение :

, (22)

где  - дисперсия относительно среднего, характеризующая отклонение выхода объекта  от среднего значения ;  - остаточная дисперсия, характеризующая отклонение выхода модели  от выхода объекта .

, (23)

, (24)

где  - среднее значение выхода объекта;  - число связей, наложенных на выборку, равное числу определяемых коэффициентов (для уравнения (16) ).

Полученное разностное уравнение (25) модели считается адекватным объекту, если расчетное значение  больше некоторого критического значения , т.е. при выполнении неравенства:

, (25)

где  - критическое значение критерия, зависящее от чисел  степеней свободы для дисперсии  и   и от уровня значимости .

Критическое значение Фишера выбирается из таблиц распределения Фишера [4]. Уровень значимости принять равным . При невыполнении условия (25) уравнение (18) модели не адекватно объекту.

# Схема алгоритма решения



Рис. 4. Схема алгоритма решения задачи



Рис. 4. Продолжение



Рис.4. Окончание

# Распечатка программы и результатов расчетов

# Графики переходных процессов объекта (при наличии помехи и без нее) и модели (разных порядков)

# Анализ полученных результатов