

УДК 697.12

**А. А. ОЛЕКСЮК, А. В. ПЛУЖНИК, Б. В. КЛЯУС**

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ, ИЗМЕРЯЮЩИХ ПАРАМЕТРЫ МИКРОКЛИМАТА  
В ПОМЕЩЕНИИ С ПЕРИОДИЧЕСКИМ ОТОПЛЕНИЕМ**

**Аннотация.** В современной строительной практике более половины эксплуатируемых систем отопления нуждаются в термомодернизации. Однако для подбора эффективной системы отопления необходимо знать фактические теплотехнические характеристики помещения и параметры внутреннего микроклимата в зависимости от колебаний наружной температуры воздуха. В данной статье рассмотрены проблемы энергоэффективной эксплуатации систем водяного отопления зданий общественного назначения. Проанализированы действующие нормы по обеспечению требуемого микроклимата в помещениях с применением периодической системы топления. Рассмотрен метод оценки комфортности микроклимата как измерение и оценка основных параметров температурно-влажностного режима помещения. Выполнен обзор контрольно-измерительных приборов для определения параметров микроклимата. Определены преимущества и недостатки основных приборов, рекомендуемых нормативными документами для проведения натурных исследований. С учетом проведенного анализа сделан вывод о целесообразности применения данных приборов для проведения эксперимента с применением прерывистого отопления.

**Ключевые слова:** параметры микроклимата, периодическое отопление, датчики температуры.

**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Современные требования к проектированию систем отопления направлены на повышение эффективности их эксплуатации. В последнее десятилетие для всего мира возросла актуальность энергосбережения и защиты окружающей среды во всех областях жизнедеятельности человека. Эффективность этих мероприятий должна быть оценена не только с учетом экономических показателей, но и с учетом поддержания комфортного микроклимата, поэтому комфортные для человека параметры внутренней среды помещения выступают в качестве целевой функции и одновременно являются ограничением при реализации энергосберегающих решений [1].

На сегодняшний день проблема энергосбережения приобрела статус приоритетной задачи. Это обусловлено как неконтролируемым расходом энергоресурсов, так и постоянным ростом их стоимости. Исследованиям энергоэффективного управления тепловыми режимами зданий посвящено много работ таких авторов как: И. М. Кирпичникова, N. Aste, C. DelPero, E. Burman, D. Mumovic, J. Kimpian, F. Ascione, L. Sarto, E. Carrascal [2–7].

Для применения энергоэффективных мероприятий важно учитывать показатель комфорта человека внутри этого помещения, измеряя показатели микроклимата, такие как внутренняя температура воздуха и влажность. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 «ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» нормативные значения микроклимата составляют в холодный период года (среднесуточная температура наружного воздуха ниже +10 °С):

- температура воздуха – 18...20 °С;
- относительная влажность воздуха – 40...60 %;

**ЦЕЛЬ**

Проанализировать метод оценки комфортности микроклимата, провести оценку существующих контрольно-измерительных приборов для определения основных параметров температурно-влажностного режима помещения.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Энергоресурсы являются одним из основных источников жизнеобеспечения государства. Их рациональное использование на стадиях добычи, транспортировки, переработки позволит снизить текущие издержки предприятий и организаций, тем самым решить многие экономические проблемы. Вопросы энергосбережения затрагивают в равной степени как промышленные предприятия, так и объекты социально-бытовой сферы бюджетов всех уровней. Например, большинство общественных зданий не работает в ночной и вечерний период. В выходные дни помещения пустуют, а отопление работает в обычном рабочем режиме, что не целесообразно с учетом оптимального использования энергоресурсов.

Согласно [8] в зданиях общественного назначения в нерабочее время суток температуру внутреннего воздуха в помещениях разрешается поддерживать ниже нормируемой. Благодаря этому появляется возможность значительно снизить расход энергии в системах отопления. Для большинства общественных, учебных, офисных, административно-бытовых зданий нерабочее время может составлять в среднем до 40 % в будние дни и до 100 % в выходные и праздничные [9].

Комплексный подход по решению энергоэкономических мероприятий включает в себя: повышение эффективности отдельных элементов системы; выбор оптимальной мощности источников тепла; оптимизацию параметров тепловой схемы; оптимизацию режимов тепловой нагрузки зданий и др.

Обеспечить оптимизацию режимов тепловой нагрузки зданий при периодическом снижении температуры внутреннего воздуха в помещении позволит реализация так называемого периодического отопления, однако для получения максимального эффекта необходимо решить задачу оптимального управления данной технологией.

Задача при использовании периодического отопления должна решаться совместно с вопросами тепловых режимов зданий. При этом важным условием является согласование режимов работы источника тепла и системы отопления здания [10]. Также необходимо учитывать изменение показателей микроклимата в помещении.

Учет и определение параметров микроклимата в зданиях необходимо выполнять из условий комфортного пребывания в них человека, с обеспечением возможности индивидуального регулирования параметров с целью соответствия субъективным ощущением комфорта потребителя.

Наиболее распространенным в настоящее время является такой способ определения комфортности микроклимата как измерение и оценка отдельных составляющих температурно-влажностного режима помещения: температуры, подвижности, относительной влажности воздуха, а также характеристик теплового излучения [11].

Сейчас на рынке контрольно-измерительных устройств представлены разнообразные датчики влажности зарубежных и отечественных производителей в разной ценовой политике. Каждому датчику измерения влажности и температуры свойственны определенные достоинства и недостатки.

Несмотря на существующее многообразие средств измерения влажности и температуры, выбор наиболее подходящего из них для конкретных условий эксплуатации должен быть обоснованным.

Общим и существенным для всех методов измерения температуры является то, что всякий прибор, измеряющий температуру среды, должен находиться с ней в тепловом контакте, то есть иметь одинаковую со средой температуру. Основными узлами всех приборов для измерения температуры являются: чувствительный элемент, где реализуется термометрическое свойство, и связанный с ним измерительный прибор, который измеряет численные значения этого свойства.

Существует несколько основных типов датчиков, применяемых для измерения температуры и влажности [12].



Рисунок 1 – Термогигрометр цифровой.

Сравнительный анализ приборов для измерения тепловых характеристик параметров микроклимата приведен ниже

### 1. Термогигрометр цифровой (рис. 1).

Цифровой термогигрометр применяется для измерения текущей температуры и влажности воздуха в помещении, контроля максимальных и минимальных зафиксированных показателей.

Принцип действия электронного вида основывается на свойстве электролита,

нанесенного на электроизоляционный слой, изменять свою концентрацию при изменении количества водяных паров в воздухе [13]. Этот тип датчиков уровня влажности имеет малые размеры, что позволяет его устанавливать в небольших по размерам устройствах. Его достоинство – это способность измерять увлажненность воздуха вне зависимости от температуры окружающей среды.

2. Термометр – гигрометр цифровой портативный IT-8-RHT (рис. 2).

Гигрометр рассчитан на работу в условиях эксплуатации с температурой воздуха от  $-40$  до  $+55$  °С. При подключении первичного преобразователя к прибору через разъём позволяет использовать измеритель с несколькими датчиками одновременно, а также легко заменить преобразователь в случае выхода его из строя.

Преимуществом данного вида устройств является: высокая точность измерения, низкая дополнительная температурная погрешность, яркий большой светодиодный индикатор с режимом энергосбережения

3. Датчик влажности и температуры версия «LIGHT» (рис. 3).

Датчики выполнены на базе микропроцессора, что делает их одними из самых точных датчиков для систем вентиляции – имеют основную абсолютную погрешность измерения  $\pm 2$  % в диапазоне 10...90 % относительной влажности, а также дополнительную погрешность из-за влияния температуры всего 0,05 % на каждый °С вне температуры окружающего воздуха 10...40 °С. Одним из недостатком является высокая стоимость.

4. Датчик температуры и влажности Xiaomi (Mi Temperature Humidity Monitor) (рис. 4).



**Рисунок 2** – Термометр – гигрометр цифровой портативный IT-8-RHT.



**Рисунок 3** – Датчик влажности и температуры версия «LIGHT».



**Рисунок 4** – Датчик температуры и влажности Xiaomi.

Представленный датчик отслеживает температуру и влажность помещения в реальном времени. Данный датчик имеет очень высокую надежность и отличную долговременную стабильность. Датчик состоит из емкостного элемента влажности и встроенных высокоточных устройств измерения температуры, и связан с высокопроизводительным микропроцессором. Как только показатели превысят значения нормы – автоматически отправляет сигнал тревоги. В приложении показатели видны в динамике.

Несмотря на минималистский дизайн и миниатюрные габариты, точность измерений достаточно высока: погрешность в измерении температуры  $\pm 0.3^\circ$ , погрешность в измерении влажности  $\pm 3$  %.

Такой датчик необходим, чтобы обезопасить от непредвиденных происшествий и вовремя среагировать.

Для работы коммутатора необходимо приложение Smart Home с интуитивным интерфейсом (рис. 5).

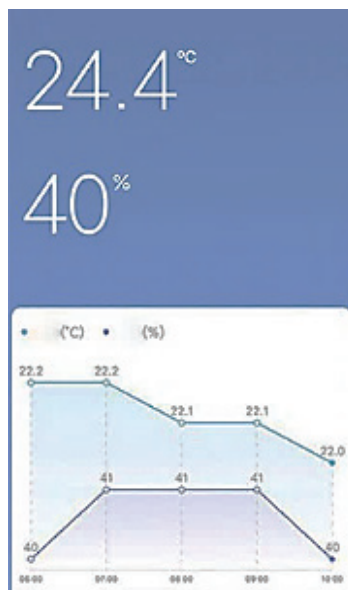


Рисунок 5 – Интерфейс приложения.

## ВЫВОД

Исходя из всего перечисленного для проведения эксперимента по измерению параметров микроклимата в помещении с прерывистым отоплением был выбран датчик температуры и влажности Xiaomi в связи с высокой точностью, оперативностью реагирования на изменения температуры и влажности воздуха, а также наличием программного обеспечения. В качестве резервного прибора решено было использовать термогигрометр цифровой в связи с компактностью и способностью измерять увлажненность воздуха вне зависимости от температуры окружающей среды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кувшинов Г. Г. Теоретические основы энерго- и ресурсосбережения [Текст] : учеб. пособие / Г. Г. Кувшинов, Ю. Л. Крутский. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2008. – 119 с.
2. Повышение качества регулирования систем электроотопления [Текст] / И. М. Кирпичникова, Е. Л. Файда, А. Ю. Усков [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2012. – № 37. – Р. 87–89.
3. Aste, N. Energy retrofit of commercial buildings: case study and applied methodology [Текст] / N. Aste, C. Del Pero // Energy Efficiency. – 2013. – Т. 6, № 2. – Р. 407–423.
4. Burman, E. Towards measurement and verification of energy performance under the framework of the European directive for energy performance of buildings [Текст] / E. Burman, D. Mumovic, J. Kimpian // Energy. – 2014. – Т. 77. – Р. 153–163.
5. Ascione, F. A new methodology for cost-optimal analysis by means of the multi-objective optimization of building energy performance [Текст] / F. Ascione // Energy and Buildings. – 2015. – Т. 88. – Р. 78–90.
6. Sarto, L. Potential and limits to improve energy efficiency in space heating in existing school buildings in northern Italy [Текст] / L. Sarto // Energy and Buildings. – 2013. – Т. 67. – Р. 298–308.
7. Carrascal, E. Optimization of the heating system use in aged public buildings via model predictive control [Текст] / E. Carrascal // Energies. – 2016. – Т. 9. – № 4. – Р. 251.
8. СП 60.13330.2016. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 (с Изменением № 1) [Текст]. – Введ. 2017-06-17. – М. : Минстрой России, 2016. – 95 с.
9. Малявина, Е. Г. Влияние теплового режима наружных ограждающих конструкций на нагрузку системы отопления при прерывистой подаче теплоты [Текст] / Е. Г. Малявина, Р. Р. Асатов // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 3. – С. 324–327.
10. Панферов, В. И. Эффективные энергосберегающие решения при теплоснабжении зданий / В. И. Панферов, Е. Ю. Анисимова, С. В. Панферов [Текст] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2015. – Т. 15. – № 4. – С. 40–48.
11. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях [Текст]. – Взамен ГОСТ 30494-96 ; введ. 2013-01-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 11 с.
12. Громов, В. С. Современные полупроводниковые интегральные датчики температуры [Текст] / В. С. Громов, С. М. Шестимеров, С. У. Увайсов // Датчики и системы. – 2010. – № 12. – С. 59–68.

13. Шитиков, А. Цифровые датчики температуры от Dallas Semiconductor [Текст] / А. Шитиков // Компоненты и технологии. – 2001. – № 12. – С. 48–51.

Получена 18.09.2020

А. О. ОЛЕКСЮК, А. В. ПЛУЖНИК, Б. В. КЛЯУС  
АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ, ЩО ВИМІРЮЮТЬ ПАРАМЕТРИ МІКРОКЛІМАТУ В  
ПРИМІЩЕННІ З ПЕРІОДИЧНИМ ОПАЛЮВАННЯМ  
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

**Анотація.** У сучасній будівельній практиці більше половини експлуатованих систем опалення потребують термомодернізації. Однак для підбору ефективної системи опалення необхідно знати фактичні теплотехнічні характеристики приміщення і параметри внутрішнього мікроклімату залежно від коливань зовнішньої температури повітря. У даній статті розглянуті проблеми енергоефективної експлуатації систем водяного опалення будівель громадського призначення. Проаналізовано діючі норми щодо забезпечення необхідного мікроклімату в приміщеннях із застосуванням періодичної системи опалення. Розглянуто метод оцінки комфортності мікроклімату як вимір і оцінка основних параметрів температурно-вологісного режиму приміщення. Виконано огляд контрольно-вимірювальних приладів для визначення параметрів мікроклімату. Визначено переваги та недоліки основних приладів, рекомендованих нормативними документами для проведення натурних досліджень. З урахуванням проведеного аналізу зроблено висновок про доцільність застосування даних приладів для проведення експерименту із застосуванням переривчастого опалення.

**Ключові слова:** параметри мікроклімату, періодичне опалення, датчики температури.

ANATOLIY OLEKSYUK, ANASTASIA PLUZHNIK, KLYAUS BOGDAN  
ANALYSIS OF DEVICES THAT MEASURE MICROCLIMATE PARAMETERS IN  
A ROOM WITH PERIODIC HEATING  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

**Abstract.** In modern construction practice, more than half of the heating systems in use require thermal modernization. However, in order to select an effective heating system, it is necessary to know the actual thermal technical characteristics of the room and the parameters of the internal microclimate, depending on fluctuations in the external air temperature. This article discusses the problems of energy efficient operation of water heating systems for public buildings. The current standards for ensuring the required microclimate in premises using a periodic heating system have been analyzed. A method for assessing the comfort of a microclimate is considered as a measurement and assessment of the main parameters of the temperature and humidity conditions of a room. An overview of instrumentation for determining the parameters of the microclimate is carried out. The advantages and disadvantages of the main devices recommended by regulatory documents for carrying out field studies are determined. Taking into account the analysis, it was concluded that it is advisable to use these devices for conducting an experiment with the use of intermittent heating.

**Key words:** microclimate parameters, intermittent heating, temperature sensors.

**Олексюк Анатолий Алексеевич** – доктор технических наук, профессор кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергосбережение в системах теплоснабжения, использование трехконтурных теплообменников.

**Плужник Анастасия Вадимовна** – ассистент кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплогазоснабжения.

**Кляус Богдан Валентинович** – кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: энергоресурсосбережение в системах теплогазоснабжения.

**Олексюк Анатолій Олексійович** – доктор технічних наук, професор кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергозбереження в системах теплопостачання, використання триконтурних теплообмінників.

**Плужник Анастасія Вадимівна** – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплогазопостачання.

**Кляус Богдан Валентинович** – асистент кафедри теплотехніки, теплогазопостачання та вентиляції ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: енергоресурсозбереження в системах теплогазопостачання.

**Oleksyuk Anatoliy** – Ph. D. (Eng.), Professor, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: heatsaving in systems of a heat supply, use of three-circuit heat exchangers.

**Pluzhnik Anastasia** – assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat and gas supply systems.

**Klyaus Bogdan** – assistant, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy and resource saving in heat and gas supply systems.