

# Сетевые тепловизионные камеры

Повышение эффективности видеонализа



# Оглавление

1. Почему именно тепловизионные камеры?	3
2. Преимущества при загрузке программ видеоанализа	4
3. Дальность обнаружения по критерию Джонсона	4
3.1 Номограмма	5
4. Погодные условия	6
4.1 Абсорбция	6
4.2 Рассеивание	7
4.2.1 Туман, смог и дымка	7
4.2.2 Дождь и снег	8
5. Правила монтажа	9
6. Заключение	10
7. Аббревиатуры и сокращения	10
8. Полезные ссылки	10

## 1. Почему именно тепловизионные камеры?

Очевидно, что лучшим вариантом для надежного круглосуточного наблюдения с минимальным количеством ложных сигналов тревоги всегда будет тепловизионная камера. Такие камеры не только превосходят традиционные видеокамеры в условиях низкой освещенности, они способны обнаруживать людей, объекты и происшествия 24 часа в сутки, семь дней в неделю и в любом месте, будь то неосвещенные участки или залитая солнцем парковка. Тепловизионные камеры меньше зависимы от сложных условий освещенности, например, глубокие тени, сильная контровая засветка или кромешная темнота и даже способны справляться с обнаружением камуфлированных объектов. Тепловизионные камеры справляются и надежно работают даже в таких сложных погодных условиях как дымка, туман, пыль, задымление. Для нормальной работы им не требуется прожекторное освещение, поэтому они позволяют экономить на электропотреблении и снизить световое загрязнение.

Тепловизионные камеры способны обнаруживать самые малые различия в температуре, поэтому человеку будет трудно затеряться на фоне окружения. Именно поэтому тепловизионные камеры прекрасно подходят для обнаружения людей при сложном фоновом окружении или глубоких тенях. Кроме этого, такие объекты как транспортные средства также имеют температуру, отличную от своего окружения, что делает их обнаружение достаточно простой задачей.

Тепловизионные камеры находят применение для решения широкого круга задач по обеспечению безопасности, например, для защиты периметра производственных предприятий, аэропортов и электростанций. Впечатляющие способности таких камер по обнаружению любых объектов делают их незаменимыми помощниками при проведении поисково-спасательных мероприятий.

Например, по кадрам, поступающим в реальном времени с тепловизионной камеры, можно определить человека, идущего среди автомобилей на парковке намного быстрее, чем обнаружит движение на парковке обычная видеокамера. Тепловизионные камеры прекрасно справляются с задачами наблюдения и обеспечения безопасности в местах, где есть сложности с правами на видеосъемку, например, в учебных учреждениях. Следует отметить, что во многих странах необходимо получить разрешение от властей на видеосъемку в общественных местах. И в целом получить разрешение на установку тепловизионных камер легче, так как люди в кадре не могут быть идентифицированы.

По сравнению с традиционными видеокамерами тепловизионные камеры способны обеспечить более надежное обнаружение и распознавание, выдавая более контрастное изображение и поддерживая функцию обнаружения движения. Все это вместе снижает количество ложных сигналов тревоги, экономя силы и время персонала. Тепловизионные камеры, в том числе, выводят тепловые данные, позволяя отслеживать состояние технологических процессов и выявлять нештатные ситуации с изменением температуры, например, обнаруживать утечки тепла в зданиях и определять, заводится ли автомобиль последнее время или нет.

Помимо этого, тепловизионная камера является надежной платформой для загрузки программ видеоанализа.

Подробнее по тепловизионным камерам см. раздел 8, Полезные ссылки.

## 2. Преимущества при загрузке программ видеоанализа

Сетевые тепловизионные камеры Axis прекрасно подходят для организации защиты периметра и территории, поддерживая функции виртуальной защиты периметра. Это достаточно недорогое решение для обеспечения скрытного наблюдения и обнаружения с целью повышения безопасности здания и действий в экстренных ситуациях. Собственные возможности камеры вместе с загруженными программами видеоанализа дают возможность системе видеонаблюдения автоматически производить анализ поступающего видеоматериала. Тепловизионные камеры позволяют передавать эти функции анализа и другим камерам в составе системы сетевого видеонаблюдения, повышая ее эффективность и масштабируемость.

Устанавливаемые вместе тепловизионные и традиционные камеры Axis расширяют возможности видеоанализа действующих систем наблюдения, например, в части обеспечения защиты периметра. На рисунке 1 показан пример организации системы защиты периметра. Система защиты периметра от компании Axis в составе из тепловизионных камер со встроенными модулями видеоанализа.



Рис. 1. Тепловизионная сетевая камера Axis в составе системы защиты периметра.

При помощи модулей видеоанализа тепловизионная камера может автоматически включать тревогу в момент, когда человек проникает в определенное место в пределах поля ее зрения, и при этом передавать команду на поворотную камеру (PTZ), которая будет наводиться на него и передавать видеосигнал сотруднику службы безопасности. По такой схеме можно заблаговременно выявить попытку проникновения до ее непосредственной реализации, и сотрудник службы безопасности может по видео с камеры наблюдения проверить обстановку и при необходимости принять должные меры.

Подробнее по программам видеоанализа см. раздел 8, Полезные ссылки.

## 3. Дальность обнаружения по критерию Джонсона

Разрешение, необходимое для обнаружения объекта, выражается в количестве пикселей и определяется по критерию Джонсона. Джон Джонсон, американский военный ученый, создал данный метод для определения характеристик систем обнаружения в 50-х годах 20-го века. В качестве объекта может выступать человек, обычно шириной 0,75 м (2,46 фута), или транспортное средство, обычно размером 2,3 м (7,55 фута). Джонсон измерил способность наблюдателей идентифицировать цели, созданные в масштабе, в различных условиях и придумал критерий для определения минимального требуемого разрешения.

Данный критерий дает 50-процентную вероятность, что наблюдатель будет способен различать объект на определенном уровне.

Для тепловизионной камеры разность температур между объектом и его окружением должна составлять не менее 2 °C (3,6 °F) в соответствии с критерием Джонсона. Уровни по критерию Джонсона для тепловизионных сетевых камер следующие:

- > Чтобы определить наличие объекта наблюдателю необходимо не менее 1,5 пикселей.
- > Чтобы различить объект, например, человека перед ограждением, наблюдателю необходимо не менее 6 пикселей.
- > Чтобы идентифицировать объект и его подробности, например, человека с ломом в руках, наблюдателю необходимо не менее 12 пикселей.

Критерий Джонсона был придуман с предположением, что визуальные данные обрабатываются наблюдателем (человеком). Если вместо человека эти данные будет обрабатывать программный алгоритм, появляются определенные требования по количеству пикселей, из которых состоит определяемый объект, достаточных для надежной работы алгоритма. Для нормальной работы всем программным алгоритмам видеоанализа необходимо определенное количество пикселей, но их точное число может варьироваться. Даже если выступающий в роли наблюдателя человек сможет обнаружить объект, программному алгоритму обычно требуется большее количество пикселей при такой же заданной дальности обнаружения. Номограмма используется для определения доступного количества пикселей при определенной дальности.

### 3.1 Номограмма

По номограмме можно определить зависимость между фокусным расстоянием объектива, количеством пикселей объекта и дальностью. Например, если известно необходимое количество пикселей и дальность, на которой необходимо распознавать объект, можно рассчитать, какой потребуется объектив или камера. И наоборот, если есть определенная камера и известно необходимое количество пикселей, по номограмме можно определить дальность, на которой данная камера сможет обнаруживать объекты.

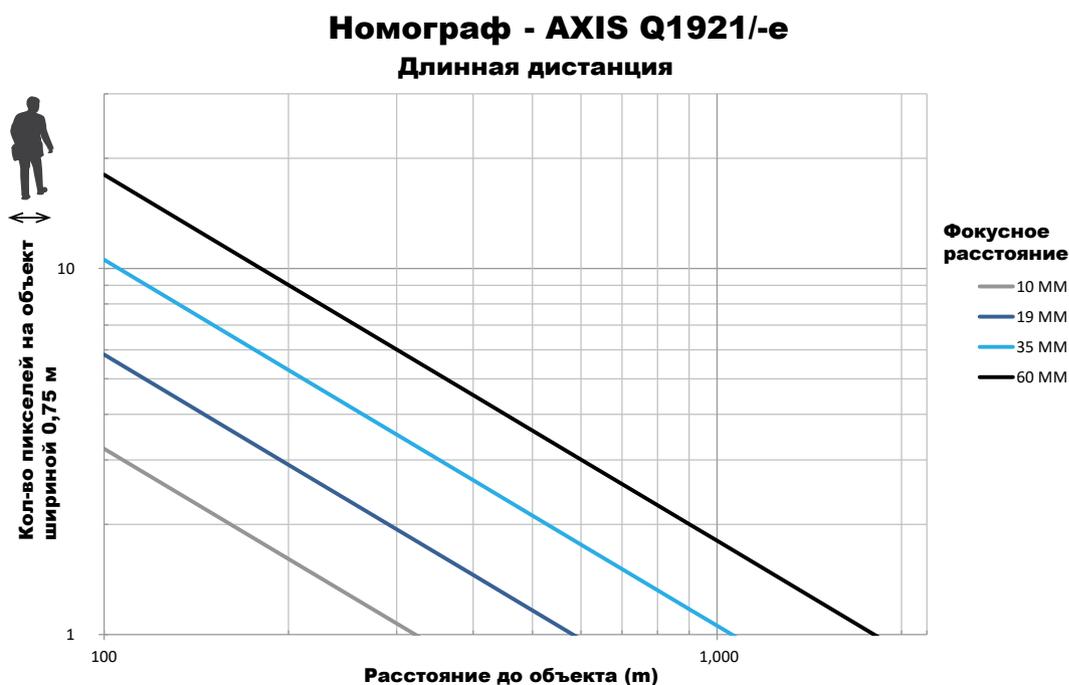


Рис. 2. Пример номограммы

На рисунке 2 показан пример номограммы. Если фокусное расстояние объектива камеры составляет 60 мм, она сможет распознать объект (занимающий 6 пикселей) на расстоянии 300 метров. Если достаточно просто обнаружить объект (занимающий 1,5 пикселя), дальность уже будет 1200 м.

Подробнее по номограммам см. раздел 8, Полезные ссылки.

## 4. Погодные условия

Следует помнить, что критерий Джонсона применим только в идеальных условиях. В действительности погодные условия будут влиять на эффективную дальность обнаружения как человека, выполняющего роль наблюдателя, так и тепловизионной или видеокамеры. На дальность обнаружения тепловизионной камеры погода обычно влияет меньше, например, туманным днем, чем для обычной видеокамеры, как показано на рисунке 3.



Рис. 3 Изображение с тепловизионной камеры (слева) и обычной видеокамеры (справа) в туманный день.

Дальность обнаружения, приведенная на номограмме выше, в идеальном варианте требует разности температур между объектом наблюдения и его окружением в 2 °C (3,6 °F). Даже если погодные условия могут негативно влиять на работу тепловизионной камеры, уравнивая объекты в кадре по температуре, она дает отличные результаты по обнаружению проникновений, например, людей и транспортных средств. Мощные средства обработки изображений, в частности, функция локального повышения контрастности, помогает камере отличать объекты, например людей, от фонового окружения, даже при крайне малой разнице в температуре.

Два самых основных погодных фактора, влияющих на качество работы камеры, – это абсорбция и рассеивание. Они снижают тепловое излучение, которое достигает тепловизионной камеры, и, соответственно, сокращают расстояние, на котором она способна обнаруживать объекты. Рассеивание сильнее влияет на тепловое излучение, чем абсорбция.

### 4.1 Абсорбция

Содержащиеся в воздухе водяные пары (H<sub>2</sub>O) и углекислый газ (CO<sub>2</sub>) являются основными причинами абсорбции. В процессе абсорбции излучаемое объектом тепло поглощается водяными парами и углекислым газом, поэтому до камеры доходит его меньше.

Содержащиеся в воздухе водяные пары влияют на качество изображения даже в ясную солнечную погоду, когда процент содержания водяных паров достаточно высок. Когда содержание водяных паров достаточно низкое, молекулы воды поглощают меньше теплового излучения, и больше теплового излучения достигает матрицы тепловизионной сетевой камеры. В результате, качество изображения получается лучше, чем в день, когда в воздухе концентрация водяных паров больше.

## 4.2 Рассеивание

Излучаемое объектом тепло рассеивается в момент удара о частицы, содержащиеся в воздухе. Теряемое тепловое излучения напрямую зависит от размера и концентрации частиц, капель и кристаллов, которые представляют собой неблагоприятные условия, конденсат или осадки, такие как туман, дождь или снег.

### 4.2.1 Туман, смог и дымка

Туман появляется, когда водяные пары в воздухе конденсируют и превращаются в водяные капельки. Сила тумана определяется размером этих капель. В густом тумане капли воды больше из-за накопления (или аккреция<sup>1</sup>), поэтому тепловое излучение рассеивается больше, чем в легком тумане. Кроме этого, в тумане тепловое излучение рассеивается сильнее, чем в смоге и дымке, потому что размер и концентрация капель воды в тумане больше. Человека, которого четко видно по тепловизионной камере в туманную погоду, можно не разглядеть в обычной видеокамере, как показано на рисунке 4.



Рис. 4. Кадры человека, сделанные тепловизионной камерой (слева) и обычной видеокамерой (справа) при сильном тумане

Тепловизионные камеры Axis работают преимущественно в длинноволновом инфракрасном диапазоне. Как правило, длинные волны инфракрасного спектра передаются значительно лучше в условиях, когда в воздухе есть посторонние частицы, например, в тумане и дыму, по сравнению волнами видимой части спектра. В большинстве случаев «короткие» волны видимой части спектра поглощаются и рассеиваются содержащимися в воздухе частицами намного сильнее и больше, чем длинные волны инфракрасного диапазона. Это приводит к снижению дальности обнаружения традиционной видеокамеры по сравнению с тепловизионной камерой, что и продемонстрировано классами I и II в таблице 1. По классу III туман густой настолько, что поглощаются и рассеиваются даже длинные волны инфракрасного диапазона. В таких условиях разница между традиционной видеокамерой и тепловизионной камерой будет практически нулевая.

**Таблица 1. Классификация дальности обнаружения**

Класс	Видимый свет	Длинноволновый инфракрасный диапазон
I	1220 m	5,9–10,1 km
II	610 m	2,4 km
IIIa	305 m	293 m
IIIb	92 m	87 m

Таблица приведена для справки. Фактическая дальность обнаружения камеры, конечно, зависит и от других факторов, например, физических объектов в кадре, разницы температур между объектом и фоновым окружением, физическим размещением камеры.

<sup>1</sup>Аккреция – это процесс, в результате которого водяной пар в облаках образует капли воды, образующиеся путем «обрастания» внешними частицами.

#### 4.2.2 Дождь и снег

Капли дождя по размеру больше капель тумана, но концентрация их ниже. Это значит, что дождь не так сильно рассеивает тепловое излучение, как туман. Степень рассеяния, когда идет снег, находится где-то посередине между туманом и дождем. Мокрый снег и дождь со снегом имеют степень рассеивания ближе к дождю, а обычный снег ближе к туману. В таблице 2 приведены примерные данные по рассеиванию в зависимости от погоды.

**Таблица 2. Погодные условия и степень ослабления**

Сильный дождь	Слабый дождь	Городское загрязнение	Сильный туман	Туман
11 дБ/КМ	4 дБ/КМ	0,5 дБ/КМ	80 дБ/КМ	10 дБ/КМ
17,6 дБ/миля	6,4 дБ/миля	0,8 дБ/миля	128 дБ/миля	16 дБ/миля

Например, тепловизионная сетевая камера с объективом 60 мм, как показано в разделе 3.1, будет ясным днем иметь дальность 300 м (328 ярдов) при объекте, занимающем 6 пикселей. Если стоит туман, сила ослабления будет равна 10 дБ/км или 1 дБ/100 м, что суммарно дает ослабление 3 дБ. Ослабление в три децибела означает, что до тепловизионной камеры доходит на 50% меньше тепловой энергии, чем при оптимальных погодных условиях. Чем слабее доходящий до камеры сигнал, тем более шумным получается изображение, потому что соотношение сигнал/шум будет плохим. В некоторой степени механизмы обработки изображения смогут это исправить, но изображение все равно будет содержать меньше полезной информации и выглядеть хуже. Контрастность будет низкой, что затруднит восприятие изображения, например, будет сложно отличить объект на фоне листвы и сплошной массы фонового окружения. Ослабление излучения снижает эффективность работы камеры и надежность встроенных программ видеонализа.

Поэтому, не рекомендуется использовать в составе системы наблюдения всего одну камеру, работающую на пределе ее функциональных возможностей. Намного лучше охватывать данную территорию на требуемой дальности группой камер. Это повысит надежность, обеспечивая необходимое количество пикселей, которые должен занимать объект, а также гарантирует достаточную силу излучения от объекта. Дождь и мокрый снег не только рассеивают излучение, но и уравнивают разницу температур с фоновым окружением. Одинаковая температура фонового окружения приводит к снижению контрастности фонового окружения для тепловизионной камеры.

Рассеивание означает, что меньше излучаемой энергии достигает матрицы камеры, а уравнивание фонового окружения по температуре не влияет на матрицу. Однако контрастность изображения становится ниже, поэтому будет сложнее различать детали на заднем плане, и изображение будет выглядеть более «сплошным». Тепловизионной камере все равно будет легче обнаружить человека, чем обычной, потому что контраст между теплым человеком и холодным фоновым окружением будет выше, как показано на рисунке 5.



*Рис. 5. Кадры человека, сделанные тепловизионной камерой (слева) и обычной видеокамерой (справа) в сильный дождь*

В облачность контрастность фонового окружения будет ниже, а в солнечный день выше. Разница температур будет выше, так как предметы из разного материала будут нагреваться с разной скоростью. На рисунке 6 показан пример контрастности изображения в солнечный день.

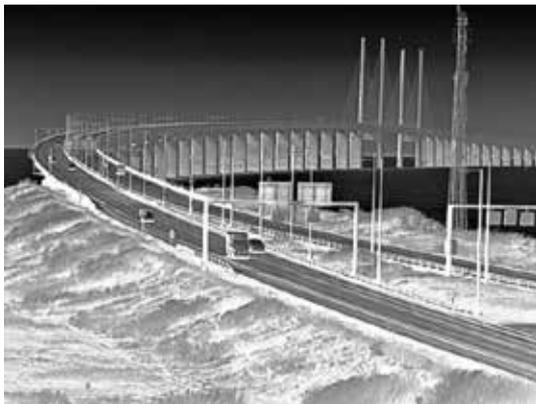


Рис. 6. Отличная контрастность изображения в солнечный день.

## 5. Правила монтажа

При установке тепловизионной сетевой камеры необходимо соблюдать определенные правила. Чтобы камера максимально хорошо обнаруживала людей, температура фонового окружения наблюдаемого объекта должна быть как можно более однородной, и она должна быть выше или ниже температуры человека или нарушителя, который может появиться в этом месте в кадре. Таким образом, нарушитель будет выделяться на общем фоне. Наблюдаемое место должно быть в зоне прямой видимости камеры без каких-либо помех и препятствий обзора, например, бьющегося на ветру вымпела, показанного на рисунке 7. В кадре должен быть один или несколько легко узнаваемых объектов, например, труба или здание на фоне неба. Труба будет теплой, а здание почти всегда излучает некоторое тепло.

Необходимо убедиться, что в кадре нет ветвей деревьев, флагов или подобных предметов, которые в ветреную погоду будут постоянно то попадать в кадр, то выходить из него. Камера должна устанавливаться в максимально устойчивом положении, а четкие и резкие границы должны находиться на расстоянии от предполагаемого кадра. Четкая граница, начинающаяся сразу за пределами кадра, может стать причиной ложной тревоги обнаружения движения, когда камера качается на ветру и эта граница попадает/выходит из кадра. Поскольку сама камера находится в движении, она будет расценивать изменение в кадре как движение, даже если на самом деле никакого движения нет, и двигается только сама камера. Тепловизионные камеры с поддержкой электронной стабилизации изображения меньше страдают от вибрации. Тем не менее, эти факторы все равно следует учитывать при установке тепловизионной камеры, чтобы добиться максимальной эффективности ее работы.



Рис. 7. Мешающий обзору вымпел на ветру

## 6. Заключение

Компания Axis занимает ведущее место на рынке и имеет привлекательную партнерскую программу, поэтому предлагает самый широкий ассортимент программных приложений видеоанализа стороннего производства. Использование критериев Джонсона в качестве отправной точки для определения необходимого количества пикселей для определенной дальности имеет решающее значение, и всегда необходимо соблюдать требования по программному обеспечению.

Погодные условия являются еще одним фактором, который будет влиять на эффективность работы камеры. Даже если количество пикселей соответствует требованиям, разность температур между фоновым окружением и объектом должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить программа работала правильно.

Тепловизионные сетевые камеры обеспечивают обнаружение объектов, людей и происшествий 24 часа в сутки, семь дней в неделю. Вместе с программами видеоанализа тепловизионные камеры помогают снизить вероятность ложных сигналов тревоги и затраты на установку, потому что для наблюдения за территорией потребуется меньше камер. Тепловизионные камеры получаются немного дороже, чем некоторые традиционные видеокамеры, они все равно являются доступной альтернативой для обеспечения безопасности ценного имущества и важных объектов.

## 7. Аббревиатуры и сокращения

LWIR длинноволновый инфракрасный диапазон

## 8. Полезные ссылки

Дополнительную информацию можно найти по следующим ссылкам:

- > Axis Communications – 'Тепловизионные камеры для круглосуточного наблюдения':  
[www.axis.com/files/feature\\_articles/ar\\_thermal\\_cameras\\_58214\\_en\\_1406\\_lo.pdf](http://www.axis.com/files/feature_articles/ar_thermal_cameras_58214_en_1406_lo.pdf)
- > Axis Communications – 'Программы видеоанализа Axis – повышение эффективности видеонаблюдения':  
[www.axis.com/files/whitepaper/wp\\_video\\_analytics\\_65216\\_en\\_1509\\_lo.pdf](http://www.axis.com/files/whitepaper/wp_video_analytics_65216_en_1509_lo.pdf)
- > Axis Communications – 'Номограммы':  
[www.axis.com/files/whitepaper/nomographs\\_meter\\_q1941e\\_en\\_1512.pdf](http://www.axis.com/files/whitepaper/nomographs_meter_q1941e_en_1512.pdf)
- > Axis Communications – 'Тепловизионные камеры':  
[www.axis.com/products/thermal-cameras/technology](http://www.axis.com/products/thermal-cameras/technology)



# О компании Axis Communications

Компания Axis вносит весомый вклад в формирование более разумного и безопасного мира, разрабатывая и внедряя сетевые решения, которые не только способствуют повышению безопасности, но и открывают новые пути ведения бизнеса. Занимая в отрасли ведущие позиции, компания Axis поставляет продукцию и оказывает услуги в сфере сетевого охранного видеонаблюдения и аналитики, контроля доступа и звукового сопровождения. Свыше 3500 специалистов компании Axis трудятся более чем в 50 странах мира, вместе с нашими партнерами разрабатывая и внедряя решения стоящих перед нашими клиентами задач. Компания Axis была основана в 1984 году, Штаб – квартира компании находится в городе Лунд, Швеция.

Для ознакомления с подробной информацией о компании Axis посетите наш веб-сайт [www.axis.com](http://www.axis.com)

©2020 Axis Communications AB. AXIS COMMUNICATIONS, AXIS, ETRAX, ARTPEC и VAPIX являются зарегистрированными торговыми марками или заявками на регистрацию торговой марки Axis AB в различных ведомствах. Все другие названия компаний и продуктов являются торговыми марками или зарегистрированными торговыми марками соответствующих компаний. Axis оставляет за собой право вносить изменения в спецификации без предварительного уведомления.

