



THE FACTORY TOUGH™ КАМЕРА

СОЗДАНА ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЙ

Камера машинного зрения, предназначенная для непрерывного использования на заводе, на обрабатывающем участке, автосборочном конвейере или другом производстве, должна выдерживать тяжелые условия эксплуатации: широкий температурный диапазон, находящиеся в движении и создающие вибрации механизмы, пыль и влажность, разнообразные источники электромагнитного излучения, сохраняя при этом возможность непрерывного захвата и передачи изображения. Нельзя забывать о влиянии конструкции устройства на оптимизацию стоимости его обслуживания, предотвращающего снижение производительности или даже поломки ввиду естественного износа в условиях реального производства. Что на самом деле делает камеру машинного зрения готовой к работе в сложных промышленных условиях? Недостаточно назвать камеру «промышленной» - необходимо подтвердить это серьезной программой испытаний. Эта статья представляет читателю уникальные спецификации, программы тестирования и соответствующие стандарты, которые помогут ему идентифицировать изделия с проверенной надежностью и стабильной функциональностью, такие как линейка матричных камер Triton™ и 3D ToF камер Helios2™ – по-настоящему промышленных устройств, разработанных и изготовленных для круглосуточной эксплуатации в тяжелых условиях.

СОДЕРЖАНИЕ:

Проверка на прочность

- Температурный цикл
- Удары и вибрации
- Электромагнитная совместимость
- Электромагнитное излучение

Контроль качества

- Температурный шок
- Тесты EMVA1288
- Цифровые линии 24В
- Центровка сенсора
- Соответствие IP67

Заключение

LUCID
VISION LABS

Испытание камер на прочность в соответствии с промышленными спецификациями снижает вероятность простоя, стоимость обслуживания и ремонта

FACTORY TOUGH

Способность по-настоящему промышленной камеры работать в заводских условиях должна быть подтверждена исчерпывающим набором тестов. В отличие от бытовой или коммерческой электроники, промышленное оборудование подвергается постоянным воздействиям: вибрациям машин, электромагнитному излучению, броскам напряжения и др. При подборе оборудования стоит обращать внимание, что далеко не все камеры машинного зрения при изготовлении проходят тесты на «выживание» в подобных условиях. Для того, чтобы быть уверенным в конечном результате тесты начинаются на самых первых шагах жизненного пути изделия.

Уже на стадии проектирования и прототипирования (Рисунок 1) конструкция проходит через серию тестов. На этом этапе разработчики убеждаются в способности выбранного решения выдерживать экстремальные температуры, механические удары, различные виды вибраций и электромагнитных шумов, броски напряжений и другие воздействия. Для ускорения процесса, в дополнение к «домашним» тестам, привлекаются сторонние лаборатории. Кроме того, камеры испытываются и сертифицируются на соответствие международным стандартам на электромагнитную совместимость, уровни напряжений и опасные вещества.

С началом серийного производства тестирование продолжается уже в его процессе и завершается контролем качества. Все готовые камеры проходят программу внутренних испытаний: функциональные климатические, на соответствие уровню защиты от пыли и влаги, на точность центровки сенсора и качество изображения согласно стандарту EMVA 1288. Таким образом подтверждается способность промышленной камеры работать в сложных условиях эксплуатации рядом с механизмами, станками и источниками электромагнитных помех.

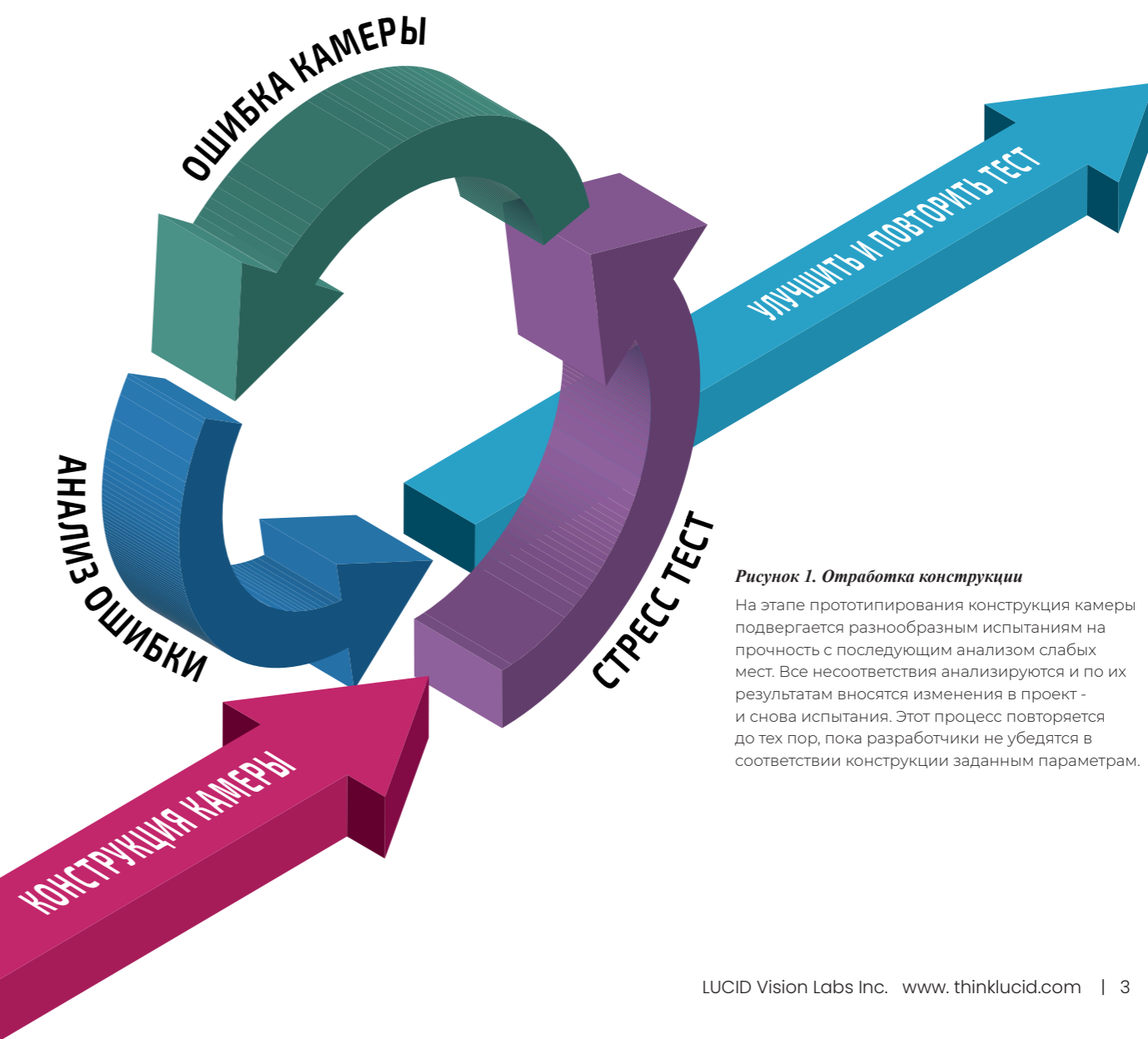


Рисунок 1. Отработка конструкции

На этапе прототипирования конструкция камеры подвергается разнообразным испытаниям на прочность с последующим анализом слабых мест. Все несоответствия анализируются и по их результатам вносятся изменения в проект - и снова испытания. Этот процесс повторяется до тех пор, пока разработчики не убедятся в соответствии конструкции заданным параметрам.

ПРОВЕРКА НА ПРОЧНОСТЬ

Проверка на прочность проводится на прототипах, чтобы убедиться в нужной функциональности и прочности конструкции. В ходе испытаний изделие подвергается экстремальным воздействиям, много превосходящим привычные условия эксплуатации. Испытания на прочность помогают выявить слабые места разработки до начала ее серийного производства. Полученные результаты – предмет тщательного анализа и, при необходимости, изменений в конструкции. В последнем случае – обновленный вариант снова подлежит испытаниям.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ

Что мы делаем?

Проверяется способность конструкции камеры противостоять экстремально высоким и низким температурам в климатической камере. Значения температур намного превосходят те, что используются потом в температурных тестах в ходе производства. Программа состоит из набора функциональных тестов, таких как циклы подачи питания, транслирование видеопотока и др.

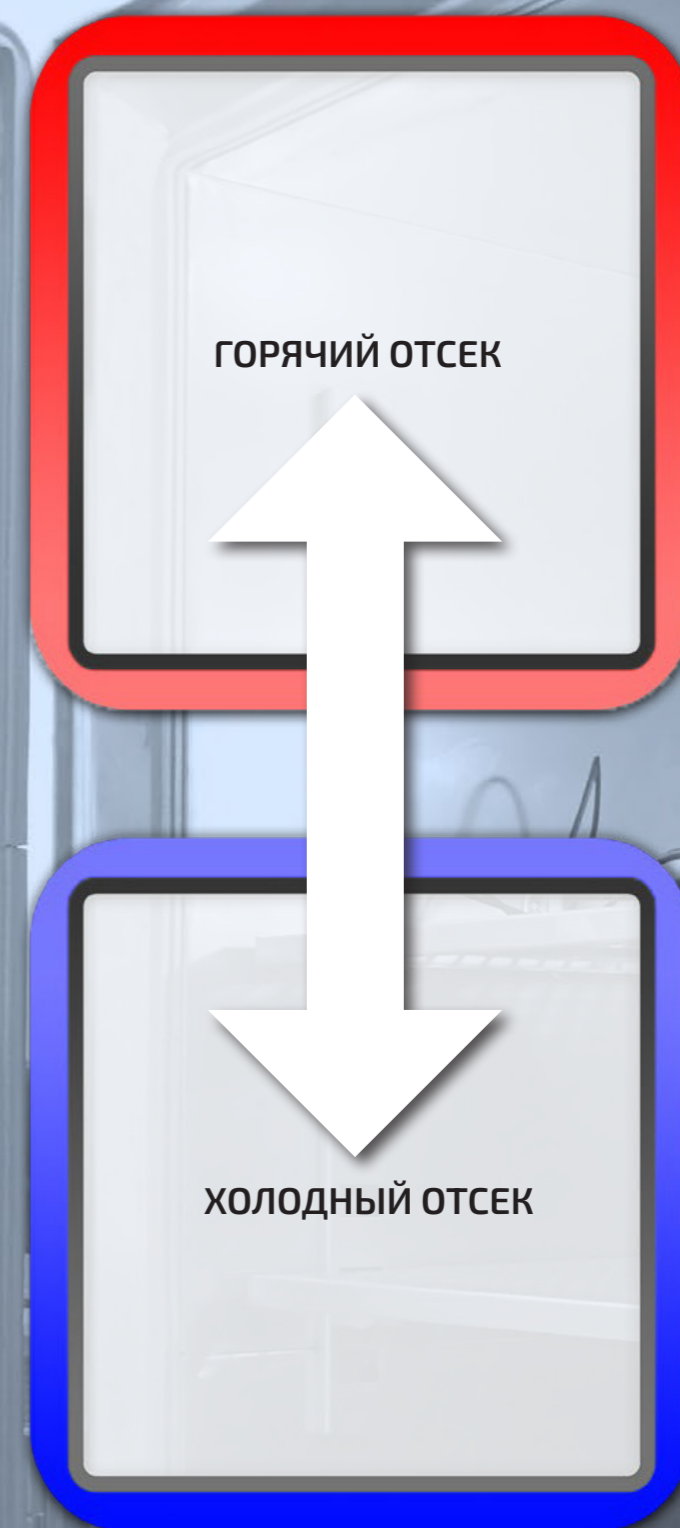
Стандарт. Какого-то определенного стандарта нет, но за основу взята программа ускоренных ресурсных испытаний HALT (Highly Accelerated Life Testing).

Почему это важно?

На этом этапе определяются слабые места конструкции до запуска ее в серийное производство. Во время испытаний контролируются все параметры работы камеры, что дает возможность инженерам улучшить конструкцию и исправить ошибки. Таким образом, снижается вероятность того, что какие-то инженерные просчеты перейдут в серийный продукт.

Рисунок 2. Термоудар

Климатические камеры позволяют испытывать работу оборудования при экстремально высоких и низких температурах. Образцы быстро перемещаются между холодным и горячим отсеками на внутренней платформе.



МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ: УДАРЫ И ВИБРАЦИИ

Что мы делаем?

Проверяем способность выдерживать механические воздействия. Камера монтируется на электродинамическом испытательном вибростенде (Рисунок 5), который генерирует механические воздействия различной частоты и силы вдоль осей X,Y и Z.(Рисунки 3 и 4).

Стандарт: IEC / DIN EN 60068-2-27 Испытания на воздействие внешних факторов – часть 2-27: Испытания. Испытание Ea и руководство: Удар. IEC / DIN EN 60068-2-64 часть 2-64: Испытания. Испытание Fh. Случайные колебания в широком диапазоне и руководство.

Почему это важно?

Оборудование часто работает в составе сложной промышленной установки или линии, содержащей много движущихся частей. Основание, на котором установлены камеры, может быть подвержено резким сменам направления и внезапным ударам. Испытания на вибро- и ударопрочность подтверждают надежность конструкции камеры. Проверке подвергается не только прочность внутренних компонентов, но и конструкция крепления камеры и объектива. Камеры машинного зрения, способные выдерживать механические нагрузки - предпочтительный выбор во многих задачах и за рамками промышленного производства. Например, для установки на автомобилях (плохие дороги) и мобильных роботах (столкновения в движении).

Рисунок 3. Пример программы испытаний на вибро- и ударопрочность.

Камеры LUCID Triton и Helios2 проходят проверку на прочность согласно условиям представленным в таблице. После испытаний камеры демонстрируют обычное качество изображения.

Тест	Стандарт	Параметры
Удар	DIN EN 60068-2-27	Каждая ось (x/y/z), 20g, 11мс, +/- 10 повторений
Тряска (Bump)	DIN EN 60068-2-27	Каждая ось (x/y/z), 20g, 11мс, +/- 100 повторений
Широкополосная вибрация	DIN EN 60068-2-64	Каждая ось (x/y/z), 4.9g СКЗ, 15-500Гц, 0.05g ² /Гц ускорение, 30мин на каждую ось

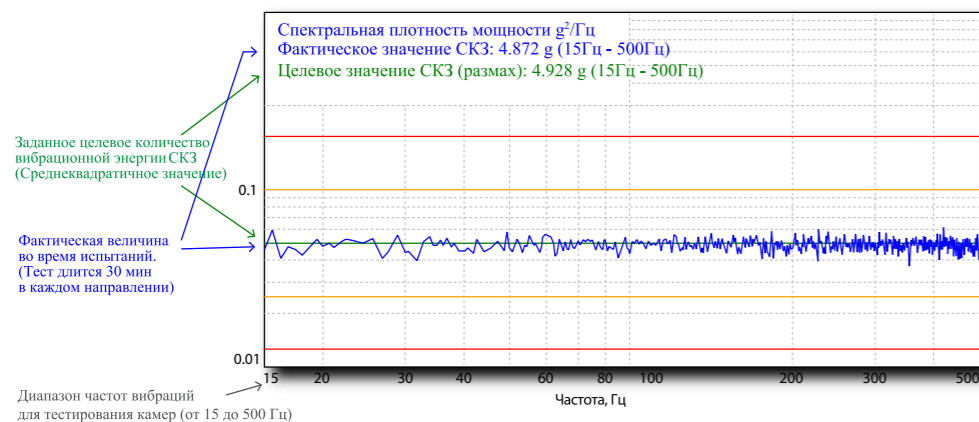


Рисунок 4. Запись воздействия широкополосной вибрацией (верхний график) и удара (нижний график).



Рисунок 5: Камеры LUCID изготовлены для вибрационных тестов

Камеры LUCID закреплены на вибростенде. Стенд контролирует количество и продолжительность ударов и вибраций. Камеры подключены к компьютеру для мониторинга функциональности. Макеты объективов используются для имитации рабочей нагрузки.

ВИБРОИСПЫТАНИЯ (ГАРМОНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ)

Что мы делаем?

Проверяем возможность камер выдерживать гармонические колебания. На камеры оказывается сильное воздействие – уровень акустического шума от вибрации стенда требует защиты ушей. Частота гармонических колебаний для камер LUCID изменяется плавно от 58 до 500 Гц со скоростью 1 октава в минуту. Поддерживается максимальное ускорение в 10g (20g размах, полная амплитуда синуса). Воздействие повторяется для трех осей X, Y и Z.

Стандарт: IEC / DIN EN 60068-2-6 Испытания на воздействие внешних факторов. Часть 2. Испытание Fc и руководство: Вибрация синусоидальная.

Почему это важно?

Несмотря на усилия инженеров максимально снизить уровень вибраций - станки, механизмы, моторы и другие движущиеся части будут всегда создавать их. Телам вращения свойственны гармонические возбуждения. Некоторые из этих гармоник постоянны и не заметны человеческому глазу. Испытания синусоидальным сигналом переменной частоты помогают выявить недостатки конструкции, связанные с резонансом. Резонансные явления вызывают разрушение конструкции и возникают при совпадении частоты внешнего воздействия с собственной резонансной частотой изделия. Причиной резонанса может быть, например, высокий компонент, плохо закрепленный на печатной плате.

Тест	Стандарт	Параметры
Вибрация синусоидальная	DIN EN 60068-2-6	Каждая ось (x/y/z), 10-58Гц; 1,5мм; 58-500Гц; 10g; 1 октава в минуту, 1 час 52 минуты на каждую ось.

Рисунок 6: Изменение частоты синусоидального воздействия

Во время теста частота синусоидального воздействия плавно меняется со скоростью одна октава (разница в два раза) в минуту.

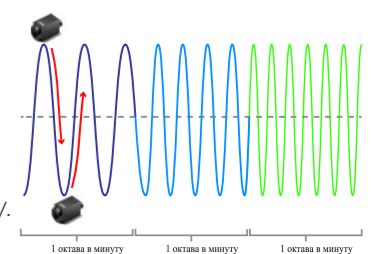


Рисунок 7. Невосприимчивость к промышленным помехам.

Программа тестов на ЭМС EN 61000-6-2

Нечувствительность к электромагнитным помехам радиочастотного диапазона. (питание DC и PoE):
80-1000МГц @10В/м;
1400-2000МГц @3В/м;
2000-2700МГц @1В/м.

Кондуктивная наведенная помеха радиочастотного диапазона (линии питания AC и линии Ethernet)
0,15-80МГц, 10В СКЗ, успокоение 3 секунды.

Броски напряжения (питание DC и PoE) до ±2кВ.

Импульсные помехи
Вход AC - до ±2кВ;
Ethernet - до ±1кВ.

Падение и короткие прерывания напряжения питания (питание DC и PoE)
Кратковременное снижение уровня напряжения 30%, 60%, 100%.

Невосприимчивость к электростатическим разрядам

ИСПЫТАНИЯ НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ СОВМЕСТИМОСТЬ

Что делаем?

Проверяем устойчивость камеры к электростатическим разрядам и промышленным электромагнитным полям. Для того, чтобы убедиться в бесперебойной работе устройства в промышленных условиях, на камеру воздействуют электромагнитными шумами, бросками и падением напряжения питания и другими способами (Рисунок 7).

Стандарт. IEC / DIN EN 61000-6-2. Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-2. Общие стандарты. Стандарт помехоустойчивости для промышленных сред.

Почему это важно?

Без тестов на электромагнитную совместимость нельзя быть уверенным, что камера машинного зрения сохранит работоспособность в промышленной обстановке в условиях электромагнитного излучения (Рисунок 8). Множество мощных приводов, систем питания и силовых устройств производят уровни электромагнитного излучения куда большие, чем можно встретить в быту или в офисе. Испытания подтверждают, что камера способна выдержать воздействия сильных электромагнитных полей, шумов источников питания, бросков напряжения и электростатических разрядов, сохранив при этом работоспособность и возможность захвата и передачи изображений.



Рисунок 8. Источники электромагнитных помех

- Частотноуправляемые приводы
- Источники питания
- Сервомоторы
- Конвейеры
- Осветители

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ

Что мы делаем?

Ранее мы фокусировались на предельных воздействиях, которые может выдержать камера. Однако требуется исследовать излучения и камеры, в первую очередь, в области электромагнитных полей, которые могут воздействовать на другие устройства. Существуют глобальные стандарты, призванные ограничить такие излучения. Им должны соответствовать все камеры, также как любые другие электронные приборы, продаваемые в том или ином регионе.

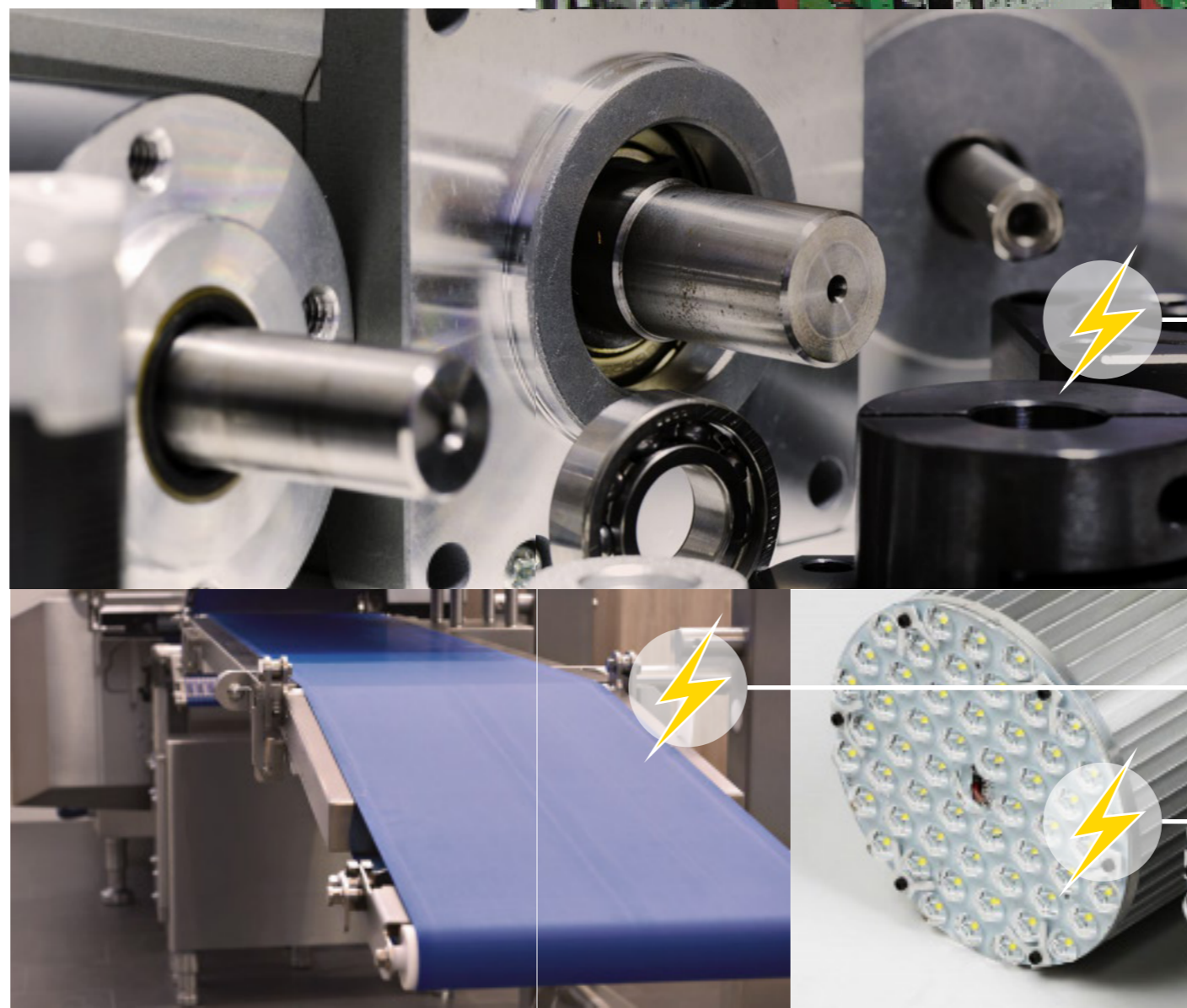
Стандарт. IEC / DIN EN 61000-6-3, Электромагнитная совместимость (ЭМС). Часть 6-3. Общие стандарты. Стандарт электромагнитного излучения для жилых, коммерческих и легких промышленных обстановок. FCC Class A (коммерческий/промышленный США), FCC Class B (жилые помещения, США), CE (EMC 2014/30/EU).

Почему это важно?

Устройства с плохо продуманной конструкцией излучают сильные электромагнитные помехи и не проходят испытания. Причиной тому могут быть некачественные комплектующие, неправильное их расположение, отсутствие заземления, неэффективность цепей питания и другие. С другой стороны, соответствие камеры стандартам подтверждает правильность инженерных решений, оптимизированные и эффективные подходы к питанию устройства и, как результат, безопасность совместной работы с другими приборами.



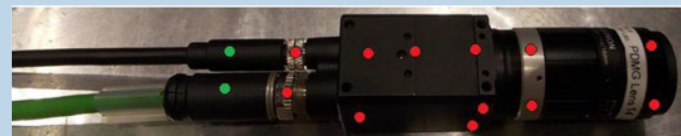
Маркировки FCC и CE о соответствии стандартам наносятся либо на этикетку, либо на корпус изделия.



В заданные точки работающей, передающей изображения камеры разряжается генератор электростатического разряда (ЭСР) (зеленые точки – воздушный разряд, красные – контактный). Камера получает порядка 50-ти разрядов (25-ть каждой полярности) до ±8кВ контактным способом и до ±15кВт – воздушным. Такие воздействия могут вызвать нарушение функционирования, вплоть до прекращения передачи изображений. На примерах ниже камера Triton полностью сохранила свою работоспособность.



Расположение точек разряда. Питание DC



Расположение точек разряда. Питание DC



Расположение точек разряда. Питание PoE



Расположение точек разряда. Питание PoE

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Тестированию с целью контроля качества подлежит каждая камера в ходе серийного производства. Тестирование даёт уверенность в функциональных возможностях и производительности, выявляет изделия с дефектами или функциональными отклонениями.

ИСПЫТАНИЯ В КЛИМАТИЧЕСКОЙ КАМЕРЕ. ТЕРМОУДАР.

Что мы делаем?

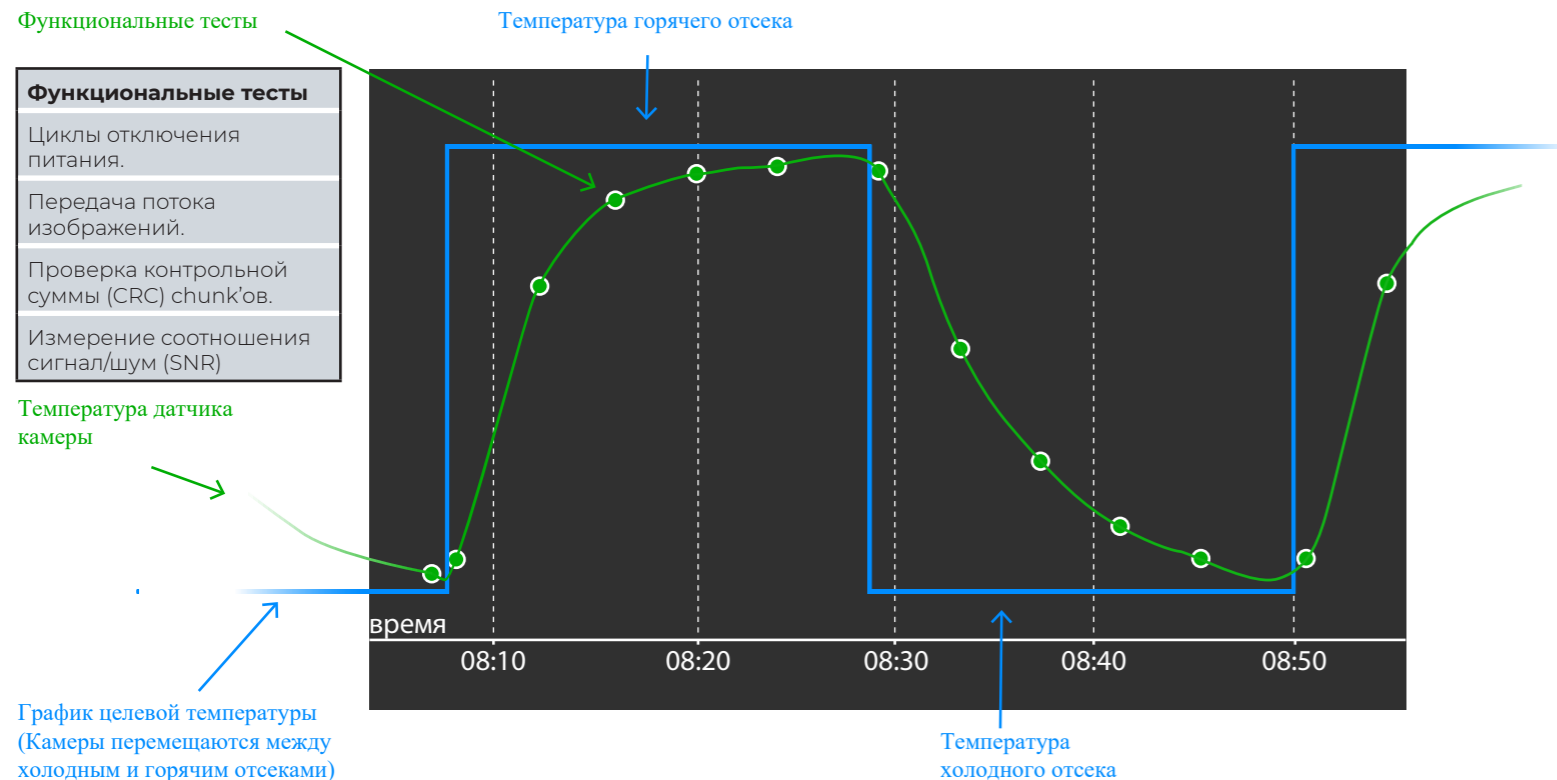
Каждая камера подвергается циклическому испытанию в климатической камере с перепадом температур: от высокой (верхний порог), до низкой (нижний порог). Пороги устанавливаются с небольшим превышением рабочих температур, чтобы гарантированно достичь их уровня. Во время температурных циклов периодически выполняется функциональное тестирование: включение/выключение питания, захват и передача изображений, проверка контрольной суммы (CRC) chunk'ов и соотношения сигнал/шум (SNR). Контролируется соответствие номинальным значениям величины потери данных (bit errors) и потребление. Циклические испытания в климатической камере продолжаются несколько часов. (Рисунок 9)

Стандарт. Какого-то определенного стандарта нет, но за основу взята программа ускоренных стресс тестов HASS (Highly Accelerated Stress Screening).

Почему это важно?

Циклические испытания помогают выявить камеры с дефектами прежде, чем они попадут в руки заказчика. Кроме того, они подтверждают работоспособность изделий в расширенном диапазоне температур.

Рисунок 9. Цикл испытаний в климатической камере.



ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ СОГЛАСНО СТАНДАРТА EMVA 1288

Что мы делаем?

Каждая камера подвергается тесту с использованием источника равномерного излучения (flat field) в соответствии со стандартом EMVA 1288 (EMVA: European Machine Vision Association – европейская ассоциация машинного зрения). Результаты тестов должны укладываться в заданный диапазон (Рисунок 10). Измеряются уровень темнового шума, емкость насыщения, неоднородность фоточувствительности, неоднородность темнового сигнала, нелинейность.

Стандарт: EMVA 1288 – Определение характеристик сенсоров изображения и камер.

Почему это важно?

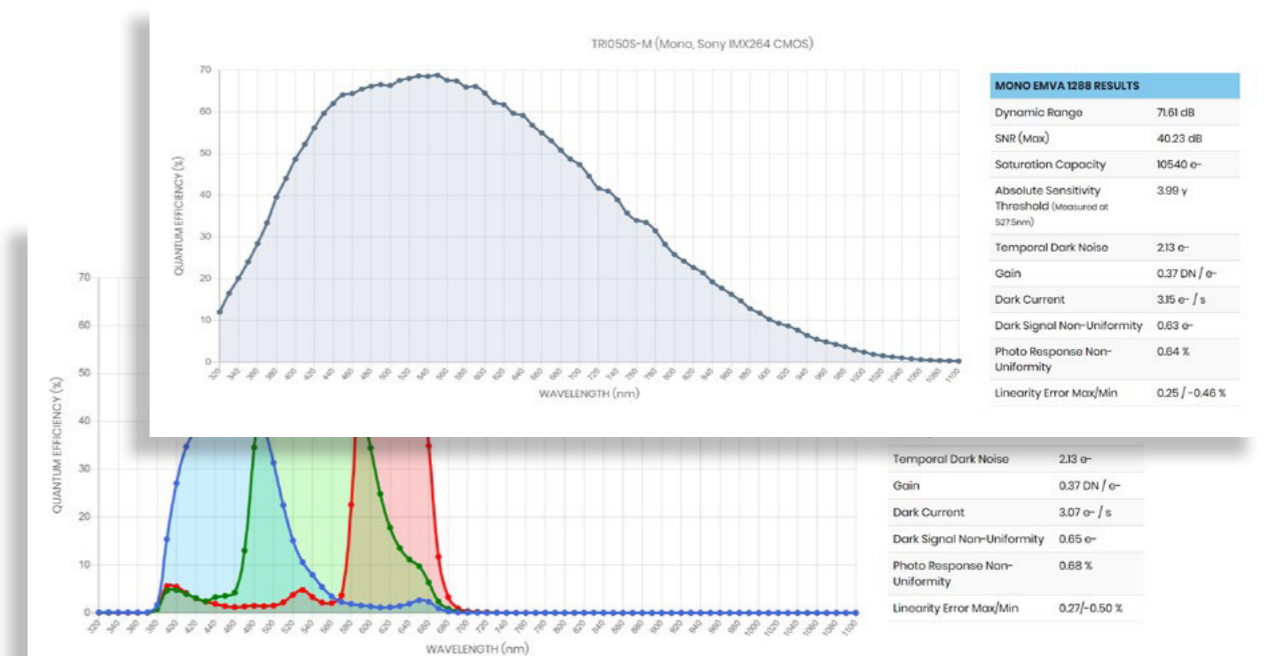
Измерения подтверждают стабильность рабочих характеристик от изделия к изделию. Образец, не прошедший испытание, изымается и отправляется на дополнительные исследования. Поскольку большинство производителей камер тестируют свою продукцию в соответствии со стандартом EMVA 1288 - пользователи, на основании результатов, могут сравнивать качество изображения для камер с разными сенсорами от многих поставщиков. (Рисунок 11).

Параметр	Допуск
Темновой шум	не более 2.4 e-
Ёмкость насыщения	не менее 9500 e-
Неравномерность фоточувствительности	не более 3%
Неоднородность темнового сигнала	не более 1.5 e-
Нелинейность	не более 1%

Рисунок 10. Тестируемые параметры и их предельные значения для Triton 5.0MP

Для того, чтобы пройти тесты каждая камера Triton 5.0MP должна уложиться в указанные допуски.

Рисунок 11. Результаты измерений для Triton 5.0MP согласно EMVA 1288. Аналогичные данные доступны для всех моделей камер LUCID.



ИСПЫТАНИЕ ЦИФРОВЫХ ЛИНИЙ (GPIU)

Что мы делаем?

Проверяем логические уровни для сигналов цифровых линий ввода и вывода. Соответствующие уровни цифровых сигналов подаются на камеру в качестве триггера захвата изображений.

Стандарт. Нет, но принятый в ПЛК уровень логики 24В повышает помехоустойчивость сигналов более высокого напряжения в зашумленной промышленной среде.

Почему это важно?

Часто в заводских условиях камеры машинного зрения взаимодействуют с другими устройствами: либо получают от них, либо передают им сигналы синхронизации и триггера. Для входных сигналов важна установка большего значения напряжения логического уровня для исключения ложных срабатываний в условиях высоких электрических помех. Для этого в камерах Triton™ и Helios2™ предусмотрена возможность настройки логических уровней для надежной синхронизации в зашумленных условиях.

ACTIVE SENSOR ALIGNMENT ЦЕНТРОВКА СЕНСОРА ОТНОСИТЕЛЬНО КРЕПЛЕНИЯ ОБЪЕКТИВА

Что мы делаем?

Измеряем наклон, центровку сенсора и расстояние (BFD: back focal distance) относительно отверстия объектива.

Стандарт. Нет. Но измерения во время процедуры центровки сенсора при его монтаже (Active Sensor Alignment) гарантируют точное позиционирование сенсора для каждого изделия.

Почему это важно?

По сравнению с обычным механическим позиционированием сенсора, с применением прокладок и пассивных техник, процедура центровки Active Sensor Alignment обеспечивает точное положение сенсора относительно отверстия объектива (Рисунок 13). Это критически важно для получения ясного и резкого изображения по всему сенсору от центра до периферии. Таким образом, обеспечивается стабильное качество изображения от камеры к камере, что дает разработчикам систем уверенность в неизменности положения камеры в серии.

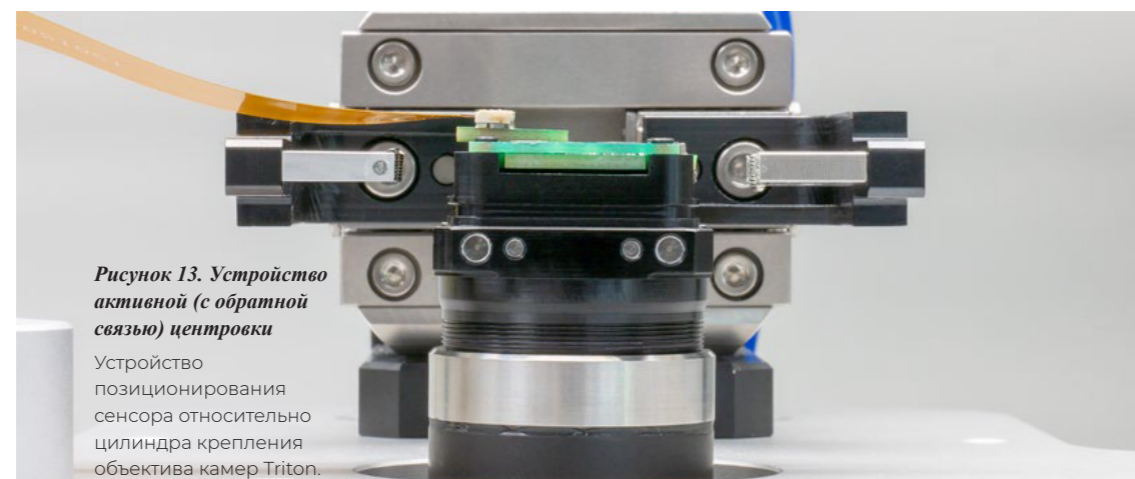
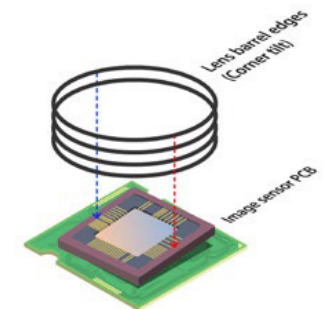


Рисунок 13. Устройство активной (с обратной связью) центровки

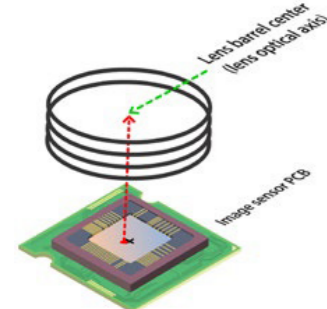
Устройство позиционирования сенсора относительно цилиндра крепления объектива камер Triton.



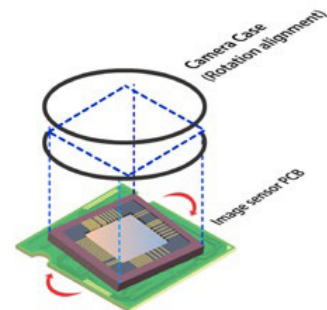
Рисунок 12. Активная центровка сенсора позволяет избежать следующих проблем.



Наклон сенсора приводит к разнице значений фокуса в его плоскости.



Смещение центра сенсора относительно оптической оси может привести к затенению углов.



Поворот сенсора усложняет процедуру установки камеры на объекте

IP67 ИСПЫТАНИЯ (ПРОНИКНОВЕНИЕ ВОДЫ И ПЫЛИ)

Что мы делаем?

Проверяем пыле- и влагозащищенность корпуса камеры. Выполняются тесты под давлением и с погружением. (Рисунок 15).

Стандарт. IP67 (стандарт IEC 60529, Рисунок 14) предполагает что камера должна быть пыленепроницаема и выдерживать 30-ти минутное погружение на глубину до 1 м.

Почему это важно?

Для электронного оборудования влага и пыль представляют серьезную опасность. Особенно это значимо для обрабатывающего производства, где станки режут, сверлят и моют детали. Обработка овощей и фруктов также сопряжена с влажными процессами со струями воды и частицами грунта. Для обеспечения непрерывной работы в промышленных условиях камера в исполнении IP67 является естественным выбором.

Долгое время защитные кожухи были типовым решением. Однако обеспечение степени защиты IP67 для самой камеры открывает новые возможности по компоновке и размещению оборудования, сокращает затраты на монтаж и обслуживание.

Рисунок 14. Уровни защиты от проникновения воды и пыли.

Пылезащита		Влагозащита	
1	отверстия < 50мм	1	Вертикально падающие капли
2	отверстия < 12мм	2	Капли падающие под углом 15° к поверхности
3	отверстия < 2,5мм	3	Брызги в любом направлении, составляющим угол до 60° к вертикали.
4	отверстия < 1,0мм	4	Брызги в любом направлении.
5	Пылезащищенное. Незначительное проникновение пыли.	5	Струя воды.
6	Пыленепроницаемое. Нет проникновения пыли.	6	Сильная струя воды.
		7	Погружение на глубину от 15см до 1 метра в течение 30 минут.
		8	Длительное погружение.

Рисунок 15. Камера Triton частично погружена в воду перед тестом на водонепроницаемость.



Пыле- и влагозащита IP67



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не все камеры машинного зрения предназначены для использования в суровых условиях промышленного производства. Некоторые производители декларируют, что их камеры готовы для работы в промышленных применениях в режиме 24/7, но при этом должны быть указаны соответствующие критерии, стандарты и предоставлены результаты испытаний. Не тратить уйму времени на изучение длинных спецификаций различных изготовителей в процессе выбора надежной камеры для промышленного применения помогает знание соответствующих стандартов и программ испытаний. Настоящий материал представляет собой обзор таких испытаний, и хотя не охватывает всё многообразие доступных тестов, например для медицинских или военных задач, он в полной мере дает представление о наиболее популярных испытаниях и параметрах камер машинного зрения, специально разработанных для промышленных применений.

LUCID использует свой огромный опыт в разработке камер машинного зрения для изготовления по-настоящему готовых к промышленному применению устройств. В частности, камеры Triton и Helios2 спроектированы, изготовлены и проверены для работы в тяжелых условиях эксплуатации с точки зрения электромагнитной совместимости, ударо- и вибростойкости, IP67 пыли- и влагозащитности. Предлагая инновационные продукты в промышленном исполнении, LUCID предоставляет разработчикам возможности создания наиболее надежных и долговечных систем машинного зрения для своих заказчиков.

Аккредитованные лаборатории

Некоторые тесты, такие как вибрационные, ударные и ЭМС требуют специализированного испытательного оборудования. В этих случаях LUCID работает с аккредитованными лабораториями, которые помогают разрабатывать и проводить тесты.



Отчеты о проведенных испытаниях

Промышленные 2D и 3D Factory Tough камеры



Электромагнитная совместимость
EN 61000-6-2



Вибро- и ударопрочность
EN 60068-2-27
EN 60068-2-64
EN 60068-2-6



Пыле- и влагозащита
IP67



M12 & M8 надежные разъемы
IEC 61076-2-109
IEC 61076-2-104



Литой алюминиевый корпус
Прочный & Легкий



Ethernet 100m с питанием PoE
IEEE 802.3af/at

LUCID Головной офис

LUCID Vision Labs, Inc.
130-13200 Delf Place, Richmond B.C.
Canada, V6V 2A2
sales@thinklucid.com
thinklucid.com
1-833-465-8243

Европа, Бл. Восток, Африка

LUCID Vision Labs GmbH
Rentalstraße 14,
74360 Ilsfeld Germany
sales.emea@thinklucid.com
+49 (0) 7062 97676 12

Россия, ЕАЭС дистрибьютор

ООО «Витэк-Автоматика»
198035 Санкт-Петербург
н.р. Фонтанки 170
+7 (812) 5754591, lucid@vitec.ru
www.vitec.ru
visionmachines.ru