

**Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский центр «Охрана»
Федеральной службы войск национальной гвардии Российской Федерации**



СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ
ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
АНАЛИТИКИ

Научный сотрудник
ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии
полковник внутренней службы в
отставке Михайлов А.А.

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Непонимание физических процессов, происходящих в тепловизоре приводит к тому, что приобретается тепловизор с неподходящими параметрами, который не может обеспечить необходимое тепловизионное изображение и уже никакая интеллектуальная аналитика ему не может помочь.

1. Матрицы тепловизора бывают охлаждаемые и не охлаждаемые.

Охлаждаемые матрицы могут охлаждаться жидким азотом до температуры минус 196°C , а могут охлаждаться электрическими схемами на основе эффекта Пельтье, как правило, применяют трехкаскадные схемы, дающие охлаждение до минус $80 - 120^{\circ}\text{C}$.

2. Спектральный диапазон работы тепловизора.

Охлаждаемые тепловизоры работают в коротковолновом диапазоне (от 3 до 5 мкм), а неохлаждаемые — в длинноволновом (от 8 до 14 мкм). Диапазоны (от 3 до 5 мкм, от 8 до 14 мкм) обусловлены окнами прозрачности атмосферы в ИК-диапазоне. На рисунке 1 показан спектральный диапазон, в каком видит человеческий глаз и телевизионная камера.

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

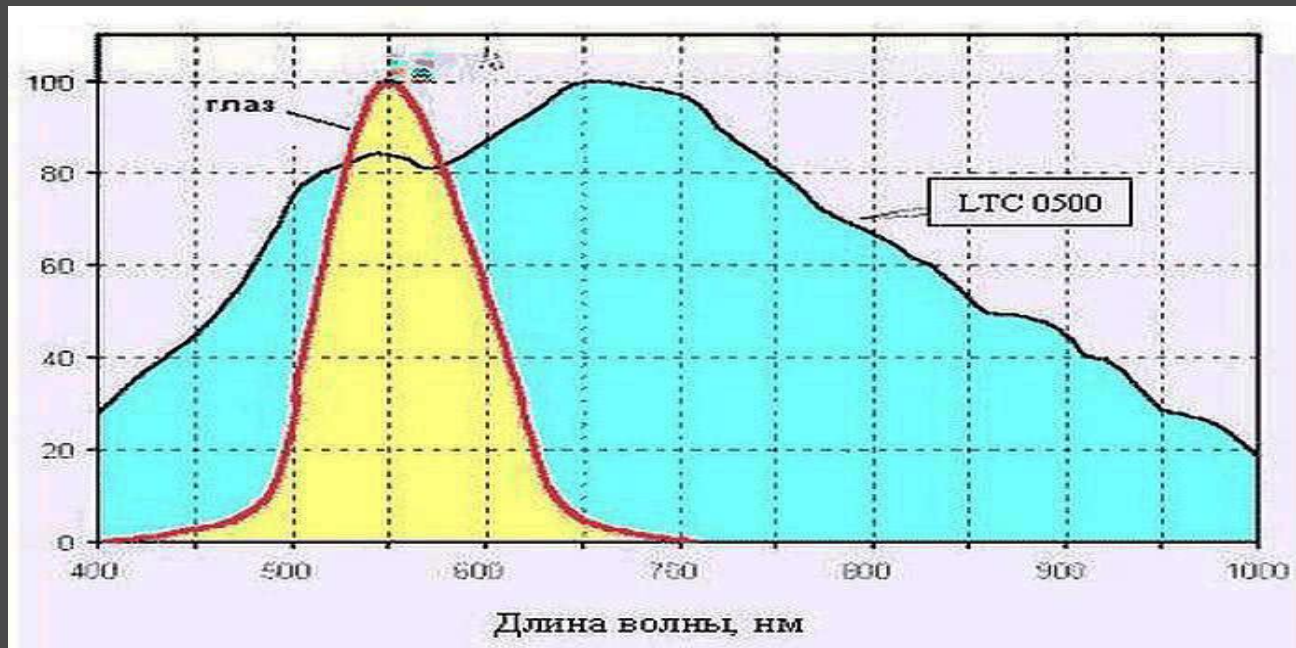


Рис. 1. Спектральный диапазон видимости человеческого глаза и телевизионной камеры

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

3. Разрешение ИК матрицы по количеству пикселей.

Наиболее распространены матрицы со следующим количеством пикселей 176 x 144, 220 x 160, 256 x 192, 352 x 288, 386 x 288, 640 x 480, 640 x 512, 786 x 432, 1024 x 768.

Количество пикселей в матрице важно, но важно также и сам размер матрицы. Чем больше размер матрицы, тем лучше тепловая чувствительность тепловизора.

4. Объектив тепловизора.

Объектив тепловизора должен быть выполнен из материала, обеспечивающего пропускание излучение в диапазоне волн от 3 до 14 мкм, в другом диапазоне волн данный материал не должен пропускать. Одним из таких материалов является германий. Такой объектив легко проверить. Если вы посмотрите в такой объектив, то должны увидеть себя. Если это не произошло, то даже не стоит дальше уточнять характеристики данного тепловизора.

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

На рисунке 2 показана разница в изображении при разрешении матрицы тепловизора в 160x 120 (изображение слева), 320 x 240 (изображение по центру), 640 x 480 (изображение

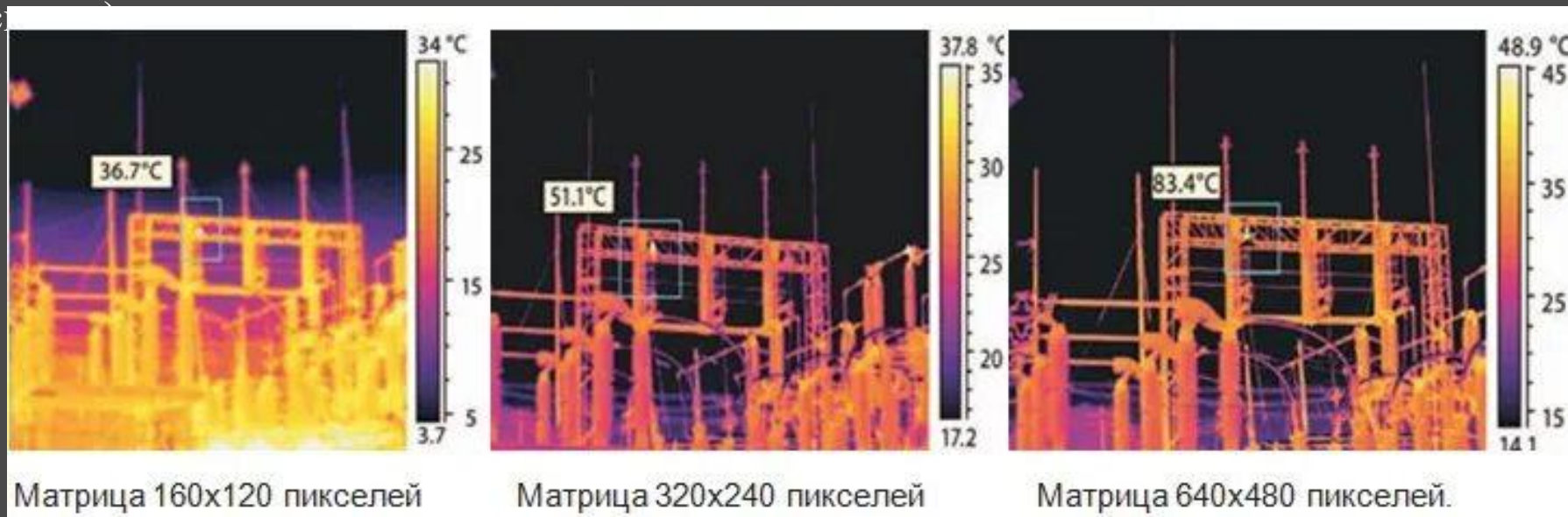


Рис. 2. Тепловизионное изображение приразличном разрешении матрицы тепловизора

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

5 Тепловая чувствительность тепловизора

Чувствительность матрицы или эквивалентная шуму разность температур (NETD) влияет на способность обнаружения перепада температур между ближайшими объектами. Если разница температур между ними будет меньше значения, которое может отличить матрица, они сольются друг с другом. Измеряется в милikelвинах (мК), и чем ниже значение, тем лучше. Лучшие тепловизоры имеют тепловую чувствительность матрицы 1 мК, что обеспечивает тепловую разрешаемость на объекте в 0,001 °C.

На рисунке 3 показаны изображения животных с одинаковым разрешением матрицы по пикселям, но разной тепловой чувствительностью. Олени выделяются яркими контурами и цветом, а лев имеет не такой яркий контур, если бы не открытая пасть и глаза, мы могли принять его за медведя. На рисунке 4 показаны изображения техники с одинаковым разрешением матрицы по пикселям, но разной тепловой чувствительностью (слева чувствительность 18 мК, справа 50 мК).

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ



Рис. 3. Изображения животных с одинаковым разрешением матрицы по пикселям, но разной тепловой чувствительностью

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ



Рис. 4. Изображения техники с одинаковым разрешением матрицы по пикселям, но разной тепловой чувствительностью (слева чувствительность 18 мК, справа 50 мК)

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

6 Частота обновления кадров тепловизора

Тут все ясно. Если частота кадров 25 кадров в секунду и больше то, все хорошо, если нет, то это не очень хорошо.

Критерий Джонсона

Рассмотрев особенности тепловизора, мы подходим к одному из важнейших понятий — к критерию Джонсона. Данный критерий одинаково хорош как для тепловизоров, так и для телекамер.

Максимальная дальность действия прибора по критерию Джонсона (обнаружение) - это такая дальность до цели, при которой оператор с вероятностью 50% может подтвердить ее наличие при хорошей погоде.

Обнаружение: выделение размытого пятна на фоне помех.

Распознавание: объект выделяется с достаточной ясностью и дифференцируется по принадлежности к классу.

Идентификация: объект дифференцируется по принадлежности к типу внутри класса.

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Между этими дальностями существует следующая геометрическая связь:

Дальность обнаружения, распознавания и идентификация относятся в соотношении как 1:4:8.

То есть дальность распознавания в 4 раза меньше дальности обнаружения, а дальность идентификации примерно в 8 раз меньше дальности обнаружения.



СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Тепловая чувствительность тепловизора $NETD$ вычисляется по формуле:

$$NETD = \frac{2F}{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{A_{\text{Э}}(2T_{\text{н}})}} \cdot \frac{\sqrt{2N_{\text{Э}}}}{\frac{dN_{\text{Э}}}{dT}}$$

F – фокусное расстояние объектива

D – диаметр линзы объектива тепловизора

$A_{\text{Э}}$ – инфракрасная энергия, падающий на один элемент приемника тепловизора

$T_{\text{н}}$ – время накопления заряда на площадке тепловизора

$N_{\text{Э}}$ – число эффективных квантов, падающих на преемник тепловизора

$NETD$ – тепловая чувствительность тепловизора

$\frac{dN_{\text{Э}}}{dT}$

dT – снимаемая амплитуда сигнала с приемника тепловизора

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

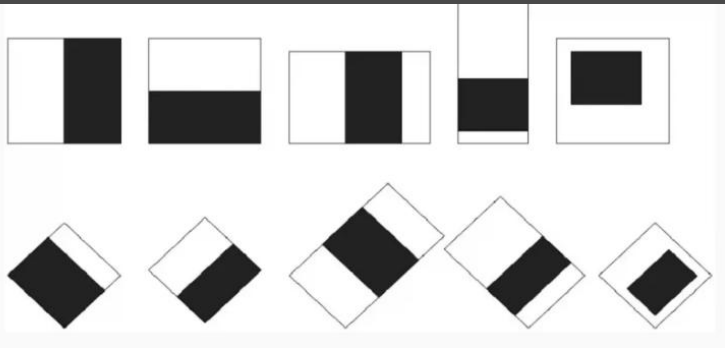
Согласно формуле тепловая чувствительность тепловизора (его способность обнаружить инфракрасное излучение) зависит от:

- от диаметра линзы объектива тепловизора (чем он больше, тем для тепловизора лучше);
- от фокусного расстояния объектива тепловизора (чем оно больше, тем тепловая чувствительность тепловизора хуже);
- от время накопления заряда на площадке тепловизора (чем оно больше, тем для тепловизора лучше);
- от размера матрицы и ее чувствительности (чем матрица больше и ее возможность обнаружить низкотемпературное тепловое излучение выше, тем для тепловизора лучше).

При выборе тепловизора под свои задачи всем выше сказанном не следует забывать.

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

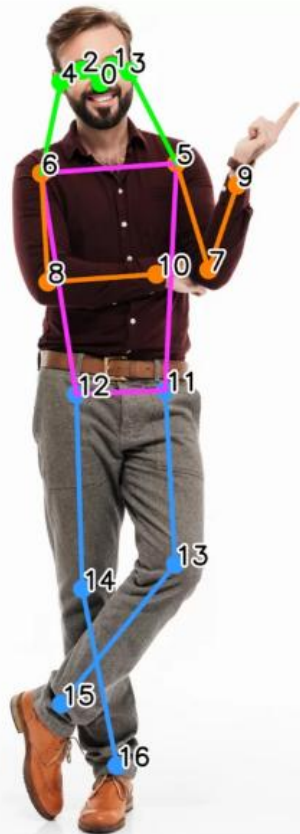
Алгоритм «Обнаружение человека в кадре». Современные методы обнаружения человека в кадре имеют достоверность обнаружения близкую к 90%.



Алгоритм Виолы — Джонса находит переходы между светлыми и темными областями.



СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ



индекс	ключевая точка
0	нос
1	левый глаз
2	правый глаз
3	левое ухо
4	правое ухо
5	левое плечо
6	правое плечо
7	левый локоть
8	правый локоть
9	левое запястье
10	правое запястье
11	левое бедро
12	правое бедро
13	левое колено
14	правое колено
15	левая лодыжка
16	правая лодыжка



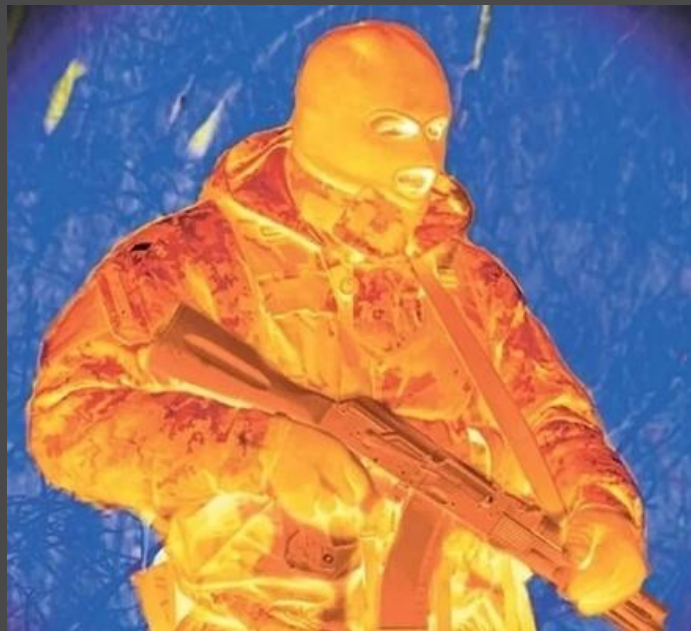
Поза человека и процесс его детектирование алгоритмом

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Метод это обнаружение человека по тепловизионному следу. Любые нагретые предметы имеют свойство испускать волны в инфракрасном диапазоне с длиной волн от 8 до 14 мкм и от 3 до 5,5 мкм.



Изображение человека в тепловизоре в легкой верхней одежде



Изображение человека в тепловизоре с оружием в зимней верхней одежде

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ



Тепловизор совместно с телекамерой установлен на автомашине

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ



Тепловизор совместно с телекамерой

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Достоинства:

1. Независимость наблюдения от времени суток
2. Нет необходимости в постоянном освещении наблюдаемого периметра.
3. Скрытность наблюдения. Тепловизионная камера не нуждается в подсветке. Ее легко замаскировать, тем самым избежать саботажа.
4. Очень трудно обмануть тепловизионную камеру. Надо иметь такой же тепловой фон, что и окружающая среда. Отличие от фона на нескольких десятых градусов приведет к обнаружению человека или объекта.
5. Тепловизор идеален для обнаружения людей или объектов на больших расстояниях, при использовании длиннофокусных объективов и видеоаналитики.
6. Тепловизор хорош для использования охраны морских и речных акваторий. Вода всегда имеет одинаковый температурный фон, он ниже температуры наблюдаемых объектов.
7. Тепловизор легко обнаруживает БВС на фоне неба (за исключением направления на солнце).
8. Тепловизор очень трудно вывести из строя путем «засветки», надо применять специальные магнети́вые ловушки.
9. Невозможность проникновения на объект в маскировочном обмундировании.
10. Возможность в автоматическом режиме отслеживать на охраняемом объекте пожароопасные ситуации на стадии критического нагрева оборудования и объектов.
11. Тепловизор дает на порядок меньше ложных срабатываний.
12. Возможность отслеживания объекта по оставленному тепловому следу. Проехавший танк или машину можно отследить не видя их самих.

СИСТЕМЫ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕПЛОВИЗОРОВ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ

Недостатки:

1. Более высокая стоимость по сравнению с телевизионным наблюдением.
2. Не возможность идентифицировать личность человека по видео изображению. Необходимо дополнительно для выполнения данной функции подключать телевизионную камеру.

Тепловизионное видеооборудование совместно с видеонаблюдением и ИА – это перспективный источник развития IT-рынка.

Тепловизор может совмещать функции раннего обнаружения и оценки обстановки. А что особенно важно – свойства тепловизионного изображения, существенно облегчают анализ видеоконтента.

Интеграция тепловизора теленаблюдения с системой видеоаналитики дает мощный суммирующий эффект.

**Федеральное казенное учреждение «Научно-исследовательский центр
«Охрана»**

**Федеральной службы войск национальной гвардии Российской
Федерации**

**Научный сотрудник ФКУ «НИЦ «Охрана» Росгвардии
полковник внутренней службы в отставке Михайлов А.А.**

Email b70133@yandex.ru

Тел. +7 499 761-79-87