



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Брянский государственный технический университет

Утверждаю

Ректор университета

_____ О.Н. Федонин

«_____» _____ 2019г.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

**ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМ
АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В
ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ SCILAB/XCOS**

Методические указания
к выполнению лабораторной работы №6
для студентов очной формы обучения
по направлению подготовки:
09.03.04 «Программная инженерия»

Брянск 2019

УДК 004.65

Построение моделей систем автоматического управления в программном комплексе Scilab/Xcos [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы № 6 для студентов очной формы обучения по направлению подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия». – Брянск: БГТУ, 2019. – 11 с.

Разработала:
А.А.Трубакова,
асс.

Рекомендовано кафедрой «Информатика и программное обеспечение»
БГТУ (протокол № 4 от 24.12.2018г.)

Методические указания публикуются в авторской редакции

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является ознакомление с основными принципами построения моделей простейших систем автоматического управления, а также получение навыка их реализации в системе Scilab/Xcos.

Продолжительность работы – 2 часа.

2. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучение принципов построения моделей систем автоматического управления.
2. Изучение математической модели нагревательного бойлера и системы автоматического управления им.
3. Самостоятельное построение модели бойлера и системы автоматического управления им в системе Scilab/Xcos.
4. Определение заданных параметров построенной модели.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Основные понятия и виды систем автоматического управления

Задача управления заключается в том, чтобы объект управления в условиях реальной эксплуатации обеспечивал выполнение требуемых функций. Фактическое состояние объекта управления определяется одним или несколькими рабочими параметрами. Чаще всего рабочие параметры представляют собой физические величины: скорость (линейная и вращения), температура, напряжение электрического тока, линейные и угловые перемещения и т.д. В реальных условиях на объект управления оказывают влияние внешние воздействия, которые называются возмущающими. Эти воздействия вызывают изменение внутреннего состояния объекта и, как следствие, рабочих параметров. В связи с этим для выполнения рабочих

функций по заданным алгоритмам необходимо на объект управления организовать подачу управляющих воздействий.

Задача управления, по существу, заключается в формировании такого закона изменения управляющего воздействия, при котором обеспечивается заданный алгоритм при наличии возмущающих воздействий.

Для решения этой задачи используются три фундаментальных принципа управления: разомкнутое управление, управление по возмущению (принцип компенсации) и замкнутое управление (принцип обратной связи или управление по отклонению). В разомкнутой системе для непосредственного управления объектом используется специальное исполнительное устройство, а обратная связь, т.е. информация о реакции системы, отсутствует. В отличие от разомкнутой, в замкнутой системе измеряется действительное значение выходного сигнала, которое затем сравнивается с его желаемым значением.

Сегодня большинство систем управления сложными объектами строится именно по принципу обратной связи.

В качестве управляющего устройства или контроллера в классических АСУ чаще всего используется так называемый PID – контроллер (Proportional-Integral-Derivative), который является наиболее распространенным алгоритмом управления с обратной связью. PID – контроллер состоит из 3-х основных режимов регулирования: пропорционального, интегрального и дифференциального.

Принцип функционирования PID – контроллера можно описать следующим образом:

- вычисляем ошибку управления, т.е. разницу между желаемым результатом и полученным;
- контроллер вычисляет интеграл и производную полученной ошибки;
- исходя из заданных коэффициентов контроллер рассчитывает управляющее воздействие.

Математически работу PID – контроллера можно представить в следующем виде:

$$u = K_p e + K_I \int e dt + K_D \frac{de}{dt}, \quad (1)$$

где e – ошибка управления; u – управляющее воздействие.

4. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОЙЛЕРА И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ИМ

Рассмотрим для примера систему автоматического управления, объектом управления которой является бойлер, который нагревается до определенной температуры T . Величину температуры T необходимо поддерживать на заданном уровне T_z . Температура бойлера зависит от входного параметра – в нашем случае от мощности тока U , подаваемого на нагревательный элемент бойлера. Объект управления подвергается внешнему возмущению F (F может характеризовать внешнюю температуру или теплоизоляцию), вследствие чего значение выходного параметра T может меняться. Поддержание значения T на заданном уровне T_z есть задача регулятора. Регулятор по разнице заданного и текущего значений выходного параметра ($T_z - T$) формирует величину входного параметра объекта управления (мощность U).

Уравнения функционирования как бойлера, так и регулятора будем записывать явно, а не с помощью передаточных функций.

Объект управления. Выходная величина T типичного нагревательного элемента описывается уравнением

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{a}(kU - F - T), \quad (2)$$

где a – коэффициент пропорциональности, определяемый объектом управления (выберем его значение 10); k – коэффициент усиления объекта по

управлению (установим его 1); F – изменяющееся внешнее воздействие (температура окружающей среды или теплоизоляция, установим его 10).

В качестве *регулятора* будем использовать регулятор с пропорционально-интегральным законом управления (ПИ-регулятор). Выходную величину (управление) регулятора определим так:

$$u = K_p(T_z - T) + K_I \int (T_z - T)dt, \quad (3)$$

где K_z – коэффициент при пропорционально составляющей; K_I – коэффициент при интегральной составляющей.

4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

По описанной математической модели бойлера и системы автоматического управления им постройте соответствующую программную модель в системе Scilab/Xcos. Реализуйте модель бойлера и САУ в виде различных подсистем. Блоки подсистем представить через *SUPER_f* из раздела палитры «*Порты и подсистемы*». Добавить в модель подсистем требуемое число входов и выходов, с помощью блоков *IN_f* и *OUT_f*.

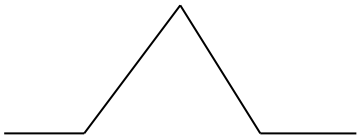
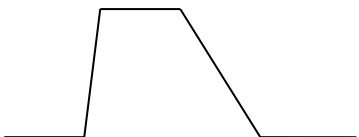
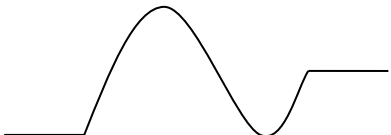
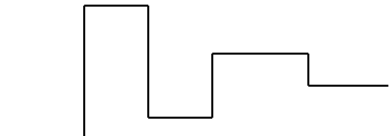
Для задания определенной траектории (закона) управления используйте блок *SigBuilder* из раздела «*Источники сигналов и воздействий*». Данный блок позволяет построить выходной сигнал методом интерполяции сплайном по векторам X , Y . На выходе активации генерируются сигналы в момент пересечения нуля. Для построения закона управления, согласно определенной траектории необходимо запустить графическое окно и выбрать соответствующий метод интерполяции в разделе меню *spline*.

Добавьте в модель подсчет и отображение максимального значения управления (мощности) регулятора.

Для отображения полученных результатов кривой изменения температуры и выходной величины объекта управления (рис.1) используйте блок *Мих*.

Задайте параметры модели согласно вашему варианту (номер по списку группы).

Таблица 1.
Параметры модели системы автоматического управления

№ Варианта	K_p	K_I	Форма траектории управления
1	1	0,3	
2	1,2	0,35	
3	1,3	0,32	
4	1,05	0,31	
5	1,06	0,29	
6	0,9	0,4	
7	1,04	0,37	
8	1,25	0,3	
9	1,15	0,35	
10	1,12	0,32	
11	1	0,31	
12	1,2	0,29	
13	1,3	0,4	
14	1,05	0,37	
15	1,06	0,35	
16	0,9	0,32	
17	1,04	0,31	
18	1,25	0,29	
19	1,15	0,4	
20	1,12	0,37	

Формой отчета по данной лабораторной работе является построенная в системе Scilab/Xcos модель.

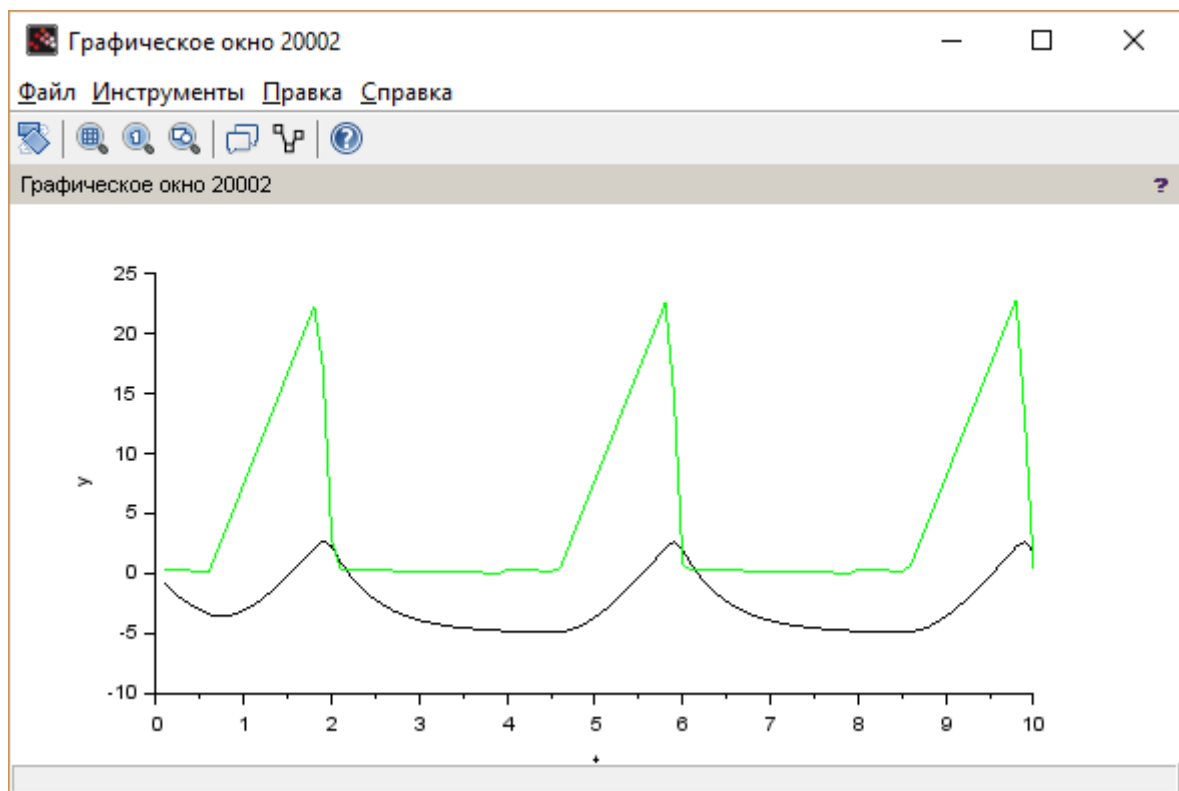


Рис. 1. График изменения величины объекта управления

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. На чем основывается принцип построения моделей систем автоматического управления?
2. Что используется в качестве управляющего устройства для систем автоматического управления?
3. Как производится вычисление ошибки управления PID-контроллером?
4. Какой регулятор используется для системы автоматического управления бойлером?
5. Как формируется величина мощности U входного параметра объекта управления?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Campbell, S.L. Modeling and Simulation in Scilab/Scicos with ScicosLab 4.4. / Campbell S.L., Chancelier J.P., Nikoukhah R. – 2-е изд. – New York: Springer, 2010. – 329 с.
2. Боев, В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] / В.Д. Боев, Р.П. Сыпченко. – 2-е изд. – М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016. – 525 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73655.html>.
3. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Ашихмин [и др.]. – М.: Логос, 2016. – 440 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>.
4. Тупик, Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.В. Тупик. – 2-е изд. – Саратов: Вузовское образование, 2019. – 230 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79639.html>.
5. Scilab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.scilab.org>
6. Андриевский, Б.Р. Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. / Андриевский Б.Р., Фрадков А.Л.. – СПб.: Наука, 2001. – 286 с.
7. Данилов С.Н. Scicos. Пакет Scilab для моделирования динамических систем. Руководство [Электронный ресурс]. – Тамбов, ТГТУ, 2011. – 74 с. – Режим доступа: <http://tstu.ru/book/elib2/pdf/2011/danilov.pdf>
8. Акчурин Э.А. Система компьютерной математики Scilab [Электронный ресурс]: учебное пособие / Э.А. Акчурин. – Самара, ПГУТИ, 2011. – 114 с. – Режим доступа: http://ivt.psuti.ru/files/SystCompMat/LK_Scilab_Akchurin_2011.pdf

Построение моделей систем автоматического управления в программном комплексе Scilab/Xcos: методические указания к выполнению лабораторной работы № 6 для студентов очной формы обучения по направлению подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»

ТРУБАКОВА АННА АЛЕКСЕЕВНА

Научный редактор Д. А. Коростелев
Компьютерный набор А.А. Трубакова
Иллюстрации А.А. Трубакова

Подписано в печать __.__.__. Усл.печ.л. 0,63 Уч.-изд.л. 0,63

Брянский государственный технический университет
241035, Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7 БГТУ
Кафедра «Информатика и программное обеспечение», тел. 56-09-84

Сопроводительный лист на издание в авторской редакции

Название работы Построение моделей систем автоматического управления в программном комплексе Scilab/Xcos: методические указания к выполнению лабораторной работы № 6 для студентов очной формы обучения по направлению подготовки: 09.03.04 «Программная инженерия»

Актуальность и соответствующий научно-методический уровень подтверждаю _____

(подпись научного редактора)

Рукопись сверена и проверена автором _____

(подпись автора)

Рекомендуется к изданию _____

(подпись заведующего кафедрой)