

## **ТЕПЛОВИЗИОННОЕ УСТРОЙСТВО С ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТЬЮ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ БПЛА**

Воспалительные заболевания суставов являются самым частым нарушением в костно-мышечной системе. Данные заболевания без лечения чреваты осложнениями почти на все внутренние системы и органы: сердечно-сосудистую систему, кожу, глаза, легкие.

В настоящее время актуальным является разработка медицинских устройств для БПЛА. Основной проблемой применения тепловизионных систем, размещенных на БПЛА, является сильная зависимость точности измерений от температуры воздуха.

Поэтому необходима разработка тепловизионных систем, производящих измерения температуры с учетом температуры воздуха.

Тепловизионное устройство проводит диагностику воспалительных заболеваний суставов следующим образом: проводится сканирование обследуемой области в режиме «Тепловизор» и находятся горячие области  $t_o > t_{o, \text{зд}}$ , устройство переводится в режим «Цифра», формируется матрица температур в горячих областях. Аналогичные действия производятся с симметричной областью тела. Если температура в обследуемой области больше на 18%, чем температура в симметричной здоровой области, то принимается решение о воспалении. Блок обработки и регистрации фиксирует положение тепломера 2 по сигналу светодиода и с учетом срабатывания компаратора формирует карту здоровых и больных участков.

---

\* Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доцента кафедры «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ГГТУ» В. М. Строева.

Использование данного способа позволяет повысить точность определения границ области воспаления.

Структурная схема реализации способа представлена на рис. 1.

Реализация устройства для диагностики воспалительных заболеваний костей и суставов предполагает замену термомеров на ИК-датчики температуры. Из патента [1] известно, что тепловой поток

$$PT = k(T_{\text{пов}} - T_{\text{возд}}), \quad (1)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности;  $T_{\text{пов}}$  – температура поверхности;  $T_{\text{возд}}$  – температура воздуха.

Для реализации способа диагностики воспалительных заболеваний костей и суставов необходимо, чтобы выполнялось условие

$$PT2 > 1,18PT1, \quad (2)$$

где  $PT2$  – значение теплового потока от обследуемого участка;  $PT1$  – значение теплового потока от здорового участка.

Подставим выражение (1) в выражение (2). Получим

$$k(T_{\text{пов}2} - T_{\text{возд}2}) > k(T_{\text{пов}1} - T_{\text{возд}1}) \cdot 1,18,$$

отсюда

$$T_{\text{пов}2} > T_{\text{пов}1} \cdot 1,18 - T_{\text{возд}1} \cdot 1,18 + T_{\text{возд}2}. \quad (3)$$

Выражение (3) показывает условие реализации способа диагностики воспалительных заболеваний костей и суставов на основе ИК-датчиков температуры, учитывающих температуру воздуха.

В качестве термомеров 1, 2 предлагается использовать тепловизор собственной разработки на основе датчика AMG8833 и плата Arduino Mega 2560.

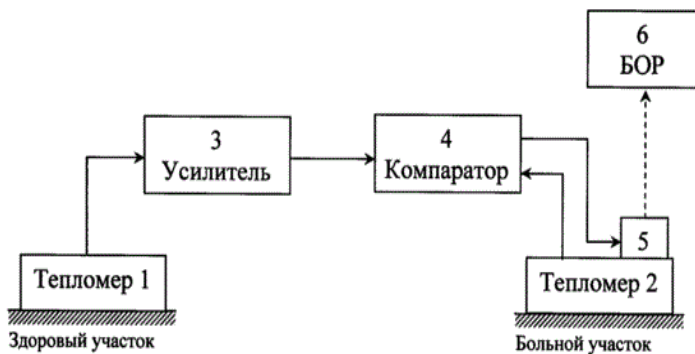


Рис. 1. Структурная схема

Модуль AMG8833 Grid-EYE от Panasonic представляет собой практически законченную систему теплового зрения. Он позволяет формировать тепловое изображение окружающих объектов в виде матрицы 8×8 и передавать его в управляющий контроллер. Каждой клетке матрицы ставится в соответствие температура объекта, который попал в зону обзора конкретной чувствительной ячейки.

Следующим шагом является написание программного кода для отправки данных с датчика AMG8833 на последовательный COM-порт и преобразование данных в изображение. Для этого необходимы программное обеспечение Arduino и среда разработки MatLab.

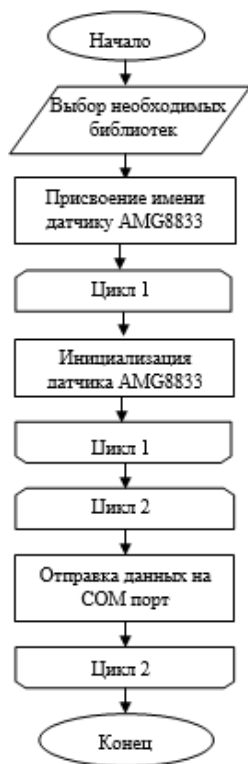
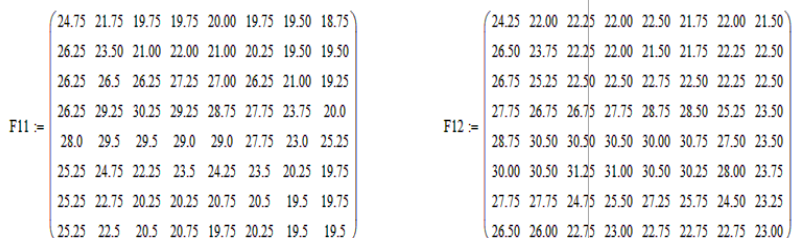


Рис. 3. Блок-схема скетча Arduino



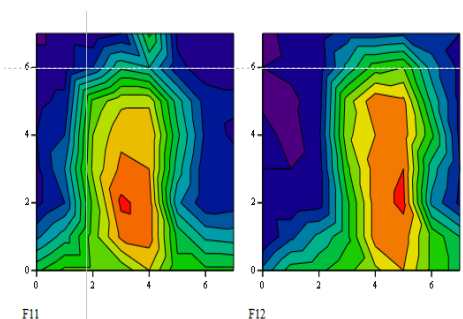
Рис. 4. Блок-схема кода MatLab

После сканирования полученные матрицы температур для дальнейших исследований загружаются в среду Mathcad, в которой над ними будут выполняться необходимые вычисления.

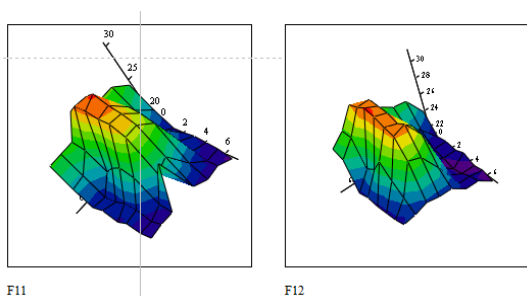


**Рис. 3. Матрицы значений температур левого и правого коленных суставов**

Следующим шагом является визуализация данных матриц с помощью графика линий и 3D-графика и дальнейшее сравнение их с изображениями, полученными с помощью тепловизионного сканирования.



**Рис. 5. Графическая визуализация матриц температур**



**Рис. 6. 3D-визуализация матриц температур**

Разработанный способ и устройство реализации позволяют повысить точность измерения температуры при обнаружении воспалительных процессов за счет учета температуры воздуха.

### **Список литературы**

1. Пат. на изобретение RU 2574141 С 1. Способ диагностики воспалительных заболеваний костей и суставов / Строев В. М., Фесенко А. И. ; заявка № 2014130400/14 от 22.07.2014 ; опубл. 10.02.2016, Бюл. № 4.
2. Попов, И. А. 3-D визуализация воспалительных заболеваний суставов / И. А. Попов // Теоретические и практические аспекты формирования и развития «Новой науки» : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Уфа : Агентство международных исследований, 2021. – С. 157 – 160.
3. Способ диагностики воспалительных заболеваний суставов и устройство для его реализации / И. А. Попов, В. М. Строев, Т. К. Гончарова, Е. Н. Родина // Радиоэлектроника. Проблемы и перспективы развития : сб. тр. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2021. – С. 336 – 339.