

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Полоцкий государственный университет»

**ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:
ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ИННОВАЦИИ
(ИКТ-2018)**

Электронный сборник статей

I Международной научно-практической конференции,
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 14–15 июня 2018 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2018

Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) [Электронный ресурс] : электронный сборник статей I международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 14–15 июня 2018 г. / Полоцкий государственный университет. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Представлены результаты новейших научных исследований, в области информационно-коммуникационных и интернет-технологий, а именно: методы и технологии математического и имитационного моделирования систем; автоматизация и управление производственными процессами; программная инженерия; тестирование и верификация программ; обработка сигналов, изображений и видео; защита информации и технологии информационной безопасности; электронный маркетинг; проблемы и инновационные технологии подготовки специалистов в данной области.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3201815009 от 28.03.2018.

Компьютерный дизайн М. Э. Дистанова.

Технические редакторы: Т. А. Дарьянова, О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Д. М. Севастьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53-21-23, e-mail: irina.psu@gmail.com

АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМАМИ ОТОПЛЕНИЯ

канд. техн. наук. В.Е. ПИТОЛИН

(Полоцкий государственный университет, Беларусь)

Системы отопления зданий и сооружений, являющиеся объектами теплофикации крупной теплоэлектроцентрали или использующие тепло отопительной котельной, являются достаточно инерционными системами с точки зрения их автоматического регулирования и управления, т.к. время запаздывания таких систем обычно составляет 20-40 минут. Т.е. системы отопления являются существенно нелинейными объектами управления, которым свойственны автоколебательные процессы.

Для управления такими системами обычно используется релейный трехпозиционный метод, характеризующийся некоторой зоной нечувствительности.

Исследованию этого метода управления посвящено достаточно большое количество работ [1, 2]. Следует отметить их высокую сложность в реализации и настройке.

Для упрощения процесса настройки автоматической системы регулирования отопления была разработана соответствующая имитационная компьютерная модель.

Рассмотрим метод управления для реализации требований общих правил теплоснабжения: обеспечить температуру обратной сетевой воды не более величины, заданной утвержденным температурным графиком в зависимости от температуры наружного воздуха (см. например, [3, п. 66]).

Выпускаемые промышленностью регуляторы отопления не позволяют вводить сложные алгоритмы управления, ограничиваясь некоторыми параметрами: временем воздействия и временем цикла. При этом величина зоны нечувствительности обычно равна 0,5-1,0 °С, определяется чувствительностью используемого датчика и не нормируется.

Стандартный процесс управления отоплением здания с использованием двухпозиционного метода, не имеющего зоны нечувствительности можно представить в виде сигнум-функции (1):

$$T_{обр}(t - \tau) = F[S - k(t) \cdot \text{sign}(\delta)], \tag{1}$$

где τ – время задержки;

S – начальное положение штока регулирующего клапана;

$\delta = T_{зад} - T_{изм}$ – отклонение измеренной температуры от заданной, при этом заданная температура может изменяться в зависимости от температуры наружного воздуха;

$k(t)$ – функция изменения положения штока клапана, существенно зависящая от заданного времени воздействия и заданного времени цикла между воздействиями.

Задание по температуре обратной сетевой воды обычно представлено в виде графика функции (2) и также вводится в регулятор отопления.

$$T_{зад} = f(T_{наружного\ воздуха}). \tag{2}$$

Функцию изменения положения штока клапана за один цикл можно представить в виде (3)

$$k(t) = \frac{z \cdot \omega \cdot \tau_{\text{воздействия}}}{\tau_{\text{цикла}}}, \tag{3}$$

где z – коэффициент редуктора клапана,
 ω – скорость вращения привода штока клапана,
 $\tau_{\text{воздействия}}$ – заданное время импульса подачи напряжения на двигатель штока,
 $\tau_{\text{цикла}}$ – заданное время цикла ожидания между двумя импульсами.

Для имитации процесса работы регулятора использовались формулы (1) – (3). На рисунке 1 показано окно интерфейса такой модели регулятора.

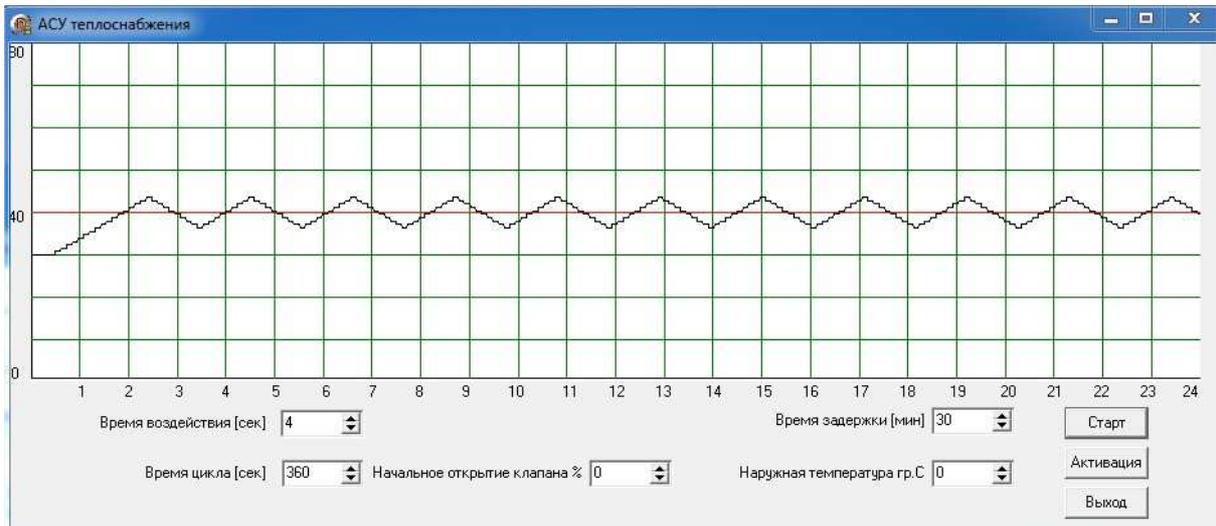


Рисунок 1. – Окно интерфейса модели 3-х позиционного регулятора отопления

Очевидно, что применение типовых (рекомендуемых) настроек регулятора отопления по времени воздействия и времени цикла не обеспечивает необходимого качества регулирования, т.к. при этом наблюдаются существенные часовые колебания температуры обратной сетевой воды в пределах 10 градусов, что не может не сказаться на уровне комфортности в жилых помещениях.

Кроме этого следует учитывать повышенный износ механической части регулятора, работающей в более напряженных условиях по отношению к режиму оптимального регулирования.

Если, используя эту имитационную модель, ввести параметры: минимальное время воздействия и максимальное время цикла между воздействиями, можно видеть, что ситуация существенным образом изменится (см. рис. 2).

Колебания температуры уменьшились до величины чувствительности датчика. Некоторые современные регуляторы позволяют вводить зону нечувствительности, например, $\Delta = 1-1,5$ °С, что при этих настройках позволило бы полностью исключить работу механической части регулятора.

Небольшим недостатком этого метода можно считать медленный выход системы на режим в период начального пуска при полностью закрытом клапане регулятора.

Поэтому пуск системы автоматического регулирования отопления рекомендуется начинать при открытии клапана на 50%.

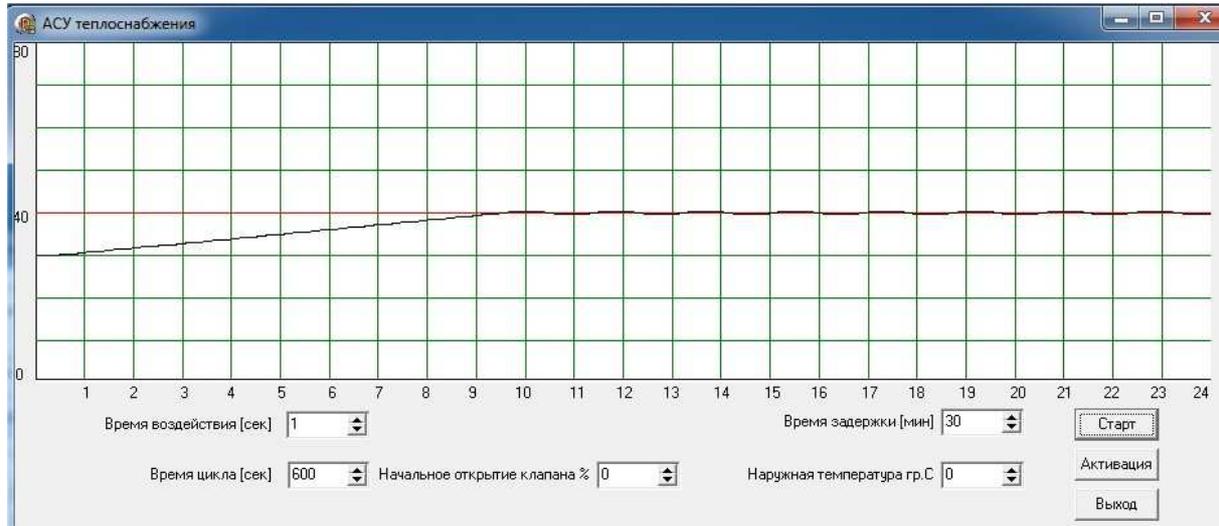


Рисунок 2. – Оптимизации параметров регулятора на имитационной модели

Ограничением использования такой настройки регулятора может служить недостаточная скорость реагирования на изменение погодных условий: не более 2 °С в час. Для этой цели автором разработан адаптивный метод изменения настроек с использованием автокорреляции функции (1), но современные регуляторы пока не позволяют выполнить его реализацию.

Предложенная имитационная модель автоматической системы регулирования отопления была использована при наладке систем отопления в теплосетях г. Витебска РУП "Витебскэнерго" и показала хорошее совпадение результатов моделирования и реальных объектов.

Литература

1. Шилин, А.А. Исследование трехпозиционного регулятора температуры в скользящем режиме работы / А.А. Шилин, В.Г. Букреев // Доклады ТУСУРа. – 2012. – № 1 (5). – Ч. 2. – С. 251–257.
2. The Heating Book. 8 steps control of heating systems. – Nordborg : Danfoss a/s, 1998.– 185 p.
3. Правила пользования тепловой энергией. : утв. постановлением М-ва экономики республики Беларусь от 19.01.2006 г. № 9.