

# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## Общая характеристика

Фотобарьеры (завесы) - фотоэлектрические устройства, использующие один или более световых лучей, испускаемых излучателем и принимаемых приемником для создания неосязаемой области контроля.

### • Тип безопасности

определяет самоконтроль и принципы безопасности в устройстве. Тип должен быть выбран как функция уровня риска, характеризующего оборудование. Когда выбранное устройство безопасности - фотоэлектрический барьер, он должен соответствовать ТИПу 2 или ТИПу 4, как установлено Международным Стандартом МЭК 61496 1-2.

#### ПРИМЕЧАНИЕ: Почему "Тип", а не "Категория"?

Говоря о фотобарьерах и лазерных сканерах, мы обычно обращаемся к их "типу безопасности", в то время как, для всех других устройств безопасности критерий выбора - "категория безопасности". Это различие исходит от Международного Стандарта МЭК 61496, в котором термин "тип" введен, для того, чтобы определить уровень безопасности оптоэлектронного защитного оборудования. Практически, "тип" добавляет некоторые т.н. "оптические" требования к требованиям, которые определяют категории для неоптических устройств безопасности. Поэтому, фотобарьер Типа 2 - фотобарьер, который выполняет требования для электроники категории безопасности 2 и, кроме этого, у лучей которого есть определенные особенности, включающие угол визирования, защищенность от внешнего освещения и так далее. То же самое касается фотобарьера Типа 4 и лазерного сканнера Типа 3.

"Тип" может использоваться по тому же принципу, как используется "категория", чтобы определить, какое устройство подходит в данную схему защиты. Например, фотобарьер тип 2, связанный с категорией 2 системы управления, формирует категорию 2 схемы защиты. Если система управления будет категорией 3, то фотобарьер тип 2 понизит ее к категории 2, в то время как фотобарьер тип 4 или лазерный сканнер тип 3 будет поддерживать ее в категории 3. Только фотобарьер тип 4 будет поддерживать категорию 4 схему безопасности 4.

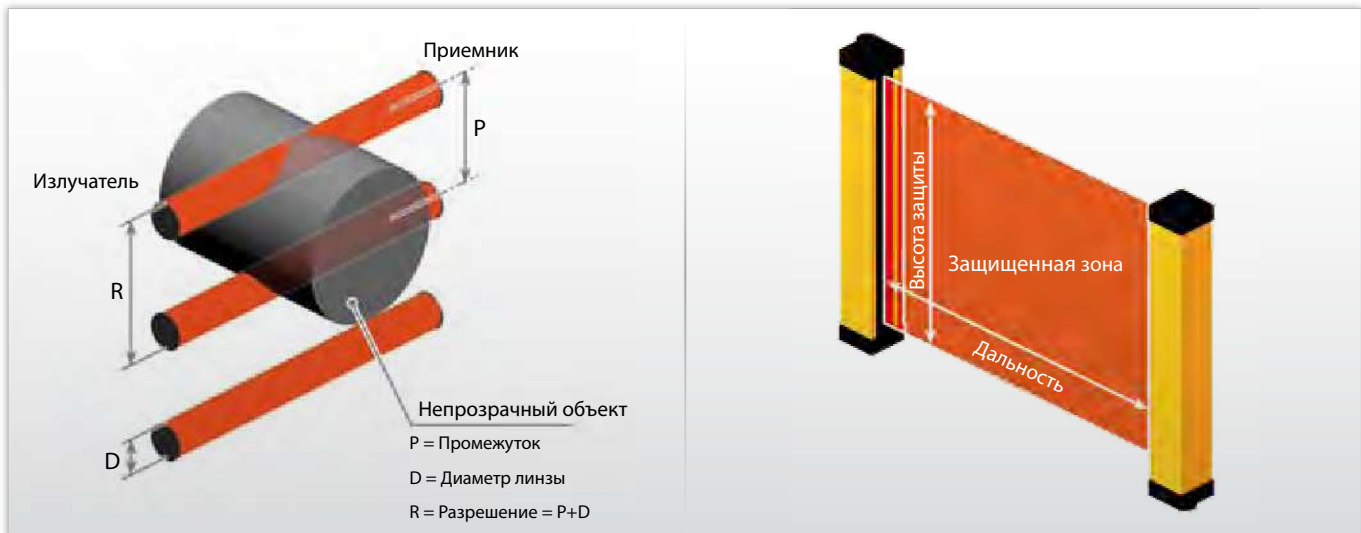
### • Разрешение

Разрешающая способность фотобарьера - минимальный размер объекта, помещенного в контролируруемую область, способного затенить контролируемую зону и, следовательно, остановить опасное движение оборудования.

Разрешающая способность (R) однолучевых барьеров является такой же, как диаметр линзы. Разрешающая способность (R) многолучевых барьеров равна сумме диаметров линз, плюс расстояние между двумя смежными линзами.

$$R = D$$

$$R = P+D$$



### • Высота защиты

Это высота, которую контролирует фотобарьер. Если он расположен горизонтально, эта мера показывает глубину защищенной зоны.

### • Дальность

Это максимальное рабочее расстояние, которое может существовать между излучателем и приемником. Когда используются зеркала отклонения, необходимо принять во внимание коэффициент затухания, внесенный каждым из них, величина которого приблизительно равна 15 %.

### • Время отклика

Это время, необходимое фотобарьеру, чтобы передать сигнал тревоги с момента вторжения в защищенную зону.

# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## ПРЕИМУЩЕСТВА СВЕТОВЫХ ЗАВЕС

- Эффективная защита в случае усталости или отвлечения внимания оператора.
- Увеличение производительности оборудования, т.к. фотобарьер не требует ручного управления или физической силы или необходимости включения / отключения.
- Более быстрый запуск / перезапуск механизма.
- Устранение риска вмешательства, так как любое, не отвечающее нормам вмешательство по отношению к фотобарьеру останавливает оборудование.
- Простая и быстрая установка, с большими возможностями регулирования на оборудовании.
- Возможность создать защиту большого размера, как линейную так и вдоль периметра, по нескольким сторонам с наименьшими затратами.
- Облегченное и быстрое обслуживание машины, так как нет потребности в передвижении физических объектов,

## УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

Для эффективности защитной функции фотобарьеров необходимо проверить:

- Возможность свободного электрического присоединения к блоку управления оборудования.
- Возможность остановить опасные движения оборудования сразу. В частности, важно знать время остановки станка, чтобы разместить фотобарьер на правильном расстоянии.
- Время, потраченное для достижения точки риска должно быть больше, чем время, необходимое, чтобы остановить опасное движение.
- Оборудование не должно создавать вторичной опасности такой, как падение сверху материалов. Если эта опасность существует, необходима дополнительная механическая защита.
- Минимальный размер объекта обнаружения должен быть равным или больше, чем выбранная разрешающая способность фотобарьера.



## ■ СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

### Правила выбора световых завес безопасности

1. Определение зоны, которая будет защищена.
2. Определение частей тела, которые должны быть обнаружены:
  - пальцы или руки
  - приближающееся тело человека
  - присутствие человека в опасной области
3. Определение безопасного расстояния между фотобарьером и точкой опасности.
4. Определение категории (ТИПа) безопасности, который будет принят.

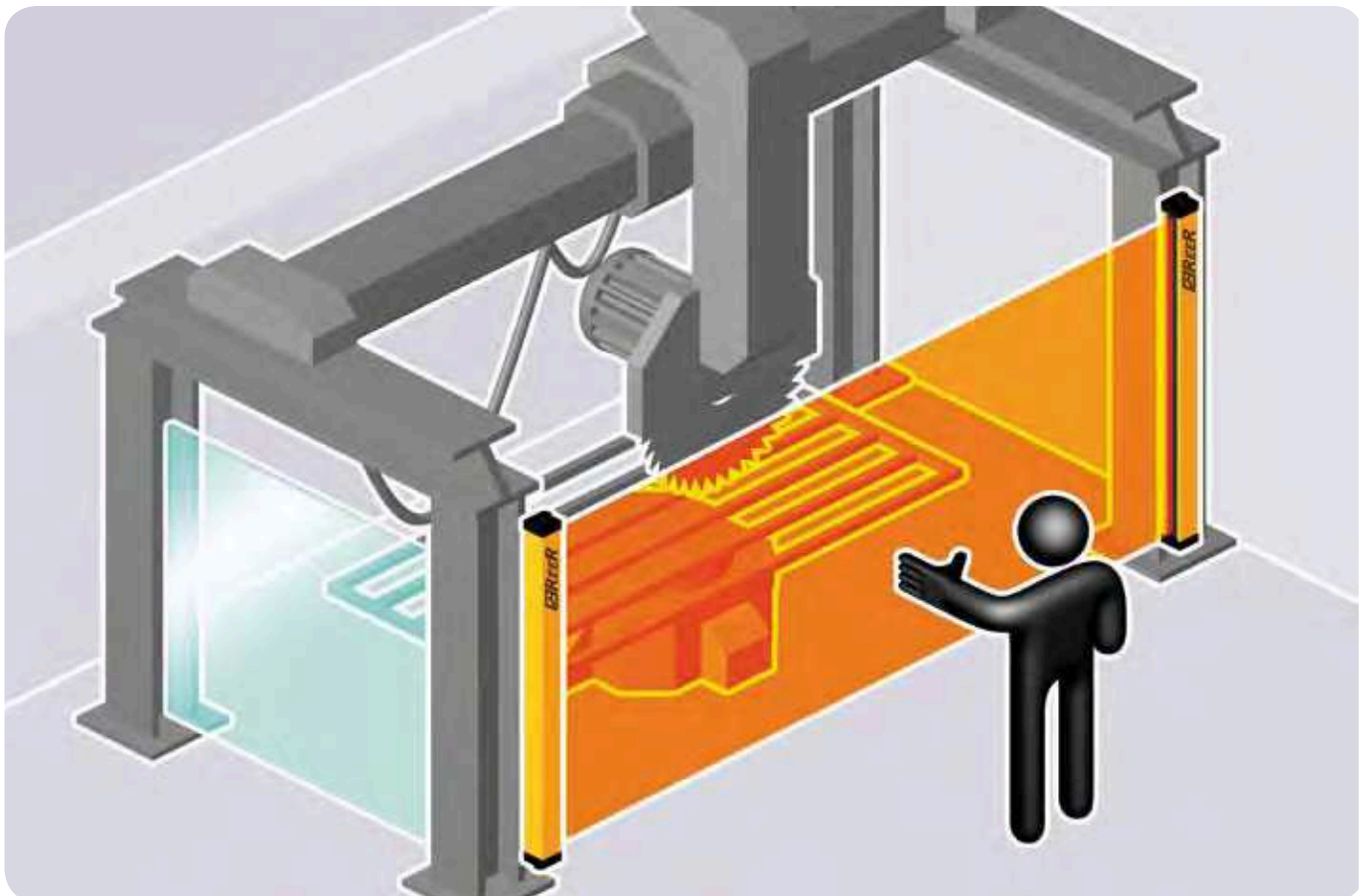
### Определение зоны, которая будет защищена

Примите во внимание конфигурацию зоны:

- форму и размеры: ширину и высоту области доступа
- расположение опасных частей
- возможные точки доступа

Фотобарьер должен быть помещен так, чтобы предотвратить доступ к опасной области сверху, снизу, и со всех сторон, не пересекая область, защищенную световой завесой.

Можно установить одно или более отражающих зеркал, чтобы защитить области доступа с нескольких сторон. Это приводит к значительному сокращению затрат, поскольку избавляет от необходимости монтажа многих фотобарьеров.



# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА ОБНАРУЖЕНИЯ

	ОБНАРУЖЕНИЕ	ХАРАКТЕРИСТИКИ	ПРЕИМУЩЕСТВА
	<p>Палец или рука</p>	<p>Защита необходима, когда оператор должен работать близко к опасности. Разрешающая способность барьера должна быть не более 40 мм.</p>	<p>Возможность ускорить измерения, сводя к минимуму расстояние между защитой и опасной зоной.</p> <p>Короткое время для запуска и перезапуска станка.</p> <p>Меньше усталости оператора, больше производительности.</p>
	<p>Тело</p>	<p>Защита нескольких сторон, так же, больших расстояний сканирования.</p> <p>Барьер должен быть помещен по крайней мере в 850 мм. от опасности.</p> <p>Барьер, обычно с 2-3-4 лучами, с разрешающей способностью не менее 70 мм.</p>	<p>Меньшая стоимость защиты за счет меньшего числа лучей.</p> <p>Возможность покрытия больших зон, за счет использования отражающих зеркал.</p> <p><a href="#">См. примечание ниже</a></p>
	<p>Присутствие в опасной зоне</p>	<p>Фотобарьеры располагаются горизонтально. Разрешающая способность фотобарьеров зависит от высоты плоскости, которая не должна превышать 116 мм.</p>	<p>Возможность контролировать зоны, не видимые с того места, где расположен пульт управления станка.</p>

**Примечание:** Случайный запуск станка не произойдет, когда кто-либо пересекает чувствительную область и остается не обнаруженным в опасной зоне.

Способы избежания подобного типа рисков:

- Использование функции блокировки старт/рестарт, при том, что зона риска находится полностью под наблюдением и никто не может инициировать команду изнутри опасной зоны
- Команда Рестарт должна быть безопасной согласно стандарту МЭК 61496-1
- Использование дополнительных датчиков присутствия внутри опасной зоны
- Использование превентивных мер, исключаящих "незамеченность" оператора в пространстве между защищенной и опасной зоной.



# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## Определение безопасного расстояния

Эффективность защиты зависит, главным образом, от расположения световой завесы по отношению к опасности.

Фотобарьер должен быть расположен на расстоянии большем или равном минимальному расстоянию безопасности ( $S$ ), так чтобы при достижении оператором опасного места движение механизмов было гарантированно остановлено.

Световая завеса должна быть расположена так, чтобы:

- Исключить возможность достижения опасной точки без пересечения пространства, контролируемого световой завесой.
- Человек не смог находиться в опасной зоне не будучи обнаруженным. В этой связи, возможно понадобятся дополнительные защитные устройства (т.к. фотобарьеры, расположенные горизонтально).

Европейский стандарт EN 999 содержит аспекты, которые могут быть использованы в методе расчета безопасного расстояния.

*Если машина или объект подчиняется определенному стандарту типа "С", то он должен быть взят за основу при расчете безопасного расстояния.*

Если расстояние  $S$ , полученное данным методом является очень большим, то необходимо:

- а) уменьшить общее время останова машины,
- б) увеличить разрешение световой завесы.



Односторонняя защита



Трехсторонняя защита с использованием зеркал

## ОСНОВНАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЕТА МИНИМАЛЬНОГО БЕЗОПАСНОГО РАССТОЯНИЯ

$$S = K \times T + C$$

$S$	минимальное безопасное расстояние между защитой и опасной точкой в мм.
$K$	скорость приближения тела или части тела в мм / сек.
$T$	общее время останова машины, состоящее из: $t_1$ - время реагирования защитного устройства в сек. $t_2$ - время реагирования машины в сек. до полного останова.
$C$	дополнительное расстояние в мм.

# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

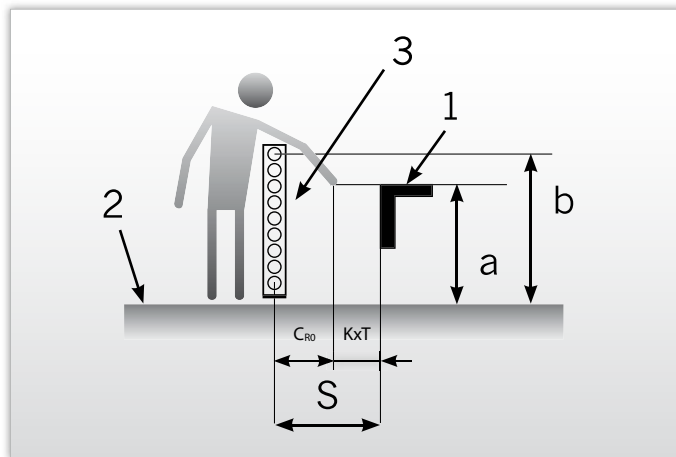
Расстояние С учитывает:

1. Возможность проникновения части тела в защищенную область перед тем, как быть обнаруженной.

В этом случае:

- $C = 8 \times (d-14)$  если  $d$  (разрешение световой завесы)  $\leq 40$  мм
- $C = 850$  если  $d$  (разрешение световой завесы)  $> 40$  мм и для барьеров в 2-, 3-, 4 луча
- $C = 1200 - (0,4 \times H)$  для горизонтальных световых завес.

2. В отдельных случаях, опасность достижения опасной точки через верхний край защищенной области (вертикальное расположение завесы). Тогда, расстояние С берется из Таблицы 2 по ISO 13855 / EN 999:



1 = Опасная зона 2 = Базовая плоскость 3 = Световая завеса

Высота опасной зоны, а	b - высота верхнего края области, защищенной световой завесой											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600
	Альтернативное расстояние $C_{R0}$											
2600	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	400	400	350	300	300	300	300	300	250	150	100	-
2400	550	550	550	500	450	450	400	400	300	250	100	-
2200	800	750	750	700	650	650	600	550	400	250	-	-
2000	950	950	850	850	800	750	700	550	400	-	-	-
1800	1100	1100	950	950	850	800	750	550	-	-	-	-
1600	1150	1150	1100	1000	900	800	750	450	-	-	-	-
1400	1200	1200	1100	1000	900	850	650	-	-	-	-	-
1200	1200	1200	1100	1000	850	800	-	-	-	-	-	-
1000	1200	1150	1050	950	750	700	-	-	-	-	-	-
800	1150	1050	950	800	500	450	-	-	-	-	-	-
600	1050	950	750	550	-	-	-	-	-	-	-	-
400	900	700	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

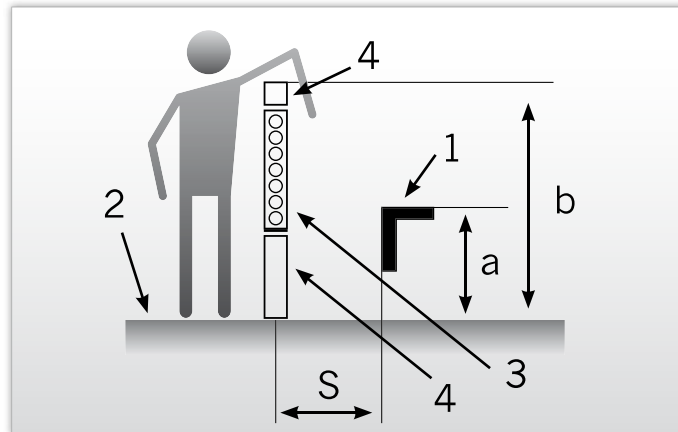
Таблица 2 по ISO 13855/EN 999

- Интерполяция не допускается
- Если расстояния а, b и С попадают между величин, указанных в таблице, нужно использовать наибольшую
- Расстояние  $C_{R0}$  (reaching over), рассчитанное по Таблице 2 ISO 13855 / EN 999 нужно сравнить с расстоянием С, рассчитанным обычным методом (см. параграф 1). Всегда выбирайте наибольшее значение.

## СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

В случае комбинации механических и электро-чувствительных защитных устройств (см. рисунок), расчет параметра С производится по Таблице 1 (задачи с малым риском) или по Таблице 2 (задачи с высоким риском) из ISO 13857:2007.

- 1 = Опасная зона
- 2 = Базовая плоскость
- 3 = Световая завеса
- 4 = Механическая защита



При расчете безопасного расстояния необходимо учитывать допуски при установке, погрешности в измерениях времени отклика и возможный износ тормозных систем оборудования.

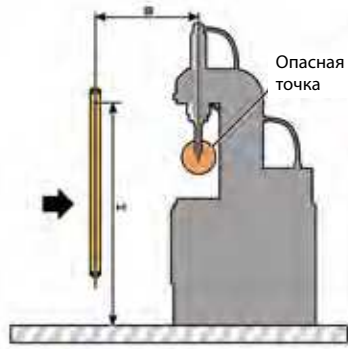
Когда износ тормозных систем возможен, используйте устройство измерения производительности тормоза (SPM).

# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## Определение безопасного расстояния

НАПРАВЛЕНИЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ЗАЩИТНОЙ ПЛОСКОСТИ,  $\alpha=90^\circ (\pm 5^\circ)$

Световая завеса с разрешением равным или меньшим 40 мм для обнаружения кисти руки или пальцев  
 $D \leq 40$



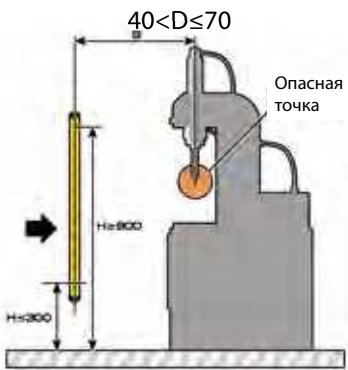
$$S = 2000 \times T + 8 \times (D - 14)$$

если  $S > 500$ , тогда

$$S = 1600 \times T + 8 \times (D - 14)$$

- Расстояние  $S$  должно быть не менее 100 мм.
- Если расстояние  $S$  больше 500 мм, то можно пересчитать расстояние по следующей формуле.
- В данных случаях, расстояние не должно быть менее 500 мм.

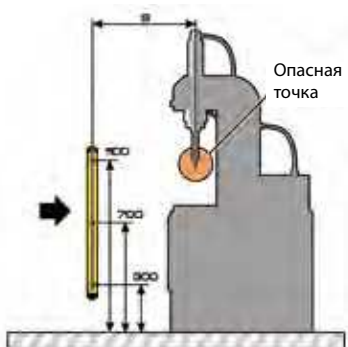
Световая завеса разрешением больше 40 мм и меньше 70 мм для обнаружения рук и ног.



$$S = 1600 \times T + 850$$

- Высота нижнего луча должна быть равной или меньшей 300 мм.
- Высота верхнего луча должна быть равной или большей 900 мм.

Световая сетка для контроля зон доступа с разрешением более 70 мм.



$$S = 1600 \times T + 850$$

Количество лучей и высота защиты

N.	Рекомендуемая высота
2	400 - 900 мм
3	300 - 700 - 1100 мм
4	300 - 600 - 900 - 1200 мм

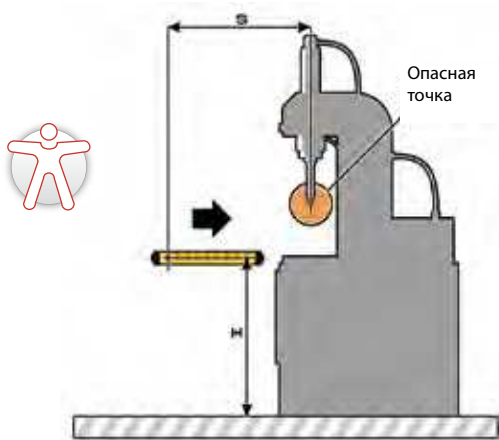


# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## Определение безопасного расстояния

### НАПРАВЛЕНИЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО ЗАЩИТНОЙ ПЛОСКОСТИ, $\alpha=0^\circ (\pm 5^\circ)$

Горизонтальная световая завеса для контроля присутствия в опасной зоне.

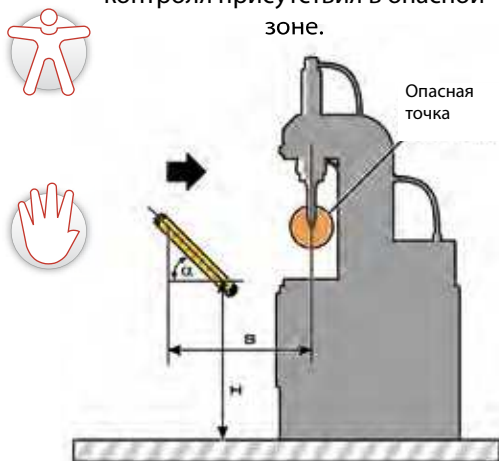


$$S=1600 \times T + (1200 - 0,4 \times H)$$

- $1200 - (0,4 \times H)$  должно быть равным или больше 850 мм.
- Высота  $H$ , зависящая от разрешения  $D$  световой завесы рассчитывается по следующей формуле:  
 $H = 15 \times (D - 50)$
- Определение максимального разрешения для различных высот производится по формуле:  
 $D = H / (15 + 50)$
- Зная, что максимальная высота  $H$  должна быть больше 1000 мм, то максимальные пределы разрешения будут следующими:  
для  $H = 1000$  мм  $D = 116$  мм  
для  $H = 0$  мм  $D = 50$  мм
- Если  $H$  больше, чем 300 мм, то на стадии оценки риска необходимо учитывать возможность проникновения ниже луча.

### НАПРАВЛЕНИЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ НАХОДИТСЯ ПОД УГЛОМ К ЗАЩИТНОЙ ПЛОСКОСТИ, $5^\circ < \alpha < 85^\circ$

Наклонная световая завеса для обнаружения рук и кистей рук и контроля присутствия в опасной зоне.



- При  $\alpha > 30^\circ$  используйте ситуацию перпендикулярного приближения.
- При  $\alpha < 30^\circ$  используйте ситуацию параллельного приближения.

- При  $\alpha > 30^\circ$ :
  - Расстояние  $S$  относится к лучу, наиболее удаленному от опасной точки.
  - Высота луча, наиболее удаленного от опасной точки должна быть не более 1000 мм.
- Для самого низкого луча, для определения высоты  $H$  или разрешения  $D$  применяются следующие формулы:  
 $H = 15 \times (D - 50)$   
 $D = H / (15 + 50)$

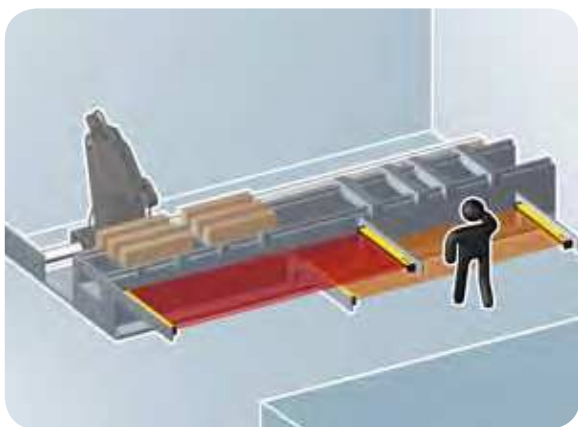
# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## Функция приглушения

Функция приглушения предназначена для автоматического отключения функции безопасности световой завесы в определенные стадии машинного цикла. Приглушение может иметь место только при условии безопасности.

Предусмотрено два вида использования:

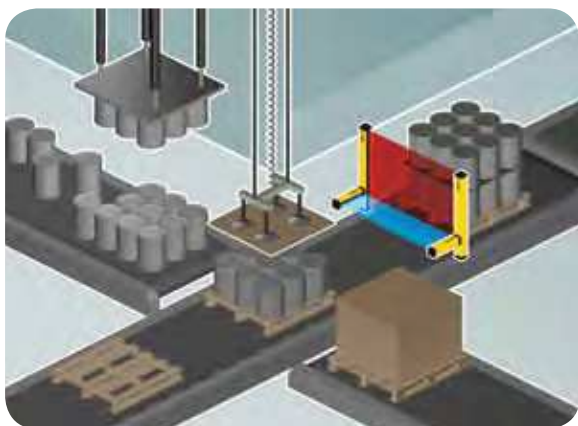
1- Дозволение доступа персонала внутрь опасной зоны во время не опасной части машинного цикла.



Пример: загрузка или выгрузка заготовки.

В зависимости от положения оснастки, представляющей наиболее опасную часть, одна из двух завес (напротив зоны работы инструмента) активна, в то время, как другая находится в режиме приглушения, позволяя оператору произвести загрузку/выгрузку заготовки. Режим приглушения переключается с одной завесы на другую в зависимости от положения оснастки.

2- Дозволение прохождения материалов и запрет доступа персонала.



Пример: выход поддона из опасной зоны.

Световая завеса безопасности включает датчики приглушения, способные различать персонал и материалы. Только материалы могут пройти через зону сканирования.

Существенные требования, касающиеся функции приглушения приведены в следующих стандартах:

МЭК 61496-1 "Электро-чувствительное защитное оборудование"

EN 415-4 "Безопасность оборудования - автоматизированные паллетайзеры"

МЭК TS 62046 "Применение защитного оборудования для обнаружения присутствия персонала"

Основные требования:

- Приглушение это временная приостановка функции безопасности с автоматическим включением и отключением
- Уровень полноты безопасности цепи, в которой внедрена функция приглушения должен быть равным уровню временно прерванной функции безопасности, так, чтобы производительность всей системы не была снижена
- Приглушение должно включаться и отключаться только посредством двух или более отдельных проводных сигналов, переключаемых в правильной временной или пространственной последовательности
- Приглушение не должно включаться, когда выходы ESPE в не активном состоянии
- Функция приглушения не должна запускаться при выключении и новом включении устройства
- Приглушение должно быть активировано только в назначенной стадии машинного цикла, только при отсутствии риска оператора
- Датчики приглушения должны иметь механическую защиту.

## СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

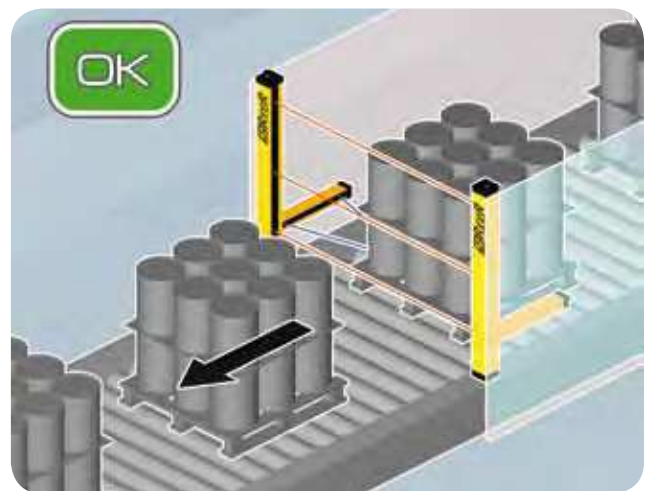
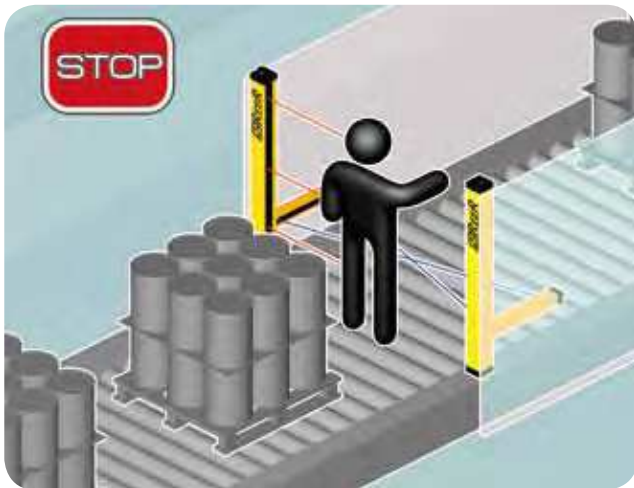
### ПРИГЛУШЕНИЕ: ПАЛЛЕТАЙЗЕРЫ И СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ГРУЗОВ

Требования по осуществлению контроля проходов:

- Контроль осуществляется над грузом, не над поддоном, в противном случае оператор может быть затянут поддоном в опасную зону
- Приглушение должно быть ограничено фактическим временем, требуемым для прохождения материалов через проход
- Конфигурация приглушения типа L должна иметь особенную логику работы
- Приглушение должно быть ограничено во времени
- Рассогласование датчиков с эффектом, подобным включению не должно допустить состояния постоянного приглушения
- Конфигурация и расположение датчиков приглушения должны обеспечивать надежное различение материалов и персонала
- Планировка прохода, расположение датчиков приглушения и дополнительная боковая защита должны предотвратить доступ в опасную зону в течении всего времени действия функции приглушения и времени пересечения поддоном прохода.

- есть допуск для материалов
  - нет допуска для людей
- прохождение через световую завесу

Функция приглушения может быть представлена в световых завесах безопасности обоих типов: 2 и 4.

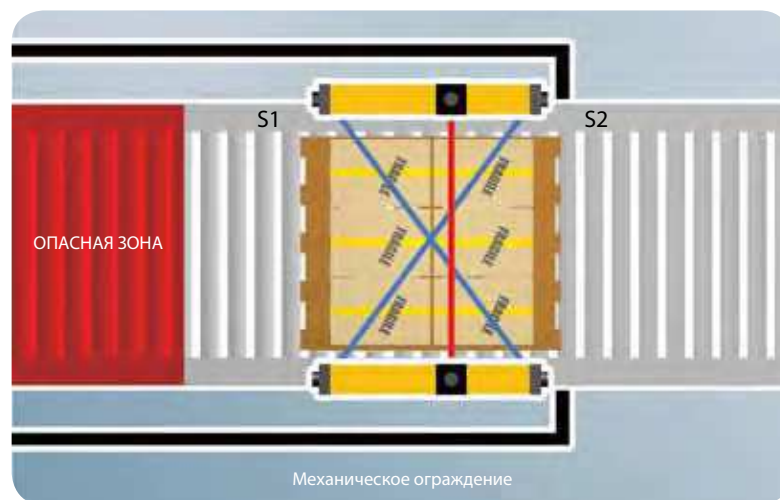


# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

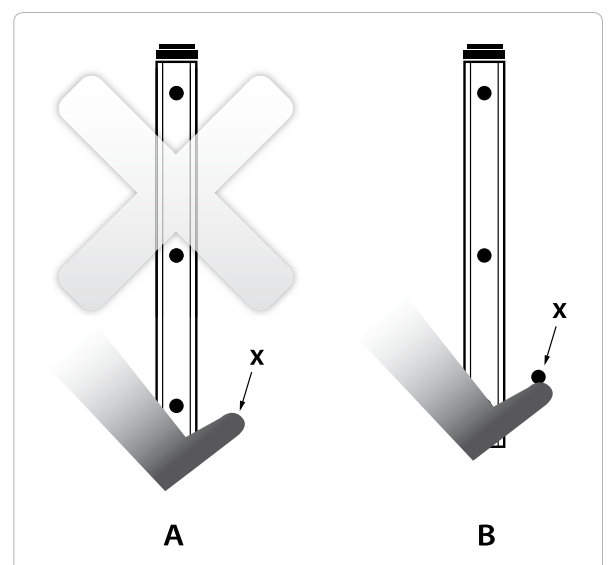
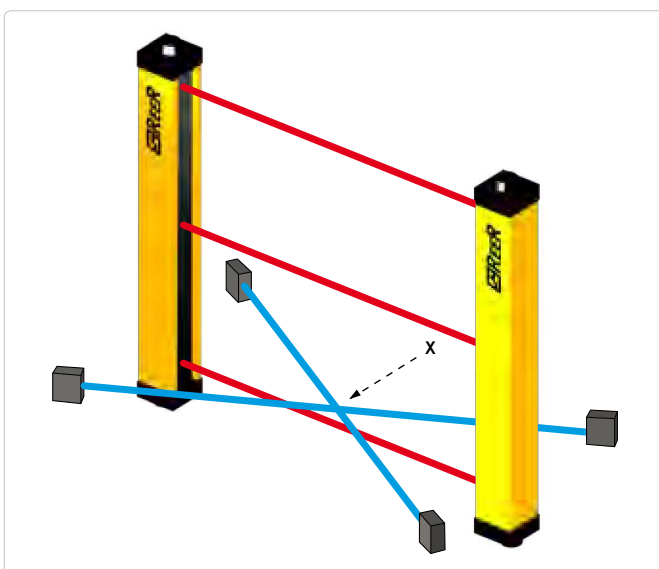
## Общие решения по расположению датчиков приглушения

Приглушение с помощью 2-х пересекающимися лучами – Конфигурация типа Т с контролем времени для двунаправленного движения поддонов:

- Точка пересечения двух лучей должна находиться обособленно от опасной зоны, позади световой завесы
- Необходимо предусмотреть отказобезопасный таймер для ограничения времени приглушения по времени, требуемому для пересечения прохода материалами
- Функция приглушения должна быть активирована только при одновременном пересечении датчиков приглушения:  $(t_2(S2) - t_1(S1)) = 4$  секунды макс.)
- Оба луча должны постоянно прерываться поддоном при прохождении через датчики.



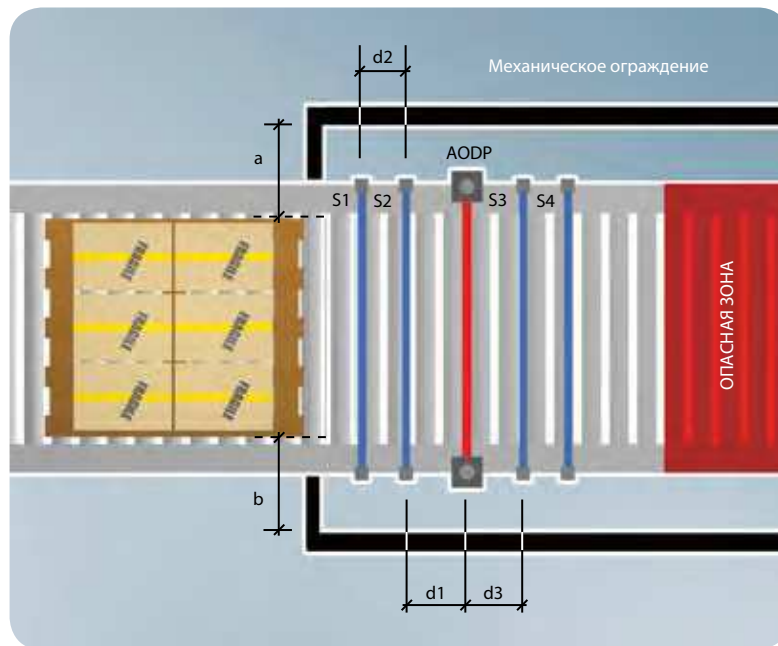
Точка пересечения лучей датчиков приглушения должна быть расположена на одном уровне или выше нижнего луча световой завесы во избежание возможного вмешательства или аварийного включения функции приглушения.



## СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

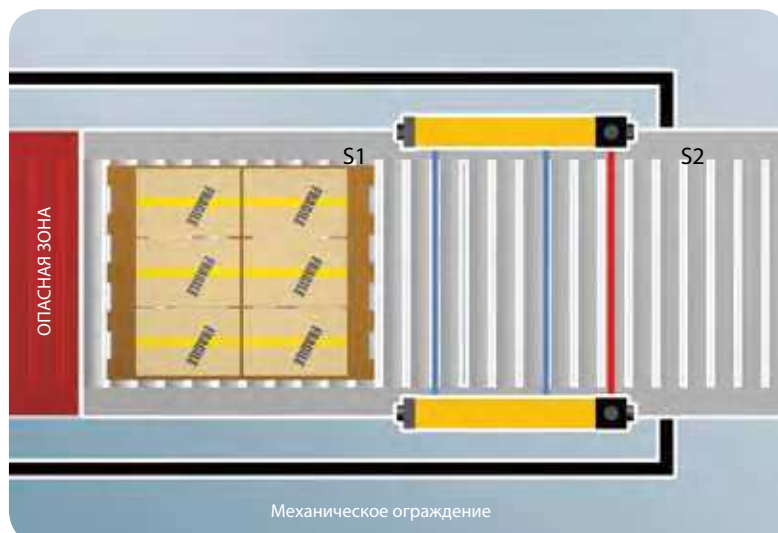
Приглушение с помощью 4-х датчиков с параллельными лучами – Конфигурация типа Т с таймером и контролем последовательности – Двухнаправленное движение поддона:

- 4 датчика приглушения должны быть активированы вместе на короткий момент (последовательная активация и деактивация 4-х датчиков)
- Расстояние между датчиками и область чувствительности должны быть следующими:
  - $d1$  и  $d3 < 200$  мм - для предотвращения доступа не обнаруженного персонала;
  - $d2 > 250$  мм - для предотвращения случайного включения приглушения конечностью или частью одежды персонала, за счет одновременного включения двух датчиков.



Приглушение с помощью 2-х датчиков с перекрестными лучами – Конфигурация типа L с таймером для одностороннего движения поддона (выход из опасной зоны):

- Датчики приглушения должны быть расположены сзади световой завесы в опасной зоне
- Приглушение выключается как только световая завеса освобождается и не позднее макс. 4 секунд с момента освобождения первого из двух датчиков приглушения. Таймер, отсчитывающий 4 секунды должен быть прибором безопасности.



# СВЕТОВЫЕ ЗАВЕСЫ БЕЗОПАСНОСТИ

## Функция “бланкирования”

Бланкирование - это вспомогательная функция световых завес безопасности, которая позволяет присутствию не прозрачного объекта внутри части области, защищенной световой завесой не вызывая останова машины. Бланкирование работает в соответствии с конфигурируемой операционной логикой и возможно только при соблюдении условий безопасности.

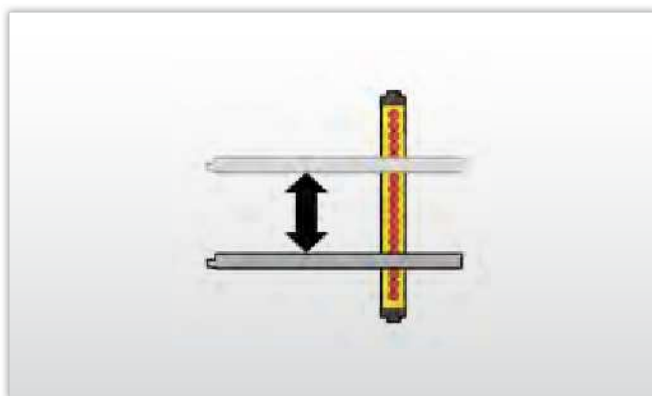
Функция “бланкирования” является полезной в тех случаях, когда область, защищенная световой завесой неминуемо должна быть обрабатываемым материалом или подвижной частью машины. Практически, это дает возможность сохранять выходы световой завесы в активном состоянии и не прерывать работу машины при пересечении predetermined числа лучей внутри защищенной области.

Фиксированное бланкирование позволяет занятие фиксированного участка защищенной области при нормальной работе всех остальных лучей.

Плавающее бланкирование позволяет движение объекта внутри защищенной области с пересечением определенного количества лучей, при условии, что пересекаемые лучи являются смежными и их число не превышает установленное значение.

Плавающее бланкирование с обязательным присутствием объекта побуждает световую завесу работать в обратном режиме в рамках бланкируемого участка защищенной области. Это означает, что бланкируемые лучи должны быть заняты во время бланкирования и, поэтому, объект должен находиться внутри защищенной области для того, чтобы выходы световой завесы оставались в активном состоянии. В данном случае объект может свободно перемещаться внутри защищенной области, если все вышеназванные условия соблюдены.

Требования к функции “бланкирования” можно найти в Технических Условиях [МЭК/TS 62046](#), дающих также описание дополнительных средств, которые могут потребоваться для предотвращения вторжения персонала в опасную зону через бланкируемый участок области, защищенной световой завесой.



### ВНИМАНИЕ!

Функция “бланкирования” может быть применена в зависимости от характеристик задачи защиты. Основываясь на анализе риска конкретной задачи, необходимо удостовериться в допустимости использования функции “бланкирования”.

Компания Reer SpA не несет ответственности за не надлежащее использование функции “бланкирования” и за возможные повреждения, вызванные не надлежащим использованием.

При использовании функции “бланкирования” возможно потребуется перерасчет безопасного расстояния из-за измененной способности обнаружения.