

УДК 697.2, 004.8

ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ С МЕТЕОПРОГНОСТИЧЕСКИМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Каперейко Юлия Васильевна, преподаватель-стажёр кафедры ТГВ

Брестский государственный технический университет (г. Брест,
ул. Московская, д. 267, 224017, Беларусь), yulya.kapereyko@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлены результаты по исследованию возможностей реализации метеопрогностического регулирования, проектирование и эксплуатация систем отопления с таким способом управления системой отопления. Рассмотрен вариант использования обучаемой нейронной сети для управления системой водяного отопления с метеопрогностическим регулированием.

Ключевые слова: система водяного отопления, метеопрогностическое регулирование, погодозависимое управление.

POSSIBILITY OF CREATING A WATER HEATING SYSTEM WITH WEATHER FORECAST REGULATION

Yulya Vasilievna Kapereyko, trainee teacher

Brest State Technical University, Brest, (Brest, 267, Moskovskaya St., 224017,
Belarus), yulya.kapereyko@mail.ru

Abstract. This article presents the results of a study of the possibilities of implementing predictive regulation, design and operation of heating systems with this method of controlling the heating system. A variant of using a trained neural network to control a water heating system with predictive regulation is considered.

Keywords: water heating system, weather forecasting regulating, weather-dependent control.

Введение

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

В современных решениях погодозависимого управления параметрами систем водяного отопления реализован принцип использования фактической информации, получаемой напрямую со стороны датчиков наружного температурного режима. Эффективность данного подхода в весомой степени наблюдается в рамках индивидуальных объектов эксплуатации, где тепловые потери на транспортировку теплоносителя минимальны.

В пределах отопительного сезона колебания температуры наружного воздуха играют весомую роль в рамках эффективного теплоснабжения. 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.

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.

Методы

Методологическая основа исследования состояла из комплексного анализа и системного подхода в рамках изучения современных методов адаптивного регулирования систем водяного отопления.

В процессе работы проводились исследования отечественных и зарубежных научных материалов по сопрягаемой тематике.

Во множестве работ [1-3] исследуется влияние метеорологических факторов на тепловой режим зданий, выявляются закономерности, которые могут быть наиболее приближены к реальным условиям, чем случаи, когда такие факторы не берутся во внимание. К метеорологическим факторам, влияющим на микроклимат помещения, относятся атмосферные осадки, ветровое воздействие и солнечная радиация.

Существующая погодозависимая автоматика [4] обеспечивает поддержание комфортных условий в помещениях здания, где установлено такое оборудование. Достижение экономического эффекта при её эксплуатации доказано многими фактически полученными результатами.

Однако для более точного создания комфортных условий внутри помещения стоит учитывать и иные факторы, влияющие на тепловой режим. Кроме метеорологических факторов, так же можно использовать такое понятие как инерционность здания – характеризует способность ограждающих конструкций накапливать тепло, а затем с определенной скоростью терять его.

Так как регуляция в выбранной концепции зависит не только от внутренней температуры воздуха, то стандартное регулирование температуры теплоносителя не является решением для всего здания. Под воздействием ветра потери теплоты одного помещения отличаются от тепловых потерь другого помещения – это связано с аэродинамическими характеристиками. Таким образом, можно прийти к выводу, что стоит рассмотреть не только качественное, но и количественное регулирование теплоносителя, поступающего в отопительные приборы различных помещений в здании.

С целью совершенствования регулирования было выбрано использование нейронной сети. Так как существующие методики расчёта 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 сервоприводов, установленных на отопительных приборах, расход теплоносителя в отопительных приборах будет изменяться в соответствии с необходимостью [5]. 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.

Данная система базируется на использовании современных технологий управления и мониторинга [6, 7], а также интеграции данных о погодных условиях для оптимизации работы отопительного оборудования.

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

экологические выгоды использования системы с метеопрогностическим регулированием. Снижение расходов на энергию влечет за собой уменьшение выбросов парниковых газов и других вредных веществ, что способствует улучшению качества окружающей среды и снижению негативного воздействия на климат.

Применение искусственного интеллекта для решения данной задачи позволяет создать систему, способную адаптироваться к изменяющимся погодным условиям и реагировать на них максимально эффективно. Например, на основе анализа прогнозов погоды нейросеть может автоматически регулировать температурные режимы в помещениях, оптимизируя энергопотребление и обеспечивая комфорт для пользователей.

На тепловые потери зданий влияет не только температура, но и влажность, скорость движения воздуха [8]. Так как существующие методики расчёта 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 термоприводов, установленных на отопительных приборах, расход теплоносителя в отопительных приборах будет изменяться в соответствии с необходимостью [2]. 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.

Данная система базируется на использовании современных технологий управления и мониторинга [3], а также интеграции данных о погодных условиях для оптимизации работы отопительного оборудования. Основная цель состоит в том, чтобы на основе имеющихся данных, таких как текущие и прогнозируемые метеоданные, при помощи нейронной сети получать управляющий сигнал для отопительного прибора.

В качестве примера для расчета была взята модель двухэтажного индивидуального жилого дома с запроектированной системой водяного отопления и теплого пола (рис. 1).

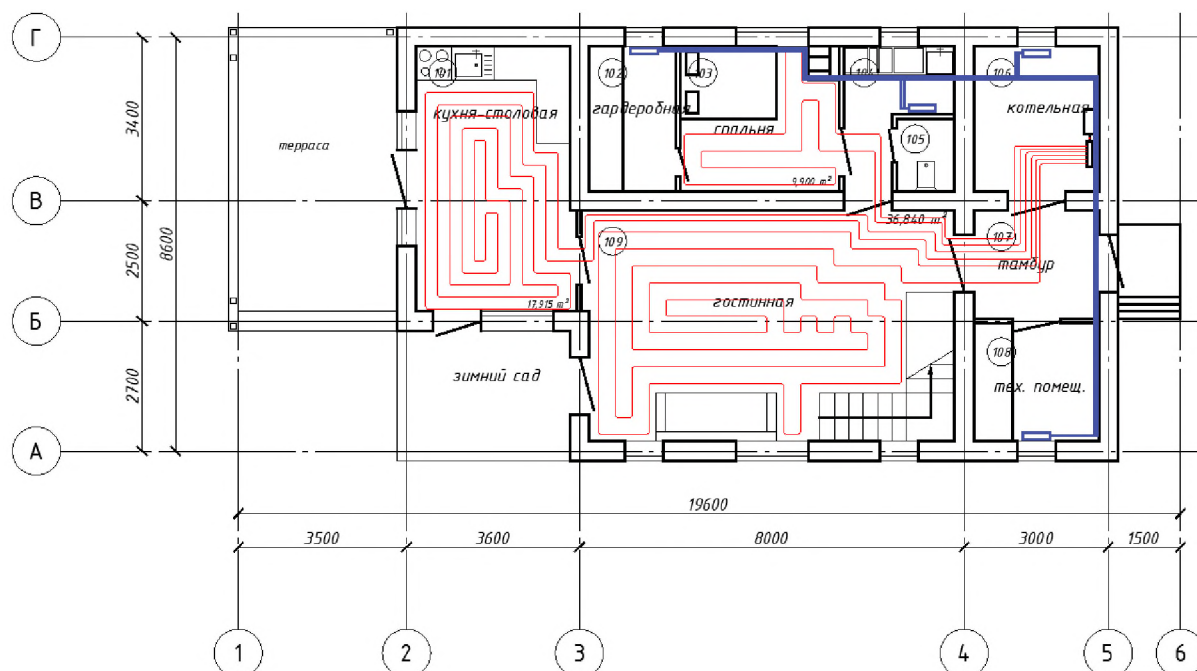


Рис. 1. План первого этажа индивидуального жилого дома с нанесением элементов запроектированной системы водяного отопления

Стоимостный сравнительный анализ оборудования для системы водяного отопления с метеопрогностическим регулированием и с погодозависимым управлением показал, что установка усовершенствованной системы дороже погодозависимой автоматики на $\delta = \frac{3721,26 - 3330,8}{3330,8} \cdot 100\% = 11,7\%$ (табл. 1).

Таблица 1. Стоимостной сравнительный анализ оборудования для системы водяного отопления с метеопрогностическим регулированием и с погодозависимым управлением.

Наименование позиции (вид оборудования)	Стоимость оборудования, руб.	Кол-во, штук	Общая стоимость, руб.
<i>Погодозависимая автоматика</i>			
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
<i>Метеопрогностическое регулирование</i>			
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

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, а также позволит уменьшить перерасход теплоносителя в случаях несвоевременного увеличения его расхода.

Результаты и обсуждение

Применение искусственного интеллекта также позволяет создать систему, способную адаптироваться к индивидуальным потребностям и предпочтениям пользователей. Система может учитывать предпочтения по температурному режиму в разных помещениях и автоматически регулировать его в соответствии с выбранными настройками.

Выводы

Данная работа отражает прогресс в области применения искусственного интеллекта для повышения энергоэффективности жилых и коммерческих зданий при использовании метеопрогностического регулирования. Искусственный интеллект в этой концепции играет ключевую роль, обрабатывая данные о погоде и энергопотреблении, а также выявляя закономерности и оптимизируя работу отопительных систем в реальном времени.

Список использованной литературы

1. Мешик, К. О. Увеличение энергетической эффективности работы СВО посредством применения метеоданных / К. О. Мешик ; науч. рук. Л. Н. Данилевский // Современные проблемы природопользования и природообустройства : сборник тезисов докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвящённой 50-летию кафедры природообустройства, Брест, 6–7 октября 2022 г. / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет, Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды, Брестский областной комитет природных ресурсов и охраны окружающей среды ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред.: А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2022. – С. 80.
2. Каперейко Ю.В. Влияние ветра на жизнедеятельность человека в помещениях / Ю.В. Каперейко // XXV Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, Брест, 16 мая 2023 г. : сб. материалов / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. Е. Будько. – Брест : БрГУ, 2023 – 15-18 с.
3. Каперейко Ю.В. Анализ факторов, влияющих на микроклимат помещений, и возможностей их учёта при разработке способов регуляции систем отопления / Ю. В. Каперейко ; науч. рук. В. Г. Новосельцев // Устойчивое развитие: региональные аспекты : сборник тезисов докладов XV Международной научно-практической конференции молодых ученых в рамках Года мира и созидания, Брест, 27–28 апреля 2023 г. / Министерство образования Республики Беларусь, Брестский государственный технический университет [и др.] ; редкол.: А. А. Волчек [и др.] ; науч. ред. А. А. Волчек, О. П. Мешик. – Брест : БрГТУ, 2023. – С. 97.
4. Кувшинов Ю.Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий. – М.: Издательство АСВ, 2010. – 320 с.
5. Покотиллов В.В. Системы водяного отопления. – Вена, 2008. – 159с.
6. Головкин, В.А. Нейросетевые технологии обработки данных : учеб. пособие / В. А. Головкин, В. В. Краснопрошин. – Минск : БГУ, 2017. – 263 с.

7. Головки, В.А. Нейроинтеллект: теория и применение. Книга 1: Организация и обучение нейронных сетей с прямым и обратными связями. Брест Изд. БПИ, 1999 – 264 с.
8. Хрусталёв, Б.М. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие / Б.М. Хрусталёв. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 784 с.