

# Дистанционный контроль температуры

Уникальные возможности тепловизионного  
видеонаблюдения.

Октябрь 2021

# Содержание

1	Краткая информация	3
2	Введение	3
3	Тепловизионное изображение	3
	3.1 Длины волн теплового излучения	3
	3.2 Радиометрический анализ	4
	3.3 Коэффициент излучения и отражение	4
	3.4 Палитры цветов	5
4	Камеры температурной сигнализации Axis	5
	4.1 Характеристики камеры	6
	4.2 Точность	7
	4.3 Температура и сигналы оповещения	7
	4.4 Изотермические цветовые палитры	7
	4.5 Точечное измерение температуры	9
5	Области применения	10

# 1 Краткая информация

Камеры Axis с температурной сигнализацией, использующие технологию формирования ИК-изображений, применяются для удаленного контроля температуры в определенной зоне. Они могут использоваться в широком спектре областей применения, где существует необходимость в мониторинге критически важного оборудования инфраструктуры, независимо от погодных и световых условий. Особые возможности этих камер включают температурную сигнализацию, получение изотермических изображений и точечное измерение температуры. Температурная сигнализация используется для активации оповещений, в то время как изотермические изображения и точечное измерение температуры используются в качестве визуальных вспомогательных средств для операторов.

Тепловизионные камеры Axis с температурной сигнализацией могут быть дополнены сетевыми камерами Axis, тем самым позволяя использовать их для самых разных целей. Но это не является обязательным условием. Камеры Axis с температурной сигнализацией могут использоваться в любой стандартной системе видеонаблюдения.

## 2 Введение

Камеры Axis с температурной сигнализацией позволяют контролировать объекты и производственные процессы, определять, поднимается ли температура выше или опускается ниже установленных пределов, и предотвращать повреждения, сбои, пожары и другие опасности.

В отличие от обычных термодатчиков, которые измеряют температуру только в одной определенной точке, тепловизионные камеры Axis с температурной сигнализацией могут использоваться для удаленного наблюдения, обеспечивая визуальное подтверждение событий на контролируемом объекте.

## 3 Тепловизионное изображение

Формирование тепловизионных изображений становится доступнее с каждым днем, так как новые датчики и материалы, а также улучшенная калибровка делают тепловизионные камеры более доступными, надежными и универсальными. Области применения тепловизионных камер включают такие отрасли, как авиация, судоходство, системы безопасности и наблюдения, а также они используются при пожаротушении и правоохранительными органами.

Дополнительные сведения о тепловизионном видеонаблюдении см. по адресу [www.axis.com](http://www.axis.com).

### 3.1 Длины волн теплового излучения

Традиционные изображения образуются при отражении объектами видимого света. Диапазон длин волн видимого света составляет примерно 0,38–0,78 мкм. В то же время тепловизионные камеры предназначены для обнаружения излучения с большей длиной волны, называемого тепловым (термическим) или инфракрасным излучением, которое не видно человеческому глазу. Другой тип технологии сенсора позволяет камере визуализировать тепловое изображение в визуальном спектре.

Инфракрасная область спектра разделена на несколько частей, как показано на рисунке ниже. Тепловизионные камеры Axis работают в так называемом длинноволновом ИК-диапазоне (№ 7).

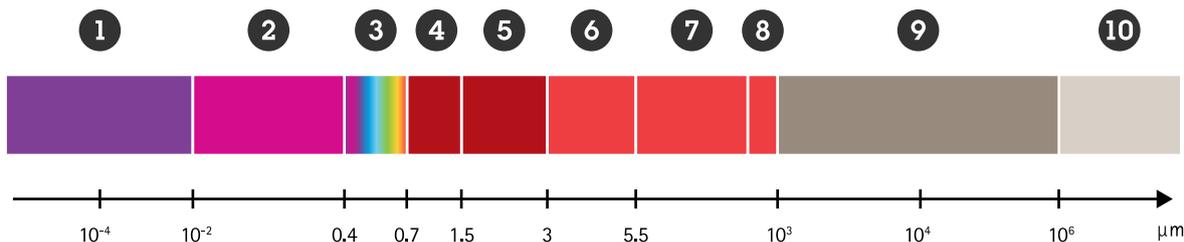


Figure 1. Длины волн на иллюстрации: 1) рентгеновское излучение, 2) ультрафиолетовое излучение, 3) видимая часть спектра, 4) ближнее инфракрасное излучение с длиной волны примерно 0,75–1,4 мкм, 5) коротковолновая ИК область спектра с длиной волны 1,4 –3 мкм, 6) средневолновая ИК область спектра с длиной волны 3–5 мкм, 7) ИК-излучение длинноволнового диапазона с длиной волны 8–14 мкм – это область, используемая тепловизионными камерами Axis, 8) далекое инфракрасное излучение с длиной волны примерно 15–1000 мкм, 9) микроволновое излучение, 10) длины волн для радио и телевидения.

Обратите внимание, что ИК-осветители Axis работают в ближней ИК-области спектра (4) и используются для видеокамер, а не для тепловизионных камер Axis.

### 3.2 Радиометрический анализ

Любой объект, температура которого выше абсолютного нуля (0 по шкале Кельвина,  $-273$  градуса Цельсия или  $-459$  градусов по Фаренгейту), испускают ИК-излучение. Даже лед испускает инфракрасное излучение, если его температура выше  $-273$  °C. Чем выше температура объекта, тем больше теплового излучения он испускает. Чем больше разница температур между объектом и его окружением, тем более четким получится его тепловое изображение. Однако контрастность теплового изображения зависит не только от температуры, но и от коэффициента излучения данного объекта.

### 3.3 Коэффициент излучения и отражение

Коэффициент излучения материала является мерой его способности поглощать и испускать тепловую энергию. Коэффициент излучения в значительной степени зависит от свойств материала, в частности от теплопроводности (способности материала проводить тепло). Все излучение, поглощенное поверхностью, в конце концов должно быть испущено этой поверхностью.

Все материалы имеют коэффициент излучения от 0 до 1. Так называемое «черное тело» поглощает все падающее (входящее) излучение и имеет коэффициент  $\epsilon=1$ , тогда как более отражающий материал имеет более низкое значение коэффициента  $\epsilon$ . Большинство таких материалов, как дерево, бетон, камень, человеческая кожа и растения, имеют высокий коэффициент излучения (0,9 или выше) в длинноволновой части спектра инфракрасного излучения. С другой стороны, большинство металлов имеют низкий коэффициент излучения (0,6 или ниже) в зависимости от качества их поверхности: чем более блестящая поверхность, тем ниже будет коэффициент излучения.

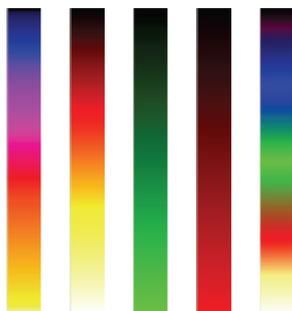
Тепловое излучение, которое не поглощено материалом, будет отражено. Чем большее количество энергии отражается, тем выше вероятность неправильной интерпретации результатов измерений. Чтобы избежать ошибочных показаний, важно выбрать угол измерения камеры так, чтобы

отражения были минимальными. Если в диапазоне видимого света материал в основном ведет себя как зеркало, то, как правило, он ведет себя аналогичным образом и в длинноволновой части спектра ИК-излучения. При мониторинге объекта из такого материала могут возникнуть трудности, поскольку на температурное показание может влиять излучение, отраженное другими объектами и попавшее на объект мониторинга.

Обычно камеры Axis с температурной сигнализацией лучше всего работают с объектами, которые имеют высокий коэффициент излучения (выше 0,9), однако при тщательном выборе параметров измерения можно работать и с объектами, коэффициент излучения которых меньше (выше 0,5).

### 3.4 Палитры цветов

Камеры Axis с температурной сигнализацией измеряют излучаемую энергию и преобразуют полученные данные в показания температуры. Таким образом, измерения излучаемой энергии позволяют получить соответствующие показания температуры, а каждый пиксель датчика действует как миниатюрный термометр, считывающий излучаемую температуру. Камеры Axis с температурной сигнализацией используют различные стандартные цветовые палитры (см. рисунок ниже).



*Figure 2. Примеры цветовых палитр в камерах Axis с температурной сигнализацией.*

Интенсивные цвета — это так называемые псевдоцвета, что означает, что они не являются настоящими цветами, а созданы в цифровом виде. Термические изображения обычно создаются в черно-белом цвете, но поскольку человеческий глаз лучше воспринимает различные оттенки цвета, чем оттенки серого, на практике используются цветовые палитры, чтобы подчеркнуть разницу температур. Верхние диапазоны палитр на рисунке представляют собой самые высокие температуры в кадре.

## 4 Камеры температурной сигнализации Axis

И обычные тепловизионные камеры Axis, и камеры Axis с температурной сигнализацией разработаны на основе формирования термоизображений и используют одну и ту же технологию сенсора. Тепловизионные камеры Axis в основном используются для обнаружения объектов. Камеры Axis с температурной сигнализацией применяются для дистанционного мониторинга температуры с

возможностью установки срабатывания оповещения по температуре, но также могут использоваться и для обнаружения объектов.



Figure 3. Изображение с обычной сетевой камеры Axis.



Figure 4. Тот же объект в объективе тепловизионной камеры Axis.

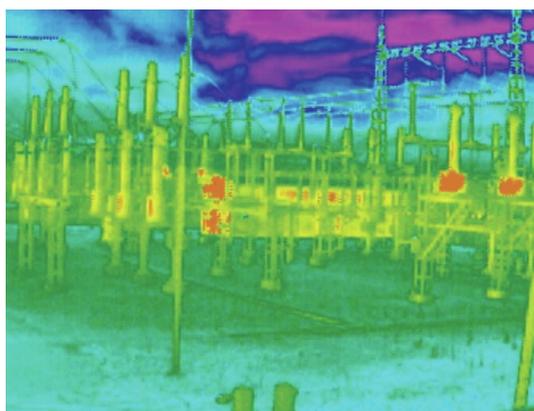


Figure 5. Тот же объект в объективе камеры Axis с температурной сигнализацией.

#### 4.1 Характеристики камеры

Благодаря возможности выбора различных объективов характеристики обнаружения тепловизионной камеры с температурной сигнализацией могут быть оптимизированы для соответствия требованиям большинства ситуаций. Для более широкого поля зрения можно использовать объектив с более

коротким фокусным расстоянием, тогда как объектив с более длинным фокусным расстоянием может использоваться для наблюдения за объектом на большем расстоянии.

## 4.2 Точность

Точность измерения камеры с температурной сигнализацией зависит от конкретной ситуации. Чтобы добиться максимальной производительности от такой камеры, необходимо тщательно учитывать условия измерения. Необходимо принимать во внимание такие факторы, как материал, из которого изготовлен объект, и расстояние до камеры, а также углы наблюдения и окружение камеры. Как уже упоминалось в разделе о коэффициенте излучения, отражения и свойства материала могут влиять на показания. То, насколько хорошо определен коэффициент излучения, имеет решающее значение для точности измерения. Как правило, более низкий коэффициент излучения приводит к снижению точности. Точность также может снизиться из-за плохих погодных условий, таких как туман, снег или дождь.

## 4.3 Температура и сигналы оповещения

Камеры Axis с температурной сигнализацией обладают несколькими уникальными возможностями. Несомненно, главной особенностью является возможность установки сигналов оповещения по температуре, которые бывают двух типов. Пользователь может настроить как верхний, так и нижний предел температуры. Если температура выходит за установленный предел, генерируется оповещение. Пользователь также может определить скорость изменения температуры, чтобы сигнал оповещения генерировался, если температура повышается или понижается слишком быстро.



*Figure 6. Показания температуры можно использовать для контроля температуры удаляемых газов.*

## 4.4 Изотермические цветовые палитры

Формирование изотермических изображений позволяет настроить выделенные диапазоны температур на изображении, что упрощает интерпретацию того, что происходит в кадре. Тепловизионные камеры Axis с температурной сигнализацией позволяют добиться этого с помощью изотермических палитр, в которых, в отличие от традиционных цветовых палитр, можно

устанавливать температуру. Палитры фиксированы, но пользователь может установить температуру для разных цветовых диапазонов, чтобы выделить критическую температуру.

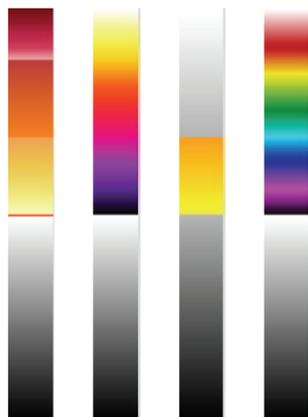


Figure 7. Примеры изометрических палитр в тепловизионных камерах Axis с температурной сигнализацией.

Изотермические палитры имеют верхний, средний и нижний пределы, которые определяют, где именно начинаются различные диапазоны температур (см. рисунок ниже). Нижний предел определяет температуру, с которой начинается часть палитры с выраженным частотным спектром. Средний и верхний пределы обозначают начало этих температурных диапазонов.

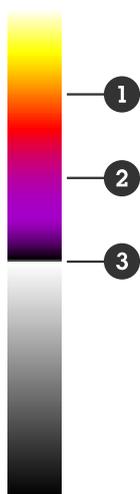


Figure 8. Верхний (1), средний (2) и нижний (3) пределы изотермической палитры.

Изотермические палитры используются только для выделения определенных температур в качестве визуального вспомогательного средства для оператора. Если, например, нижний предел установлен на температуру, которая является критической для определенного объекта, все температуры выше этой точки будут выделены. В случае срабатывания температурной сигнализации оператор сможет

быстро определить, является ли тревога ложной, поскольку изотермическое изображение покажет, вызвано ли оповещение критическим объектом или чем-то еще.

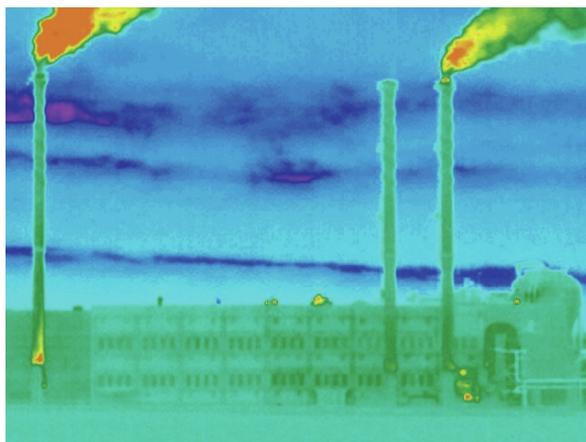


Figure 9. Используя изотермическую палитру «Радуга», оператор может выделить диапазон температур и с легкостью контролировать достижение поверхностью определенной температуры.

#### 4.5 Точечное измерение температуры

Еще одно применение — это так называемое «точечное измерение температуры», когда камера измеряет температуру 9 пикселей (3x3) в любом месте изображения, на которое указывает пользователь. Пользователь может настроить коэффициент излучения в зависимости от объекта, чтобы получить более точные показания. Как и в случае с изотермическими палитрами, точечное измерение температуры используется только в качестве визуального вспомогательного средства для оператора.

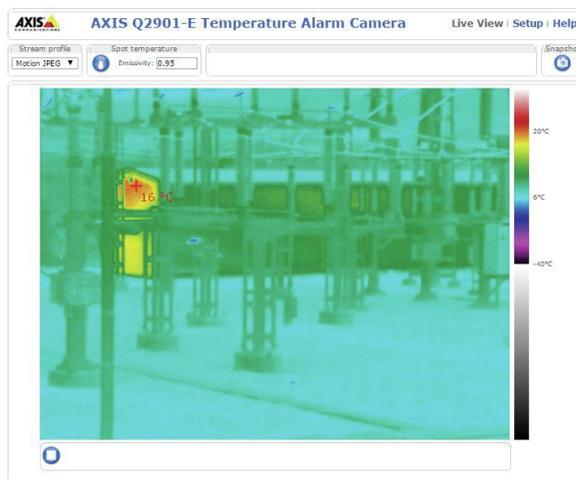


Figure 10. Скриншот с камеры с температурной сигнализацией AXIS Q2901-E. Точечная температура отображается при щелчке по желаемой области.

## 5 Области применения

Камеры Axis с температурной сигнализацией могут использоваться в широком спектре применений с обязательным мониторингом температуры, например:

- энергетические объекты, в частности газовые и водяные турбины, а также подключенные распределительные устройства;
- другое критически важное электрооборудование, такое как трансформаторы и подстанции;
- пожароопасные зоны, например угольные насыпи, свалки, складские помещения и силосные хранилища;
- промышленные процессы с применением таких самовоспламеняющихся материалов, как пыль или мука.

Тепловизионное видеонаблюдение может решить ряд таких проблем, как прогнозирование отказов оборудования, определение проблемных зон и проверка состояния изоляции. Тепловизионное видеонаблюдение является оптимальным решением для прогнозирования отказов, поскольку оно может указать на ряд проблемных областей до того, как проблема станет видимой или до того, как оборудование перестанет работать. Примеры таких прогнозов включают перегрев деталей до момента поломки или воспламенения, заблокированные трубы до того, как они разорвутся, или плохо закрепленные соединения, которые могут ослабнуть.

Тепловизионное видеонаблюдение может использоваться еще в нескольких областях применения. При определении уровня в резервуаре разница температур между самим резервуаром и его содержимым позволяет визуализировать уровень содержимого. Тепловизионное видеонаблюдение также может использоваться для повышения энергоэффективности, например, путем обнаружения тепловпотерь из труб с пропусками в изоляции, что позволяет экономить энергию и сократить расходы.



*Figure 11. Примерами областей использования камер Axis с температурной сигнализацией являются электростанции, электрические подстанции и топливные баки.*



# О компании Axis Communications

Компания Axis вносит весомый вклад в формирование более разумного и безопасного мира, разрабатывая решения, которые повышают безопасность и эффективность бизнеса. Занимая в отрасли технологий сетевого видео ведущие позиции, компания Axis предоставляет решения для видеонаблюдения, контроля доступа, сетевых домофонов и звукового сопровождения. Эффективность наших решений повышается благодаря приложениям интеллектуальной аналитики и высококачественному обучению.

Около 4000 специалистов компании Axis трудятся более чем в 50 странах мира, вместе с нашими партнерами по технологиям и по системной интеграции разрабатывая и внедряя решения задач, стоящих перед клиентами по всему миру. Компания Axis была основана в 1984 году. Штаб-квартира компании находится в городе Лунд, Швеция