

Практическое занятие 3

Разработка нечёткой системы регулирования уровня жидкости в резервуаре

Цель: Ознакомление с особенностями разработки нечётких регуляторов динамических систем. Изучение основных принципов использования систем нечёткого вывода в simulink-моделях.

Исходные данные:

Объект управления – резервуар с жидкостью – представлен идеальным интегрирующим звеном, которое охвачено нелинейной отрицательной обратной связью, соответствующей закону истечения жидкости из резервуара (см. рис. 1). Резервуар характеризуется коэффициентом $1/S_b$, где S_b – площадь поверхности жидкости, м^2 . Коэффициент K_i характеризует скорость истечения жидкости. При помощи блока **Saturation** обеспечивается ограничение допустимого уровня жидкости в резервуаре: $h = (0 \dots 100) \text{ м}$.

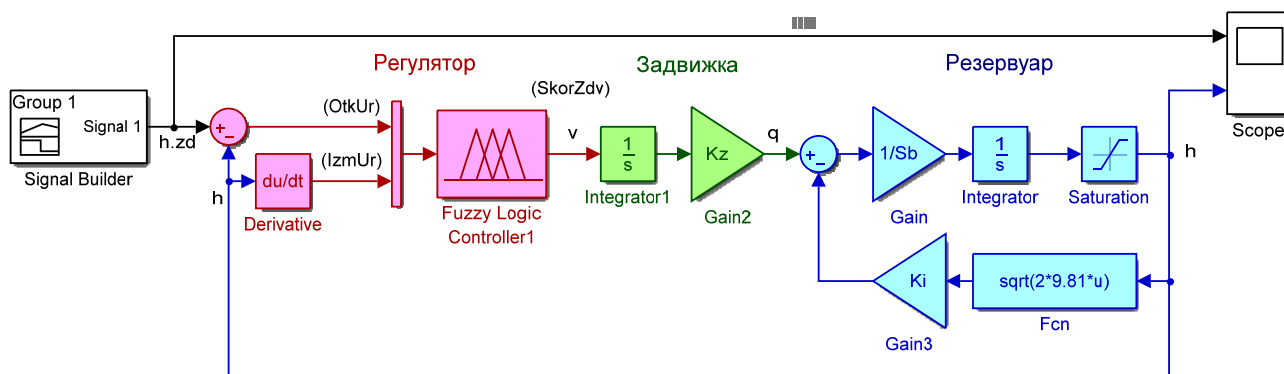


Рис. 1 – Система регулирования уровня жидкости в резервуаре

Подача жидкости в резервуар q регулируется с помощью задвижки, степень открытия которой φ пропорциональна q с коэффициентом пропорциональности K_z . В качестве управляющего воздействия v рассматривается скорость перемещения задвижки, т.е. $v(t) = d\varphi/dt$.

Если имеется возможность измерения уровня жидкости в резервуаре и скорости его изменения, то один из простейших алгоритмов управления может быть представлен в виде следующих пяти нечётких правил:

1. **ЕСЛИ** уровень нормальный ($OtkUr = ZE$),
ТО положение задвижки не изменять ($SkorZdv = ZE$) **ИЛИ**
2. **ЕСЛИ** уровень низкий ($OtkUr = PB$),
ТО задвижку открывать быстро ($SkorZdv = PB$) **ИЛИ**
3. **ЕСЛИ** уровень высокий ($OtkUr = NB$),
ТО задвижку закрывать быстро ($SkorZdv = NB$) **ИЛИ**
4. **ЕСЛИ** уровень нормальный ($OtkUr = ZE$), **И** он увеличивается ($IzmUr = PB$),
ТО задвижку закрывать медленно ($SkorZdv = NM$) **ИЛИ**
5. **ЕСЛИ** уровень нормальный ($OtkUr = ZE$), **И** он уменьшается ($IzmUr = NB$),
ТО задвижку открывать медленно ($SkorZdv = PM$).

На рис. 2 приведены функции принадлежности термов входных и выходной лингвистических переменных нечёткого регулятора, а также поверхность «входы-выход» синтезированной системы.

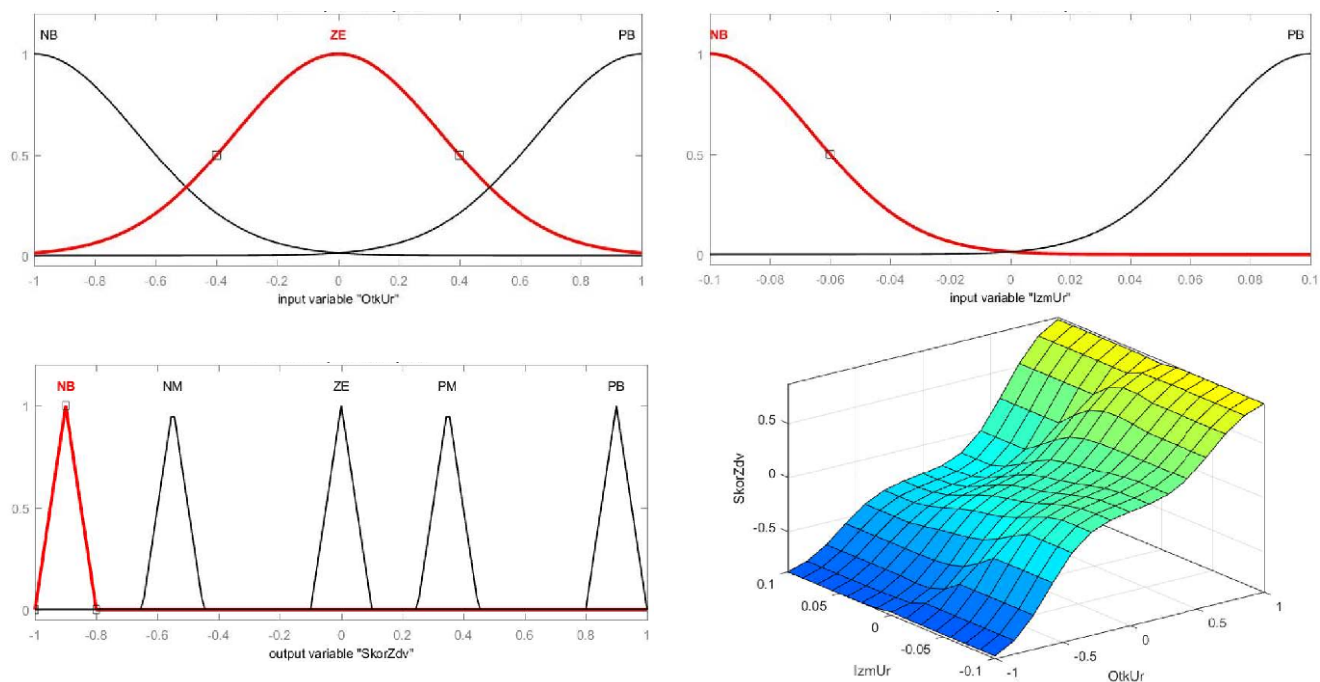


Рис. 2 – Функции принадлежности термов лингвистических переменных и поверхность «входы-выход» нечёткого регулятора

Рис. 3 иллюстрирует работу нечёткого регулятора при ступенчатом задающем воздействии и принятых по умолчанию параметрах модели. Время моделирования – 100 с.

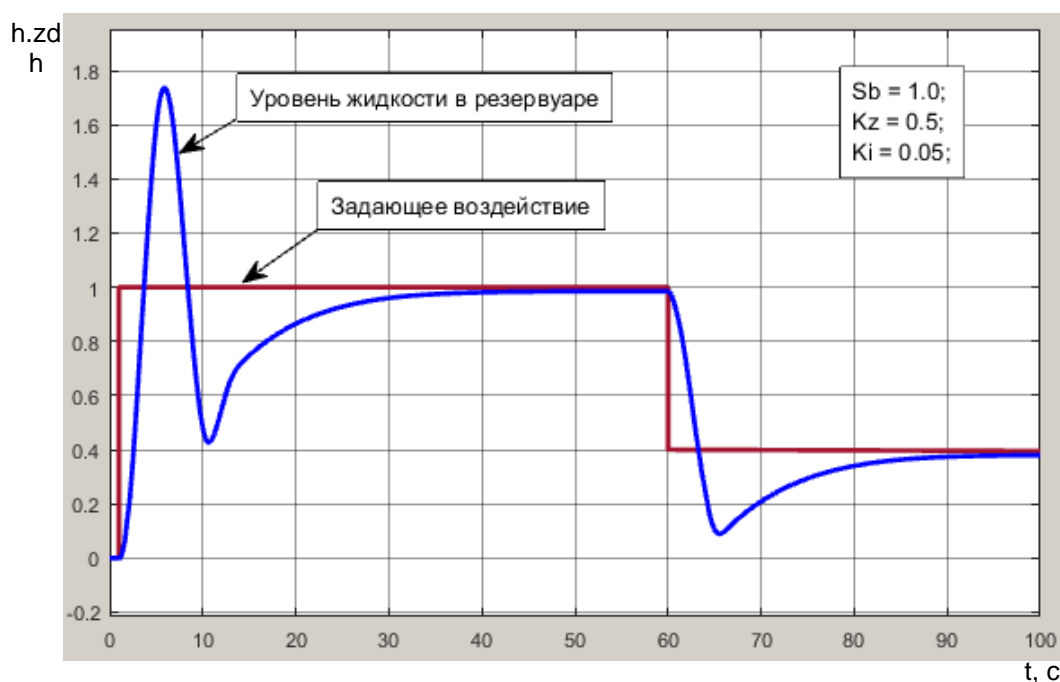


Рис. 3 – Задающее воздействие и уровень жидкости в резервуаре

Задание:

1. Создать simulink-модель нечёткой системы регулирования уровня жидкости в резервуаре с параметрами, согласно варианту задания (см. табл.1., рис.1) и сохранить её на жёстком диске компьютера.

Таблица 1. Варианты заданий

Вариант	Параметры модели		
1	$S_b = 10.0;$	$K_z = 1.0;$	$K_i = 0.1;$
2	$S_b = 8.0;$	$K_z = 1.2;$	$K_i = 0.1;$
3	$S_b = 8.0;$	$K_z = 0.8;$	$K_i = 0.2;$
4	$S_b = 5.0;$	$K_z = 1.2;$	$K_i = 0.1;$
5	$S_b = 5.0;$	$K_z = 1.2;$	$K_i = 1.1;$
6	$S_b = 10.0;$	$K_z = 2.2;$	$K_i = 1.1;$
7	$S_b = 7.0;$	$K_z = 2.2;$	$K_i = 2.1;$
8	$S_b = 20.0;$	$K_z = 5.2;$	$K_i = 0.7;$
9	$S_b = 16.0;$	$K_z = 5.2;$	$K_i = 0.7;$
10	$S_b = 12.0;$	$K_z = 3.2;$	$K_i = 1.7;$

Настроить блок **Signal Builder** для выдачи требуемого задающего воздействия:

$$h.zd = \begin{cases} 0\text{м}, & n_{pu} \quad 0 \leq t < 1\text{с} \\ 1\text{м}, & n_{pu} \quad 1\text{с} \leq t < 60\text{с} \\ 0,4\text{м}, & n_{pu} \quad 1\text{с} \leq t < 60\text{с} \end{cases}$$

Настроить блок **Saturation** для ограничения допустимого уровня жидкости в резервуаре: $h = (0 \dots 100)$ м.

В качестве параметра блока **Fuzzy LogicController** установить имя нечёткого регулятора в рабочей области MatLab (см. рис.4).

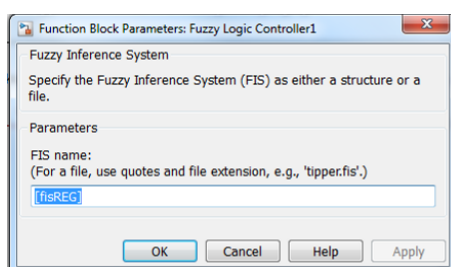


Рис. 4 – Задание параметров блока Fuzzy LogicController

2. Разработать систему нечёткого вывода, реализующую требуемый закон регулирования и сохранить её на диске компьютера, например под именем RgUrVd.fis. (Вызов FIS-редактора осуществляется при помощи функции **fuzzy**).

Перед началом моделирования система нечёткого вывода должна быть загружена в рабочую область MatLab при помощи функции **fisREG = readfis('RgUrVd')**.

Примечание. После каждой коррекции параметров нечёткого регулятора и модели системы управления необходимо обновлять соответствующие значения переменных в рабочей области MatLab. Для этой цели удобно данную процедуру оформить в виде m-файла, который запускать всякий раз перед запуском simulink-модели. Данный m-файл может выглядеть следующим образом.

```

% FIS-регулятор уровня воды в баке (LR_3_BakVoda.m)
%=====
clear all      % очистка памяти (leaving the workspace empty)
clc           % очистка командного окна (Clear Command Window)
%-----
% Параметры модели
Sb = 1.0;      % [м.kv] площадь полверхности жидкости
Kz = 0.5;      % коэффициент усиления задвижки
Ki = 0.05;     % коэффициент усиления обратной связи бака

%-----
% Синтез FIS-регулятора уровня жидкости в баке
% (регулятор создается в среде GUI Fuzzy Logic Toolbox
% и сохраняется на диске под именем RgUrVd.fis)
% -----
% fuzzy
fisREG = readfis('RgUrVd');
% fuzzy(fisREG)
% -----

```

3. Оценить адекватность функционирования полученной системы нечёткого вывода при помощи просмотрщиков правил системы нечёткого вывода (Rule Viewer) и поверхности «входы-выход» (Surface Viewer).

4. Запустить simulink-модель и оценить качество переходного процесса при ступенчатом задающем воздействии.

5. Оценить работу нечёткого регулятора при изменении параметров объекта управления в пределах $\pm 20\%$, $\pm 60\%$.

6. Исследовать влияние типа и параметров функций принадлежности термов входных и выходных переменных на характер поверхности «входы-выход» нечёткого регулятора и качество переходного процесса системы управления.

7. Исследовать влияние весовых коэффициентов правил нечётких продукций на характер поверхности «входы-выход» нечёткого регулятора и качество переходного процесса системы управления.

8. Запустить демонстрационный пример MatLab при помощи функции

```
open_system('sltankrule');
```

или

```
sim('sltankrule',100);.
```

Сравнить находящуюся в нём схему с той, которая исследовалась в данной работе. Выяснить назначение элементов схемы демонстрационного примера пользуясь справочной системой MatLab.

9. Сделать выводы по проделанной работе.

10. Подготовить отчёт по лабораторной работе в виде pdf-файла с именем:

LR3_КалендарныйГод_ФамилияИсполнителя.pdf

(Фамилия исполнителя в имени файла отчёта приводится в латинской транскрипции).

Содержание отчёта:

1. Фамилия, имя и отчество студента, выполнившего работу;
2. Номер учебной группы;
3. Дата выполнения работы;
4. Название работы;
5. Цель работы;
6. Структурная схема исследуемой системы управления;
7. Графики функций принадлежности термов входных и выходных переменных нечёткого регулятора;
8. База правил нечётких продукций, реализующая исследуемый алгоритм управления;
9. Поверхности «входы-выходы» регулятора при различных функциях принадлежности термов входных и выходных переменных и весовых коэффициентах правил нечётких продукций;
10. Графики переходного процесса при различных функциях принадлежности термов входных и выходных переменных и весовых коэффициентах правил нечётких продукций;
11. Численные значения показателей качества переходного процесса при различных функциях принадлежности термов входных и выходных переменных и весовых коэффициентах правил нечётких продукций;
12. Выводы по работе.