

УДК: 631.624.004.021

АНАЛИЗ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕГУЛЯТОРАХ

Ниғматов Азизжон Махкамович

старший преподаватель.

Рахманкулова Барна Октамановна

Доцент Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»

Юнусова Сайёра Тошкенбоевна

Доцент Ташкентский государственный технический университет

Аннотация: Теоретическая значимость работы заключается в том, что предложенная архитектура, а также описание алгоритмов для интеллектуальной системы управления температурой в помещении могут быть использованы для разработки подобных систем. Практическая значимость работы заключается в том, что разработанная интеллектуальная система управления температурой в помещении, может быть использован с целью автоматического изменения температурного режима в помещении при минимальных энергетических затратах и минимальной общей стоимости потребленной энергии.

Ключевые слова: автоматика, температура, датчик, сигнал, регулятор, система, управления, микроклимат, алгоритм, комплекс.

ВВЕДЕНИЕ

Поддерживать оптимальные параметры микроклимата в помещении можно при помощи интеллектуальной системы регулирования температуры. Комплект электрифицированного оборудования обеспечивает централизованное управление всеми присутствующими в помещении системами климата и их отдельными элементами. Для поддержания комфортных параметров микроклимата в помещении и снижения, затраченных на создание благоприятного микроклимата, энергоресурсов, необходимо определить и рассчитать факторы, при которых создаются теплопотери в помещении. Теплопотери в простом понимании это количество тепла, которое теряет помещение. Тепловые потери возникают в помещении из-за разницы внешней и внутренней температуры воздуха. Для снижения теплопотерь в помещение производится утепление ограждающих конструкций и налаживание системы отопления, кондиционирования и вентиляции. Главной задачей является поддержание комфортных параметров микроклимата в помещении и снижение затрат на энергоресурсы. Расчет теплопотерь необходимо обязательно производить при проектировании систем отопления, систем вентиляции, воздушных

отопительных систем. Температуры для расчетов берут из нормативных документов. Исходные данные для расчета: внешняя и внутренняя температура воздуха, конструкция стен, пола, перекрытий, назначение каждого помещения, географическая зона строения [1]. Все тепловые потери напрямую зависят от термического сопротивления ограждающих конструкций, чем оно больше, тем меньше теплотери.

Постановка задач. В традиционных системах управление системой микроклимата осуществляется посредством датчиков температуры и механических преобразователей. Механический терморегулятор – это устройство, работающее по принципу расширения газов при изменении температуры, или биметаллические пластины, изменяющие свою форму от нагревания или охлаждения. Механические устройства являются одновременно и датчиком температуры, и исполнительным органом, объединёнными в единый узел. В нагревательных устройствах используется биметаллическая пластина, которая представляет собой терморелю из двух металлов с разным коэффициентом теплового расширения [2]. Ручные термоголовки работают по принципу стандартного крана, с помощью которого можно регулировать объем теплоносителя транспортируемого в радиатор отопления. Такой вид термоголовок устанавливается обычно вместо шарового крана. Недостаток ручной термоголовки в том, что при частом ее переключении может ослабнуть моховик вентиля и термоголовка выйдет из строя.

Теплотери для каждого помещения рассчитываются по формуле 1.

$$Q_{\text{пом}} = Q_{\text{огр}} + Q_{\text{вент/инф}} - Q_{\text{быт}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{пом}}$ – теплотери всего помещения, Вт;

$Q_{\text{огр}}$ – сумма всех теплотерь ограждающих конструкций, Вт;

$Q_{\text{вент/инф}}$ – теплотери на вентиляцию/ инфильтрацию, Вт;

$Q_{\text{быт}}$ – тепловые выделения бытовыми приборами в помещении, Вт.

Сумма тепловых потерь $Q_{\text{огр}}$ складывается из теплотерь ограждений таких как: стена, пол, потолок, окно, дверь. Тепловые выделения приборов $Q_{\text{быт}}$ таких как: холодильник, стиральная машина, плита, чайник, микроволновка, пылесос, телевизор и пр. Эти электроприборы, потребляя электроэнергию, вырабатывают тепло, которое попадает в помещение, и его нагревает. Почти вся потребляемая электроэнергия (более 90%) превращается в тепло.

В различных инженерных документах $Q_{\text{быт}}$ для жилых помещений с постоянным пребыванием людей находится в диапазоне от 10 до 20 Вт. на кв. метр. Рассчитать тепловые выделения можно по формуле 2.

$$Q_{\text{быт}} = A_{\text{пом}} \cdot W_{\text{пом}} \quad (2)$$

где $A_{\text{пом}}$ – площадь помещения, м²;

$W_{\text{пом}}$ – количество тепловой энергии на квадратный метр площади, Вт/м².

Количество тепловой энергии по статистике принимает значение в пределах

$$10 \text{ Вт/м}^2 \leq W_{\text{пом}} \leq 20 \text{ Вт/м}^2.$$

Для компенсации теплопотерь и поддержания комфортного микроклимата в помещении с наименьшими затратами энергоресурсов существуют современные способы регулирования и управления температурным режимом.

Решение задач. Под автоматическими системами управления понимают комплекс взаимодействующих между собой механизмов управляемого объекта, предназначенных для управления объектом без вмешательства человека. В настоящее время автоматические системы управления разрабатывают с использованием методов искусственного интеллекта.

Примером автоматической системой управления температурным режимом в помещении является система, состоящая из интеллектуального термостата и датчиков температуры и влажности.

Термодинамическая модель дома позволяет моделировать изменение температуры внутри жилого здания в результате влияния температуры окружающей среды, работы системы отопления и кондиционирования под управлением регулятора.

Модель базируется на дифференциальных уравнениях термодинамических процессов, протекающих внутри здания [3]. Рассмотрим модернизированную тепловую модель дома, построенную на основе библиотечной модели Matlab Simulink, рисунок 1.

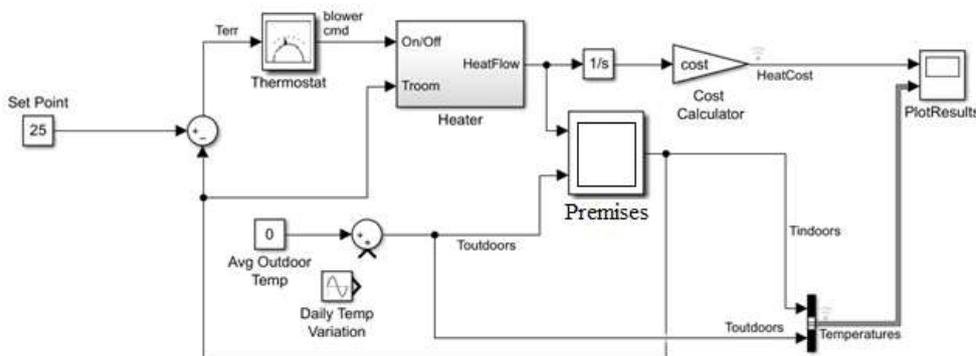


Рисунок 1. – Тепловая модель помещения.

Рассмотрим в тепловой модели помещения. Нагрев помещения при различных регуляторах релейный регулятор, П-, ПИ- и ПИД регулятор.

В модели термостата установлен релейный регулятор. При заданных параметрах температура в здании устанавливается за 0,23 часа, затем термостат поддерживает двухпозиционное регулирование температуры от 24,5°C до 25,5°C (рисунок 2.).

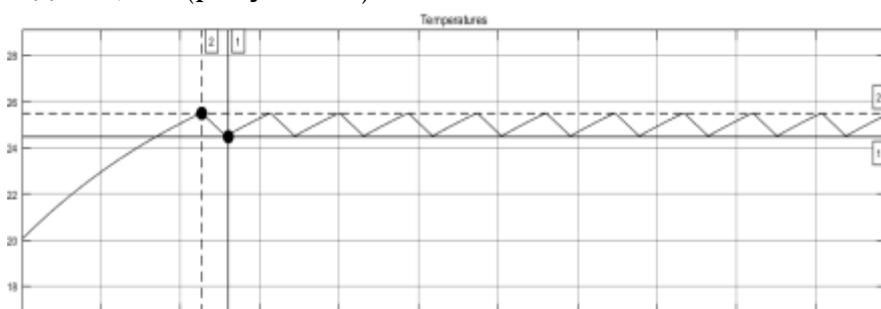
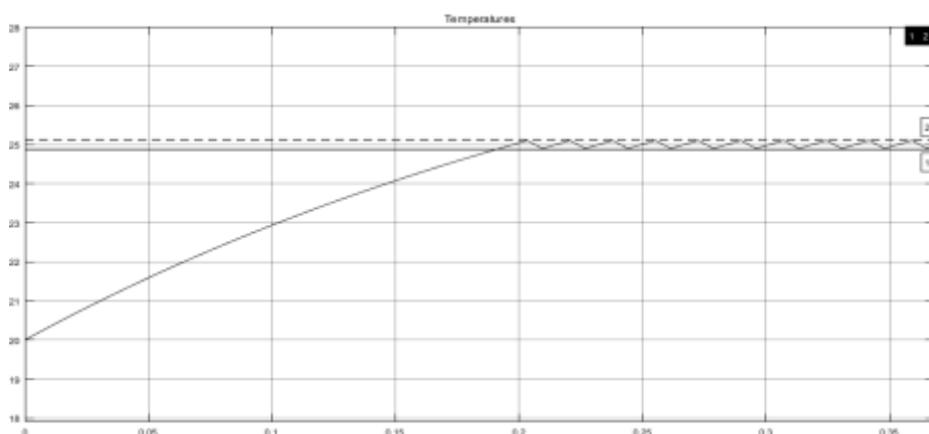


Рисунок 2. – Нагрев помещения с релейным регулятором.

При уменьшении уставки в релейном регуляторе, например, с 0,5 до 0,1, термостат поддерживает более точную температуру, но чаще происходит включение и выключение нагревателя (рисунок 3).

Рисунок 3. – Нагрев помещения до заданной температуры с уставным



значением $\pm 0,1$.

При изменении температуры на улице от -17°C и более, нагревателю недостаточно мощности для нагрева помещения с заданными параметрами, температура в помещении достигает до 22,5°C – 23,5°C. Для достижения результата необходимо улучшить параметры помещения, например, уменьшить количество окон, увеличить толщину стен (рисунок 4).

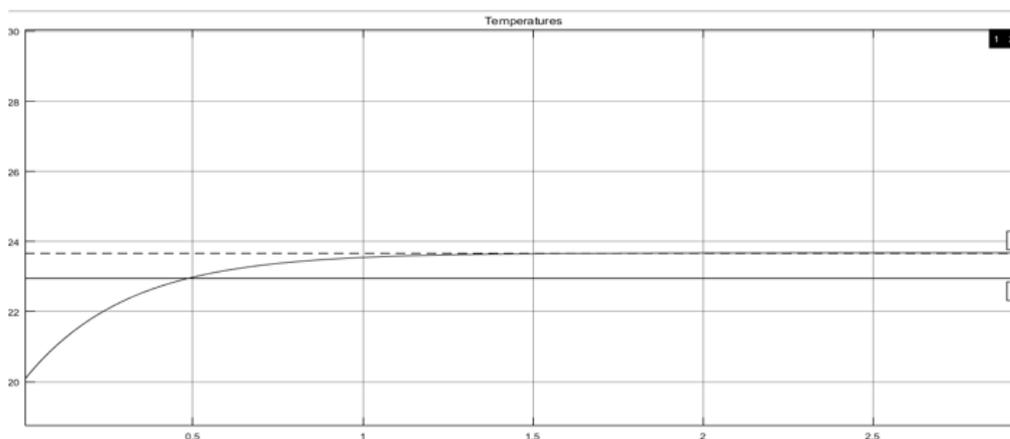


Рисунок 4 – Нагрев помещения при температуре на улице -17°C .

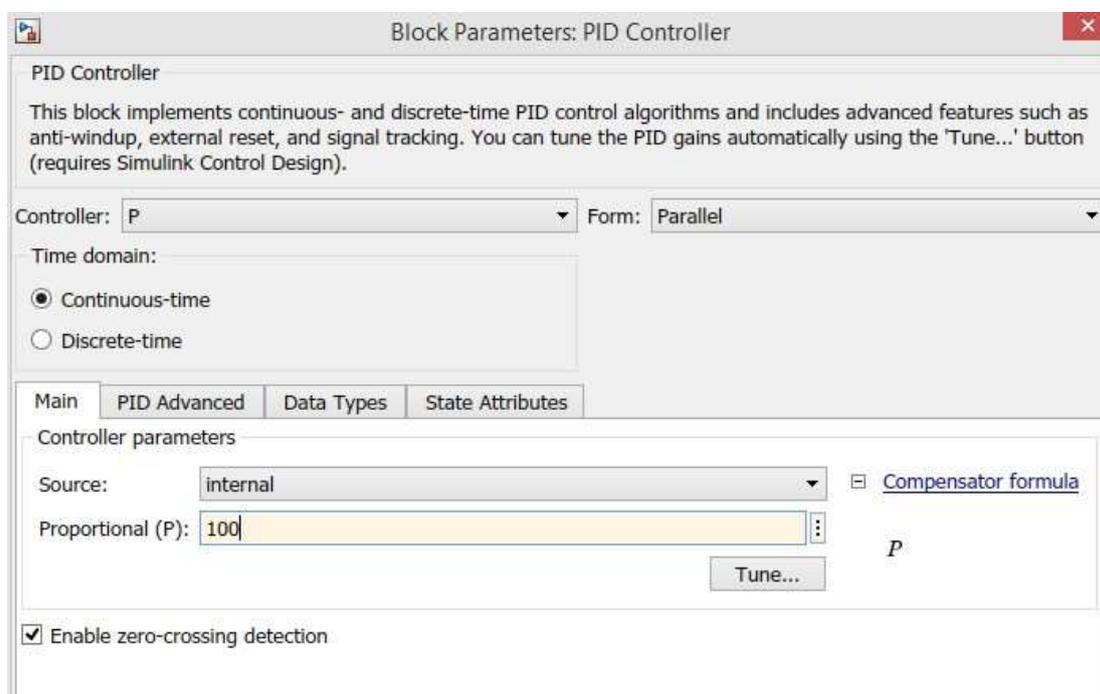
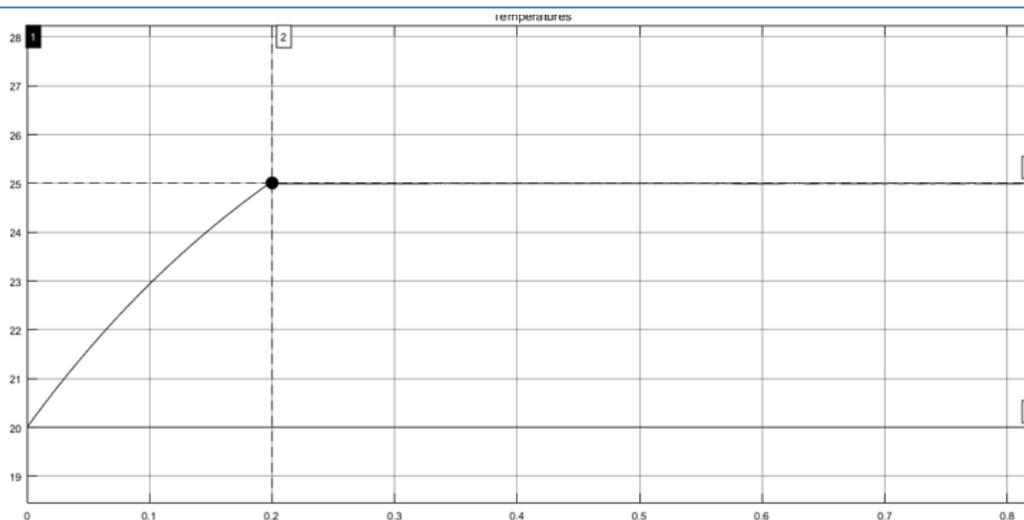


Рисунок 5. – Настройка П-регулятора.

В модели термостата установлен П-регулятор. Выполним настройку блока. Установим коэффициент регулирования 100 и установим пределы от -1 до 1 (рисунок 5). При заданных параметрах температура в помещении устанавливается за 0,21 часа, затем термостат поддерживает заданное значение 25°C (рисунок 6).

Рисунок 6. – Нагрев помещения до заданной температуры с П-регулятором.



С установленным в термостате П-регулятором нагрев помещения происходит за более короткий период, чем с релейным регулятором. Чем точнее будет выбран коэффициент регулирования в П-регуляторе, тем ближе будет установившееся значение к заданному с малой погрешностью. Так при низком коэффициенте регулирования, например, 1 установившееся значение достигает до $24,4^{\circ}\text{C}$ (рисунок 7). Таким образом, при маленьком коэффициенте регулирования увеличивается статическая ошибка. В модели термостата установлен ПИ-регулятор. Выполним автоматическую настройку блока [4]. Установим время регулирования 0.07273 и степень устойчивости 0.838 (рисунок 8). С установленным в термостате ПИ-регулятором нагрев помещения происходит за более длительный период – $0,286$ часа, чем с установленным релейным регулятором или П-регулятором. Однако установившееся значение равно заданному значению и равно 25°C (рисунок 9).

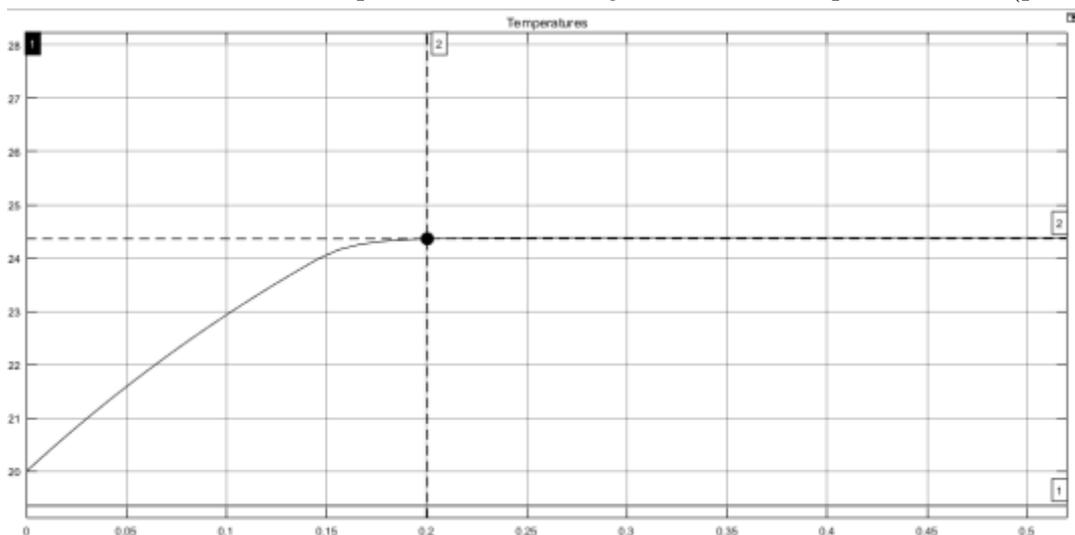


Рисунок 7. – Нагрев помещения до заданной температуры с коэффициентом регулирования 1.

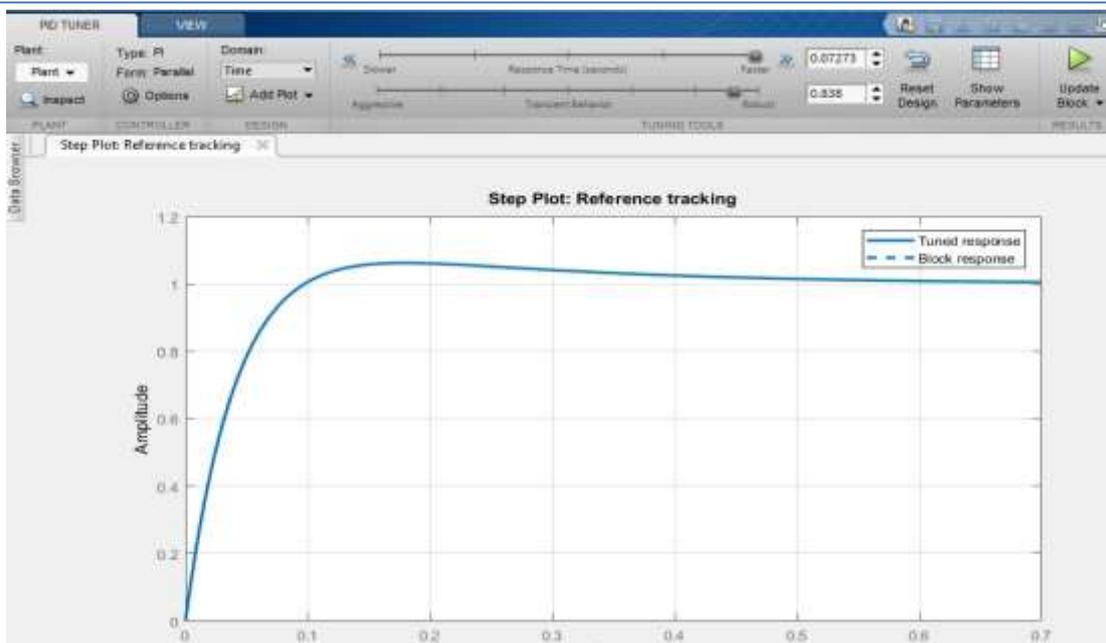


Рисунок 8. – Настройка ПИ-регулятора.

Определим максимальное отклонение управляемой величины от заданного значения и выражается в процентах – перерегулирование равно 1,4%. В модели термостата установлен ПИД-регулятор. Выполним автоматическую настройку блока. Установим время регулирования 0,1341 и степень устойчивости 0,5 (рисунок 10).

Рисунок 9. – Нагрев помещения до заданной температуры с ПИ-регулятором.

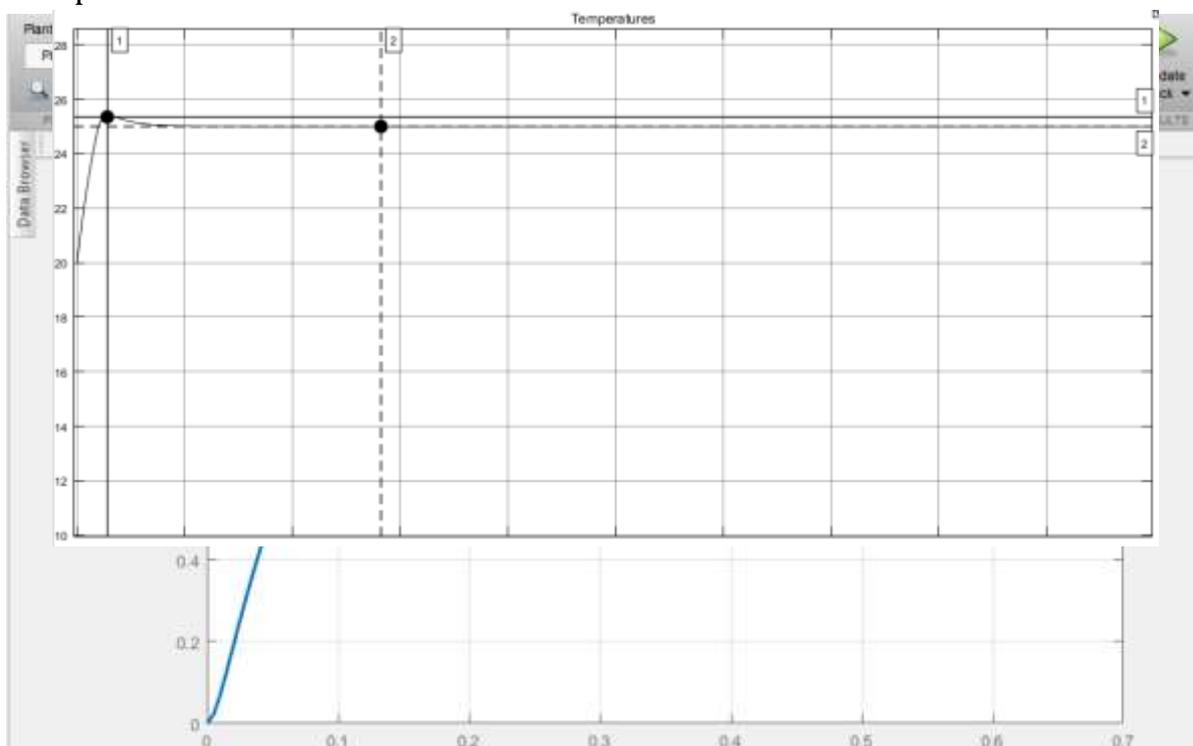


Рисунок 10. – Настройка ПИД-регулятора.

С установленным в термостате ПИД-регулятором нагрев помещения происходит за период 0,275 часа и установившееся значение равно заданному

значению 25°C, как и с ПИ-регулятором (рисунок 11). Максимальное отклонение управляемой величины от заданного значения равно 1,3%.

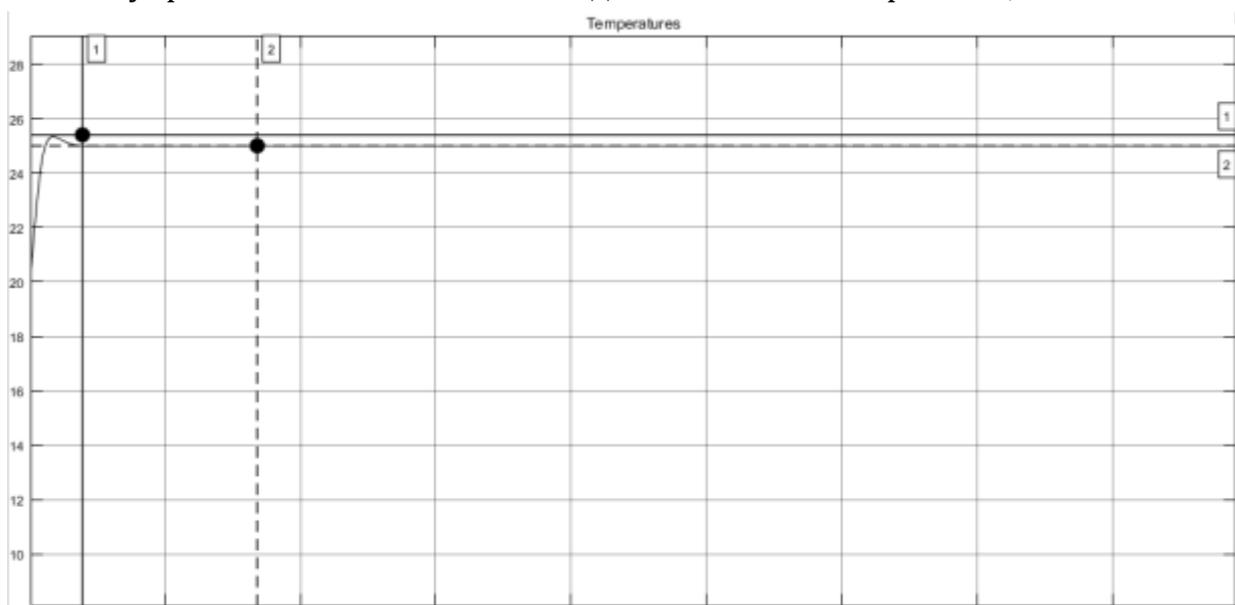


Рисунок 11. – Нагрев помещения до заданной температуры с ПИД-регулятором.

ПИД-регулятор обеспечивает большее быстродействие, чем ПИ регулятор. Рассмотрим сравнительную таблицу №1 применения различных регуляторов в схеме управления температурным режимом в помещении.

Таблица 1 – Сравнительная таблица показателей регуляторов.

Регулятор	Точность поддержания температуры, %	Время регулирования, час	Перерегулирование, %
Релейный регулятор	98% - 102%	0,230	0%
П- регулятор	97,6%	0,210	0%
ПИ- регулятор	100%	0,286	1,4%
ПИД- регулятор	100%	0,275	1,3%

Вывод. В данной работе была спроектирована имитационная модель автоматической системы управления температуры внутри помещения. В данной модели предусматривается наличие подсистем, которые моделируют температуру окружающей среды, термических характеристик помещения, здания и моделирование системы отопления и кондиционирования. В качестве среды проектирования и моделирования системы используется программная среда визуального программирования Matlab Simulink.

В рассмотренной имитационной модели автоматической системы управления температуры внутри помещения с заданными параметрами при

помощи системы Matlab Simulink, проведен анализ изменения параметров в тепловой модели помещения при различных регуляторах: релейный регулятор, П-, ПИ-, ПИД- регулятор. Наилучшие параметры системы поддерживаются при ПИД- регуляторе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:

1)Gazieva, R., Aynakulov, S., Nigmatov, A., Rakhmankulova, B., Khafizov, O., Ziyaeva, S. The software solution of the overload capacity of a three-phase asynchronous motor <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85102143265&doi=10.1109%2fICISCT50599.2020.9351402&partnerID=40&md5=ff5509b938d44db9017034a96e686df0>

2)Ubaydulayeva, Sh., Gazieva, R., Nigmatov, A. Calculation of dynamic processes in relay systems of automatic control based on graph models <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85091349870&doi=10.1088%2f1757-899X%2f883%2f1%2f012152&partnerID=40&md5=e6a2241af570acd0ba6231ce3f4b930e>

3)Ubaydulayeva, S.R., Nigmatov, A.M. Development of a graph model and algorithm to analyze the dynamics of a linear system with delay <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85086757861&doi=10.1109%2fICIEAM48468.2020.9111939&partnerID=40&md5=bd0b367359704ab5733ec63162a7d568>

4)Gazieva, R., Aynakulov, S., Ozodov, E., Nigmatov, A. Automatic diffusion mixing system for watering in regions with high water sales <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082389382&doi=10.1109%2fICISCT47635.2019.9011841&partnerID=40&md5=86d8903906fab9d826cf0d226a8baf88>