

УДК: 631.624.004.021

## АНАЛИЗ РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РЕГУЛЯТОРАХ

**Нигматов 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.

### ANALYSIS OF TEMPERATURE CONTROL ON REGULATORS ANNOTATION

The theoretical significance of the work lies in the fact that the proposed architecture, as well as the description of algorithms for an intelligent room temperature control system, can be used to develop similar systems. The practical significance of the work lies in the fact that the developed intelligent room temperature control system can be used to automatically change the temperature regime in the room with minimal energy costs and a minimum total cost of energy consumed.

**Key words:** automation, temperature, sensor, signal, regulator, system, control, microclimate, algorithm, complex.

**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 помещении 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 теплопотери.

**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. Механическое устройство являются одновременно и датчиком температуры, и исполнительным органом, объединёнными в единый узел. В нагревательных устройствах используется биметаллическая пластина, которая представляет собой термопару 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.

Теплопотери для каждого помещения рассчитываются по формуле 1.

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

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

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

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

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

Сумма тепловых потерь  $Q_{\text{огр}}$  складывается из теплопотерь 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, м<sup>2</sup>;

$W_{\text{пом}}$  – количество тепловой энергии на квадратный метр площади, Вт/м<sup>2</sup>.

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.

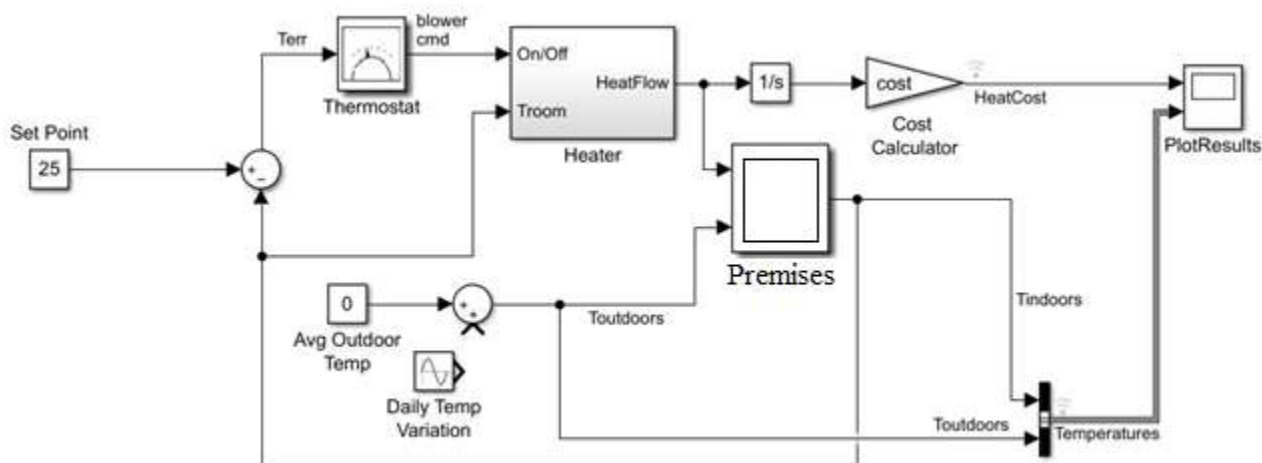


Рисунок 1. – Тепловая модель помещения.

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.).

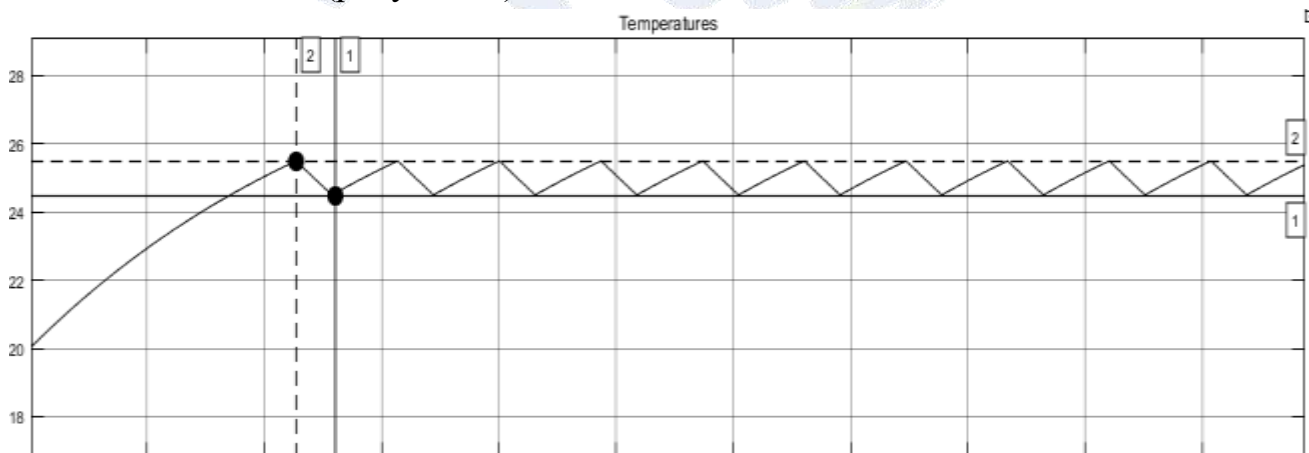


Рисунок 2. – Нагрев помещения с релейным регулятором.

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).

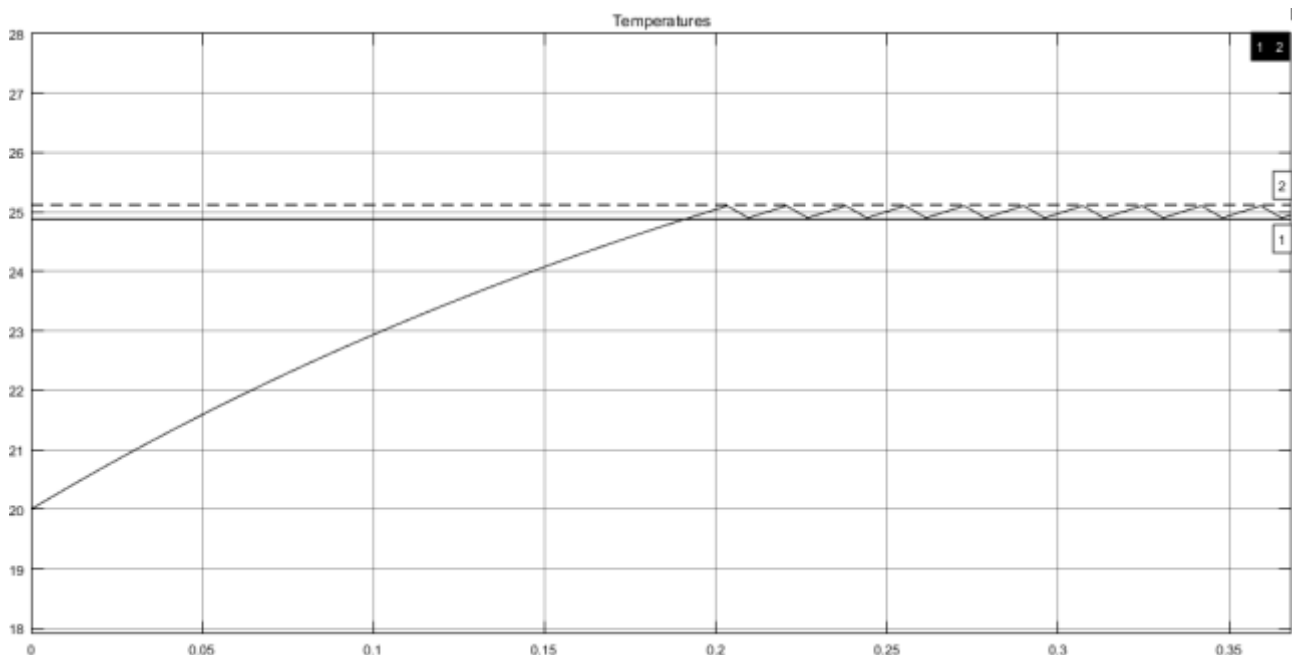
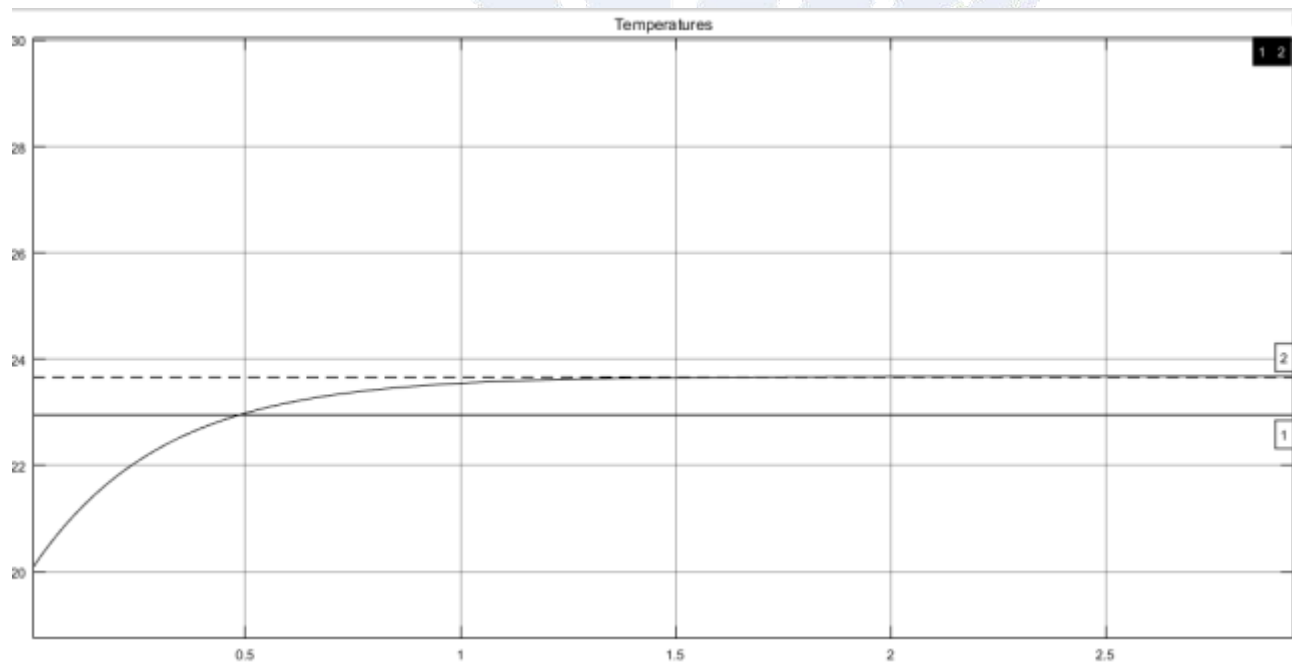


Рисунок 3. – Нагрев помещения до заданной температуры с уставным значением  $\pm 0,1$ .

При изменении температуры на улице от  $-17^{\circ}\text{C}$  и более, нагревателю недостаточно мощности для нагрева помещения с заданными параметрами, температура в помещении достигает до  $22,5^{\circ}\text{C} - 23,5^{\circ}\text{C}$ . Для достижения



результата необходимо улучшить параметры помещения, например, уменьшить количество окон, увеличить толщину стен (рисунок 4).

Рисунок 4 – Нагрев помещения при температуре на улице  $-17^{\circ}\text{C}$ .

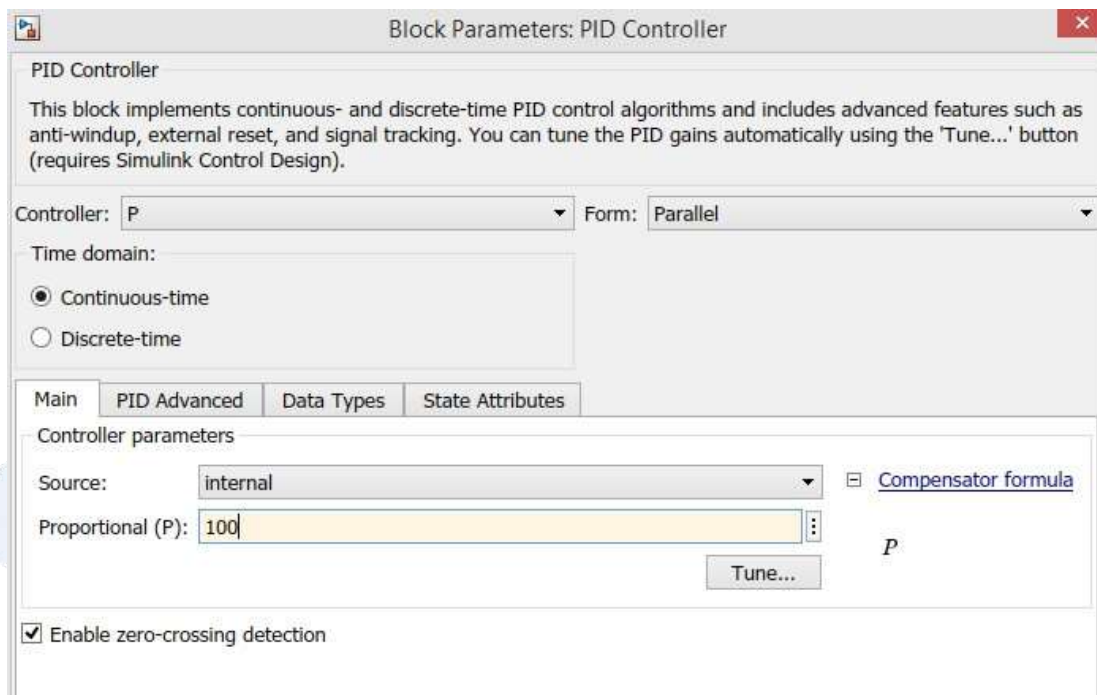


Рисунок 5. – Настройка П-регулятора.

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  $25^{\circ}\text{C}$  (рисунок 6).

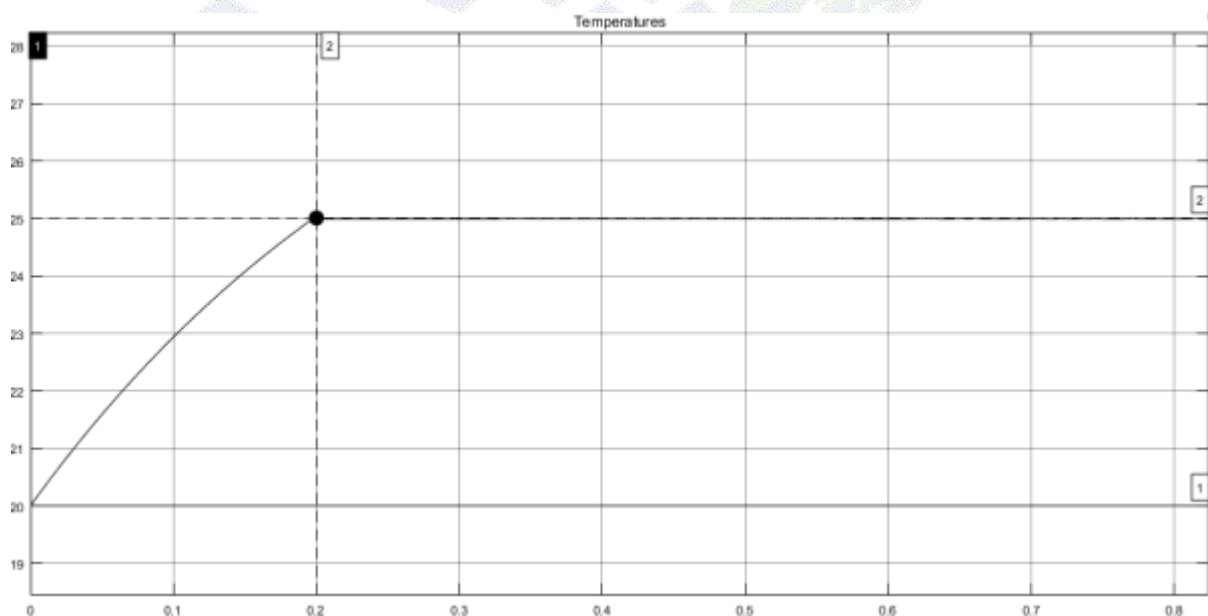


Рисунок 6. – Нагрев помещения до заданной температуры с П-регулятором.

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  $25^{\circ}\text{C}$  (рисунок 9).

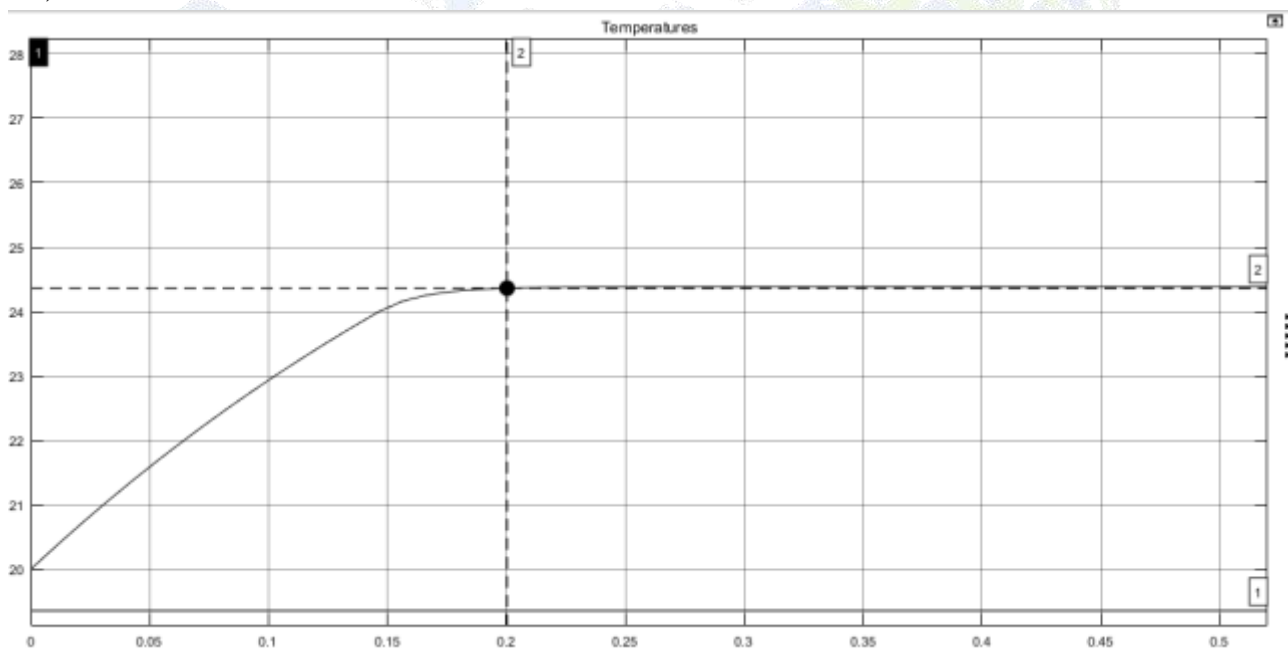


Рисунок 7. – Нагрев помещения до заданной температуры с коэффициентом регулирования 1.

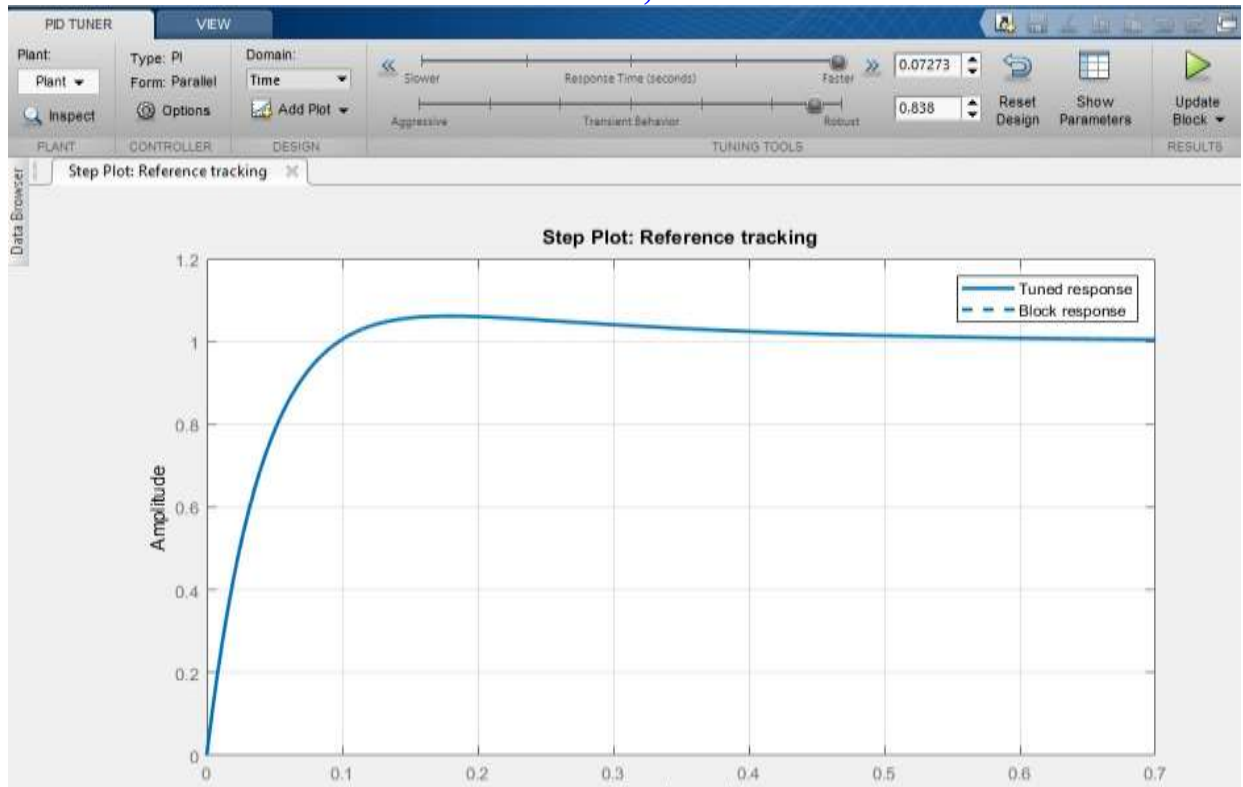
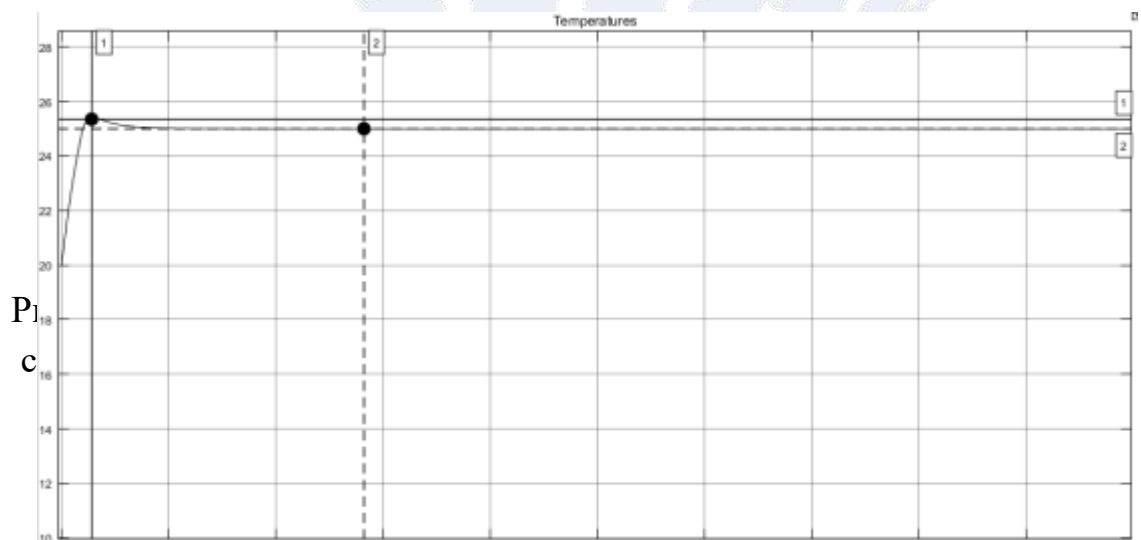


Рисунок 8. – Настройка ПИ-регулятора.

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).





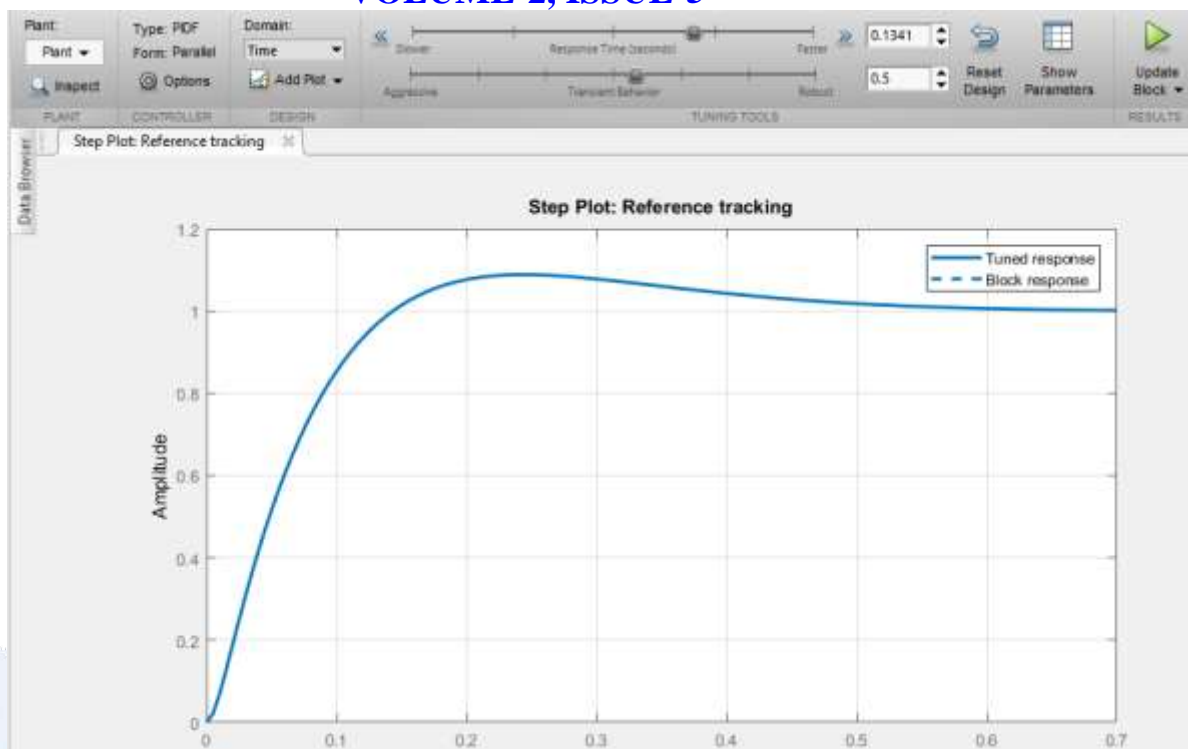


Рисунок 10. – Настройка ПИД-регулятора.

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%.

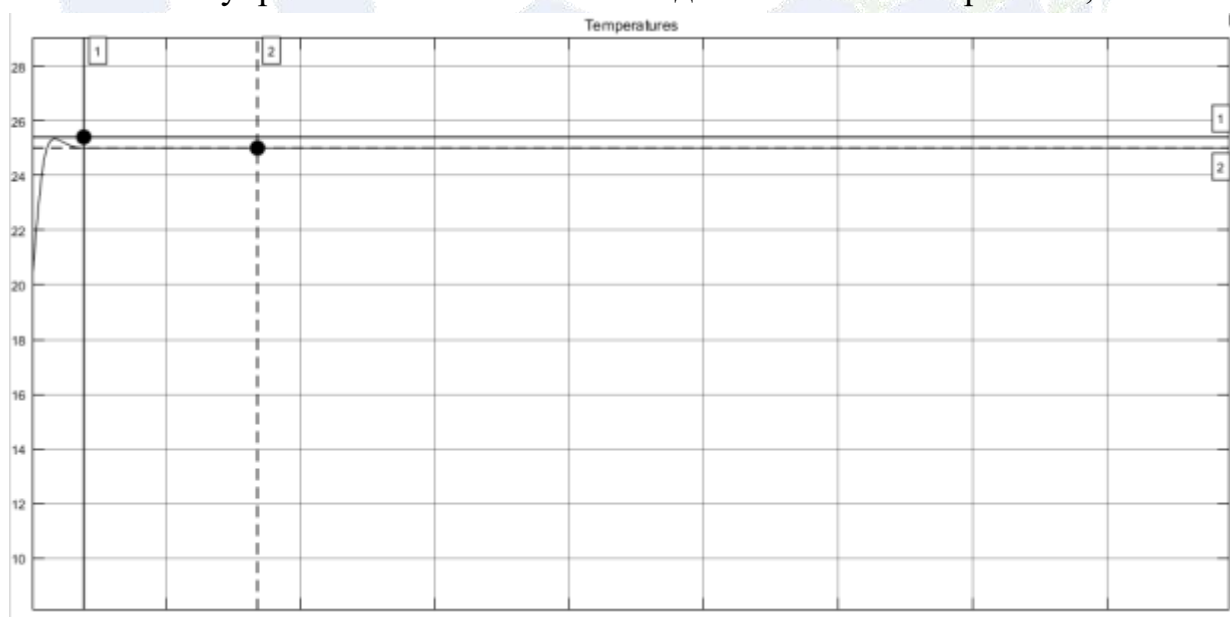


Рисунок 11. – Нагрев помещения до заданной температуры с ПИД-регулятором.

ПИД-регулятор обеспечивает большее быстроедействие, 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>

**VOLUME-2, ISSUE-5**

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-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85086757861&doi=10.1109%2fICIEAM48468.2020.9111939&partnerID=40&md5=bd0b367359704ab5733ec63162a7d568)

[85086757861&doi=10.1109%2fICIEAM48468.2020.9111939&partnerID=40&md5=bd0b367359704ab5733ec63162a7d568](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-](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082389382&doi=10.1109%2fICISCT47635.2019.9011841&partnerID=40&md5=86d8903906fab9d826cf0d226a8baf88)

[85082389382&doi=10.1109%2fICISCT47635.2019.9011841&partnerID=40&md5=86d8903906fab9d826cf0d226a8baf88](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85082389382&doi=10.1109%2fICISCT47635.2019.9011841&partnerID=40&md5=86d8903906fab9d826cf0d226a8baf88)

