

# Распознавание неисправностей ячеек ЭВС по данным бесконтактного теплового контроля

Студент: Панфилова С. П.

Руководитель: Гриднев В. Н.

# Цель и задачи

---

## Цель работы

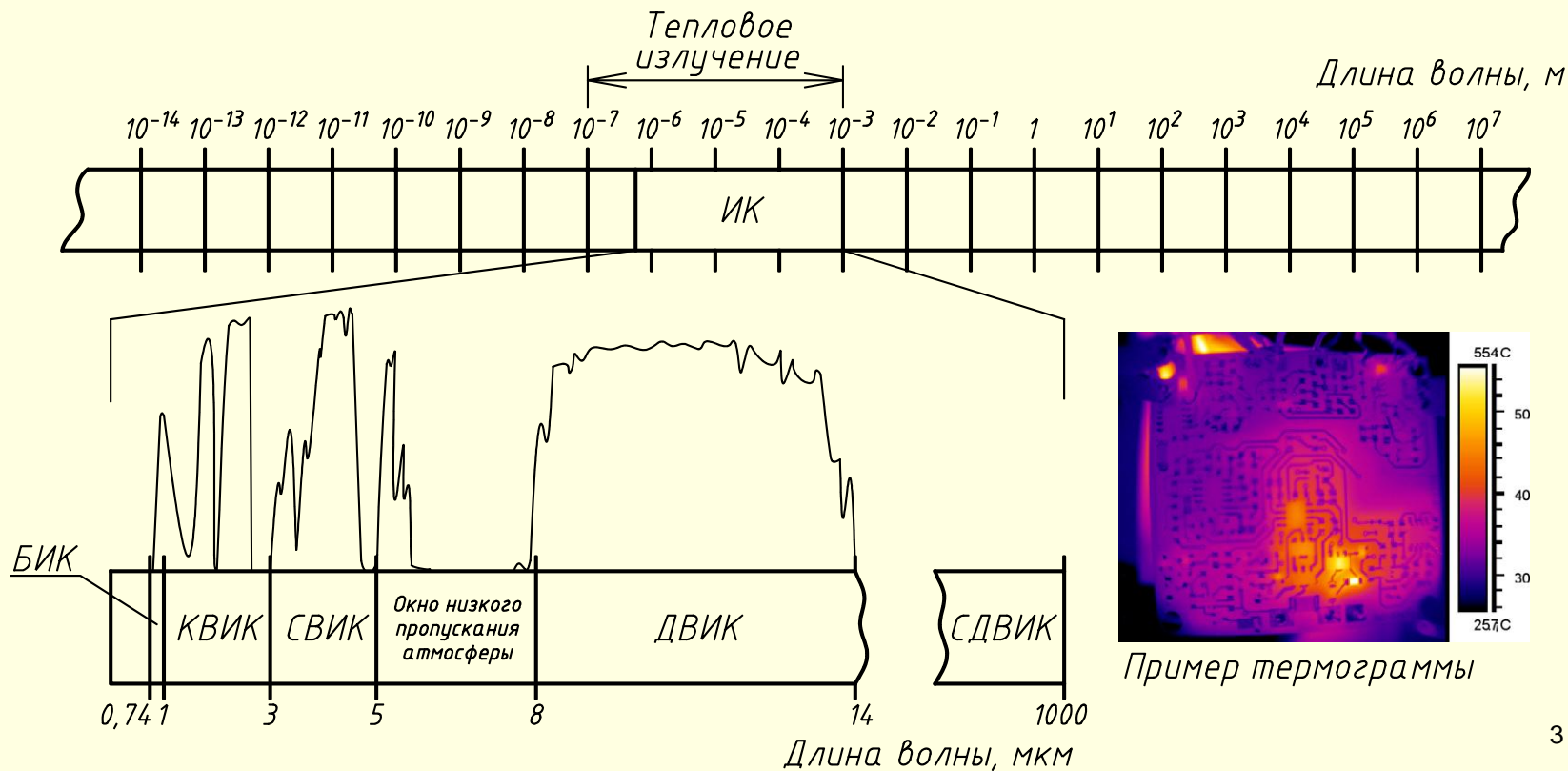
Создание автоматизированной системы распознавания неисправностей ячеек ЭВС по данным бесконтактного теплового контроля (далее тепловой контроль — ТК)

## Решаемые задачи

- исследовать фундаментальные основы ТК и на их основе **выделить особенности ТК ЭВС, дать рекомендации** по их учету;
- **разработать подход** к автоматизации ТК ЭВС;
- исследовать алгоритмы, применяемые в выбранном подходе, на основе анализа исходных данных **выбрать алгоритм** для реализации;
- **разработать структурную схему** автоматизированной системы;
- **разработать программную часть** системы распознавания неисправностей;
- **провести эксперимент** с различными устройствами для оценки работоспособности системы распознавания.

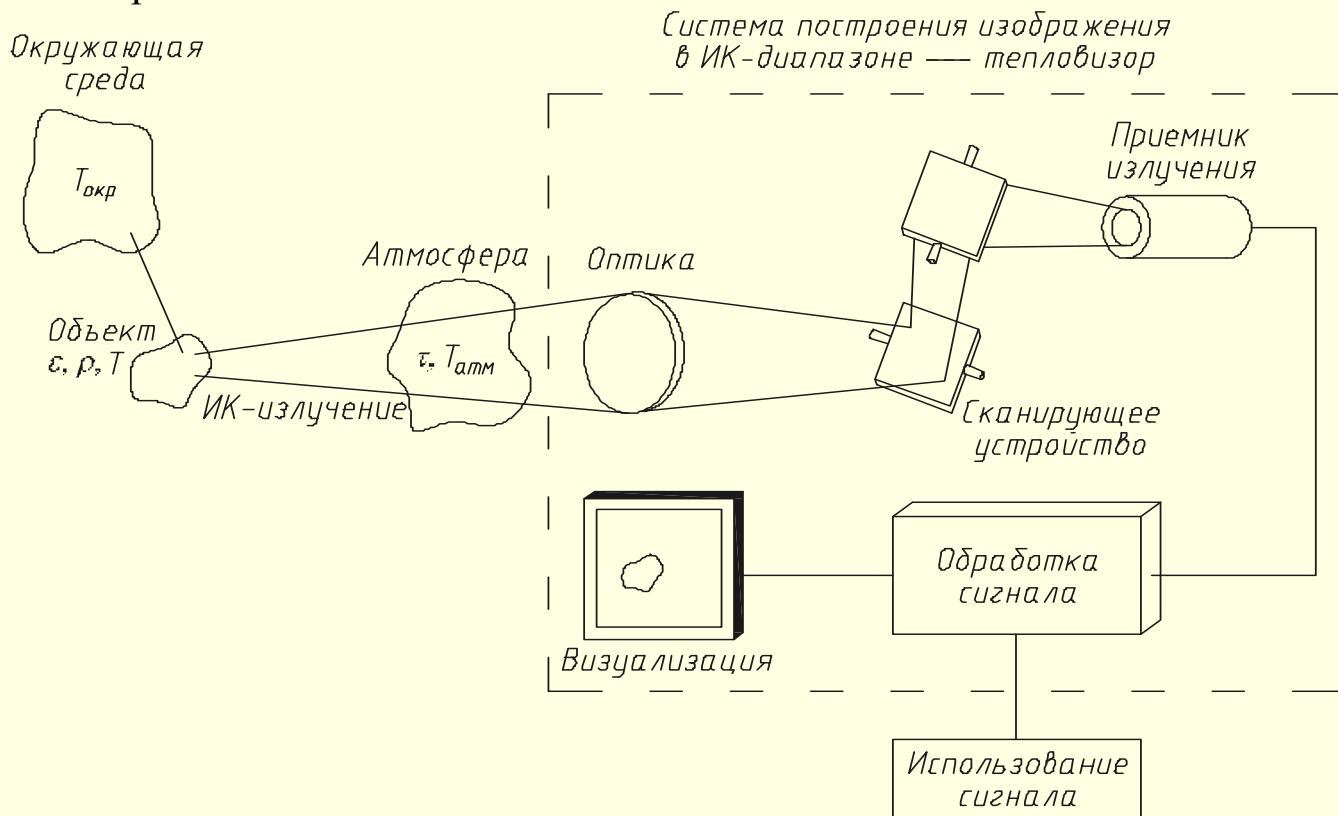
# Основной принцип теплового контроля

**Бесконтактный тепловой контроль** — это метод дистанционной регистрации, визуализации и анализа тепловых полей объектов на основе их инфракрасного излучения.



# Схема проведения теплового контроля

Объект контроля, имеющий определенную температуру, коэффициент излучения и находящийся в окружении других объектов, излучает тепловую энергию, которую регистрирует система построения изображения в ИК-диапазоне — тепловизор.



# Возможности теплового контроля для диагностики ЭВС

## Основные вехи во внедрении ТК в разработку и производство ЭВС

- 1970-е гг. — исследования возможностей применения ТК для диагностики ЭВС
- 1980-е гг. — первые попытки коммерческого применения ТК для диагностики ЭВС
- 1990-е гг. — широкое распространение ТК на предприятиях крупнейших мировых производителей ЭВС

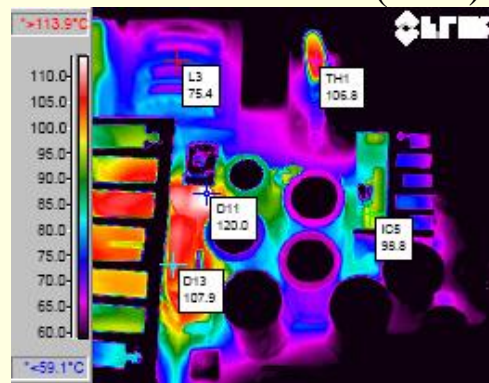
## Основные направления использования

- Разработка ЭВС
- Производство ЭВС

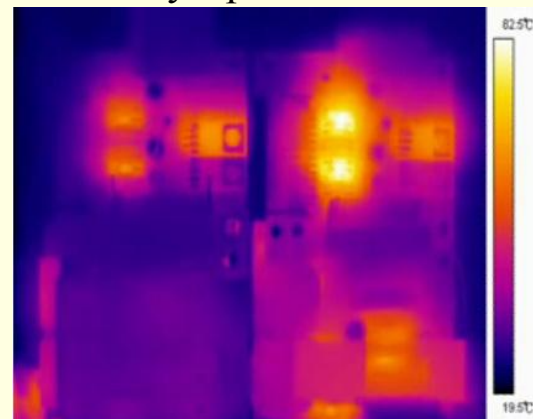
## Основные преимущества ТК по сравнению с другим методами контроля

- Бесконтактность
- Оперативность
- Удобство
- Надежность (при корректно составленной методике)

ТК при разработке источника питания (ИБМ)



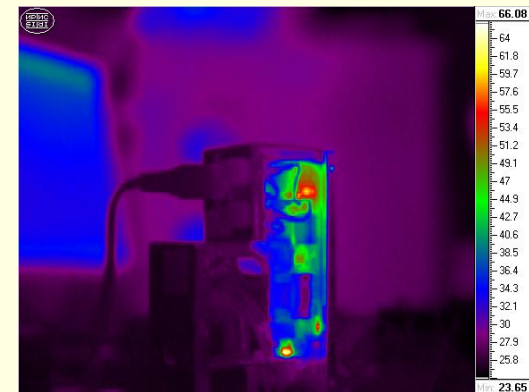
ТК при производстве устройства



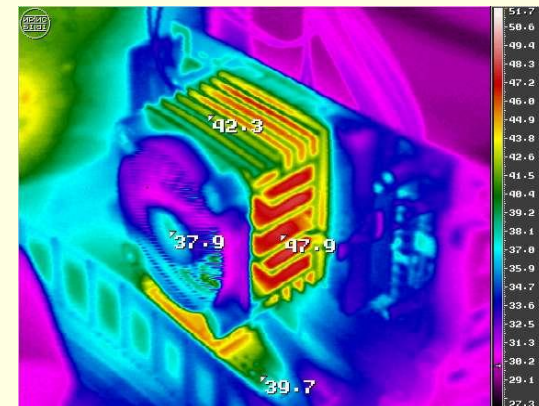
# Дефекты электронных устройств, выявляемые с помощью ТК

- **Узлы и блоки электронной аппаратуры**
  - Некачественный монтаж
  - Неисправные компоненты
  - Неудачное размещение элемента на плате
  - Оценка систем охлаждения и конструкции в общем
- **Электронные компоненты (резисторы, конденсаторы)**
  - Пробой конденсаторов
  - Плохие контакты
  - Трещины, локальные утонения

Тепловое поле блока питания



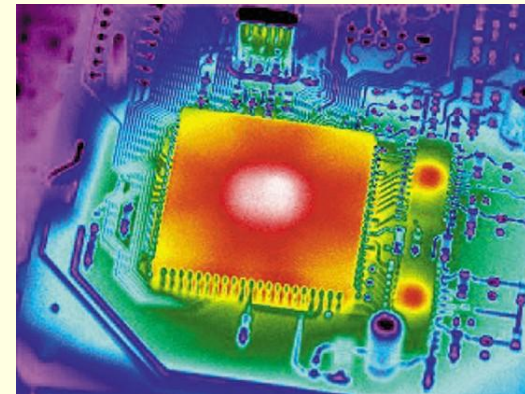
Тепловой контроль системы  
охлаждения



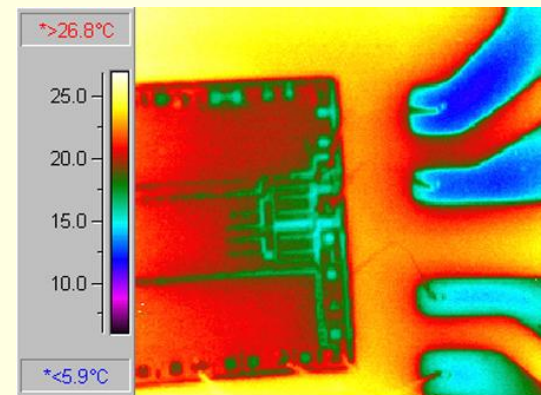
# Дефекты электронных устройств, выявляемые с помощью ТК

- **Многослойные печатные платы**
  - Некачественная металлизация
  - Утонение и износ проводников
- **Интегральные микросхемы**
  - Обрыв выводов
  - Короткие замыкания
  - Отслоения проводников
  - Некачественная сварка выводов ИМС с контактными площадками

Тепловое поле установленной на плату микросхемы



Тепловое поле выводов микросхемы



# Особенности теплового контроля в области ЭВС

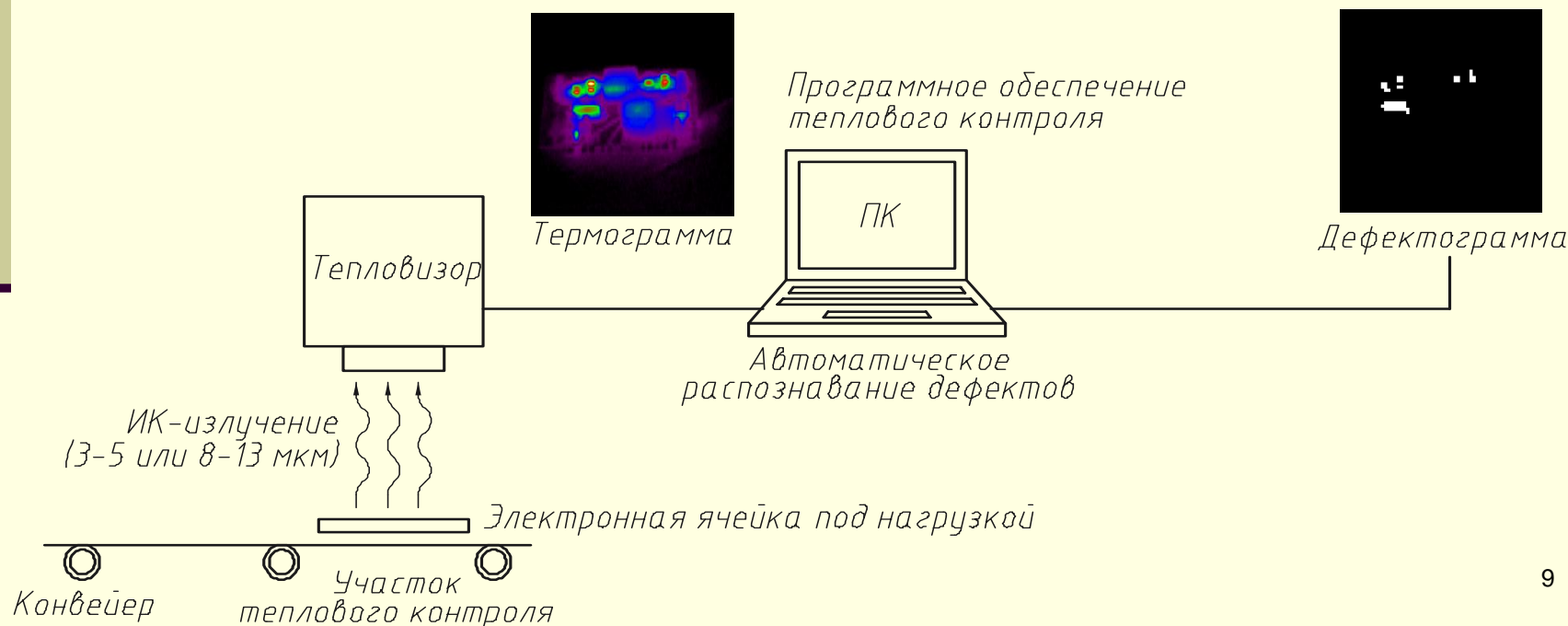
- **Проблема коэффициента излучения**
  - Нанесение специальных покрытий, выравнивающих коэффициент излучения
  - Составление карт излучательной способности с помощью специализированного ПО
- **Проблема размеров контролируемых изделий**
  - Применение специализированного оборудования
- **Моделирование работы устройств**
  - Применение ИК-прозрачных материалов для обеспечения возможности тепловизора заглянуть внутрь корпуса
  - Выбор тестов, наиболее сильно отражающих особенности функционирования в критичных режимах
  - Обеспечение хороших условий проведения эксперимента (снижение влияния излучения окружающих тел)
- **Наличие эталонов**
  - Применение термограмм эталонных устройств и эталонных термограмм для повышения достоверности оценки результатов контроля
- **Особые характеристики оборудования**
  - Высокое геометрическое разрешение
  - Высокая скорость сканирования
  - Высокая температурная разрешающая способность
- **Наличие экспертов или исторических данных для оценки результатов контроля**
  - Накопление исторических данных об отказах и причинах этих отказов для последующей легкой идентификации неисправностей
  - Привлечение экспертов для определения истинных причинно-следственных связей



# Постановка задачи распознавания неисправностей ячеек ЭВС

При высокой интенсивности производства необходимо применять автоматизированные средства. Они позволяют:

- повысить точность контроля параметров ЭС;
- повысить скорость контроля;
- исключить субъективность оценок;
- уменьшить численность обслуживающего персонала.



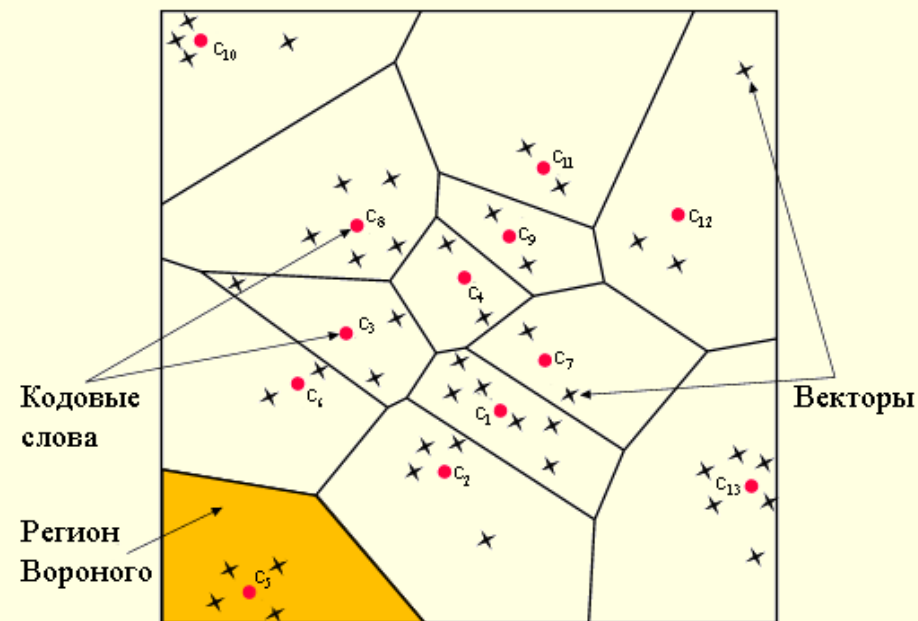
# Подход к автоматизированному распознаванию областей термограммы с неисправностями

Главная задача при автоматизированном распознавании неисправностей — формирование **дефектограммы** по термограмме контролируемого устройства.

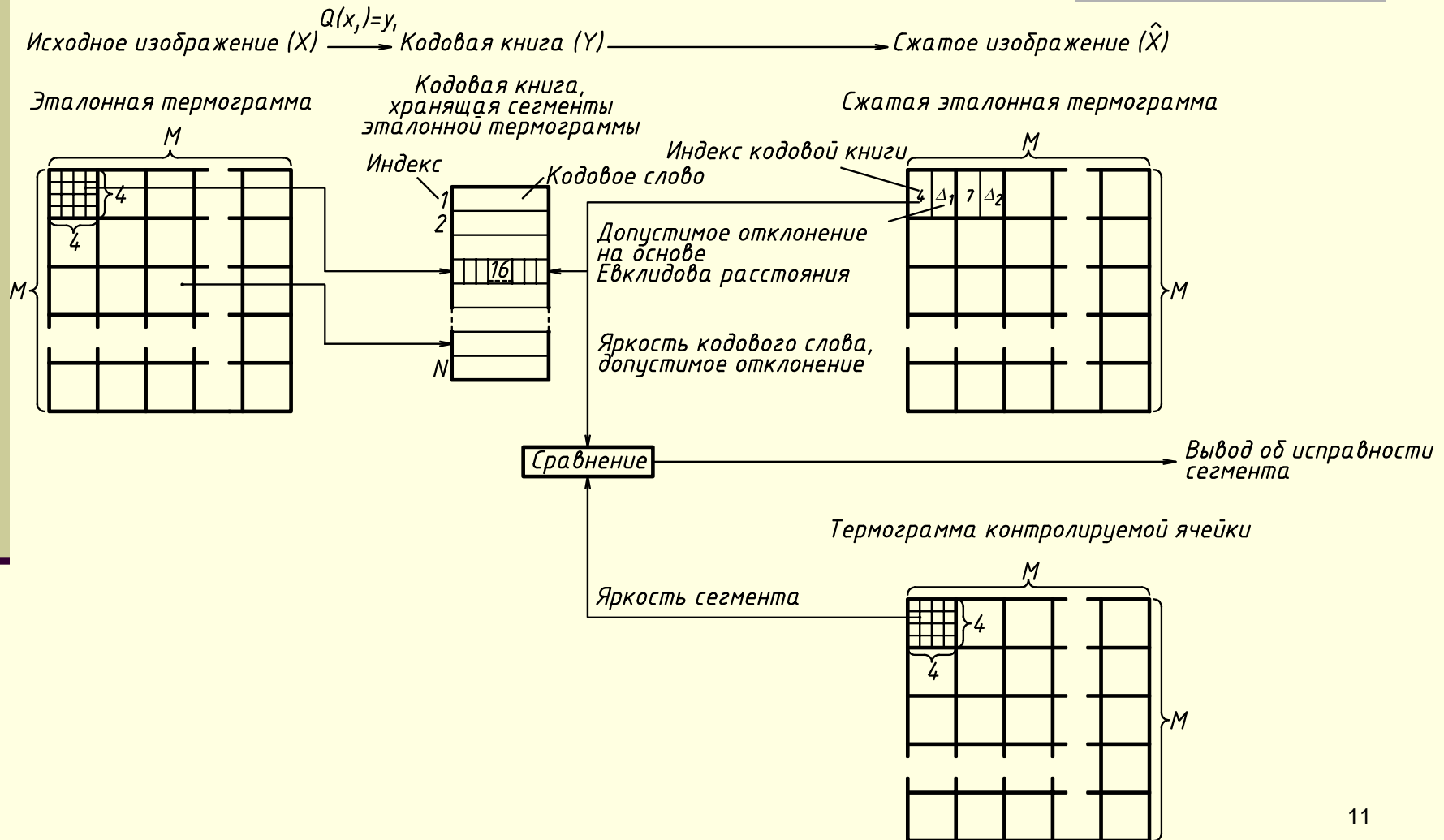
Для этого необходимо:

- иметь эталонную термограмму;
- сформировать эффективное разбиение эталонной термограммы на сегменты и для каждого сегмента сформировать допустимое отклонение;
- в ходе контроля сравнить каждый сегмент термограммы контролируемого устройства с соответствующим сегментом эталонной термограммы на основе имеющегося отклонения;

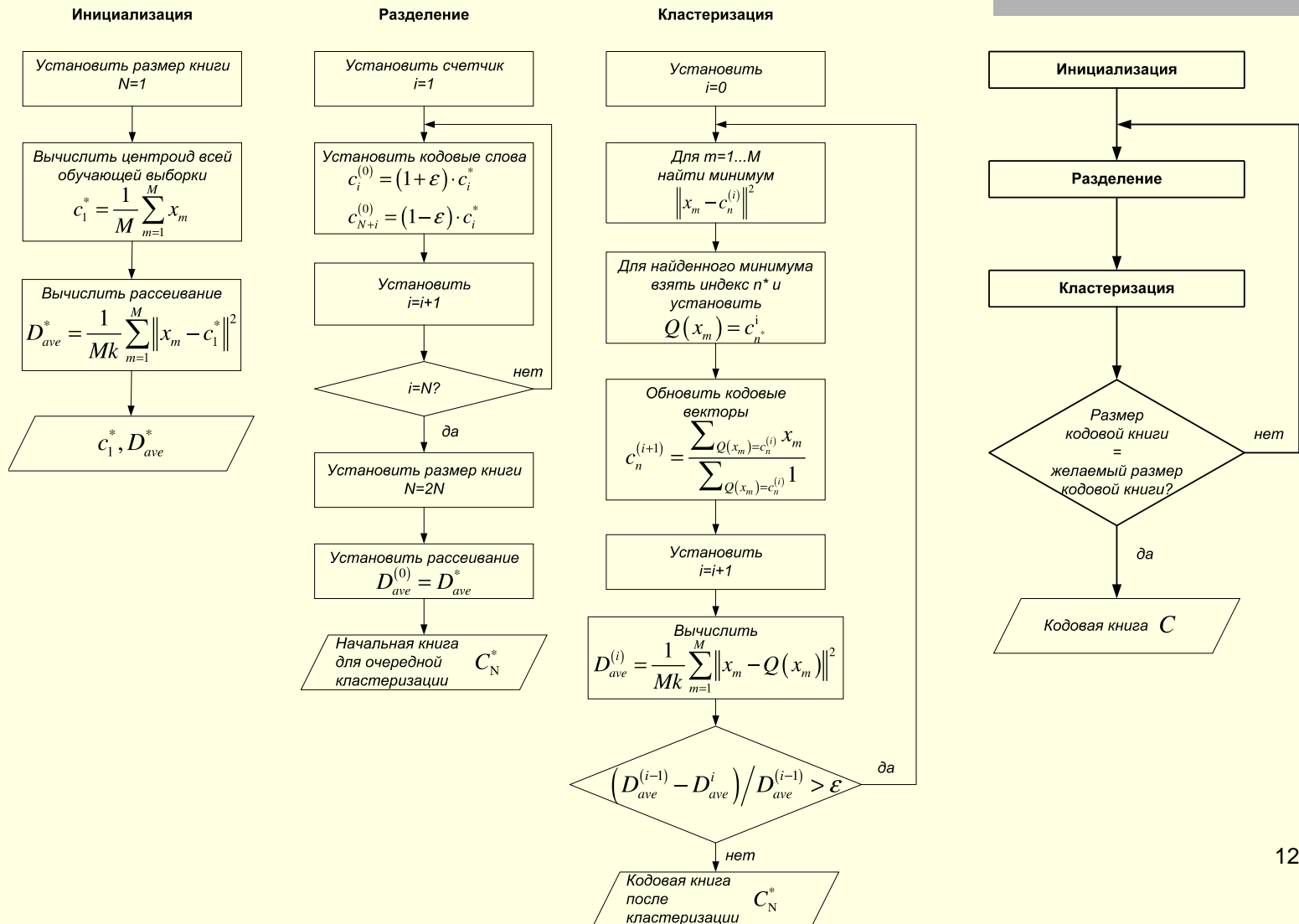
Идея векторного квантования



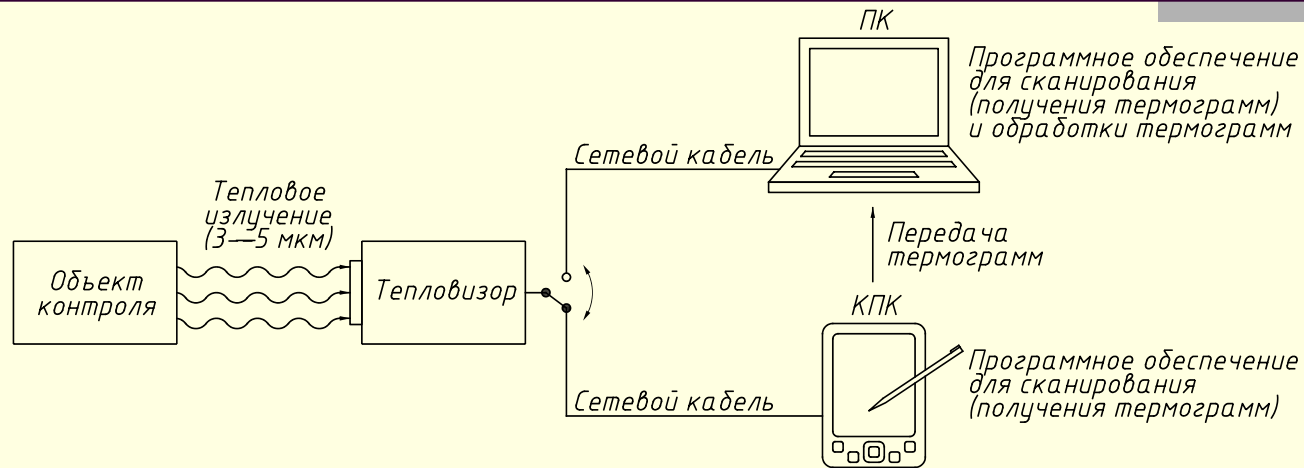
# Схема автоматизированного распознавания неисправностей ячеек ЭВС



# Алгоритм создания кодовой книги эталонной термограммы (Линде-Бузо-Грея)



# Схема экспериментального стенда

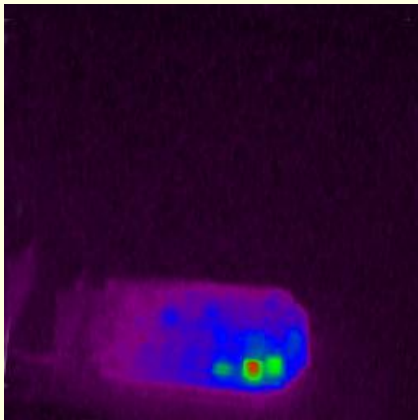


## Характеристики тепловизора

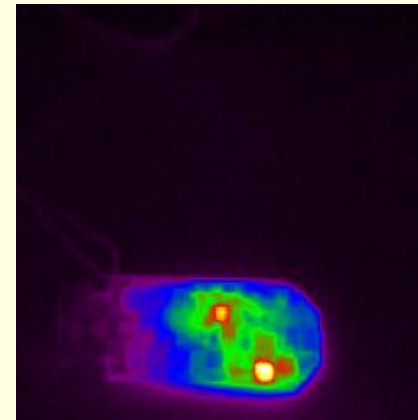
ИК-приемник	InSB
Спектральный диапазон	3—5 мкм
Чувствительность при 30°C	0,05°C
Разрешение кадра	256×256
Время сканирования кадра	1,5 с

# Результаты экспериментальных исследований

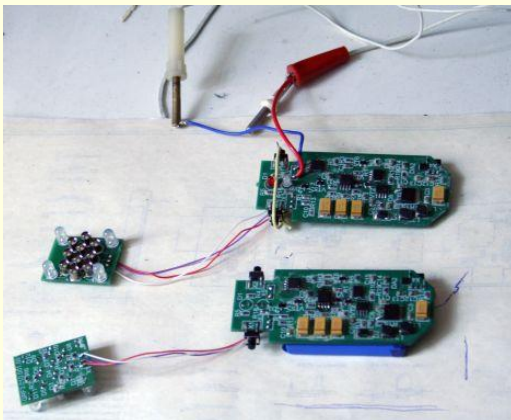
Эталонная термограмма



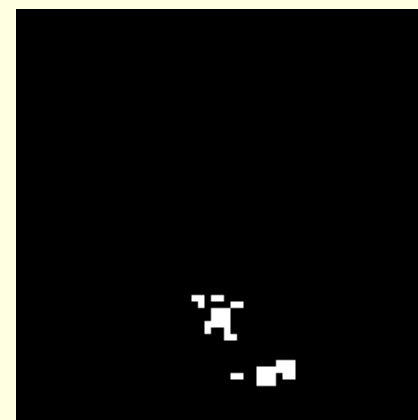
Термограмма неисправного устройства



Фотография ячейки фонаря

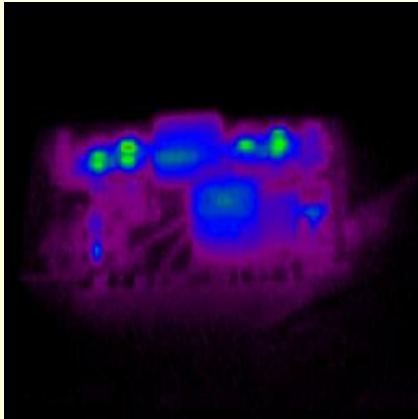


Дефектограмма

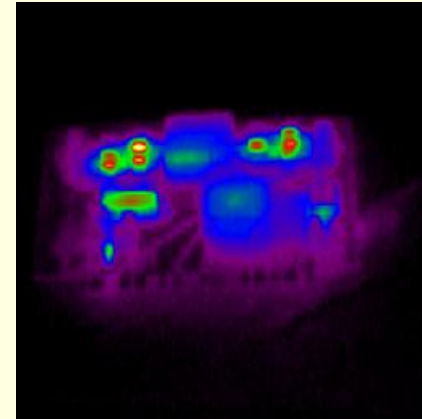


# Результаты экспериментальных исследований

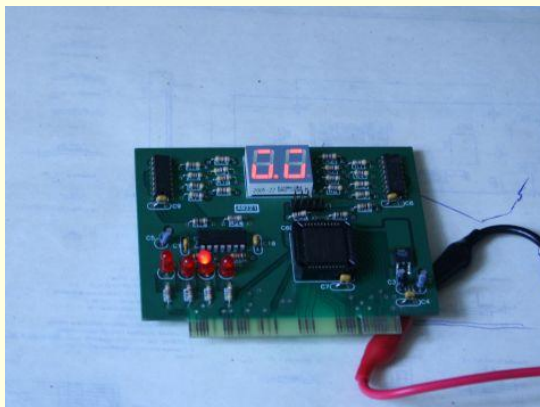
Эталонная термограмма



Термограмма устройства в некорректном режиме



Фотография POST Card PCI



Дефектограмма



# Выводы по работе

---

- Выделены основные особенности теплового контроля электронно-вычислительных средств
- Даны рекомендации по учету особенностей теплового контроля электронно-вычислительных средств
- Предложен подход к автоматизации теплового контроля ячеек ЭВС
- Разработана автоматизированная система теплового контроля ячеек ЭВС
- Экспериментально подтверждена работоспособность предложенного подхода к автоматизации теплового контроля ячеек ЭВС



# Публикации по теме работы

1. С. Панфилова, А. Червинский, А. Власов, В. Гриднев, Бесконтактный тепловой контроль изделий электронной техники // Производство электроники: технологии, оборудование, материалы, 2007—№3—с.1-8.
2. С. П. Панфилова, Компьютерный метод обработки данных тепловизионного контроля // Международная молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2005» — Сборник научных трудов, Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 23—24 апреля 2005 г.
3. С. П. Панфилова, Количественный анализ данных тепловизионного контроля // Международная молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2005» — Сборник научных трудов, Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 23—24 апреля 2005 г.
4. С. П. Панфилова, Особенности бесконтактного теплового контроля электронно-вычислительных средств // Международная молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2007» — Сборник научных трудов, Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 14—15 апреля 2007 г.
5. С. П. Панфилова, Особенности оборудования для бесконтактного теплового контроля электронно-вычислительных средств // Международная молодежная научно-техническая конференция «Научные технологии и интеллектуальные системы 2007» — Сборник научных трудов, Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана. 14—15 апреля 2007 г.