

ОАО «Суксунский оптико-механический завод»

РОСОМЗ®



ЛАЗЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Что такое лазер?

ЛАЗЕР (от англ. LASER: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) «Усиление света путем вынужденного излучения», или **оптический квантовый генератор** (ОКГ) это устройство, преобразующее энергию «накачки» (световая, электрическая, химическая) в энергию монохроматического когерентного и узконаправленного потока излучения оптического диапазона.

Лазерное излучение

Лазерное излучение - это электромагнитное излучение в оптическом диапазоне длин волн. Подавляющее большинство лазеров работает в диапазоне длин волн: от **180 нм** (УФ-излучение) до **11 000 нм** (ИК-излучение), который можно разбить на следующие области спектра: (ГОСТ IEC 4007-2016):

Ультрафиолетовое излучение (УФ): диапазон длин волн от 100 до 400 нм;

Диапазон УФ излучения обычно разделяют на следующие диапазоны:

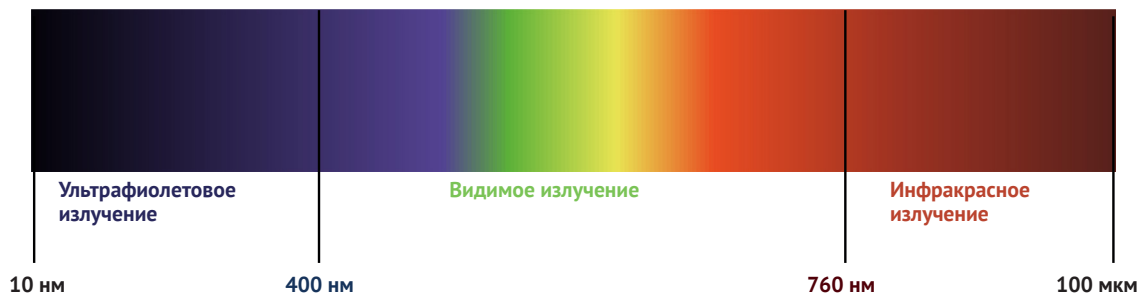
- УФ-А излучение с длиной волны от 400 до 315 нм;
- УФ-В излучение с длиной волны от 315 до 280 нм;
- УФ-С излучение с длиной волны от 280 до 100 нм.

Видимый свет: от 380 нм до 780 нм;

Инфракрасное излучение (ИК): диапазон длин волн от 780 нм до 1 мм

Диапазон ИК излучения обычно разделяют на следующие диапазоны:

- ИК-А излучение с длиной волны от 780 до 1400 нм.
- ИК-В излучение с длиной волны от 1400 до 3000 нм;
- ИК-С излучение с длиной волны от 3000 нм до 1 мм.



Примечание:

Лазерное излучение представляет потенциальную опасность для организма человека. При оценке биологического воздействия различают: прямое, зеркально-отраженное и диффузно-отраженное (рассеянное) лазерное излучение.

Прямое воздействие — непосредственное влияние направленного потока излучения.

Зеркально-отраженное - излучение отраженное под углом, равным углу падения.

Диффузно-отраженное - излучение, отраженное от шероховатой поверхности, по всевозможным направлениям в пределах полусферы.

Основные характеристики лазерного излучения

Монохроматичность – способность лазера излучать на одной длине волны

Когерентность – согласованное излучение фотонов (лучей) в пучке

Расходимость пучка – мера расхождения лучей в пучке с увеличением расстояния от лазера

Мощность лазерного излучения

Мощные лазеры имеют очень большую мощность излучения, которой достаточно для испарения металла или керамики.

В непрерывном режиме работы мощность излучения лазера может достигать 50 кВт.

Для импульсных лазеров главной энергетической характеристикой является энергия импульса (Дж). Мощность импульсных лазеров на несколько порядков выше мощности лазеров работающих в непрерывном режиме .

Диаметр лазерного пучка

Диаметр лазерного пучка может быть сфокусирован до размеров сравнимых с длиной волны: (10-100) x λ нм, это позволяет получить высокую плотность мощности (энергетическая яркость). Такие размеры лазерного пучка позволяют воздействовать на очень маленькие области объекта, не затрагивая биологические ткани или материал, расположенные рядом. За диаметр пучка принимают диаметр сечения пучка лазерного излучения на выходном торце резонатора.

Режимы работы лазера

Лазеры различаются не только длиной волны и мощностью, но и режимом излучения. В зависимости от продолжительности работы и длительности импульса различают следующие типы лазеров (ГОСТ EN 207-2021, таблица 4).

Тип лазера	Обозначение
лазеры с непрерывным режимом излучения	D
лазеры с импульсным режимом излучения	I
импульсные лазеры с модуляцией добротности	R
импульсные лазеры с синхронизацией мод	M

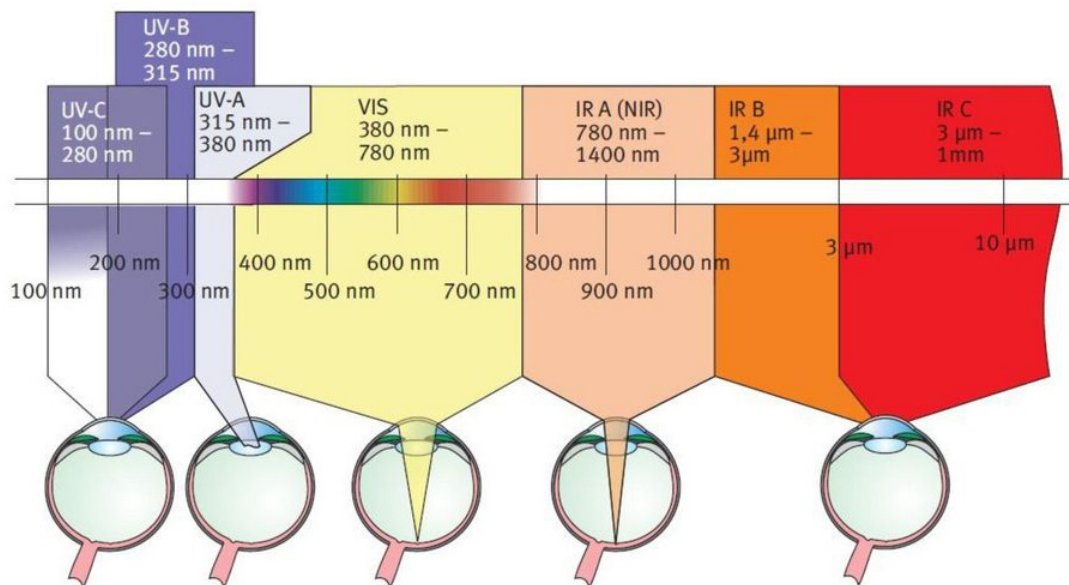
Влияние лазерного излучения на человека

Основным поражающим фактором лазерного излучения является высокая плотность энергии. Сильнее всего отрицательно влиянию лазерного излучения подвержены глаза. Именно сетчатка глаза отличается чрезвычайной чувствительностью и может получить ожоги разной степени выраженности. Повреждение сетчатки в области желтого пятна, самой чувствительной зоны, приводит к частичной потере зрения, а также возможной полной слепоте. Повреждения глаз могут быть вызваны не только прямым воздействием лазерного облучения, но и зеркально-отраженными лучами или рассеянным облучением. Негативный эффект при поглощении энергии лазерного излучения тканями глаз может выражаться в тепловом (ожог сетчатки), световом воздействии (ослепляющая яркость), повреждении (воспаление) роговицы глаза.

Лазеры, работающие в инфракрасной области спектра вызывают повреждение глаз связанные с тепловым эффектом (ожог сетчатки и/или роговицы), лазеры, работающие в синем и ультрафиолетовом спектре, вызывают в основном фотохимические повреждения.

Короткие лазерные импульсы способны за очень короткий промежуток времени, не более 0,1 секунды, вызвать ожог сетчатки глаза, за это время человек не успевает даже моргнуть. В течение этого времени глаз остается незащищенным.

Установлено, что глубина проникновения электромагнитного излучения зависит от длины волн. Глаз пропускает свет только в диапазоне длин волн от 370 до 1400 нм. Ультрафиолетовый свет с длиной волны менее 350 нм, падающий на глаз, поглощается роговицей глаза. Последствие воздействия боль-



проникновение электромагнитного излучения в человеческий глаз

шой мощности излучения на этих длинах волн приводит к разрушению роговой оболочки или образованию катаракты. Свет, воспринимаемый сетчаткой глаза, находится в видимом диапазоне длин волн (380 - 780 нм). В этом диапазоне у людей развилась естественная защита. Когда свет нам кажется слишком ярким, мы закрываем глаза и отворачиваемся (ответная реакция, рефлекс моргания). Это реакция эффективна для мощности излучения до 1 мВт.

При более высоких мощностях, слишком большое количество энергии будет поглощено сетчаткой глаза перед тем как человек успеет моргнуть, и это может привести к необратимому повреждению глаз.

ОПАСНО! Ближний диапазон инфракрасного излучения 780 – 1400 нм (ИК-А), потому что мы не имеем естественной защиты от него. Глаз почувствует излучение, падающее на сетчатку, только после того, как непоправимый ущерб уже нанесен.

Инфракрасное излучение в диапазоне 1400 – 11000 нм поглощается поверхностью глаза и не доходит до сетчатки. Это приводит к перегреву или разрушению роговой оболочки. Однако, это происходит только при значительно больших мощностях, чем те, которые опасны для сетчатки глаза.

Защита от лазерного излучения



Для защиты глаз от случайного воздействия лазерного излучения используют специальные защитные очки.

В основе защитных свойств специальных очков от лазерного излучения лежит принцип оптического отсеивания (поглощения, отражения) лучей, находящихся в определённой части спектра. Средства защиты должны снижать уровни лазерного излучения, действующего на человека, до величин ниже ПДУ (предельно допустимого уровня).

В результате подбора материала защитных очков и степени затемнения, защитные очки блокируют опасные для зрения волны лазерного излучения при этом не перекрывая других цветов. Это позволяет выполнять работу и исключить риск получить травму глаз. В особенности это актуально в медицине, в хирургии, косметологии, офтальмологии, в промышленности, где требуется визуальный контроль со стороны человека за обработкой материалов.

Основные параметры защитных очков

Длина волны или диапазон длин волн (λ) - на которой обеспечивается заявленный уровень ослабления лазерного излучения.

Длину волны лазерного излучения указывают в нанометрах [нм].

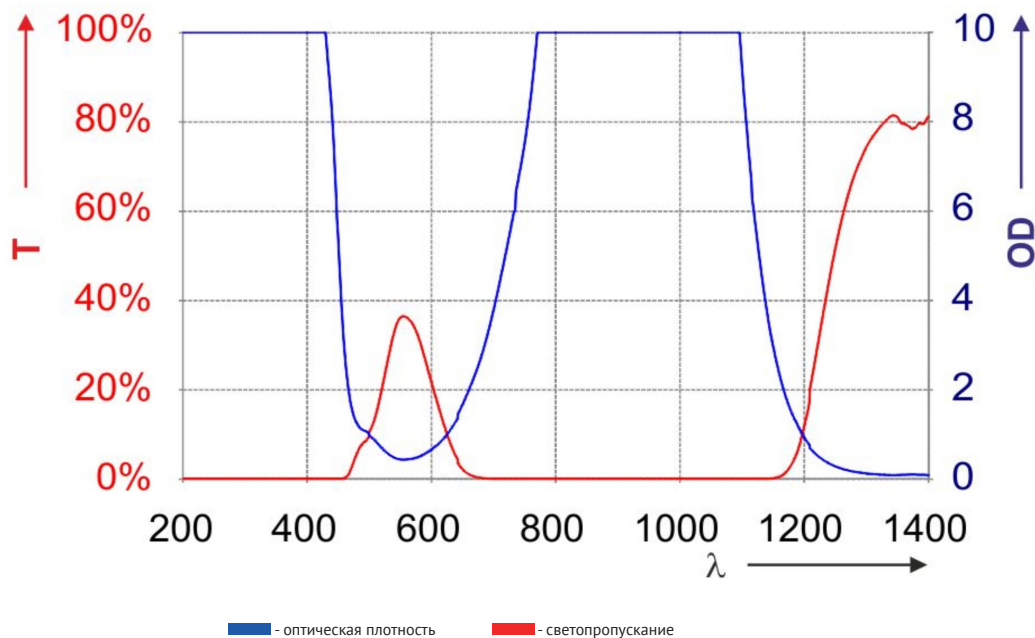
Оптическая плотность - (optical density spectral OD). Оптическая плотность величина не имеющая наименования.

В европейских стандартах EN 207 и EN 208 этот параметр лазерной безопасности обозначается LB.

Оптическая плотность характеризует ослабление лазерного излучения, прошедшего через светофильтр, в зависимости от длинны волны.

Например оптическая плотность OD 4 (LB 4), указанная в маркировке защитных очков, означает уменьшение интенсивности лазерного излучения, прошедшего через светофильтр защитных очков, в 10 000 раз в указанном диапазоне длин волн.

Чем выше значение оптической плотности, тем сильнее ослабление лазерного излучения.



Световой коэффициент пропускания (СКП) - передача видимого света сквозь материал (светофильтр) защитных очков.

Световой коэффициент пропускания измеряется в %.

Удобство работы в лазерных защитных очках зависит от параметра VLT (visible light transmission) или СКП (световой коэффициент пропускания). Световой коэффициент пропускания - безразмерная физическая величина (или указана в %), равна отношению потока излучения в видимой части спектра, прошедшего через защитные очки, к потоку излучения, упавшего на поверхность очков. Чем ниже СКП, тем темнее защитное стекло, тем труднее различимы предметы вокруг. При выборе защитных очков необходимо помнить, что более высокие значения СКП обеспечивают лучший комфорт при выполнении работ. Световой коэффициент пропускания светофильтров защитных очков должен составлять не менее 20 % (ISO 11664-2:2007). Световой коэффициент пропускания может быть и менее 20 %, если информация, предоставляемая изготовителем, содержит рекомендации по повышению освещенности на рабочем месте.

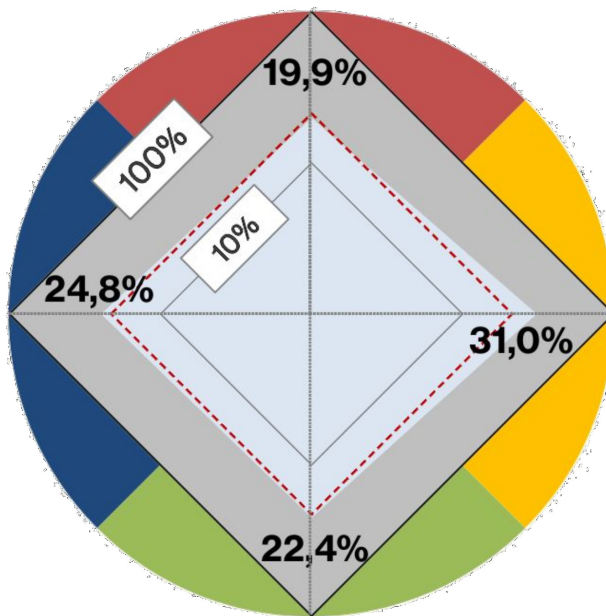
Цветовая передача светофильтра - способность человеческого глаза распознавать цвета в случае применения защитных светофильтров.

Применение светофильтров приводит к искажению цветовосприятия, так что некоторые цвета могут быть вовсе не распознаваемы. Этот аспект может в существенной степени повлиять на способность различать например кровеносные сосуды, или ткани незначительно отличающиеся цветом. Компания Laservision предложила визуализировать цветное изображение защитных светофильтров с помощью специальной диаграммы. Эта диаграмма определяет, минимальный коэффициент пропускания светофильтра для четырех основных цветов: красного, зеленого, синего и желтого, чтобы соответствовать требованиям распознавания цвета.

Это пороговое значение показано на диаграмме пунктирной линией красного цвета. Чем больше площадь голубого цвета и чем более симметрична форма, тем лучше значение яркости и цветопередачи лазерного защитного фильтра.

Для каждого типа лазера (длины волны) и его мощности подбираются защитные очки с определенным светофильтром, пропускающим максимальное количество видимого света, но блокирующим свет на длине волны лазера.

Оправа лазерных защитных очков также должна предотвращать попадание лазерных лучей с боку.



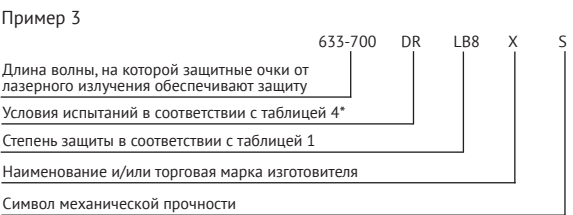
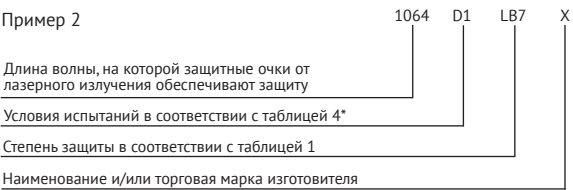
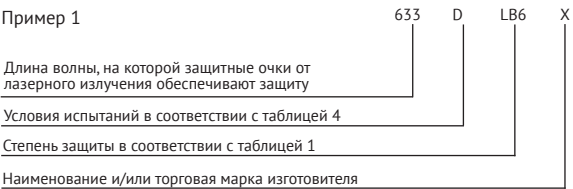
Маркировка защитных очков

С целью идентификации защитных очков от лазерного излучения, на светофильтры или оправу должна быть нанесена следующая информация (ГОСТ EN 207-2021):

- **Длина волны или диапазон длин волн в нанометрах, на которых защитные очки обеспечивают защиту;**
- **Тип лазера (например D, I, R или их сочетание например DIR);**
- **Степень защиты - оптическая плотность (ОД или LB);** Если очки обеспечивают защиту в нескольких спектральных диапазонах, то указывают самую низкую степень защиты в соответствующем спектральном диапазоне;
- **Знак идентификации изготовителя;**
- **Символ механической прочности.** Если защитные очки от лазерного излучения отвечают требованию механической прочности, то дополнительно в маркировке должно быть нанесено одно из условных обозначений в соответствии с ГОСТ 12.4.253-2013, 6.2.4 "Механическая прочность", таблица 1.

Если светофильтр или оправа предназначены для защиты в разных диапазонах длин волн и/или при различных условиях испытаний, то в этом случае маркировка может быть объединена следующим образом:

10600 D LB3 + IR LB4
1064 DI LB8 + R LB9
633 D LB4 + IR LB5



* - условия испытаний в соответствии с таблицей 4 ГОСТ EN 207-2021

Таблица 1. Идентификационные символы механической прочности ГОСТ 12.4.253-2013, 6.2.4 "Механическая прочность".

Символ	Требования по механической прочности
Б е з	Минимальная прочность
S	Повышенная прочность
F	Низкоэнергетический удар
B	Среднеэнергетический удар
A	Высокоэнергетический удар
T	воздействие высокоскоростных частиц при экстремальных температурах

Классификация лазерного излучения по степени опасности

Определение класса опасности лазера основано на учете его выходной энергии (мощности) и предельно допустимых уровней (ПДУ) при однократном воздействии генерируемого излучения.

Примечание: Классификация лазерных изделий относится исключительно к опасности лазерного излучения для глаз и кожи. Классифицировать лазерное изделие должен изготовитель.

В настоящее время лазерная безопасность в РФ регулируется следующими стандартами и санитарно-гигиеническими нормативными документами:

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ EN 207-2021 Система стандартов безопасности труда. «Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования. Методы испытаний»
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31581-2012 "Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий"
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ IEC 60825-1-2013 (IEC 60825-1:2007, IDT) Часть 1 «Безопасность лазерной аппаратуры. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей»
4. ГОСТ 12.1.040-83 Система стандартов безопасности труда «Лазерная безопасность Общие положения» (действующий !)
5. СанПиН 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров»
6. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах" Постановление от 21 июня 2016 г. N 81

В соответствии с Межгосударственным стандартом ГОСТ IEC 60825-1-2013 «Безопасность лазерной аппаратуры. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей» и СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах" лазеры по степени опасности генерируемого излучения подразделяются на следующие классы (в порядке возрастания опасности): класс 1, класс 1М, класс 2, класс 2М, класс 3R, класс 3В, класс 4.

Классы 1 и 2 (маломощные - не более 1 мВт)

Класс 1

Лазерная аппаратура, которая безопасна при любых обоснованно предсказуемых условиях работы, включая длительное прямое наблюдение в пучке, даже в тех случаях, когда экспозиция происходит через оптические устройства наблюдения (лупа или бинокль). К классу 1 также относятся лазеры большой мощности но полностью закрытые так что исключаются потенциальные опасности излучения при длительном использовании (встроенная лазерная аппаратура). При низкой освещенности внешней среды, длительное наблюдение в пучке в видимом диапазоне, может вызвать эффект притупления зрения. Класс 1 распространяется на все длины волн лазерного излучения (от 180 нм до 1 мм).

Класс 1M

Лазерная аппаратура, безопасна, включая длительное прямое наблюдение в пучке. Максимально допустимая экспозиция (МДЭ) может быть превышена и облучение может вызвать повреждение глаз при использовании оптических приборов (глазные лупы или бинокли). Класс 1M применяют в диапазоне длин волн от 302,5 до 4000 нм.

Класс 2 (Классы 2 и 2M применяют к видимому диапазону длин волн: от 400 до 700 нм)

Класс 2 распространяется на маломощные не более 1 мВт лазеры видимого спектра, которые благодаря нормальной человеческой реакции 0,25 с (мигание или отворачивание) обычно не представляют опасности, но могут быть опасны при непосредственном облучении пучком в условиях низкой освещенности среды, или если продолжительно смотреть прямо на луч.

Класс 2M

Лазеры, испускающие видимое излучение, безопасны для короткого времени экспозиции не более 0,25 секунды только для невооруженного глаза. Максимально допустимая экспозиция (МДЭ) может быть превышена и облучение может вызвать повреждение глаз при использовании оптических приборов (лупы или бинокли).

Класс 3R

Лазеры класса 3 мощнее чем лазеры класса 1 и 2 (для лазеров видимого диапазона мощность непрерывного излучения не должна превышать 5 мВт) и обычно не представляют опасность, если на них посмотреть кратковременно невооруженным глазом, но могут представлять опасность, если на них посмотреть через фокусирующую оптику. Мощность луча превышает разрешенный уровень и может быть вредной для зрения, но реальный риск при кратковременном облучении всё равно мал. Облучение может вызвать временное ослепление, появление остаточного изображения источника, особенно в условиях низкой окружающей освещенности. Риск повреждения глаз повышается пропорционально длительности экспозиции.

Класс 3В

Лазерная система класса 3В представляет опасность для глаз при прямом воздействии или зеркальном отражении, но обычно не представляет опасности для рассеянного (диффузное) отражения.

Мощность непрерывного излучения лазерных систем класса 3В в диапазоне от 315 нм до дальнего ИК не должна превышать 500 мВт. Предел энергии излучения для импульсных лазеров в диапазоне 400 - 700 нм должен быть не более 30 мДж/имп. Чем выше мощность луча, тем выше риск поражения. Степень и серьезность повреждения глаз зависит от мощности излучения и его продолжительности.

Лазеры класса 3В могут вызвать незначительное поражение кожи и даже вызвать воспламенение пожароопасных материалов. Однако это вероятно в том случае, если пучок малого диаметра или сфокусирован.

Примечание: Существуют теоретические (но мало вероятные) условия наблюдения, когда наблюдаемое диффузное отражение может превысить МДЭ. Например, для лазеров класса 3В мощность приблизится к ПДЭ при длительности наблюдения диффузных отражений видимого излучения не менее 10 с и наблюдении с расстояния менее 13 см между диффузной поверхностью и роговицей глаза.

Класс 4

Опасны при прямом и диффузно отраженном излучении для глаз и кожи.

Примечание: Лазерные изделия классов 3В и 4 являются особо потенциально опасными в части травм и ожогов и рекомендуется применять средства индивидуальной защиты, в т.ч. специальными защитными очками или щитками со светофильтрами.

Непосредственное визуальное наблюдение лазерного пучка не допустимо!



Обзор очков для защиты от лазерного излучения

Отражающие, поглощающие и гибридные очки

Существуют разные модели защитных очков:

- **поглощающие лазерное излучение**
- **отражают лазерное излучение**
- **гибридные - поглощают и отражают лазерное излучение.**
- Очки, отражающие лазерное излучение, покрыты дополнительно светоотражающим материалом (покрытием). Когда такие стекла поцарапаны, покрытие защитного материала удаляется, это приводит к просачиванию лазерного луча.
- Поглощающие защитные очки предназначены для поглощения определенных длин волн лазера. Как правило, они не имеют покрытия, поэтому царапины не влияют на их эффективность. Поглощающая способность таких очков зависит от толщины очкового стекла. Такие стекла изготавливаются из поликарбоната или других поглощающих материалов.
- Гибридные модели обладают свойствами как отражающих, так и поглощающих лазерных защитных очков.

Защитные очки из поликарбоната

Защитные очки из поликарбоната на сегодняшний день являются самым распространенным средством защиты глаз при работе с лазерным излучением. Обычно они имеют ограниченный диапазон защиты и средние значения OD и VLT. Но технология изготовления, возможность наносить оптические покрытия от истирания и запотевания, механическая прочность поликарбоната предоставляет более функциональные решения для пользователя.

Защитные очки из стекла

Стекланные фильтры часто имеют более широкий диапазон и более высокие значения OD и VLT. Большинство защитных очков из стекла относятся к поглощающему типу. Ассортимент таких очков более узкий, чем поликарбонатные стекла, так как более сложное изготовление светофильтра и они проходят множество обработок (изготовление, резка, полировка, испытания) и требуют регулярного осмотра на предмет расслаивания, зазоров между фильтром и оправой, трещин или поломок.



Защитные очки от лазерного излучения РОСОМЗ® ЗН22 БЛОКЕР® ЛАЗЕР



22200 ЗН22 БЛОКЕР® ЛАЗЕР

22203 ЗН22-СЗС22 ЛАЗЕР

Применение

очки предназначены для защиты глаз от рассеянного, диффузно отраженного излучения оптических квантовых генераторов (лазеров), работающих в импульсном и непрерывном режимах.

Защитные свойства:

200-300 DIR LB5
+ 693-710 DIR LB4
+ 710-820 DIR LB5
+ 820-1140 DIR LB4
RZ K - RZ 253 3 4 S



Очки защитные с непрямой вентиляцией с минеральными защитными стеклами-светофильтрами СЗС22, мягким корпусом из ПВХ, регулируемой наголовной лентой и вентиляционными устройствами, обеспечивающими эффективный воздухообмен.

Назначение: применяются для защиты глаз от отраженного лазерного излучения в диапазоне длин волн от 200 до 1140 нм.

Защитные очки от лазерного излучения РОСОМЗ® 022 БЛОКЕР® лазер



Защитные свойства:

200-466 DIR LB5 RZ FT

Оптический класс 1

Световой коэффициент пропускания 70%

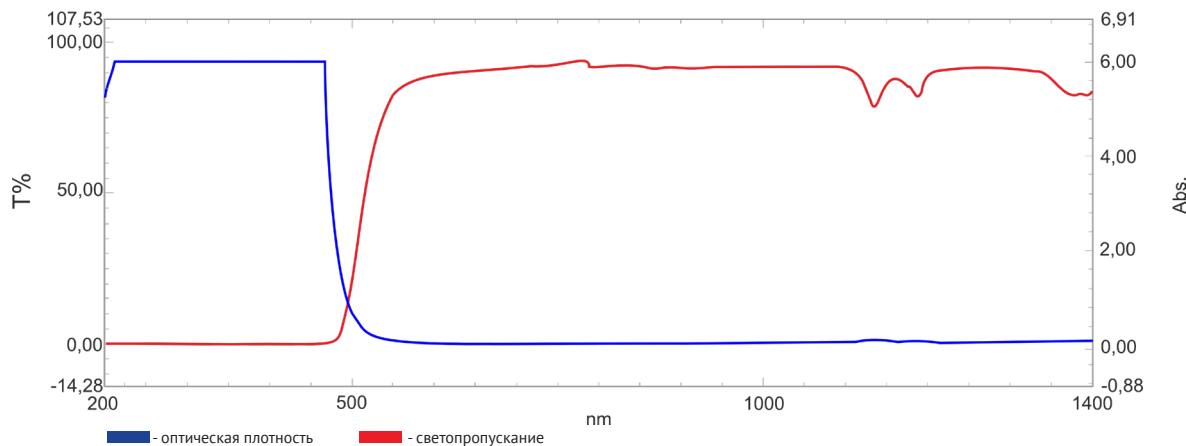


12201

Универсальные очки увеличенного размера с панорамным защитным стеклом из оптически прозрачного материала с покрытием Strong Glass (двустороннее незапотевающее покрытие KN, устойчиво к абразивам). Защитное стекло отличается высокими оптическими характеристиками. Надежная защита глаз сверху и с боков от высокоскоростных частиц (низкоэнергетический удар $V=45\text{ м/с}$), брызг растворов кислот и щелочей, УФ- и ИК-излучения.

Назначение: применяются для защиты глаз от прямого и отраженного лазерного излучения с рабочей длиной волны **от 200 до 466 нм**.

Особенности модели: широкий заушник с вентилируемыми отверстиями для повышенной боковой защиты; регулируемый угол наклона защитного стекла; модель можно применять с очками с корректирующим эффектом; конструкция очков предусматривает возможность крепления наголовной ленты/шнурка (рекомендуем артикул 00714).



Защитные очки от лазерного излучения РОСОМЗ® 022 БЛОКЕР® лазер



12202

Защитные свойства:

200-548 DIR LB5 RZ FT

Оптический класс 1

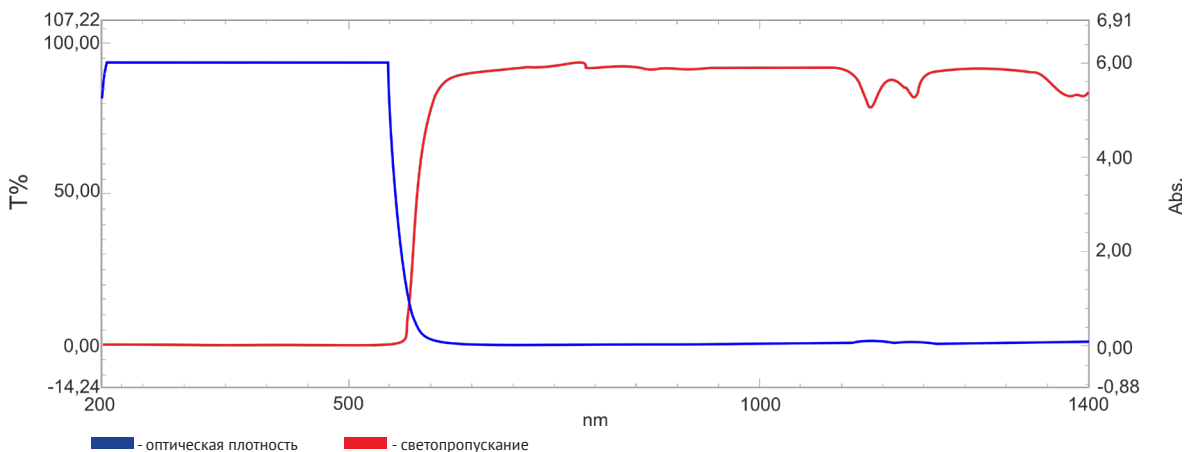
Световой коэффициент пропускания 22%



Универсальные очки увеличенного размера с панорамным защитным стеклом из оптически прозрачного материала с покрытием Strong Glass (двустороннее незапотевающее покрытие KN, устойчиво к абразивам). Защитное стекло отличается высокими оптическими характеристиками. Надежная защита глаз сверху и с боков от высокоскоростных частиц (низкоэнергетический удар $V=45\text{ м/с}$), брызг растворов кислот и щелочей, УФ- и ИК-излучения.

Назначение: применяются для защиты глаз от прямого и отраженного лазерного излучения с рабочей длиной волны **от 200 до 548 нм**.

Особенности модели: широкий заушник с вентилируемыми отверстиями для повышенной боковой защиты; регулируемый угол наклона защитного стекла; модель можно применять с очками с корригирующим эффектом; конструкция очков предусматривает возможность крепления наголовной ленты/шнурка (рекомендуем артикул 00714).



Специализированные очки для защиты от лазерного излучения **022 LASER**



12200

Рекомендуются:

в медицине (офтальмологическая хирургия, фотокоагуляция, удаление кожных онкологических образований, в эстетической косметологии, в стоматологии и т.д.); в промышленности (гравировка и маркировка металлов, резка и сварка стали, поверхностная закалка, обработка сверхпрочных материалов, таких как стекло, полиметилметакрилат); в гидродинамике при исследовании процессов в жидкости; в спектроскопии и т.д.

Защитные свойства:

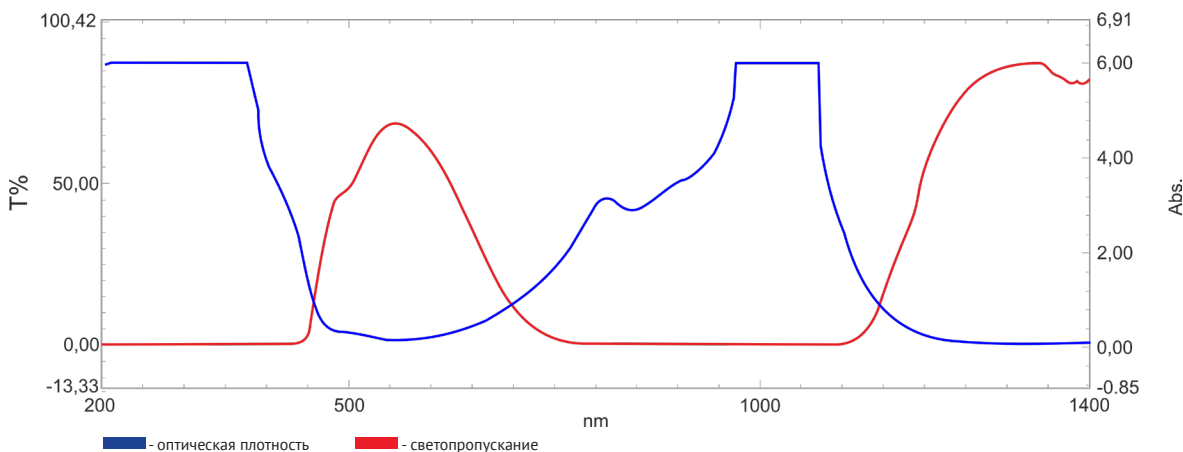
200-386 DIR LB5+965-1065 DIR LB4 RZ S

Оптический класс 1



- Очки **022 LASER** с увеличенным панорамным защитным **стеклом-светофильтром** из оптически прозрачного незапотевающего поликарбоната с твердым покрытием;
- Увеличенная защита спереди и с боков, сверху и снизу от лазерного излучения, защита от твердых высокоскоростных частиц (низкоэнергетический удар $V=45$ м/с);
- Обеспечивают великолепный обзор, позволяя видеть пигментные и сосудистые повреждения, одновременно обеспечивая высокую защиту во время работы, сводят к минимуму головную боль и другие неблагоприятные воздействия, связанные с работой на лазерных приборах.

Назначение: применяются для защиты глаз от прямого и отраженного излучения лазеров с рабочей длиной волны от 200 до 1065 нм



Специализированные очки для защиты от лазерного излучения **022 LASER**



12206

Рекомендуются

в медицине (лазерная хирургия, в эстетической косметологии); в промышленности (гравировка и маркировка металлов, резка и сварка, создание микроскопических отверстий внутри полиметилметакрилата для целей микрофлюидики); измерение расстояний, в атомной промышленности и т.д.

Защитные свойства:

10600 DIR LB6 RZ S

Оптический класс 1

ЕАЕ



- Очки **022 LASER** с увеличенным панорамным защитным **стеклом-светофильтром** из оптически прозрачного незапотевающего поликарбоната с твердым покрытием;
- Увеличенная защита спереди и с боков, сверху и снизу от лазерного излучения, защита от твердых высокоскоростных частиц (низкоэнергетический удар $V=45$ м/с);
- Обеспечивают великолепный обзор, позволяя видеть пигментные и сосудистые повреждения, одновременно обеспечивая высокую защиту во время работы, сводят к минимуму головную боль и другие неблагоприятные воздействия, связанные с работой на лазерных приборах;
- Позволяют безопасно и комфортно работать, обеспечивают контрастное восприятие, цветопередачу и адекватную оценку состояния кожных покровов, сосудов и т.п.

Назначение: применяются для защиты глаз от прямого и отраженного лазерного излучения CO2 лазеров с рабочей длиной волны **10600 нм**.

Специализированные очки для защиты от лазерного излучения **022 LASER**



12205

Рекомендуются

в медицине (офтальмологическая хирургия, фотокоагуляция, удаление кожных онкологических образований, в эстетической косметологии, в стоматологии и т.д.); в промышленности (гравировка и маркировка металлов, резка и сварка стали, поверхностная закалка, обработка сверхпрочных материалов, таких как стекло и полиметилметакрилат); в гидродинамике при исследовании процессов в жидкости; в спектроскопии и т.д.

Защитные свойства:

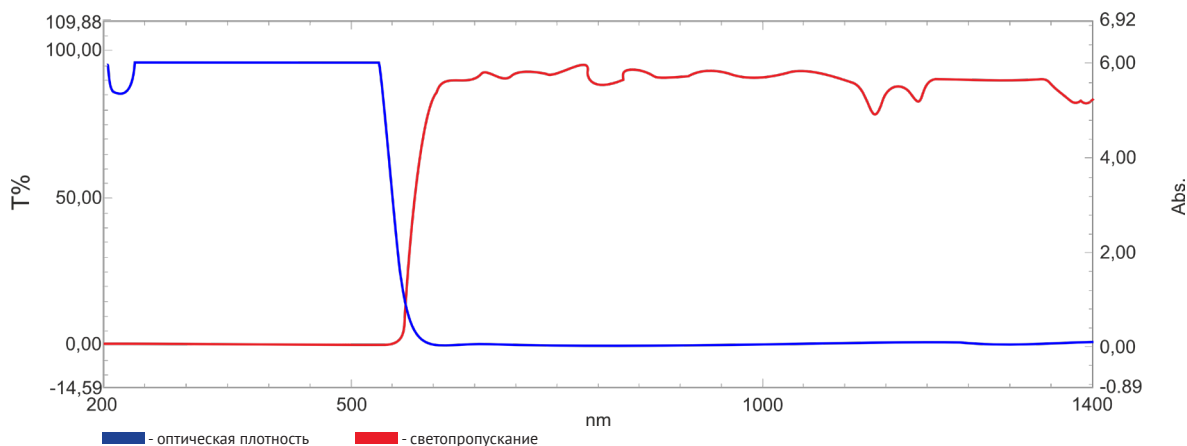
200-535 DIR LB4 RZ S

Оптический класс 1



- Очки с увеличенным панорамным защитным стеклом-светофильтром из оптически прозрачного незапотевającego поликарбоната с твердым покрытием;
- Увеличенная защита спереди и с боков, сверху и снизу от лазерного излучения, защита от твердых высокоскоростных частиц (низкоэнергетический удар $V=45\text{м/с}$);
- Обеспечивают великолепный обзор, позволяя видеть пигментные и сосудистые повреждения, одновременно обеспечивая высокую защиту во время работы.

Назначение: применяются для защиты глаз от прямого и отраженного лазерного излучения с рабочей длиной волны **от 200 до 535 нм.**



Специализированные очки для защиты от лазерного излучения **022 LASER**



12207

Рекомендуются

в эстетической косметологии (лечение дерматологических заболеваний, удаление волос, пигментных пятен, татуировок), а также от других источников лазерного излучения с рабочей длиной волны 755 ± 50 нм.

Защитные свойства:

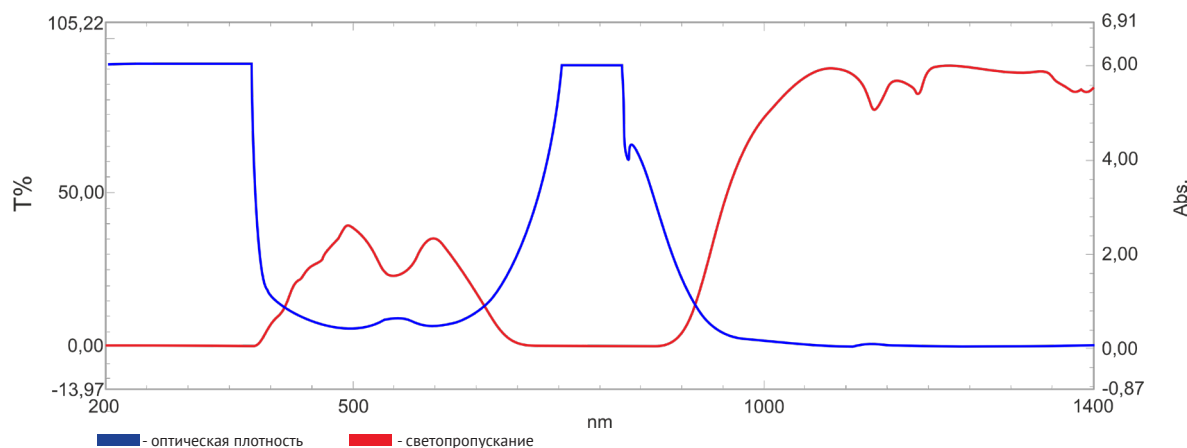
200-375 DIR LB4 + 750-830 DIR LB4 RZ S

Оптический класс 1



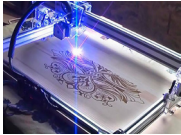
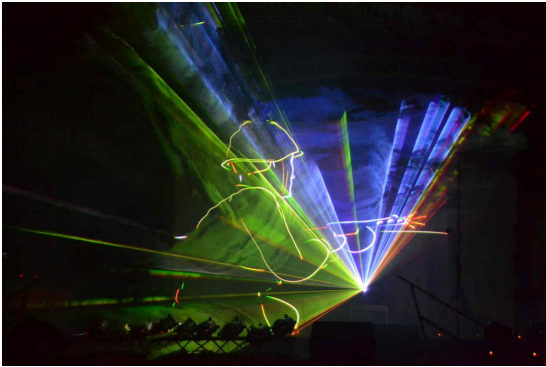
- Очки с увеличенным панорамным защитным стеклом-светофильтром из оптически прозрачного незапотевающего поликарбоната с твердым покрытием;
- Увеличенная защита спереди и с боков, сверху и снизу от лазерного излучения, защита от твердых высокоскоростных частиц (низкоэнергетический удар $V=45$ м/с);
- Обеспечивают великолепный обзор, позволяя видеть пигментные и сосудистые повреждения, одновременно обеспечивая высокую защиту во время работы, сводят к минимуму головную боль и другие неблагоприятные воздействия, связанные с работой на лазерных приборах;
- Позволяют безопасно и комфортно работать, обеспечивают контрастное восприятие, цветопередачу и адекватную оценку состояния кожных покровов, сосудов и т.п.

Назначение: применяются для защиты глаз от прямого и отраженного лазерного излучения алесандритовых лазеров с рабочей длиной волны **от 200 до 830 нм.**



Применение лазеров

Типы лазеров	Длины волн, нм	Основные сферы использования лазеров
Экимерные лазеры на основе: - KrCl - KrF - XeBr	222 248 282	Хирургия (в т.ч. глазная), экимерлазерная литография в полупроводниковом производстве, научные исследования.
Лазеры на ионах металлов: - HeAg - NeCu	224,3 248,6	Научные исследования Научные исследования: рамановская и флуоресцентная спектроскопия.
Александритовые лазеры	755 (740-820)	Эпиляция, устранение кожных патологий, сведение татуировок.
Диодные	740-1140	Телекоммуникация, голография, лазерные целеуказатели.
Алюмо-иттриевые лазеры с легированием иттербием (Yb:YAG)	1030	Обработка материалов, исследование сверхкоротких импульсов, мультифотонная микроскопия, лазерные дальнометры.
Алюмо-иттриевые лазеры, легированные неодимом (Nd:YAG)	1064 946 266 213	Обработка материалов (гравировка, травление или маркировка различных металлов и пластмасс; процессы улучшения поверхности металла, такие как лазерная шлифовка; резка и сварка стали, полупроводников и различных сплавов), лазерные дальнометры, лазерные целеуказатели, медицина (офтальмология, лазерно-индуцированная термотерапия, онкология, косметология), научные исследования.
Лазеры на основе иттриево-алюминиевого перовскита, легированного неодимом (Nd:YAP)	1064,6	Хирургия, удаление татуировок, удаление волос, научные исследования.
Алюмо-иттриевые лазеры, легированный неодимом и хромом (Nd:Cr:YAG)	1064	Экспериментальное производство нанопорошков.
CO2 лазеры	10600	Медицина (хирургия)



Анкета лазерного изделия

Наиболее опасно лазерное излучение для глаз, поскольку сетчатка глаза отличается чрезвычайной чувствительностью и может получить ожог разной степени тяжести вплоть до потери зрения от случайного воздействия интенсивного лазерного излучения.

Поэтому защита глаз от лазерного излучения является важным условием безопасной эксплуатации лазерных изделий.

Для защиты глаз от лазерного излучения используют специальные защитные очки.

В основе защитных свойств специальных очков от лазерного излучения наиболее часто используют принцип оптического поглощения лазерного излучения.

Защитные очки должны снижать лазерное излучение, действующее на глаза, до значений ниже предельно допустимого уровня. Поэтому одной из важнейших задач работодателя является обеспечение безопасных условий труда при эксплуатации лазерных изделий путем правильного подбора защитных очков.

Важнейшими характеристиками защитных очков являются:

Длина волны (λ), на которой обеспечен заявленный уровень ослабления лазерного излучения. Длины волны лазерного излучения указывают в нанометрах [нм] или 10^{-9} м;

Оптическая плотность (OD) характеризует ослабление лазерного излучения, прошедшего через светофильтр в зависимости от длины волны.

Световой коэффициент пропускания (СКП) - передача видимого света сквозь материал защитных очков.

Цветовая передача - способность человеческого глаза распознавать цвет в случае применения защитных светофильтров.

Подбор уровня защиты очков заключается в расчете величины оптической плотности светофильтра в зависимости от следующих характеристик лазерного излучения:

- режим лазерного излучения (непрерывный или импульсный);
- характер облучения (однократное или хроническое воздействие);
- мощность лазерного излучения (для непрерывного режима излучения);
- энергия импульса (для импульсного режима излучения);
- длительность импульса;
- размер выходного отверстия (апертура), через которое происходит излучение;
- воздействие лазерного излучения: направленное, зеркально-отраженное или диффузное;
- длина волны лазерного излучения;
- видимый угловой размер источника излучения α , рад. (в случае если воздействие лазерного излучения диффузное).

Указанные характеристики сведены в таблицу «Параметры лазерного излучения».

При заполнении таблицы необходимо использовать только достоверные значения параметров лазерного изделия, взятые из технической документации (ТД) или предоставить копию страницы с техническими характеристиками.

Заполненная Анкета на лазерное изделие должна быть подписана лицом ответственным на предприятии за безопасную эксплуатацию лазерных изделий (ГОСТ 31581-2012 п. 10.5)

Таблица «Параметры лазерного излучения».

№	Параметры лазерного излучения	Значение
1	Назначение лазерной установки (резка, сварка, маркировка, и. т. д.).	
2	Класс опасности лазерной установки.	
3	Тип лазерной установки (открытого или закрытого типа). Примечание: открытые лазерные установки – установки, конструкция которых допускает выход излучения в рабочую среду Закрытые лазерные установки – установки с экранированным пучком лазерного излучения, при работе которых исключено воздействие на человека лазерного излучения любой мощности.	
4	Вид облучения (прямое, зеркально-отраженное, рассеянное). Примечание: Прямое воздействие направленным пучком лазерного излучения. Зеркально-отраженное воздействие лазерного излучения отраженного от зеркальной поверхности. Диффузно-отраженное (рассеянное) лазерное излучение, отраженное от шероховатой поверхности, по всевозможным направлениям в пределах полусферы.	
5	Длина волны лазерного излучения (нм).	
6	Режим лазерного излучения (непрерывный или импульсный).	
7	Мощность лазерного излучения [Вт] или энергия импульса [Дж].	
8*	Характеристики импульсного излучения:	
8.1.	Частота следования импульсов [кГц].	
8.2.	Длительность импульса [миллисекунд, микросекунд, ...].	
8.3	Количество импульсов в серии импульсов (при наличии параметра в ТД).	
9	Характер облучения (однократное или хроническое воздействие) Примечание: однократное воздействие лазерного излучения – случайное воздействие с длительностью не превышающей $3 \cdot 10^4$ секунд. Хроническое воздействие лазерного излучения – систематически повторяющееся воздействие, которому подвергаются люди, профессионально связанные с лазерным излучением.	
10	Геометрические характеристики пучка излучения (апертура, расходимость)	
10.1	Апертура (диаметр или размеры пучка (мм)) - начальный диаметр пучка излучения по уровню e^{-2} . Примечание: апертура – отверстие лазерного изделия, через которое проходит лазерное излучение (может быть и прямоугольным).	
10.2	Расходимость пучка по уровню e^{-2} (при наличии параметра в ТД).	

Примечание:

* П. 8 заполняется в случае работы лазера в импульсном режиме.
Изготовитель лазерной аппаратуры должен предоставить инструкцию или руководство по эксплуатации, которые должны содержать все характеристики влияющие на безопасность (ГОСТ ИЕС 60825-1-2013, п. 6.1 Информация для пользователей).

Приложение

Дозиметрический контроль энергетических параметров лазерного излучения

В случае, если по каким либо причинам в технической документации отсутствует необходимая для расчета оптической плотности защитных очков информация, то в этом случае предприятие, эксплуатирующее лазерное изделие, должно провести дозиметрический контроль энергетических параметров лазерного излучения.

Оценка степени опасности осуществляется путем дозиметрического контроля параметров лазерного излучения в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.031.

Контроль параметров лазерного излучения требуется проводить при приемке в эксплуатацию новых лазерных изделий классов 3А (3R), 3В, 4.

Дозиметрический контроль параметров лазерного излучения проводят на рабочих местах и в местах возможного нахождения людей.

Дозиметрический контроль энергетических параметров по ГОСТ 31581-2012:

11.4 В зависимости от вида дозиметрического контроля измеряют следующие энергетические параметры лазерного излучения:

а) при предупредительном и индивидуальном контроле:

- максимальное за время контроля значение энергии одиночного импульса излучения или импульса из серии импульсов излучения $W(t)_{\max}$, [Дж], проходящего через ограничивающую апертуру;
- максимальное за время контроля значение энергетической экспозиции одиночного импульса или от импульса из серии импульсов $H(t)_{\max}$, [Дж/м²], проходящего через ограничивающую апертуру;
- максимальное за время контроля значение средней мощности непрерывного излучения $P_{\max}$, Вт, проходящего через ограничивающую апертуру;
- максимальное за время контроля значение облученности от непрерывного излучения $E_{\max}$ Вт/см² или Вт/м², проходящего через ограничивающую апертуру;

б) при индивидуальном контроле:

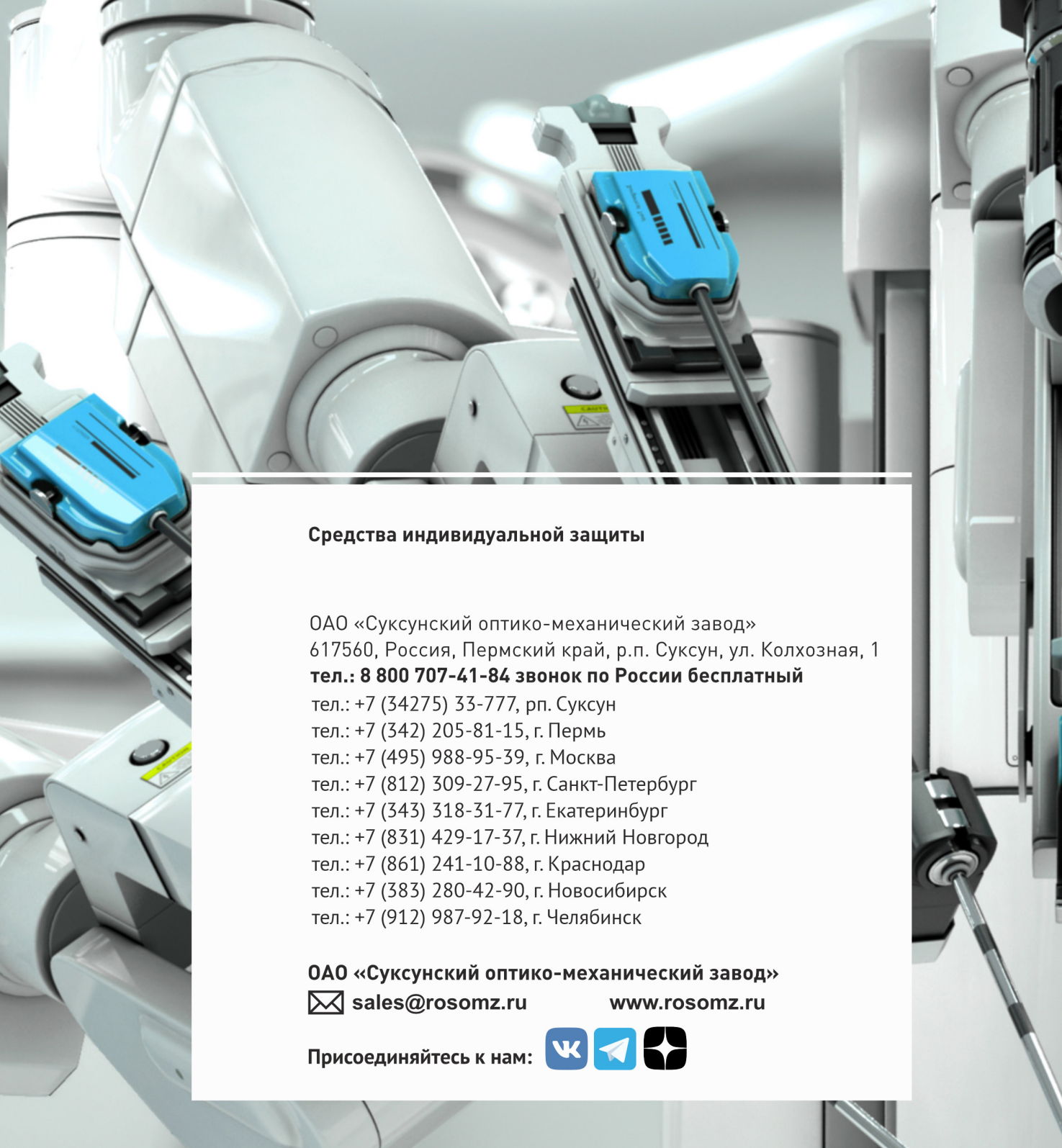
- суммарное значение энергии (энергетической экспозиции) всех импульсов в серии импульсов излучения, проходящего через ограничивающую апертуру $W(t_c)$, Дж; $H(t_c)$, Дж/м² или Дж/см²;
- суммарное значение энергетической экспозиции за рабочий день H_{Σ} ($3 \cdot 10^4$ с), Дж/м².

11.5 При дозиметрическом контроле лазерного излучения в спектральном диапазоне 380–1400 нм, при необходимости, в точке контроля дополнительно измеряют видимый угловой размер источника излучения α , рад.

Содержание

Что такое лазер?.....	2
Основные характеристики лазерного излучения. Режимы работы лазера.....	3
Влияние лазерного излучения на человека.....	4
Защита от лазерного излучения.....	5
Основные параметры защитных очков	6
Маркировка защитных очков	8
Классификация лазерного излучения по степени опасности	10
Обзор очков для защиты от лазерного излучения	12
Специализированные очки для защиты от лазерного излучения ЗН22-С3С22 LASER.....	13
Защитные очки от лазерного излучения РОСОМЗ® ЗН22 БЛОКЕР® лазер	14
Защитные очки от лазерного излучения РОСОМЗ® О22 БЛОКЕР® лазер.....	16
Специализированные очки для защиты от лазерного излучения О22 LASER	17-19
Применение лазеров	21
Анкета лазерного изделия	22
Таблица «Параметры лазерного излучения»	23
Приложение. Дозиметрический контроль энергетических параметров лазерного излучения	24





Средства индивидуальной защиты

ОАО «Суксунский оптико-механический завод»
617560, Россия, Пермский край, р.п. Суксун, ул. Колхозная, 1

тел.: 8 800 707-41-84 звонок по России бесплатный

тел.: +7 (34275) 33-777, рп. Суксун

тел.: +7 (342) 205-81-15, г. Пермь

тел.: +7 (495) 988-95-39, г. Москва

тел.: +7 (812) 309-27-95, г. Санкт-Петербург

тел.: +7 (343) 318-31-77, г. Екатеринбург

тел.: +7 (831) 429-17-37, г. Нижний Новгород

тел.: +7 (861) 241-10-88, г. Краснодар

тел.: +7 (383) 280-42-90, г. Новосибирск

тел.: +7 (912) 987-92-18, г. Челябинск

ОАО «Суксунский оптико-механический завод»

✉ sales@rosomz.ru

www.rosomz.ru

Присоединяйтесь к нам:

