



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9(075.8)

ОБЪЕКТНО-ВИЗУАЛЬНЫЙ СПОСОБ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ С ДВУХСТУПЕНЧАТЫМ КОНТРОЛЛЕРОМ

¹Царегородцев Е.Л., ² Романенков А.А., ³ Соколов А.Д.

¹ФГБОУ ВО «СМОЛЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», Смоленск, Россия (214000, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: evgencar@rambler.ru.

^{2,3}ФГБОУ ВО "НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ" (ФИЛИАЛ В Г.СМОЛЕНСКЕ) Смоленск, Россия (214013, Смоленская область, город Смоленск, Энергетический пр-д, д. 1).

Современное программное обеспечение позволяет проводить компьютерное моделирование с достаточной степенью правдоподобности, соответствующей реальным физическим технологическим процессам. Интерес вызывает объектно-визуальный способ, который не требует написания сложного программного кода и представляет результаты в реальном масштабе времени. В статье представлена модель замкнутой системы управления температурой на основе высокоуровневой программы для численного моделирования.

Ключевые слова: Замкнутая система, объектно-визуальный способ, блок-схема, система управления.

AN OBJECT-VISUAL METHOD FOR MODELING A CLOSED TEMPERATURE CONTROL SYSTEM WITH A TWO-STAGE CONTROLLER

¹Tsaregorodtsev E.L., ² Romanenkov A.A., ³ Sokolov A.D.

¹SMOLENSK STATE UNIVERSITY, Smolensk, Russia (214000, Smolensk, Przheval'skogo str., 4), e-mail: evgencar@rambler.ru.

^{2,3} "NATIONAL RESEARCH UNIVERSITY "MPEI" (BRANCH IN SMOLENSK) Smolensk, Russia (214013, Smolensk region, Smolensk, Energeticheskyy proezd, 1)

Modern software allows computer simulations to be carried out with a sufficient degree of plausibility corresponding to real physical technological processes. Of interest is the object-visual method, which does not require writing complex program code and presents the results in real time. The article presents a model of a closed temperature control system based on a high-level program for numerical simulation.

Keywords: Closed-loop system, object-visual method, flowchart, control system.

Любой технологический процесс предполагает строгое выполнение конкретной последовательности действий в соответствии со временем при соблюдении технологических параметров, таких, как температура, влажность, плотность и т.д. Системы управления температурой имеют широкое применение в различных отраслях, включая промышленность, бытовое оборудование и научные исследования [1].

Одним из важных аспектов проектирования таких систем является выбор алгоритма управления. В данной статье рассмотрен объектно-визуальный способ моделирования

замкнутой системы управления температурой с двухступенчатым контроллером, на основе использования программы Scilab Xcos.

Scilab — это высокоуровневая программа для численного моделирования, в которой Xcos предоставляет пользователям возможность визуально конструировать системы управления и моделировать динамические процессы [2].

Xcos основан на графическом интерфейсе и использует концепцию блочных диаграмм, что позволяет удобно создавать и настраивать модели систем различной сложности без глубокого погружения в программирование.

Все расчеты в компьютерной модели выполняются в системном времени, соответствующему реальному времени функционирования объекта исследования или системы. Воспроизведение на компьютере развернутого во времени процесса функционирования системы с учетом ее взаимодействия с внешней средой предполагает имитационное моделирование.

Имитационное моделирование наиболее мощный и универсальный метод исследования и оценки эффективности систем, поведение которых зависит от случайных факторов [3]. Модели являются хорошим средством для обучения и подготовки специалистов, а также средством прогнозирования поведения объектов и систем. Моделирование позволяет проводить контролируемые эксперименты в ситуациях, когда проведение экспериментов на реальных объектах является нецелесообразным, опасным, невозможным или достаточно дорогостоящим.

Замкнутая система управления температурой состоит из трех основных элементов: объекта управления (некоторое устройство, чья температура подлежит регулированию), контроллера и устройства измерения температуры. В данной модели мы рассмотрим двухступенчатый контроллер, который включает в себя два уровня управления: грубый (коэффициент пропорциональной регулировки) и тонкий (коэффициент интегральной регулировки).

Грубый контроль: на этом этапе контроллер реагирует на отклонение температуры от заданного значения, управляя, например, нагревательным элементом. Как только температура превышает установленное значение, контроллер отключает нагреватель.

Тонкий контроль: при малых отклонениях от заданного значения активируется интегральный регулятор, который более точно поддерживает стабильную температуру, управляя нагреванием с учетом накопленных отклонений.

Инициализация Xcos: запускаем Scilab и открываем Xcos. На графическом интерфейсе появляется рабочая область для построения модели.

Добавление блоков: с помощью библиотеки блоков Xcos добавляем необходимые элементы: блок для объекта управления, измерения температуры, а также два блока контроллера.

Настройка блоков: настраиваем параметры блоков, включая коэффициенты, которые управляют поведением контроллера. Это позволяет задать диапазон, в котором будет работать контроллер, и размеры откликов.

Соединение блоков: создаем соединения между блоками для формирования потока данных. Каждый блок будет передавать информацию о текущем состоянии системы другому блоку.

Запуск модели: после завершения настройки запускаем модель рис. 1 для наблюдения за динамикой изменения температуры во времени.

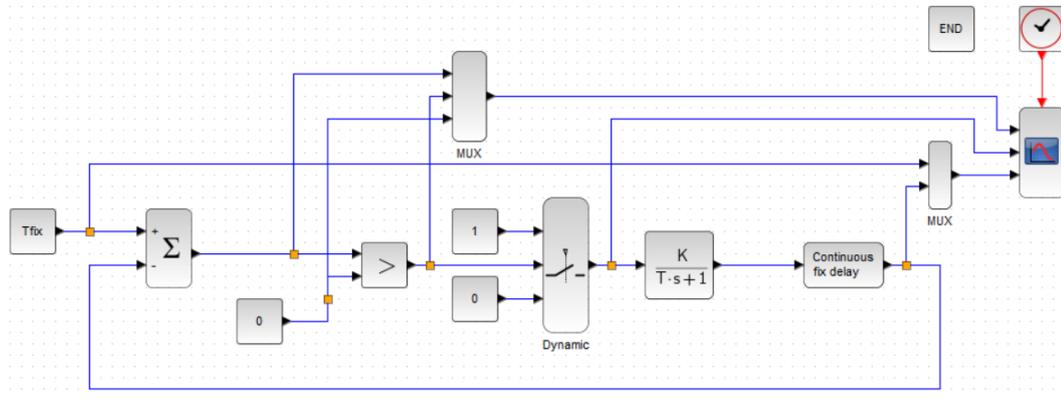


Рисунок 1. - Блок-схема замкнутой системы управления температурой

После запуска модели в Xcos становится видно, как система реагирует на изменения температуры в зависимости от заданных параметров контроллера рис. 2. Анализ результатов позволяет выявить, насколько эффективно работают два уровня управления: грубый и тонкий. Основными критериями оценки являются скорость достижения заданной температуры и стабильность состояния.

1-й график: черная линия – это разница температур; зелёная ступенчатая линия выход блока-решателя неравенства, иллюстрирующий переход через нуль; красная - линия $y = 0$

2-й график: режимы контроллера 1 – вкл, 0 – выкл

3-й график: красная линия на графике желаемая температура, синяя линия снимаемая датчиком температура.

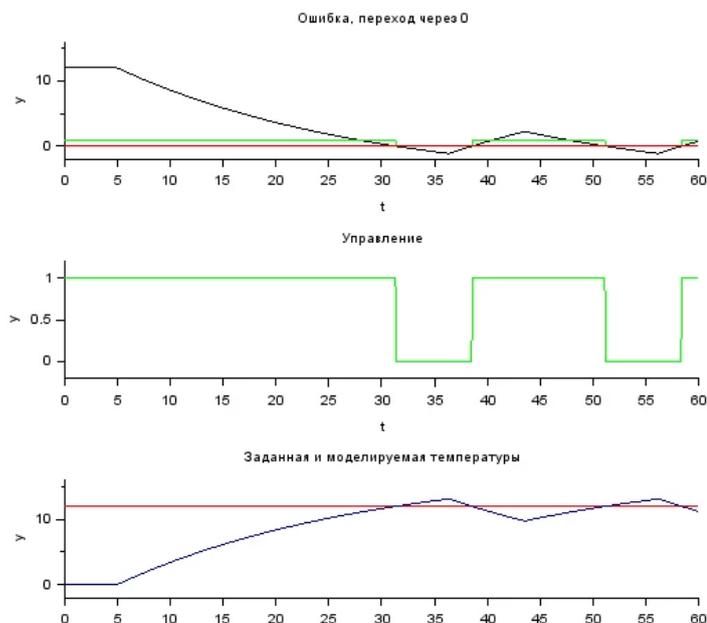


Рисунок 2. - Результаты моделирования

Объектно-визуальный способ моделирования замкнутой системы управления температурой с двухступенчатым контроллером в программе Scilab Xcos является удобным и эффективным подходом для исследователей и инженеров [4]. Использование этого метода позволяет значительно упростить процесс разработки, настройки и оптимизации систем управления, обеспечивая наглядное представление сложных процессов и возможность быстрой корректировки параметров.

В будущем данная методология может быть расширена для моделирования более сложных систем управления с учетом нелинейностей и внешних возмущений [5].

Список литературы

1. Гайнуллин, Р. Н. Основы контроля давления и температуры в технологических процессах: Учебно-методическое пособие / Р. Н. Гайнуллин, А. Р. Герке, А. В. Лира. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2018. – 80 с.
2. Алексеев, Е. Р. Scilab Решение инженерных и математических задач / Е. Р. Алексеев, О. В. Чеснокова, Е. А. Рудченко. – Москва: Библиотека ALT Linux, 2008. – 260 с.
3. Имитационное моделирование: учеб. пособие / М. С. Эльберг, Н. С. Цыганков. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2017 –128 с.
4. <https://www.skf-mtusi.ru/umo/090301vmt/48.1/lr%20i%20pz%20Scilab.pdf>.
5. <https://technology.snauka.ru/2017/05/13530>.

References

1. Gainullin R. N., Gerke A. R., Lira A. V. Osnovy kontrolya napravleniya i temperatura v tekhnologicheskikh protsessakh: Uchebno-metodicheskoe posobie [Fundamentals of pressure and temperature control in technological processes: Textbook]. – Kazan: Kazan National Research Technological University, 2018. – p. 80
 2. Alekseev, E. R. Scilab Solution of Engineering and Mathematical Problems / E. R. Alekseev, O. V. Chesnokova, E. A. Rudchenko. – Moscow: ALT Linux Library, 2008. – p.260.
 3. Simulation Modeling: Textbook. posobiye / M. S. Elberg, N. S. Tsygankov. – Krasnoyarsk: Sib. federal. University, 2017 – p. 128
 4. <https://www.skf-mtusi.ru/umo/090301vmt/48.1/lr%20i%20pz%20Scilab.pdf>.
 5. <https://technology.snauka.ru/2017/05/13530>.
-