

Технология Lightfinder

Высочайшее качество изображения в условиях
сложного освещения

Май 2019 г.

Краткое содержание

Технология Axis Lightfinder позволяет существенно повысить светочувствительность сетевых видеокамер. При очень низкой освещенности, когда другие камеры переключились бы на ночной режим и монохромное видео, камеры с технологией Lightfinder остаются в дневном режиме и сохраняют цветное изображение. При этом в видеонаблюдении цвет может быть критическим фактором, который поможет идентифицировать человека, предмет или автомобиль.

Технология Lightfinder полезна не только при очень низкой освещенности, но и в других ситуациях, когда уровень освещенности оказывается ниже типичных для помещений значений. Требуя для получения качественного изображения меньше света, камера с технологией Lightfinder может работать на более короткой выдержке и тем самым минимизировать размытие и шум.

Приведенные в этом обзоре примеры изображений, снятых при низкой освещенности, получены в специальной студии с тщательно контролируемыми условиями освещения. При освещенности 1,5-5 люкс человеческий глаз воспринимает окружающую обстановку как очень темную. Однако изображение с камеры выглядит обманчиво светлым. При снижении освещенности примерно до 0,5 люкс человеческий глаз теряет способность воспринимать цвет и детали изображения, в то время как изображения с видеокамеры сохраняют яркие цвета. При освещенности всего 0,02 люкс, которую человеческий глаз воспринимает практически как непроглядную темноту, в которой едва различаются только самые светлые предметы, камера все еще дает цветное изображение.

Основой технологии Lightfinder является тщательно подобранное сочетание высококачественной оптики и специальной светочувствительной матрицы, оптимизированной для видеонаблюдения, а также алгоритмов цифровой обработки изображений, реализованных в системном чипсете камеры. Все эти конструктивные блоки Lightfinder непрерывно совершенствуются, и с ними совершенствуется технология Lightfinder в целом. Новым шагом в этом развитии является технология Lightfinder 2.0, которая обеспечивает более высокую светочувствительность и более естественную цветопередачу, а также предоставляет специальные настройки для продвинутых пользователей.

Технология Lightfinder базируется на обширных знаниях в области обработки цвета, фильтрации и оптимизации изображений. Технологии Lightfinder и Axis Zipstream оптимизированы для совместной работы и обеспечивают очень аккуратное сжатие изображений с сохранением деталей. Это позволяет получать видео с низким битрейтом, требующее меньших объемов для хранения данных.

Содержание

1. Да будет свет – предыстория	4
1.1 Регистрация света	4
1.2 Измерение освещенности – люксы	5
1.3 Светочувствительность – минимальная освещенность	6
2. Ключевые составляющие Lightfinder	6
3. Ключевые преимущества Lightfinder	7
3.1 Цветное видео для точной идентификации при очень низкой освещенности	7
3.1.1 Примеры работы Lightfinder при разных уровнях освещенности	7
3.2 Другие преимущества, связанные с экспозицией и диафрагмой	9
4. Технология Lightfinder 2.0	11
4.1 Преимущества	11
4.2 Пример	11

Введение

Lightfinder – это разработанная компанией Axis технология, которая позволяет получать с сетевой видеочамеры высококачественное цветное видео даже в условиях очень слабой освещенности. В основе этой технологии лежит уникальное сочетание светочувствительной матрицы и высокоэффективного объектива, а также оптимизированные алгоритмы обработки изображения, реализованные в современном видеопроцессоре камеры.

Сетевые камеры с технологией Lightfinder будут полезны в ситуациях видеонаблюдения в условиях низкой освещенности: на парковках, при городском видеонаблюдении, на территориях кампусов, на стройплощадках – везде, где цветное видео может существенно улучшить возможности эффективной идентификации людей, автомобилей и инцидентов.

В этом техническом обзоре представлены основные элементы и ключевые преимущества технологии Lightfinder. Для иллюстрации качества изображения приводятся стоп-кадры видеозаписей, полученных с использованием технологии Lightfinder при низкой освещенности в контролируемых условиях освещения. Однако для более глубокого понимания технологии мы начнем с обсуждения того, что такое свет, как его регистрируют и как измеряют освещенность.

1. Да будет свет – предыстория

Свет состоит из дискретных порций электромагнитной энергии – фотонов. Фотоны имеют разную энергию в зависимости от длины волны света. В диапазоне видимого света разные длины волн воспринимаются как разные цвета. На рис. 1 показана часть электромагнитного спектра с указанием традиционных названий разных диапазонов длин волн (энергий фотонов).

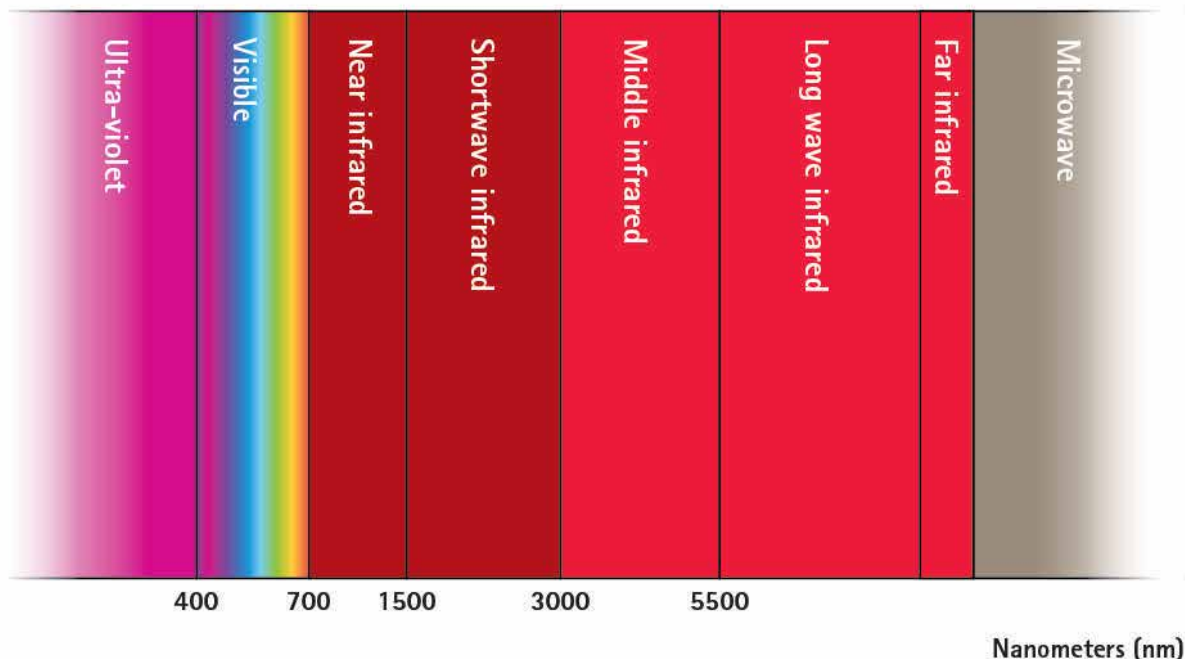


Рис. 1: Часть электромагнитного спектра с длинами волн (в нанометрах).

1.1 Регистрация света

Человеческий глаз способен воспринимать свет (фотоны) с длинами волн примерно от 400 нм до 700 нм (видимый диапазон). Глаз имеет два типа светочувствительных клеток – палочки и колбочки – оптимизированные для восприятия света разной интенсивности и с разными длинами волн. Колбочки обеспечивают цветное зрение, но для их работы требуется достаточно сильный свет (достаточное количество фотонов). Палочки, в свою очередь, могут детектировать очень малые количества света (достаточно буквально нескольких фотонов), но поскольку они не различают свет с разными длинами волн, они не воспринимают информацию о цвете. Поэтому человеческий глаз при очень слабой освещенности теряет способность к цветному зрению: колбочки перестают воспринимать свет, а палочки продолжают работать.

В цифровой камере эквивалентом палочек и колбочек являются миллионы светочувствительных элементов (пикселей) светочувствительной матрицы. Помимо фотонов видимого диапазона, матрица цифровой камеры способна регистрировать фотоны с немного большей длиной волны (от 700 нм до 1000 нм), принадлежащие к ближнему инфракрасному (ИК) диапазону. Свет ближнего ИК-диапазона обычно присутствует как в солнечном, так и в искусственном свете.

При очень слабой освещенности в видимом диапазоне цифровая камера (если это камера с переключаемым дневным и ночным режимом, имеющая отключаемый инфракрасный режекторный фильтр) может использовать для формирования изображения имеющийся свет ближнего ИК диапазона. Однако в этом случае отсутствует информация о цвете. Поэтому при очень низкой освещенности в видимом диапазоне и человеческий глаз, и типичная видеокамера с дневным и ночным режимом могут давать только монохромное изображение.

Однако камера с технологией Lightfinder продолжает давать цветное изображение даже когда освещение снижается до уровней, при которых человеческий глаз давно теряет способность различать цвета.

С другой стороны, камеру с технологией Lightfinder можно дополнить ИК-осветителем и использовать ее в ночном режиме. Монохромное инфракрасное изображение, полученное в ночном режиме, может быть чрезвычайно полезно, например, для интеллектуального анализа видео, однако во многих ситуациях более естественно выглядящее цветное видео дневного режима несомненно более привлекательно.



Рис. 2: Стоп-кадр видео ночного режима, в котором камера с технологией Lightfinder оптимально использует имеющееся освещение.

1.2 Измерение освещенности – люксы

Мерой интенсивности света является освещенность – световой поток, падающий на единицу площади. Абсолютную (радиометрическую) освещенность измеряют в энергетических единицах ($Вт/м^2$). Другой подход к измерению освещенности предусматривает взвешивание с использованием функции чувствительности человеческого глаза – стандартной модели, описывающей восприятие освещенности человеческим глазом при разных длинах волн. Измеренная таким образом освещенность представляет уровень освещения, воспринимаемый человеческим глазом. Освещенность измеряют в люксах (лк); один люкс равен одному люмену на квадратный метр.

Освещение естественных сцен часто бывает сложным; сцена может иметь затененные и ярко освещенные участки с разной величиной освещенности. Освещенность в один люкс не характеризует состояние освещения всей сцены в целом, а также ничего не говорит о направлении освещения. Тем не менее измерение освещенности дает ценную информацию для оценки общего состояния освещения и сравнения разных сцен. В таблице 1 приведены типичные значения освещенности в различных ситуациях.

Освещенность	Описание
0,05 – 0,3 люкс	Освещенность от полной луны в ясную ночь
1 люкс	Свеча с расстояния 1 м
80 люкс	Коридор офисного здания
500 люкс	Офисное освещение
10 000 люкс	Ясный день
100 000 люкс	Яркое солнце

Таблица 1. Типичные значения освещенности в различных ситуациях видеонаблюдения.

1.3 Светочувствительность – минимальная освещенность

Многие производители указывают в качестве светочувствительности сетевых видеокамер минимальный уровень освещенности, необходимый для получения изображения приемлемого качества. Хотя эта характеристика полезна для сравнения светочувствительности камер одного производителя, использовать ее для сравнения продукции разных производителей следует с осторожностью. Поскольку общей стандартной методики измерения минимальной освещенности не существует, разные производители используют разные методы и критерии приемлемости изображения.

2. Ключевые составляющие Lightfinder

Технология Lightfinder представляет собой успешное сочетание специальных высококачественных оптических компонентов и высокоэффективных функций цифровой обработки изображений, реализованных в системном чипсете, специально разработанном для видеонаблюдения. Все эти конструктивные блоки Lightfinder непрерывно совершенствуются, и вместе с ними развивается технология Lightfinder в целом.

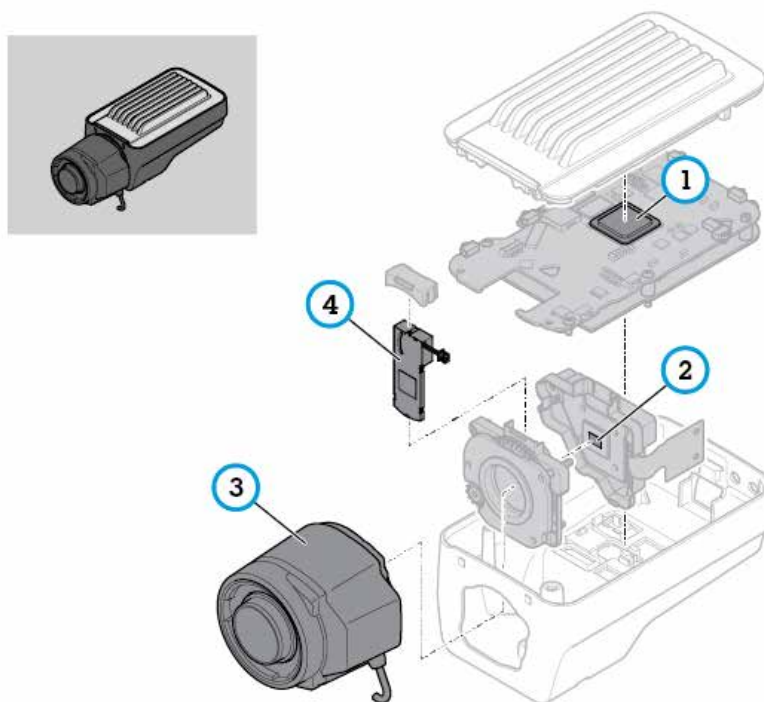


Рис. 3: Основные компоненты сетевой видеокамеры Axis. Выделены компоненты, оптимизированные в рамках технологии Lightfinder: системный чипсет со встроенным модулем обработки сигналов (1), светочувствительная матрица (2), объектив (3) и фильтры (4).

Свет, собранный и сфокусированный высококачественным объективом, попадает на ключевой элемент цифровой камеры — светочувствительную матрицу. Матрица — это электронно-оптический компонент, состоящий из набора светочувствительных детекторов фотонов, преобразующих свет в электрические сигналы. Все видеокамеры с технологией Lightfinder оснащаются специально подобранной высокочувствительной КМОП-матрицей с оптимальными для видеонаблюдения характеристиками.

Не менее важны и алгоритмы цифровой обработки изображений, реализованные в модуле цифровой обработки сигналов системного чипсета. Чипсет разработан специально для видеонаблюдения и выпускается с использованием самых совершенных технологий производства специальных интегральных схем, позволяющих разместить максимальное количество логических элементов. Алгоритмы обработки позволяют в реальном времени удалять шум, восстанавливать цвета и улучшать четкость каждого кадра, получая максимально пригодное для использования видео даже при очень слабом сигнале с матрицы. При обработке сохранению содержимого изображения всегда отдается приоритет перед чрезмерной фильтрацией, которая может привести к удалению важных деталей. Для видеонаблюдения особенно важно, чтобы алгоритмы обработки изображения не разрушали содержащуюся в поле обзора информацию, которая служит материалом для анализа. Алгоритмы должны работать разумным и предсказуемым образом и ни в коем случае не вносить в изображение постороннюю информацию в попытке сделать его приятнее для глаза.

Благодаря тщательной настройке оптического тракта и оптимизации цифровых алгоритмов можно достичь высочайших характеристик камеры при самых разных условиях освещения, в том числе в самых сложных ситуациях при низкой освещенности. В камерах с технологией Lightfinder объектив и матрица согласованы с другими оптическими элементами, например, фильтрами объектива, таким образом, чтобы достичь максимальной светочувствительности и разрешения без образования артефактов.

Технологии Lightfinder и Axis Zipstream оптимизированы для совместной работы и обеспечивают очень аккуратное сжатие изображений с сохранением деталей. Это позволяет получать видео с низким битрейтом, требующее меньших объемов для хранения данных.

3. Ключевые преимущества Lightfinder

Технология Lightfinder наделяет камеру способностью воспроизводить цвета в сценах с очень слабой освещенностью. При этом Lightfinder также дает высококачественное видео с низким уровнем шума и минимальным размытием движущихся объектов. Это связано с тем, что высокая светочувствительность позволяет использовать короткую выдержку.

3.1 Цветное видео для точной идентификации при очень низкой освещенности

При очень низкой освещенности, когда другие камеры типа "день/ночь" переключились бы на ночной режим и монохромное видео, камеры с технологией Lightfinder остаются в дневном режиме и сохраняют цветное видеоизображение. Наличие цвета на изображении с камеры видеонаблюдения может быть чрезвычайно важным фактором для успешной идентификации людей, автомобилей и происшествий. Предоставляя оператору возможность быстро и точно сообщать цвет одежды и автомобилей, Lightfinder помогает оперативно реагировать на инциденты и точно идентифицировать участников.

3.1.1 Примеры работы Lightfinder при разных уровнях освещенности

Для демонстрации возможностей Lightfinder при низкой освещенности в этом разделе приведены стоп-кадры из видео, снятых камерой с технологией Lightfinder в студии с тщательно контролируемыми условиями освещения.

Сетевая камера AXIS Q1645, оснащенная сверхсветосильным объективом F0.9, установлена на расстоянии 10 м от набора цветных предметов. Камера работает с выдержкой 1/30, которой было бы достаточно для съемки также и движущихся объектов; функция WDR отключена.

На рис. 4 показаны результаты съемки камерой Axis при освещенности от 1,5 люкс (измерена в окрестности трехколесного велосипеда) до 5 люкс (измерена на уровне пояса манекенов). Следует отметить, что человеческий глаз с такого же расстояния 10 м от объектов, с точки обзора рядом с камерой, воспринимает эту сцену значительно более темной, чем приведенное изображение, даже после достаточного времени адаптации. Глаз все еще различает цвета, но уровень освещенности можно характеризовать как "некомфортно низкий".



Рис. 4: Студийная сцена с освещенностью от 1,5 люкс (у трехколесного велосипеда) до 5 люкс (у пояса манекенов). Камера с технологией Lightfinder дает четкие цвета и обманчиво яркое изображение, в то время как человеческий глаз едва различает цвета и воспринимает сцену как очень темную.

На рис. 5 - 7 показаны фрагменты изображения той же сцены, снятой в такой же конфигурации при постепенно уменьшающейся освещенности. Примерно при 0,5 люкс (рис. 5) человеческий глаз теряет способность различать цвет, в то время как камера с технологией Lightfinder продолжает воспроизводить яркие цвета. На самом деле камера с технологией Lightfinder сохраняет "цветное зрение" вплоть до самых низких уровней освещенности, достигнутых в испытании - 0,02-0,08 люкс (рис. 7). При такой освещенности человеческий глаз не различает ни цветов, ни деталей, и сцена воспринимается практически как полная темнота, из которой слегка проглядывают только самые светлые объекты.

Рис. 5: Освещенность, измеренная у объектов, составляет 0,2 люкс - 0,7 люкс. Камера с технологией Lightfinder дает яркое цветное изображение. Для человеческого глаза возможность различить цвета под сомнением, видны лишь светлые поверхности с очень плохой детализацией.



Рис. 6: Освещенность, измеренная у объектов, составляет 0,1 люкс – 0,3 люкс. Камера с технологией Lightfinder дает менее четкое, но все еще весьма детализированное цветное изображение. Человеческий глаз не различает темные поверхности и не видит деталей и цветов.



Рис. 7: Освещенность, измеренная у объектов, составляет 0,02 люкс – 0,08 люкс. Камера с технологией Lightfinder дает темное изображение с ослабленными, но различимыми цветами. Человеческий глаз лишь смутно различает самые светлые поверхности и не видит никаких деталей и цветов.



3.2 Другие преимущества, связанные с экспозицией и диафрагмой

Исключительно высокая светочувствительность камеры с технологией Lightfinder может быть полезна не только при очень слабой освещенности, но и в любых ситуациях, когда уровень освещенности ниже типичного для помещений. Требуя для получения качественного изображения меньше света, камера с технологией Lightfinder может, например, работать на более короткой выдержке или при меньшем отверстии диафрагмы, что дает свои преимущества.

Например, Lightfinder позволяет:

- > уменьшить размытие движущихся объектов (за счет более короткой выдержки)
- > снизить шумы (за счет сокращения выдержки)
- > использовать более длиннофокусные объективы (которые, как правило, для получения хорошего изображения требуют более коротких выдержек)
- > увеличить глубину резкости (за счет использования меньшего отверстия диафрагмы).
- > снизить шумы (за счет меньшего цифрового усиления)
- > улучшить эффективность функции WDR (и соответственно снизить шумы) в темных частях изображения.

Выдержка – это время, в течение которого матрица камеры собирает фотоны (и преобразует их в электрические сигналы), прежде чем измерить результаты подсчета для каждого пикселя и сформировать на их основе изображение. После этого все пиксели матрицы очищаются, и сбор фотонов начинается заново.

При низкой освещенности матрице требуются более длительные выдержки, чтобы собрать достаточно фотонов для получения пригодного к использованию изображения. Если выдержка недостаточна и полученное изображение слишком темное, его можно сделать светлее цифровыми методами, но лишь ценой увеличения шума. При длинной выдержке, однако, быстро движущиеся объекты могут размываться, поскольку за время экспозиции их проекция на матрицу смещается. Такое размытие движущихся объектов является частой проблемой при съемке в условиях низкой освещенности.



Рис. 8: Длительная выдержка может привести к заметному размытию движущихся объектов. На этом стоп-кадре из видео номерной знак мог бы читаться, если бы использовалась более короткая выдержка.

Позволяя сократить выдержку, технология Lightfinder дает возможность уменьшить размытие движущихся объектов. Это особенно важно, когда необходимо высокое разрешение для различения мелких деталей движущегося объекта. Дополнительно уменьшить размытие движущихся объектов можно с помощью других мер, увеличив расстояние от камеры до движущегося объекта или используя широкоугольный объектив. В обоих случаях движущийся объект при той же скорости движения будет меньше перемещаться относительно пикселей матрицы.

Еще одно преимущество технологии Lightfinder – то, что ее можно использовать для получения изображения с большей глубиной резкости. Это достигается за счет уменьшения относительного отверстия диафрагмы. При низкой освещенности возникает желание использовать большее относительное отверстие диафрагмы, чтобы собрать больше света за время выдержки. Однако в силу законов геометрической оптики при большом отверстии диафрагмы уменьшается глубина резкости, то есть интервал дальности, в котором предметы одновременно находятся в фокусе. При использовании технологии Lightfinder выдержка может быть меньше, что позволяет использовать меньшие относительные отверстия диафрагмы и тем самым увеличить глубину резкости.

4. Технология Lightfinder 2.0

Начиная с мая 2019 года все больше новых сетевых камер Axis оснащается технологией Lightfinder 2.0. Эта версия, поддерживаемая камерами на базе чипсета ARTPEC-7, является новым шагом в развитии технологии Lightfinder.

4.1 Преимущества

Благодаря полностью переработанному конвейеру обработки изображения Lightfinder 2.0 дает еще более резкое изображение с меньшим количеством артефактов. Помимо повышения общей светочувствительности камеры, Lightfinder 2.0 улучшает точность цветопередачи и баланса белого и расширяет возможности различения деталей в тенях и на темных объектах.

Кроме того, в Lightfinder 2.0 появились новые настройки для управления временной и пространственной фильтрацией. Это особенно ценно для квалифицированных пользователей, которым необходимо оптимизировать изображение для конкретных аналитических приложений.

4.2 Пример

На рис. 9 показан стоп-кадр видео с испытания камеры видеонаблюдения Axis с технологией Lightfinder 2.0. В изображении вроде бы нет ничего выдающегося – если не принимать во внимание, насколько темной была исходная сцена. Уровень освещенности, измеренный человеком, который стоит в кадре под мостом, составил всего 0,05 люкс. Камера с Lightfinder 2.0 показывает эту чрезвычайно темную сцену так, как будто она залита солнечным светом.



Рис. 9: Камера с технологией Lightfinder 2.0 дает четкое яркое цветное изображение несмотря на то, что освещенность под мостом составляет всего 0,05 люкс.

Для сравнения на рис. 10 показан стоп-кадр из съемки этой же сцены, обработанный так, чтобы показать, что увидел бы человеческий глаз. Человек, стоящий рядом с камерой с технологией Lightfinder 2.0, увидел бы под мостом темноту, в которой различалось бы лишь небольшое количество деталей.



Рис. 10: Та же сцена, как ее увидел бы человек. Изображение специально обработано так, чтобы показать его с точки зрения человеческого глаза.

На рис. 11 приведено еще одно изображение той же сцены, снятое современным смартфоном. Разумеется, камеры смартфонов не оптимизируются для целей видеонаблюдения, но тот факт, что пространство под мостом получилось совершенно черным, дает общее представление о том, насколько темной является сцена в действительности.



Рис. 11: Та же сцена, снятая на iPhone 8.

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 3000 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

©2019 Axis Communications AB. AXIS COMMUNICATIONS, AXIS, ETRAX, ARTPEC и VAPIX являются зарегистрированными товарными знаками компании Axis AB в различных юрисдикциях или товарными знаками, на которые поданы заявки. Все остальные названия компаний и товаров являются товарными знаками или охраняемыми товарными знаками соответствующих компаний. Компания оставляет за собой право вносить изменения без предварительного уведомления.

