



Ю.В. Каперейко
Брестский государственный технический университет

СТОИМОСТНОЙ АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С МЕТЕОПРОГНОСТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

В данной статье представлены исследования по реализации метеопрогностического регулирования системами водяного отопления и эффективности данного подхода в сравнении с современными решениями погодозависимого управления параметрами систем водяного отопления. Совершенствование данной технологии может достигаться при использовании прогностически достоверных метеоданных, во временной основе которых лежит принцип краткосрочной адаптации системы теплоснабжения. Проведен сравнительный стоимостный анализ оборудования для работы этих систем.

Система водяного отопления, метеопрогностическое регулирование, микроклимат помещений.

В последние десятилетия развития способов проектирования различных инженерных систем ярко выражается необходимость рационализации процессов регулирования этих систем для установления экономически и энергетически обоснованных режимов работы.

В инженерных системах достижение энергосберегающего эффекта и экономии энергоресурсов является одной из важнейших целей, на которые ориентированы современные разработки по управлению инженерными системами. Одной из таких разработок является погодозависимое управление системами водяного отопления [3], которое используется и внедряется в существующие системы уже несколько десятилетий. Однако в процессе эксплуатации выявляются некоторые неточности в работе погодозависимой автоматики, а в частности, учет только температуры наружного воздуха в качестве метеорологического фактора, влияющего на теплопотери зданий.

В качестве альтернативы рассматривается концепция метеопрогностического регулирования. Научная идея состоит в использовании краткосрочных метеоданных для реализации процессов управления системами теплообеспечения. В пределах отопительного сезона колебания температуры наружного воздуха играют весомую роль в рамках эффективного теплопотребления. Необходимость предопределения данных трансформаций заключается в потенциальной возможности регулирования температуры теплоносителя в рамках подающего и обратного направления от теплоагрегата в логически обоснованной корреляции. Передовыми технологиями учета наружного температурного режима являются средства погодозависимого управления системами теплоснабжения.

Совершенствование погодозависимого управления может достигаться при использовании прогностически достоверных метеоданных, во временной основе которых лежит принцип краткосрочной адаптации системы теплоснабжения. Предиктивное управление возможно при использовании алгоритмов

удаленной передачи предполагаемых температурных значений со стороны метеоресурсов. Данная информация является полезной в рамках ее использования в динамике обращений, синхронизируемых в цикле подготовки параметров микроклимата для будущего температурного режима в пространственных пределах объекта эксплуатации.

Теоретическим преимуществом метеопрогностического управления параметрами теплоносителя является возможность внедрения в пределах предустановленного оборудования системы водяного отопления. Энергоэффективное потребление топливных энергоресурсов может достигаться за счет нивелирования тепловой инерционности объекта эксплуатации, что является отличительным признаком в сравнении со стандартным погодозависимым алгоритмом управления.

На тепловые потери зданий влияет не только температура, но и влажность, скорость движения воздуха. Так как существующие методики расчета не дают универсального для всех зданий решения по погодозависимому регулированию, включающему все метеорологические факторы, то для нахождения необходимых зависимостей может использоваться нейронная сеть, способная обучаться на входных и выходных параметрах системы.

С помощью подключенных датчиков наружной температуры воздуха, скорости ветра, влажности программа обеспечит наблюдение и расчет необходимой компенсации тепловых потерь. Посредством термодрифов, установленных на отопительных приборах, расход теплоносителя в отопительных приборах будет изменяться в соответствии с необходимостью [4]. Это также позволит использовать такую характеристику, как инерционность здания, тем самым «предугадывать», какие тепловые потери будут у здания через определенный промежуток времени, и использовать накопленную теплоту для сглаживания кратковременных колебаний температуры внутри помещений.

Стоимостный сравнительный анализ оборудования для системы водяного отопления с метеопрогностическим регулированием и с погодозависимым управлением

| Наименование позиции (вид оборудования) | Стоимость оборудования, бел. руб. | Кол-во, штук | Общая стоимость, бел. руб. |
|--|-----------------------------------|--------------|----------------------------|
| Погодозависимая автоматика | | | |
| Программируемый контроллер погодозависимой автоматики Vaillant VRC 720 | 1673,19 | 1 | 1673,19 |
| Датчик температуры наружного воздуха Ariston Gal Evo | 70,00 | 1 | 70,00 |
| Комнатный датчик температуры внутреннего воздуха Auraton 3003 | 90,96 | 10 | 909,6 |
| Термостатический клапан ГЕРЦ TS-V, угловой, осевой 1/2" | 56,91 | 5 | 284,55 |
| Термостатическая головка HERZ-THERMOSTAT MINI 1920068 30*1,5 | 51,98 | 5 | 259,9 |
| Сервопривод для контура теплого пола TIM M315NO | 22,26 | 6 | 133,56 |
| Всего | | | 3330,8 |
| Метеопрогностическое регулирование | | | |
| Программируемый контроллер погодозависимой автоматики Vaillant VRC 720 | 1673,19 | 1 | 1673,19 |
| Микроконтроллер WIFI Bluetooth ESP-WROOM-32 ESP-32S | 25,00 | 1 | 25,00 |
| Сервопривод для контура теплого пола TIM M315NO | 22,26 | 6 | 133,56 |
| Термопривод (для клапанов радиаторов) Kermi x-net 24 V | 93,50 | 5 | 467,5 |
| Датчик температуры наружного воздуха Ariston Gal Evo | 70,00 | 1 | 70,00 |
| Комнатный датчик температуры внутреннего воздуха Auraton 3003 | 90,96 | 10 | 909,6 |
| Устройство измерения ветра и дождя Aumller WRAG2 | 442,41 | 1 | 442,41 |
| Всего | | | 3721,26 |

Данная система базируется на использовании современных технологий управления и мониторинга [1], а также интеграции данных о погодных условиях для оптимизации работы отопительного оборудования.

Прежде чем переходить к широкому внедрению таких систем, необходимо провести анализ их рентабельности и экономической выгоды. Оценка затрат включает в себя не только стоимость приобретения и установки необходимого оборудования, такого как датчики температуры и специальные контроллеры, но и расходы на разработку и внедрение программного обеспечения для сбора, анализа и использования метеорологических данных. Кроме того, необходимо учитывать расходы, связанные с обслуживанием и поддержанием работоспособности системы.

В качестве примера для расчета была взята модель двухэтажного индивидуального жилого дома с запроектированной системой водяного отопления и теплого пола.

Стоимостный сравнительный анализ оборудования для системы водяного отопления с метеопрогностическим регулированием и с погодозависимым управлением представлен в таблице.

Анализ показал, что установка усовершенствованной системы дороже погодозависимой автоматики на:

$$\delta = \frac{3721,26 - 3330,8}{3330,8} \cdot 100 \% = 11,7 \%$$

Для определения экономической выгоды от применения метеопрогностической концепции необходимо тестирование работы нейронной сети на реальном объекте эксплуатации системы водяного отопления в период значительного понижения температуры

наружного воздуха и появления атмосферных воздействий.

По теоретическим расчетам использование предиктивного управления позволит сгладить значительные температурные колебания внутри помещения [2], а также позволит уменьшить перерасход теплоносителя в случаях периодического увеличения его расхода.

На основании вышеприведенных фактов, применение искусственного интеллекта позволит создать систему, способную адаптироваться к персональным потребностям и предпочтениям пользователей, подстраиваться под индивидуальные особенности здания, в котором установлено такое оборудование. Система сможет учитывать предпочтения по температурному режиму в разных помещениях и автоматически регулировать его в соответствии с выбранными настройками.

Литература

1. Головки, В. А. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие / В. А. Головки, В. В. Краснопрошин. – Минск : БГУ, 2017. – 263 с.
2. Каперейко, Ю. В. Метеопрогностическое регулирование в системах водяного отопления / Ю. В. Каперейко, А. О. Заречный, В. Г. Новосельцев // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2024. – № 2 (134). – С. 6–11.
3. Кувшинов, Ю. Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий. – Москва : Издательство АСВ, 2010. – 320 с.
4. Покотилов, В. В. Системы водяного отопления. – Вена, 2008. – 159 с.

Y.V. Kapereyko
Brest State Technical University

**EQUIPMENT COST ANALYSIS FOR WATER HEATING SYSTEM
WITH WEATHER PREDICTIVE CONTROL**

This article presents research on the implementation of weather predictive regulation of water heating systems and the effectiveness of this approach in comparison with modern solutions for weather-dependent control of parameters of water heating systems. The improvement of this technology can be achieved by using predictively reliable weather data, which is based on the principle of short-term adaptation of the heat supply system. The article presents a comparative cost analysis of the equipment for the operation of these systems.

Water heating system, weather predictive control, indoor microclimate.