ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р МЭК 60825-12— 2009

Безопасность лазерной аппаратуры

Часть 12

БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

IEC 60825-12:2004
Safety of laser products — Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information
(IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2011

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2003 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации – ГОСТ Р 1.0 — 2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 ПОДГОТОВЛЕН на основе собственного аутентичного перевода на русский язык стандарта, указанного в пункте 4, выполненного Автономной некоммерческой организацией «Научно-технический центр сертификации электрооборудования «ИСЭП»

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 452 «Безопасность аудио-, видео-, электронной аппаратуры, оборудования информационных технологий и телекоммуникационного оборудования. Устройства отображения информации»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 11 декабря 2009 г. № 722-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту МЭК 60825-12:2004 «Безопасность лазерной аппапратуры. Часть 12. Безопасность систем оптической связи в свободном пространстве, используемых для передачи информации» (IEC 60825-12:2004 «Safety of laser products — Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information»).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок – в ежемесячно издаваемых информационных указателях «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячно издаваемом информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет

© Стандартинформ, 2011

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 2
3 Термины и определения 2
4 Требования 5
4.1 Общие замечания 5
4.2 Уровень доступа и классификация требований к типу зон 6
4.3 Классификация 12
4.4 Определение уровня доступа 13
4.5 Установленная система защиты 13
4.6 Зеркальные отражения 14
4.7 Организационные требования 14
Приложение А (справочное) Примеры условий эксплуатации и расчетов 17
Приложение В (справочное) Методы анализа опасности/безопасности 23
Приложение С (справочное) Руководство по организации установки, обслуживания и эксплуатации . 24
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве международным стандартам 25
Библиография 26

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Безопасность лазерной аппаратуры

Часть 12

БЕЗОПАСНОСТЬ СИСТЕМ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ В СВОБОДНОМ ПРОСТРАНСТВЕ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Safety of laser products. Part 12. Safety of free space optical communication systems used for transmission of information

Дата введения — 2011—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования и специальные правила для производства и безопасного использования лазерных систем и изделий в свободном пространстве при передаче информации оптическими передающими устройствами. Настоящий стандарт распространяется только на системы с открытым лучом. Если части оборудования или системы включают в себя оптическое волокно, которое продолжается за пределы ограждения(й), то требования МЭК 60825-1 к производству и безопасности относится только к этим частям. Требования настоящего стандарта не применяют к системам, сконструированным с целью передачи оптической мощности для таких применений, как обработка материала или медицинское лечение. Требования настоящего стандарта также не применяют при использовании систем, работающих во взрывоопасной газовой среде.

В настоящем стандарте к светоизлучающим диодам (СИД) обычно применяют термин «лазер».

Целями настоящего стандарта являются:

- привести информацию для защиты людей от потенциально опасных факторов оптического излучения, вызванных системами оптической связи в свободном пространстве (СОССП), которые устанавливают при инженерном и административном контроле и практической работе по требованиям в зависимости от степени опасности;

- установить специальные требования для производителей при обслуживании и эксплуатации в соответствии с процедурами и письменными инструкциями так, чтобы были предприняты все надлежащие меры предосторожности.

При производстве СОССП, известных также как «беспроводные оптические системы связи», необходимо предусмотреть их нормальную установку, техническое обслуживание и эксплуатацию с тем, чтобы гарантировать безопасность этих систем. Настоящий стандарт также определяет ответственность производителя за информацию, безопасную эксплуатацию таких систем и организацию сервисного обслуживания таких систем и/или передающих устройств. Настоящий стандарт определяет ответственность эксплуатирующей организации за строгое соблюдение инструкций по безопасности во время сборки, организацию технического обслуживания и регламентных работ. Настоящий стандарт предназначен для пользователей, производителей, монтажных организаций, организаций, ответственных за техническое обслуживание.

Требования настоящего стандарта не применяют к лазерному изделию, если

классификация производителя согласно МЭК 60825-1 показывает, что уровень излучения не превышает допустимый предел излучения (ДПИ) класса 1 во всех условиях при работе, техническом ремонте, обслуживании и выходе из строя (аварии), и

нет технической возможности присоединения другого лазерного изделия.

Издание официальное

2 Нормативные ссылки

Следующие нормативные ссылки являются обязательными для настоящего стандарта. В датированных ссылках применяются только заголовки данного издания. Для недатированных ссылок применяется позднейшее издание ссылочного документа (включая любые поправки).

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие международные стандарты:

МЭК 60825-1:1993 Безопасность лазерной аппаратуры — Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство пользователя [IEC 60825-1:1993, Safety of laser products — Part 1: Equipment classification, requirements and user's guide [1]. Amendments 1 (1997). Amendments 2 (2001)]

МЭК 60825-2 Безопасность лазерной аппаратуры — Часть 2. Безопасность волоконно-оптических систем связи (IEC 60825-2, Safety of laser products — Part 2: Safety of optical fibre communication systems)

3 Термины и определения

3.1 **уровень доступа** (access level): Потенциальный влияющий фактор и любые открытые для доступа места, связанные с установкой СОССП.

Примечание 1 — Уровень доступа основан на уровне оптического излучения, которое может беспрепятственно пройти при обоснованно ожидаемом событии, например, по траектории прошедшего пучка. Уровень оптического излучения непосредственно связан с процедурой классификации лазеров в МЭК 60825-1.

Примечание 2 — На практике требуется время, равное двум секундам или более, чтобы полностью точно отрегулировать оптическую аппаратуру с пучком (который может распространяться в неограниченном пространстве), и эта задержка должна быть включена в метод определения уровня доступа.

3.2 **уровень доступа 1** (access level 1): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 1 при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

3.3 **уровень доступа 1М** (access level 1М): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 1М при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

Примечание — Если соответствующий предел уровня доступа 1М более предела 3R и менее предела 3В, назначают уровень доступа 1М.

3.4 **уровень доступа 2** (access level 2): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 2 при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

3.5 **уровень доступа 2М** (access level 2М): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 2М при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

Примечание — Если соответствующий предел уровня доступа 2М больше предела 3R и меньше предела 3В, назначают уровень доступа 2М.

3.6 **уровень доступа 3R** (access level 3R): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 3R при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

Примечание — Если соответствующий предел уровня доступа 1М или 2М более предела 3R и менее предела 3В, назначают уровень доступа 1М или 2М соответственно.

3.7 **уровень доступа 3В** (access level 3В): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 3В при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

---

[1] Объединенное издание (1.2) содержит МЭК 60825-1 (1993) и Изменение 1 (1997) и Изменение 2 (2001) к нему [A consolidated edition comprising IEC 60825-1 (1993) and its Amendments 1 (1997) and Amendments 2 (2001)].

3.8 **уровень доступа 4** (access level 4): Уровень, на котором при обоснованно ожидаемом событии (обстоятельствах) при доступе человека к лазерному излучению не произойдет превышение ДПИ для класса 4 при соответствующих длинах волн и длительностях облучения.

3.9 **автоматическое понижение мощности;** АПМ [automatic power reduction (APR)]: Свойство передающего устройства СОССП, обеспеченного системным оборудованием производителя, которое понижает достижимую мощность в номинальной опасной для глаз зоне (НОГЗ) или в НОГЗ с оптическими системами наблюдения до определенного значения за определенное время всегда, когда в результате происшествия возможно поражение человека лазерным излучением более максимально возможной экспозиции (МВЭ), например, при входе человека в НОГЗ или НОГЗ с оптическими системами наблюдения. В СОССП это оборудование может быть использовано передающим устройством производителя для определения классификации.

3.10 **маяк** (beacon): Источник оптического излучения, функцией которого является помощь в наведении или регулировании оптической системы.

3.11 **встроенное лазерное изделие** (embedded laser product): Лазерное изделие, которое относится к более низкому классу по сравнению со специальным прибором лазерного объединения, так как технические характеристики ограничивают доступное излучение.

3.12 **система полного цикла** (end-to-end system): СОССП, включающая в себя следующие элементы: передающее устройство, приемник и периферийное оборудование, необходимые для эффективной передачи данных по тракту передачи от одной точки в пространстве к другой.

3.13 **система оптической связи в свободном пространстве;** СОССП [free space optical communication system (FSOCS)]: Установленная, разборная или временно смонтированная система, обычно использующая воздушное пространство и предназначенная для связи или поддерживающая ее посредством передачи голосовых, информационных или мультимедийных данных и/или контроля целей посредством использования модулированного оптического излучения, производимого лазером. Под «свободным пространством» подразумеваются оптические беспроводные внутренние или внешние системы, которые могут передавать данные направленно или ненаправленно. Возможно разделение излучаемого и детектируемого сигналов.

Примечание — В зависимости от условий раздела 1, по которому аппаратура класса 1 СОССП из требований настоящего стандарта исключена.

3.14 **передающее устройство СОССП; передающее устройство** (FSOCS transmitter; transmitter): Оптическое передающее устройство, испускающее излучение в свободном пространстве и используемое в СОССП.

3.15 **монтажная организация; установщик оборудования** (installation organization; installer): Организация или лицо, способные установить СОССП.

3.16 **установленная системы защиты;** УСЗ [installation protection system (IPS)]: Техническая характеристика монтажной площадки, предусмотренная установщиком или исполняющей организацией, которая выполняет следующие функции:

- обнаруживает доступ человека в объем доступа или в НОГЗ в ограниченной или контролируемой зоне или в НОГЗ с оптическими системами наблюдения в неограниченной зоне;
- в случае обнаружения такого доступа понижает мощность лазера до определенного уровня за определенное время.

3.17 **зона** (location): Помещение или занимаемое место, или часть пространства, доступная для размещения.

Примечание — Другие стандарты могут использовать такие же названия типов расположения (см. 3.18 — 3.21) с несколько измененными описаниями.

3.18 **расположение недоступного пространства; недоступное пространство** (location of inaccessible space; inaccessible space): Часть пространства, в котором персонал не должен находиться. Все открытое пространство: ограниченное, неограниченное и контролируемое, например, пространство на расстоянии более 2,5 м по горизонтали от размещения СОССП с ограниченным доступом или более чем на 6 м выше поверхности в неограниченной зоне и более 3 м выше поверхности в ограниченной зоне.

Примечание — Недоступная зона может быть определена, например, с воздуха.

3.19 **помещение (зона) с контролируемым доступом; контролируемое помещение (зона)** (location with controlled access; controlled location): Помещение (зона), которое(ую) технический и административный

контроль измерений позволяет сделать доступным только для персонала, обученного работе с лазерным оборудованием.

3.20 **помещение (зона) с ограниченным доступом; ограниченное помещение (зона)** (location with restricted access; restricted location): Помещение (зона), обычно не доступное(ая) для посторонних лиц (включая рабочих, посетителей и административный персонал) за счет мер административного или технического контроля. В данное помещение возможен доступ только обученного персонала (работники технического обслуживания, сервиса, включая мойщиков окон в ограниченных зонах), часть которого не знакома с требованиями лазерной безопасности.

3.21 **помещение (зона) с неограниченным доступом; неограниченное помещение (зона)** (location with unrestricted access; unrestricted location): Помещение (зона), в котором(ой) вход к передающему/приемному оборудованию и открытому лучу не ограничен (т. е. доступен для всех посетителей).

3.22 **производитель** (manufacturer): Организация или частное лицо, конструирующие или изготавливающие оптические устройства или различные компоненты для сборки или модификации СОССП.

3.23 **номинальная опасная для глаз зона (НОГЗ) и НОГЗ с оптическими системами наблюдения** [nominal hazard zone (NHZ) and NHZ-Aided]:

a) НОГЗ — пространство, в пределах которого уровень прямого, отраженного или рассеянного излучения превышает уровень, соответствующий МВЭ, при условиях измерений, указанных в МЭК 60825-1. Уровни экспозиции за пределами НОГЗ ниже уровня МВЭ.

b) НОГЗ с оптическими системами наблюдения — пространство, в пределах которого в случае использования оптических средств уровень прямого, отраженного или рассеянного излучения превышает уровень, соответствующий МВЭ. Уровень экспозиции за пределами НОГЗ в случае использования оптических средств ниже уровня МВЭ.

Примечание 1 — Значения уровней излучения определяют до приведения в действие или установленной системой защиты (УСЗ), или системы автоматического понижения мощности (АПМ) (если АПМ не используют для классификации по 4.3).

Примечание 2 — Примеры НОГЗ и НОГЗ с оптическими системами наблюдения приведены в приложении А, раздел А.2.

3.24 **организация, осуществляющая техническое обслуживание; оператор** (operating organization; operator): Организация или сотрудник, допущенная(ый) к работе или техническому обслуживанию СОССП.

3.25 **наблюдение с помощью оптических вспомогательных средств** (optically-aided viewing): Использование оптических вспомогательных средств, например, биноклей или лупы, для наблюдения луча, исходящего от источника излучения.

Примечание 1 — Существует вероятность повышения уровня опасности для глаз от применения телескопической оптики, включая бинокли, при наблюдении коллимированного пучка на расстоянии.

Примечание 2 — Существует вероятность повышения уровня опасности для глаз от применения лупы или увеличительного стекла вследствие наблюдения сильно расходящегося излучения от невидимого глазом источника.

3.26 **первичный пучок** (primary beam): Пучок, передающий модулированный информационный сигнал.

3.27 **обоснованно ожидаемое событие** (reasonably foreseeable event): Событие (или условие), если оно заслуживает доверия и вероятность его появления (или существования) нельзя игнорировать.

3.28 **организация технического обслуживания** (service organization): Организация или предприниматель, ответственный за техническое обслуживание СОССП.

3.29 **специальные средства** (special tool): Средства, которые, как правило, не продаются в розничной торговле.

Примечание — Это средства, предназначенные для использования в устройствах, предохраняющих от проникновения в опасную зону.

3.30 **избыток мощности** (spillover): Пучок энергии излучения, который проходит через приемный терминал.

3.31 **наблюдение невооруженным глазом, без оптических приспособлений** (unaided viewing, without optical aids): Наблюдение пучка излучения внутри излучающего источника невооруженным глазом, без использования увеличительных стекол или других оптических приспособлений (очки и контактные линзы как оптические приспособления не рассматриваются).

4 Требования

4.1 Общие замечания

СОССП имеет ограничения уровня доступа, установленные настоящим стандартом, которые зависят от типов помещений, в которых она установлена. Классификацию лазерной аппаратуры и ограничения уровня доступа в зависимости от типа помещения см. в таблице 1.

Для потенциально занимаемых зон, в которых могут передаваться, пересекаться или приниматься пучки излучения, условия соответствующей экспозиции оценивают отдельно. Для потенциально занимаемых зон вдоль траектории пучка в пределах НОГЗ и НОГЗ с оптическими системами наблюдения также оценивают приемлемый уровень доступа (см. таблицу 1) и осуществляют соответствующий контроль. При возможности частичных отражений от окна вдоль траектории пучка также оценивают возможность превышения уровня доступа 1 или 2. При установке, техническом обслуживании и эксплуатации СОССП в конкретном помещении влияющие факторы оптического излучения определяют в соответствии с 4.2.

Пример 1 — Если в помещении с уровнем доступа 1 или 2 используют передающее устройство класса 1М, излучающее в противоположном направлении, такие комбинированные условия приемлемы для ограниченных помещений и неприемлемы для неограниченных, за исключением случаев, когда передающее устройство установлено в соответствии с 4.2.1.1 с целью понизить уровень доступа до 1 или 2.

Пример 2 — Для каналов связи с потоком излучаемой энергии вне приемного устройства, но в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения с уровнем доступа 1М или 2М, пучок излучаемой энергии (и другие сопутствующие излучения позади тракта приемного устройства, например, с его фронтальной стороны) должен быть собран в пределах ограниченной или контролируемой зоны, а в неограниченной зоне — по 4.2.1.1 или находиться в недоступном пространстве.

Для передающих устройств классов 3В и 4 в контролируемых помещениях вся траектория пучка, который потенциально может пройти через другие зоны, включая недоступное пространство, по уровню доступа должна соответствовать по ограничениям в соответствии с таблицей 1. Соответствие обеспечивается мониторингом всего пространства НОГЗ и срабатыванием устройства АПМ в случае пересечения человеком траектории пучка. Пучок излучаемой энергии вне приемного устройства (и другие сопутствующие излучения позади тракта приемного устройства, например, с его фронтальной стороны) в пределах НОГЗ собирается в пределах ограниченной или контролируемой зоны или в недоступном пространстве. Другие сопутствующие пучки излучаемой энергии в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения собираются в пределах ограниченной или контролируемой зоны или в неограниченной зоне в соответствии с 4.2.1.1, или в недоступном пространстве.

В настоящем стандарте рассматривают следующие уровни доступа (по степени повышения уровня опасности): 1; 2; 1М; 2М; 3R; 3В; 4.

Примечание — Настоящая классификация отличается от используемой в МЭК 60825-1.

Таблица 1 — Ограничения для классов аппаратуры и безопасные уровни доступа

Тип зон	Допустимые классы аппаратуры и условия установки	Безопасные уровни доступа
Неограниченная	Класс 1 или 2 — без ограничений; класс 1М или 2М — см. 4.2.1.1; класс 3R — см. 4.2.1.2	1 или 2
Ограниченная	Класс 1; 2; 1М или 2М — без ограничений; класс 3R — см. 4.2.2.1	1; 2; 1М или 2М
Контролируемая	Класс 1, 2, 1М, 2М или 3R — без ограничений; класс 3В или 4 — см. 4.2.3.1	1; 2; 1М; 2М или 3R; 3В или 4 — см. 2.3.1
Недоступное пространство	Не применяют	1; 2; 1М; 2М или 3R

Эксплуатирующая организация несет ответственность за установку, обслуживание, проведение регламентных работ и безопасное использование системы в целом. Основные требования:

- идентификация типов зон по всей траектории пучка излучения, включая избыток мощности за пределами приемного терминала, и частичных отражений от промежуточных окон, куда персонал может иметь доступ;
- уверенность в том, что классификация аппаратуры, требования к уровню доступа и условиям по таблице 1 соответствуют типам зон;
- уверенность в том, что монтаж, текущий ремонт и обслуживание выполняют только организации, соответствующие требованиям 4.2.

4.2 Уровень доступа и классификация требований к типу зон

Расположение СОССП определяет безопасные уровни доступа к излучению и классификацию оборудования, которое будет использовано, и необходимые способы последующего контроля. Допустимые классы аппаратуры и уровни доступа различных типов зон представлены в таблице 1. Некоторые типы зон коммерческих и жилых объектов показаны на рисунках 1 и 2.

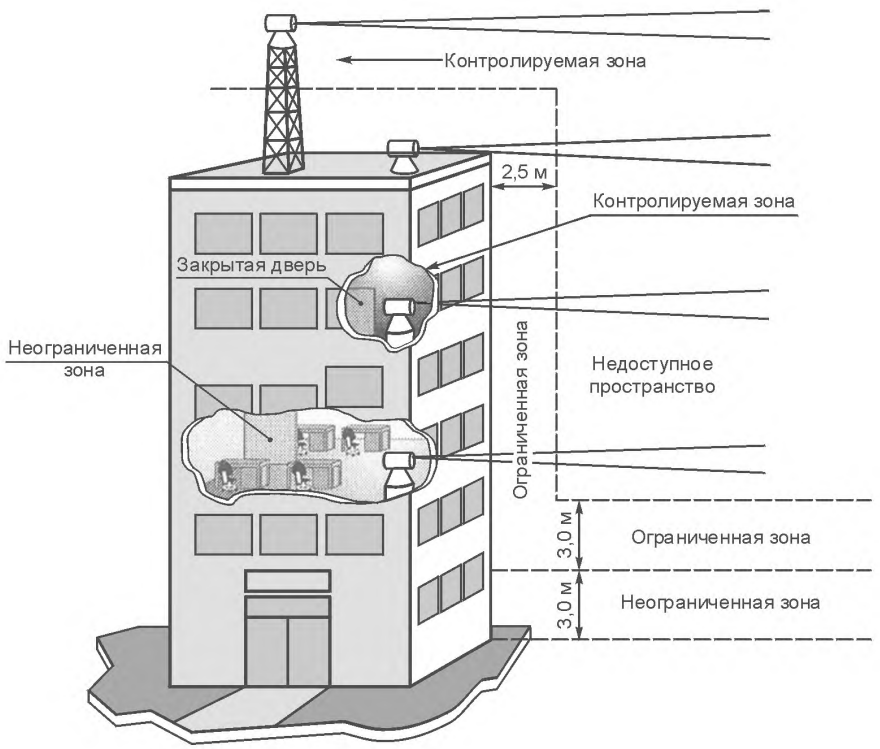


Рисунок 1 — Коммерческий объект

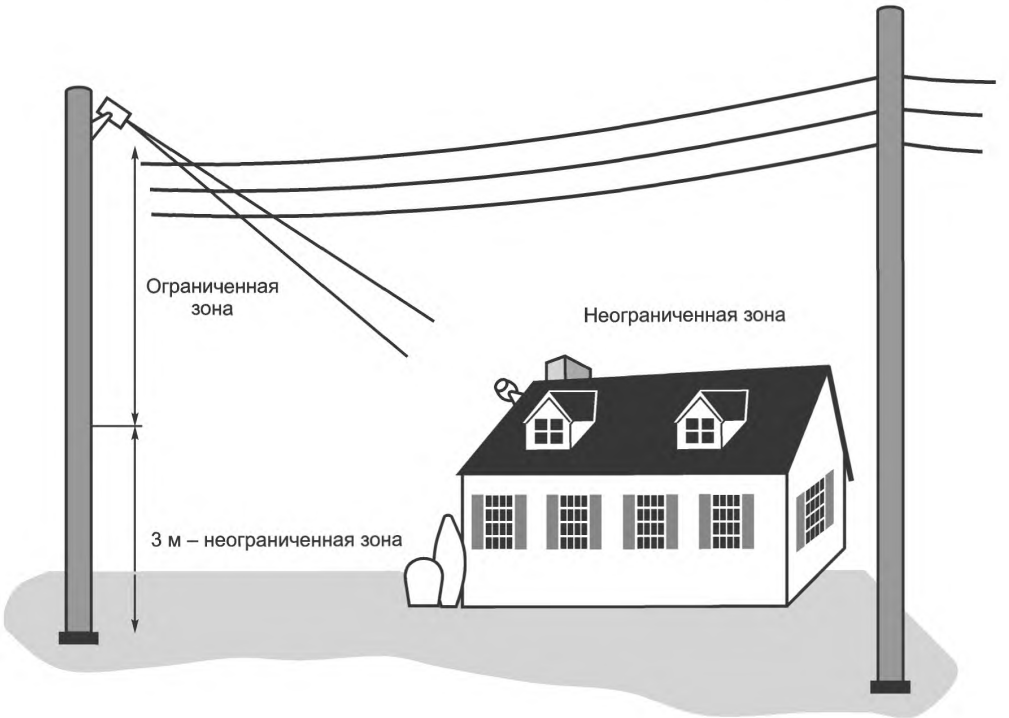


Рисунок 2 — Жилой район

4.2.1 Требования к неограниченным зонам

«Неограниченными» признают зоны со свободным доступом людей (например, крыши помещений, площадки для публики на грунте, открытые помещения офисов, производственные помещения и т. д.). Для окон, которые могут быть открыты, неогороженных балконов длина неограниченной зоны по горизонтали должна быть равна 1 м от границы периметра в соответствии с рисунком 3.

Излучения СОССП, пересекающие или принимаемые в неограниченных зонах, должны соответствовать уровню доступа 1 или 2.

Лазер передающего устройства с открытым лучом, используемый в СОССП и установленный без дополнительных условий в неограниченных зонах, должен быть класса 1 или 2.

4.2.1.1 Использование лазерной аппаратуры классов 1М и 2М в неограниченных зонах

Установка и эксплуатация передающих устройств классов 1М и 2М в неограниченных зонах разрешается, если выполнены следующие условия:

1) установленное передающее устройство соответствует, по крайней мере, одному из следующих условий:

а) использование оптических средств в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения не относится к обоснованно ожидаемому событию.

Коллимированный пучок передающего устройства.

Для передающих устройств с коллимированным пучком, если передающие устройства не соответствуют условию 1 по МЭК 60825-1, таблица 10, при их установке не разрешается вход в НОГЗ с оптическими системами наблюдения, биноклями или телескопами на расстояние менее 2 м от передающего устройства. Например, расположение лазерной аппаратуры класса 1М или 2М возле края неограниченной зоны (на крыше) допускается, если все ее габариты снаружи в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения на расстоянии более 2 м от передающего устройства находятся в ограниченной зоне [неограниченная зона распространяется на расстояние 1 м за краем крыши (см. рисунок 3)]. Это условие представлено на рисунке 4.

Примечание — При обоснованно ожидаемом событии не пользуются биноклями или телескопами на расстоянии менее 2 м от передающего устройства. Однако передающие устройства размещают на возможно близком расстоянии к окну или краю крыши.

Расходящийся пучок передающего устройства.

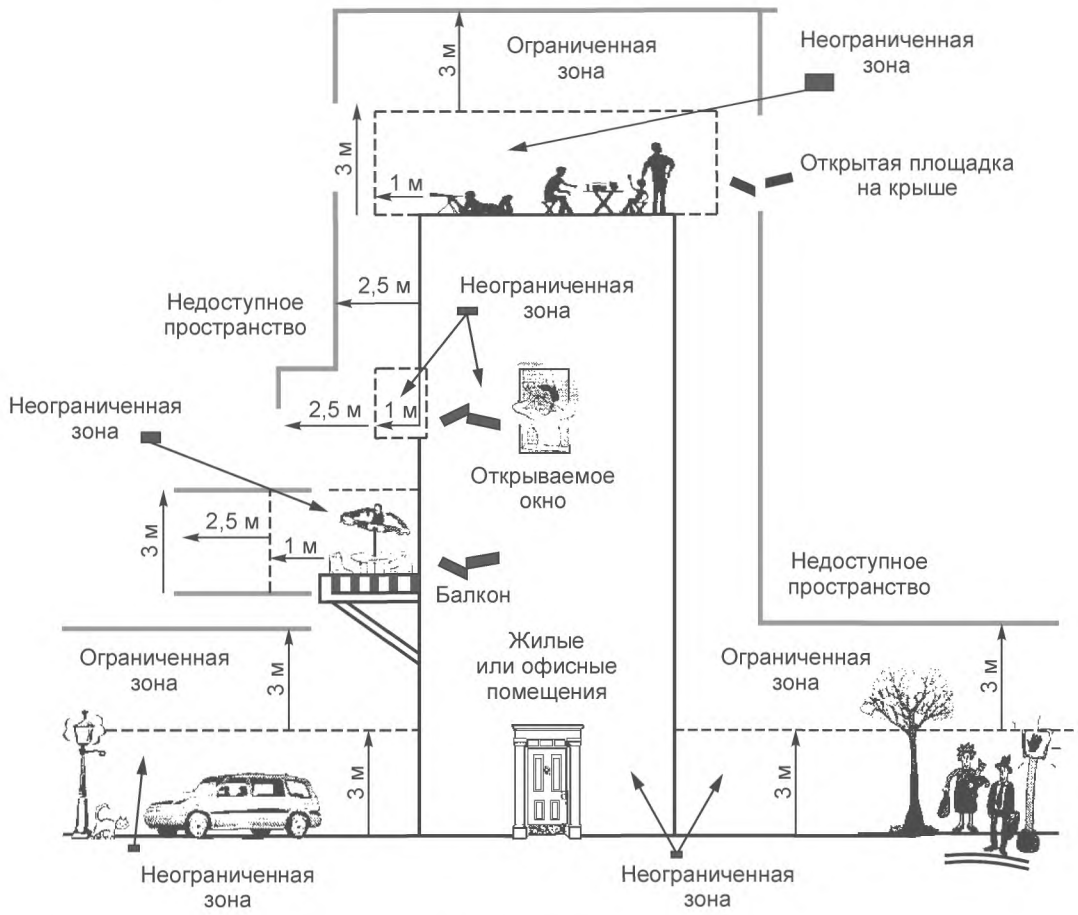


Рисунок 3 — Примеры вариантов внешнего расположения

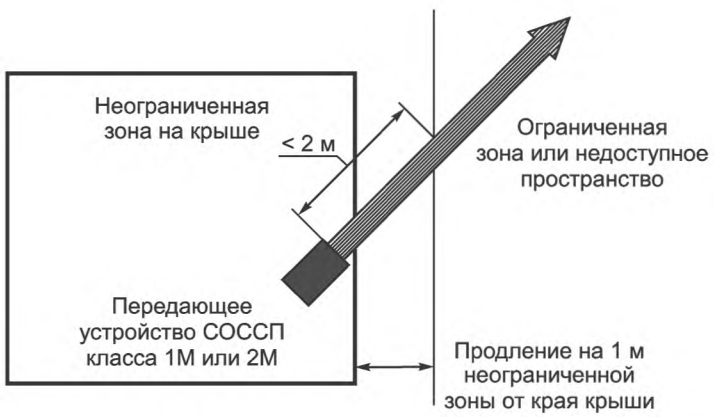


Рисунок 4 — Передающее устройство лазеров класса 1М или 2М вблизи края крыши в неограниченной зоне

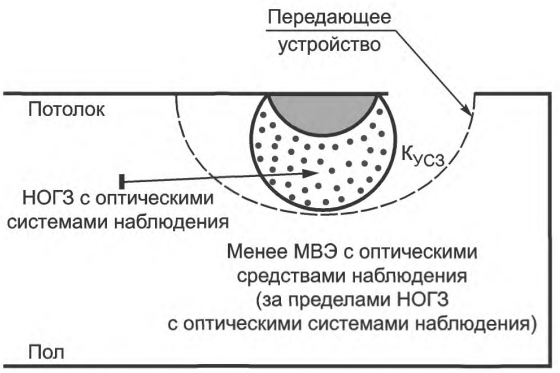
Для передающих устройств с расходящимся пучком, не соответствующих условию 2 МЭК 60825-1, таблица 10, при их установке не разрешается вход в НОГЗ с оптическими системами наблюдения, с увеличительными стеклами или лупой на расстоянии менее 100 мм от передающего устройства. Например, расположение лазерной аппаратуры класса 1М или 2М с беспроводным передающим устройством на потолке возможно, если окно или другое препятствие не допускает появления людей вдоль распространения пучка на расстоянии менее 100 мм от передающего устройства.

Примечание — Определение обоснованно ожидаемого события является ответственностью эксплуатирующей организации (уровень риска оценивают, например, по EH 1050),

b) во время монтажа передающее устройство снабжают соединителем дистанционной блокировки, связанным с установкой системы защиты так, чтобы энергия лазера была ограничена уровнем доступа 1 или 2 (см. рисунок 5);

2) при установке исключают возможность отражения лазерной энергии, превышающей уровень 1 или 2, обратно в неограниченную зону (например, от окна);

3) передающее устройство и/или защитный экран требуют специальных средств для их перемещения/замены и видимого знака, наглядно предупреждающего об опасности и размещаемого впереди или позади передающего устройства или защитного экрана, либо передающее устройство и/или защитный экран оборудуют блокировкой.



$К_{УСЗ}$* – контур, охватываемый установленной системой защиты

* Пример $К_{УСЗ}$ для контроля за НОГЗ с оптическими системами наблюдения передающего устройства класса 1М. Если контур наблюдения нарушен, мощность излучения уменьшается до уровня менее МВЭ с оптическими средствами наблюдения. Дополнительные специальные меры должны быть приняты для наблюдения за НОГЗ в случае, если она распространяется из помещения на улицу.

Рисунок 5 — Передающее устройство лазера класса 1М в неограниченной зоне.

4.2.1.2 Использование лазерной аппаратуры класса 3R в неограниченной зоне

Установка и эксплуатация лазерной аппаратуры класса 3R передающего устройства СОССП в неограниченной зоне допускается при выполнении следующих условий:

1) установленное передающее устройство соответствует, по крайней мере, одному из следующих условий:

a) облучение глаз в пределах НОГЗ и использование оптических средств в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения не является обоснованно ожидаемым событием или

b) во время монтажа передающее устройство снабжают соединителем дистанционной блокировки, связанным с установкой системы защиты так, чтобы энергия лазера была ограничена уровнем доступа 1 или 2 (см. рисунок 5).

Примечание — Определение обоснованно ожидаемого события является ответственностью эксплуатирующей организации (например, EH 1050 определяет уровень риска);

2) При установке исключают возможность отражения лазерной энергии, превышающей уровень 1 или 2, обратно в неограниченную зону (например, от окна);

3) передающее устройство и/или защитный экран требуют специальных средств для их перемещения/замены и видимого знака, наглядно предупреждающего об опасности и размещаемого впереди или позади передающего устройства или защитного экрана, либо передающее устройство и/или защитный экран оборудуют блокировкой.

4.2.2 Требования к ограниченным зонам

Ограниченными признают зоны, доступ в которые для обычных посетителей закрыт, но разрешен для персонала, который может не иметь подготовки для работы с лазером. В зонах, в которых предполагается наблюдение оптическими средствами, размещают предупреждающие знаки (см. таблицу 2).

Примерами ограниченных зон могут быть оборудованные кабинеты, кладовые в офисах и промышленных зданиях и закрытые/специальные помещения. Внутри ограниченной зоны допускается нахождение обслуживающего/монтажного персонала или не имеющих подготовки посетителей в сопровождении специалистов СОССП.

Ограниченные зоны также могут быть на открытом воздухе.

Ограниченные зоны с внешней стороны здания увеличивают на расстояние 2,5 м от наружного края балконов или лестничных пролетов (см. рисунок 3). Примерами внешних ограниченных зон могут служить площадки с ограниченным входом на крышах коммерческих или промышленных зданий, телефонные столбы или площадки с размещенными строительными лесами. Во внешней ограниченной зоне могут находиться мойщики окон или обслуживающий/монтажный персонал, не имеющие подготовки работы с СОССП.

С внешней стороны здания зоны также считают ограниченными, если они соответствуют следующим условиям:

a) помещение находится в пределах 3 — 6 м над поверхностью ограниченной зоны или

b) помещение находится на расстоянии 2,5 м по горизонтали от ограниченной зоны и (если применимо) на 3 м выше поверхности любой ограниченной зоны.

Уровень оптического сигнала в открытом пространстве, принимаемого в ограниченном помещении или пересекающего его, не должен превышать уровня доступа 1М или 2М (например, быть ниже ограничения МВЭ без оптических средств).

Открытый луч лазерных передающих устройств, используемый в СОССП, установленной без применения условий для ограниченных помещений, должен быть класса 1; 2; 1М или 2М.

4.2.2.1 Эксплуатация лазеров класса 3R в ограниченном помещении

Установка и эксплуатация лазерных передающих устройств класса 3R в ограниченном помещении допускается, если соблюдаются следующие условия:

1) лазерное передающее устройство при установке должно соответствовать любому из следующих условий:

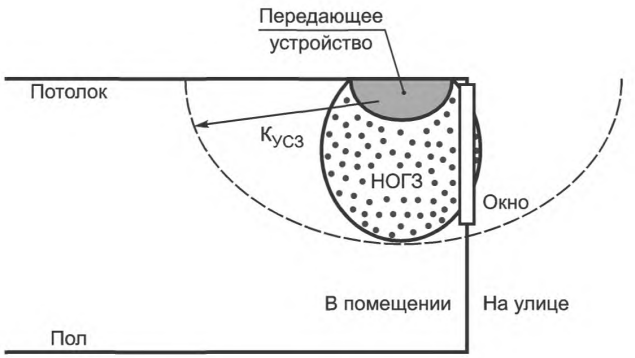
a) экспозиция глаз в НОГЗ и эксплуатация оптических средств в НОГЗ с оптическими системами наблюдения не являются обоснованно ожидаемым событием или

b) во время установки передающее устройство оборудуют соединителем дистанционной блокировки, связанным с установленной системой защиты так, чтобы энергия лазера была ограничена уровнем доступа класса 1; 2; 1М или 2М (см. рисунок 6);

2) при монтаже СОССП должна быть исключена возможность отражения энергии лазерного излучения внутрь в ограниченную зону (например, от окон), превышающей уровень доступа класса 1; 2; 1М или 2М;

3) передающее устройство и/или защитный экран требуют специальных средств для их перемещения/замены и установки видимого знака, наглядно предупреждающего об опасности и размещаемого впереди или позади передающего устройства или защитного экрана, либо передающее устройство и/или защитный экран оборудуют блокировкой;

4) любой пучок излучаемой энергии, испускаемый от приемного устройства в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения, должен находиться в пределах ограниченного помещения, а в неограниченной зоне он должен соответствовать требованиям 4.2.2.1.



$К_{УСЗ}$* – контур, охватываемый установленной системой защиты

* Пример $К_{УСЗ}$, для контроля за НОГЗ передающего устройства класса 3R. Мощность излучения уменьшается до уровня менее МВЭ без оптических средств наблюдения, если контур наблюдения нарушен. Дополнительные специальные меры должны быть приняты для наблюдения за НОГЗ в случае, если она распространяется из помещения на улицу.

Рисунок 6 — Передающее устройство класса 3R в ограниченной зоне

4.2.3 Требования для контролируемых помещений

Контролируемые помещения — площади, не доступные для входа, за исключением обученного персонала (например, терминалы, установленные на вышках, огороженные/защищенные площадки или крыши, закрытые помещения со строго контролируемым доступом и т. д.).

Установка и эксплуатация передающих устройств классов 1; 2; 1M; 2M и 3R допускается в контролируемых помещениях без дополнительных условий.

Излучение от СОССП, пересекающее или принимаемое в контролируемом помещении, не должно превышать уровня доступа 1M, 2M или 3R, за исключением указанных в 4.2.3.1.

4.2.3.1 Использование лазерной аппаратуры классов 3B и 4 в контролируемых помещениях

СОССП предпочтительно устанавливать и эксплуатировать способом, исключающим уровень доступа 3B или 4. Однако в контролируемом помещении предусматривают зону с уровнем доступа 1M; 2M или 3R в соответствии с практикой применения конкретного промышленного стандарта по безопасности (например, МЭК 60825-1) с тем, чтобы исключить облучение человека до уровня 3B или 4. Уровень доступа 3B или 4 вне контролируемой зоны не применяют.

Лазерные передающие устройства с открытым лучом классов 3B и 4 разрешается устанавливать и использовать в контролируемых зонах при соблюдении следующих условий:

a) устанавливают защитную систему, которая обнаруживает вход человека в объем пространства, включающего НОГЗ, и снижает мощность лазера до определенного уровня в течение конкретного времени (см. 4.5).

Примечание — Особенно тщательно нужно определить НОГЗ с учетом всех составляющих погрешности или нарушения управления пучком;

b) если приемное устройство размещено в пределах НОГЗ, то пучок излучаемой энергии за приемным терминалом в пределах НОГЗ включается в контролируемую зону;

c) любой дополнительный пучок излучаемой энергии, за приемным устройством в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения, не должен попадать в неконтролируемую зону, за исключением условий по 4.2.1.1;

d) сотрудник эксплуатирующей организации, ответственный за лазерную безопасность, отвечает за установленный порядок и контрольные измерения опасных факторов в пределах контролируемой зоны.

4.2.4 Требования к недоступному пространству

Недоступное пространство включает в себя контролируемые и неконтролируемые зоны и контролируемые помещения. Пространство должно быть определено по горизонтали:

a) на расстояние 2,5 м от всех внешних поверхностей всего здания или 3,5 м — от зон, которые могут быть заняты (например, балконы, лестничные пролеты или открываемые окна) всеми зданиями, или

b) по направлению от пределов ограниченных зон вертикально на 6 м над поверхностью в неограниченной зоне или 3 м над поверхностью в ограниченной зоне (см. рисунок 3).

При прохождении в свободное пространство оптического излучения из недоступной зоны не должен превышать уровня доступа 1М; 2М или 3R.

Если НОГЗ от передающего устройства СОССП служит помехой навигации воздушного пространства, то разработчики должны уведомить соответствующие полномочные органы. Если видимые лазерные пучки используют вблизи аэропорта, то необходимо разработать дополнительные регулирующие требования.

4.3 Классификация

Классификацию оптических передающих устройств устанавливает производитель на основе измерений или анализа оптического излучения в соответствии с МЭК 60825-1. Первичный пучок, а также любые сопутствующие пучки и луч маяка, проходящие по одной оси, учитывают при классификации лазерной аппаратуры, определяют их использование в соответствующих помещениях (см. таблицу 1). Контрольные тесты проводят в соответствующих условиях, например, при разных возможностях доступа, с использованием малых апертур и длительности времени испытания в соответствии с МЭК 60825-1.

Конструкция оборудования СОССП для работы с системой АПМ должна быть такой, чтобы излучаемая мощность понижалась при пересечении человеком НОГЗ или НОГЗ с оптическими системами наблюдения (см. 4.3.1). При применении СОССП допускается определять классификацию передающих устройств СОССП и уровень доступа с условием задержки излучения за время до 2 с после начала экспозиции человека. МВЭ, измеряемая без применения оптических средств в течение двухсекундного интервала, не должна быть превышена для оборудования класса 1; 2; 1М или 2М (см. МЭК 60825-1, таблица 7). Применение системы АПМ допускается только для передающих устройств класса 1; 2; 1М или 2М с подключенной системой АПМ.

Примечание — Обоснование интервала экспозиции человека длительностью до 2 с: для людей, пользующихся очками или другими оптическими средствами, сложно точно определить оптический луч в открытом пространстве, поэтому не обоснованно ожидать, что человек сможет пересечь луч полной мощности в течение 2 с и менее.

4.3.1 Механизмы автоматического понижения мощности (АПМ)

Система АПМ является узлом конструкции, которым производитель может снабдить передающее устройство СОССП и с помощью которого достижимая мощность облучения снижается до определенного уровня в течение определенного времени при каждом случае, следствием которого может быть экспозиция человека излучением свыше ДПИ. Например, о случае, когда человек пересекает пучок, проходящий через 50; 25; 7 или 3,5 мм или другую апертуру, см. МЭК 60825-1, таблица 10.

Эксплуатация системы АПМ влияет на классификацию передающих устройств СОССП и уровень доступа (см. 4.4). Система АПМ обращается к механизму мониторинга за НОГЗ и НОГЗ с оптическими системами наблюдения и понижает мощность СОССП. Действие системы АПМ не распространяется на установку систем защиты, используемых для ограничения доступа в неограниченное, ограниченное и контролируемое помещения.

Передающие устройства СОССП класса 4 не должны устанавливаться без системы АПМ, если в случае неисправности системы АПМ в неограниченной зоне возможен уровень доступа 4.

4.3.1.1 Требования к работе устройств АПМ

Устройства АПМ должны соответствовать следующим требованиям:

a) наблюдение за всей НОГЗ или НОГЗ с оптическими системами наблюдения на пониженном уровне доступа;

b) обнаружение пересечения человеком НОГЗ или НОГЗ с оптическими системами наблюдения, снижение мощности до определенного уровня за определенное время, сохранение мощности не выше определенного уровня на время потенциальной опасности;

c) обеспечение того, что в течение двухсекундного периода, необходимого для снижения мощности, в точке пересечения ДПИ без оптических средств (см. МЭК 60825-1) не превысит требований аппаратуры класса 1; 2; 1М или 2М;

d) адекватный уровень надежности для всех узлов устройства АПМ (включение, электроника, программная часть, сенсорные устройства и т. д.) и устойчивость в случаях одиночных ошибок; выполнение функции безопасности АПМ в случае превышения мощности свыше уровня 1 или 2 в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения для лазерной аппаратуры класса 1 или 2 или уровня доступа 1М или 2М в пределах НОГЗ для лазерной аппаратуры класса 1М или 2М.

Примечание — Примеры метода надежного определения опасности/безопасности приведены в приложении В;

e) обеспечение нормальной работы при установке и обслуживании СОССП во включенном состоянии с предупреждением видимым или звуковым сигналом и ясным указанием на то, что устройство АПМ не работает (при этом блокировка обеспечивает уменьшение излучения до уровня требования по МЭК 60825-1);

f) в передающих устройствах класса 3В или 4 без системы АПМ одиночная ошибка должна быть основанием для замены:

1) понижение уровня излучения передающего устройства в течение двухсекундного периода в случае появления ошибки до уровня класса 1 или 2, если она установлена в неограниченной зоне, до уровня класса 1; 2; 1М или 2М, если она установлена в ограниченной или контролируемой зоне (при работе в НОГЗ без применения оптических средств уровень излучения не должен превышать ДПИ),

2) предупреждение эксплуатирующей организации о случае появления ошибки посредством извещения о схеме наблюдения системы;

g) использование производителем всех возможных методов тестирования работы системы обнаружения, которая приводит в действие АПМ. Тест рассчитан на возраст человека, начиная с несовершеннолетнего до взрослого (если возраст не ограничен типом помещения). Обычно тесты рассчитывают для скорости входа в пучок, которая обоснованно ожидается с расширением зоны установки.

Примечание — Если снижение мощности происходит менее чем за 2 с, можно использовать ДПИ.

Тесты и оценки позволяют выявить обоснованно ожидаемые условия проявления ошибки. В комплексных системах, оптический выход которых определен интегрально от разных компонентов, работы и конструкции схемы и программного обеспечения, допускается для определения опасности/безопасности использовать другие методы оценки (см. приложение В).

Для системы АПМ условия безопасности и полную допустимую эксплуатируемую мощность передающего устройства определяют один раз.

Для СОССП с системой АПМ классификацию и уровень доступа оценивают с момента начала работы или определения условий ее возобновления для всех применимых промежутков времени. После установления условий безопасности соответствующие ограничения излучение/экспозиция для типов помещений не могут быть превышены.

4.4 Определение уровня доступа

Определение уровня доступа является обязательным требованием к эксплуатирующей организации. Уровень доступа допускается определять при проведении регламентных работ, при установке или в сервисной организации. Методы определения уровня доступа те же, что в МЭК 60825-1, за исключением:

a) уровень доступа в пределах назначенной зоны определяют в любом положении относительно передающего устройства СОССП, когда уровень доступа является максимальным; но результат может зависеть от промежуточных элементов системы, таких, например, как окна;

b) уровень доступа допускается определять при активации установленной защитной системы или системы АПМ;

c) если УСЗ или система АПМ в течение 2 с устанавливает пересечение зоны человеком, излучение не должно превышать МВЭ. Метод, используемый для классификации допустимых пределов излучения для лазерной аппаратуры, так же используют для определения уровня доступа. Для условий наблюдения без оптических средств см. МЭК 60825-1, таблица 6.

Примечание — Обоснование двухсекундного интервала для людей, пользующихся очками или другими оптическими средствами: людям сложно ориентироваться в открытом пространстве с оптическим лучом, поэтому не следует ожидать облучения человека пучком полной мощности за 2 с и менее. В течение двухсекундного периода экспозиции облучение любой части тела свыше МВЭ не допускается без применения оптических средств для уровня доступа 1; 2; 1М; 2М или 3R.

Тест на определение уровней доступа проводят для условий обоснованно ожидаемых ошибок для условий, при которых установленная система защиты или АПМ (если используется) функционирует нормально. В обстоятельствах, при которых сложно провести прямые измерения, допускается определение уровня доступа посредством вычислений. Ошибка, в следствие которой эмиссия излучения будет выше ДПИ в течение ограниченного периода, не относится к обоснованно ожидаемой, и доступ человека к излучению не разрешается, прежде чем лазер не будет отремонтирован или уровень эмиссии станет ниже ДПИ.

4.5 Установленная система защиты

Установленная система защиты обычно является функциональной частью системы АПМ, но не встраивается производителем в передающее устройство СОССП. Вместо этого при монтаже допускается встра-

ивать систему АПМ в передающее устройство СОССП так, чтобы допустимая мощность при определенном расположении понижалась до определенного уровня за определенное время в случае экспозиции человека свыше МВЭ. Требования 4.3.1.1 для систем АПМ применяют к установленной системе защиты, однако классификация передающих устройств не определяется технической эксплуатацией установленной системы защиты.

Установленная система защиты и передающее устройство СОССП обычно связываются через блокирующее устройство, поставляемое производителем, или эквивалентное ему средство.

Передающие устройства СОССП, не снабженные блокирующими устройствами или его эквивалентами, совместно с системой защиты не устанавливают.

4.6 Зеркальные отражения

При установке и эксплуатации СОССП ее обязательно тестируют с целью устранить нежелательные отражения (полностью или частично) от излучаемого пучка, регулируют маяк (при его наличии), а также тестируют пучки передающего устройства (тестируют все классы лазеров). Вероятность случайного направления пучка лазера и нежелательных отражений учитывают при оценке уровня доступа и НОГЗ устанавливающей/эксплуатирующей организацией.

4.7 Организационные требования

4.7.1 Требования к изготовителям готовых к использованию передающих устройств СОССП и/или систем, сдаваемых «под ключ»

Производители передающих устройств СОССП и/или систем, сдаваемых «под ключ», должны:

- гарантировать соответствие поставляемого оборудования требованиям МЭК 60825-1, включая:

a) классификацию лазера,

b) технические узлы (индикатор излучения, соединитель дистанционной блокировки и т. д.),

c) маркировку, подтверждающую классификацию, описание;

- гарантировать соответствие поставляемого оборудования требованиям МЭК 60825-2, если в СОССП встроена оптическая волоконная линия, которая проведена за огороженное от передающего или принимающего устройства место;

- обеспечить дополнительно:

a) техническим описанием конструктивных узлов, встроенных в лазер, которые предупреждают об экспозиции излучения в части превышения уровня доступа 1; 2; 1M; 2M или 3R,

b) инструкциями по сборке, регулированию, регламентным работам и безопасной эксплуатации, включая ясные предупреждения о мерах предосторожности с тем, чтобы исключить экспозицию излучением выше уровня доступа 1; 2; 1M; 2M или 3R,

c) инструкциями по установке, техническому обслуживанию с целью исключить превышение излучения, указанного в 4.2, при установке и техническом обслуживании лазера и при любом способе работ с учетом горизонтального и вертикального его размещений, условия и требования к неограниченным, ограниченным и контролируемым помещениям и недоступному пространству и (если необходимо) процедуры и меры предосторожности, приемлемые для любых регулировок, требующих повышения/понижения расходимости пучка в случае необходимости уменьшения возможной экспозиции,

d) сведениями о времени отклика и рабочих параметрах системы АПМ или установленной системы защиты, как определено производителем, например, о времени достижения заданного уровня доступа,

e) спецификацией безопасного проведения работ и/или защиты на время, пока системы АПМ или системы наблюдения заблокированы, а также безопасными процедурами переустановки и тестирования таких систем, если монтаж или техническое обслуживание требуют замены системы АПМ или установленной системы защиты,

f) достаточной информацией от производителя оборудования СОССП по организации установки или эксплуатации для определения максимального входного уровня с любой позиции относительно передающего устройства,

g) инструкцией для присоединения установленной системы защиты к соединителю дистанционной блокировки или аналогичного интерфейса передающего устройства,

h) информацией об условиях классификации (см. МЭК 60825-1, таблица 10, условие 1 или 2),

i) наличием НОГЗ, если класс лазера превышает 1M или 2M,

j) наличием НОГЗ с оптическими системами наблюдения для всех лазеров, отличных от класса 1 (см. примеры приложения А.2),

k) любой другой существенной информацией по безопасности и эксплуатации лазерной СОССП.

4.7.1.1 Дополнительные инструкции производителей

В инструкции по установке производитель определяет тип зоны размещения в соответствии с требо-

ваниями настоящего стандарта и назначает установку СОССП в ограниченной, неограниченной или контролируемой зоне.

Примечание — Лазер, оборудованный системой АПМ, может иметь ограничения по месту установки по 4.3.1.1, перечисление f).

Руководство по установке должно включать в себя следующие формулировки:

«ВНИМАНИЕ: Использование контроля или регулировки, или рабочей процедуры иначе, чем это определено, может привести к опасности экспозиции излучения».

«Если НОГЗ включает в себя навигационное воздушное пространство, обязательно провести соответствующие согласования».

4.7.1.1.1 Передающие устройства

Для классификации передающего устройства СОССП в руководство по установке необходимо включать следующие формулировки:

- для передающего устройства СОССП класса 1: «Это передающее устройство СОССП класса 1 может быть установлено в ограниченном, неограниченном или контролируемом помещении, как указано в настоящем стандарте».

Примечание — Данные формулировки не требуются для передающих устройств, соответствующих условиям, оговоренным в разделе 1 «Область применения».

Для передающего устройства СОССП класса 1М: «ВНИМАНИЕ — это передающее устройство СОССП класса 1М может быть установлено в ограниченном, неограниченном или контролируемом помещении, как указано в настоящем стандарте. См. ограничивающие условия по установке для использования при неограниченном типе размещения».

Для передающего устройства СОССП класса 2: «ВНИМАНИЕ — это передающее устройство СОССП класса 2 может быть установлено в ограниченном, неограниченном или контролируемом помещении, как указано в настоящем стандарте».

Для передающего устройства СОССП класса 2М: «ВНИМАНИЕ — это передающее устройство СОССП класса 2М может быть установлено в ограниченном, неограниченном или контролируемом помещении, как указано в настоящем стандарте. См. ограничивающие условия по установке для использования при неограниченном типе размещения».

Для передающего устройства СОССП класса 3R: «ВНИМАНИЕ — это передающее устройство СОССП класса 3R может быть установлено в ограниченном, неограниченном или контролируемом помещении, как указано в настоящем стандарте. См. ограничивающие условия по установке для использования при неограниченном типе размещения».

Для передающего устройства СОССП класса 3В: «ВНИМАНИЕ — это передающее устройство СОССП класса 3В может быть установлено в контролируемых помещениях, как указано в настоящем стандарте».

Для передающего устройства СОССП класса 4: «ВНИМАНИЕ — это передающее устройство СОССП класса 4 может быть установлено в контролируемых помещениях, как указано в настоящем стандарте».

4.7.1.1.2 Приемники

На системы, в оснащении передающих устройств которых не предусмотрены приемники или их расположение, должна быть приведена необходимая информация о правильной эксплуатации приемника и необходимости разрешения на превышение МВЭ оптического излучения при применении оптических средств.

4.7.2 Требования к установке и техническому обслуживанию

Установку и техническое обслуживание СОССП проводят по инструкциям производителя способом, гарантирующим соответствие входящего излучения требованиям 4.2.

Для систем, отличных от класса 1 или 2, установка и техническое обслуживание предполагает:

a) обеспечение обучения лазерной безопасности обслуживающего персонала при установке и эксплуатации;

b) обеспечение своевременного контроля уровня излучения и наличия предупреждающих знаков (см. таблицу 2). В каждом необходимом месте знак должен содержать слова «Уровень доступа». Знаки устанавливают рядом с оборудованием (соответственно опасности перед входом в зону НОГЗ) и возле входных дверей, как указано в таблице 2;

c) обеспечение при использовании видеоконтрольных устройств в установленной защитной системе их соответствующей защиты;

d) для СОССП классов 3В и 4 проведением анализа или тестированием убеждаются в том, что ограничение уровня доступа по 4.2 для входящего излучения в ограниченном помещении или входящее или испускаемое излучение в неограниченном или контролируемом помещении соответствуют обоснованно ожидаемым событиям, включая регулировку пучка и ограничения при установке.

Таблица 2 — Требования к предупреждающим знакам

Уровень доступа	Тип помещения		
	Неограниченное	Ограниченное	Контролируемое
1	Нет	Нет	Нет
2	Нет	Нет	Нет
1M[a)]	Не применимо[b)]	Нет[c)]	Нет[c)]
2M[a)]	Не применимо[b)]	Прилегающее	Прилегающее
3R	Не применимо[b)]	Не применимо[b)]	Прилегающее и вход
3B	Не применимо[b)]	Не применимо[b)]	Прилегающее и вход
4	Не применимо[b)]	Не применимо[b)]	Прилегающее и вход

[a)] Для уровня доступа 1M или 2M предупреждающие знаки (если необходимо) должны включать в себя предписание: «Не использовать оптические средства (очки или зрительные трубы)». В случае лазера класса 1M или 2M при излучении ниже условия 2 по МЭК 60825-1, таблица 10 (сильно расходящийся пучок), заменяют очки или зрительные трубы на линзы.

[b)] Не применимо, пока уровень доступа не соответствует типу размещения (см. таблицу 1).

[c)] Если знак не представлен для уровня доступа 1M в ограниченном или контролируемом помещении, то ответственностью эксплуатирующей организации является обеспечение альтернативного контроля, эффективно предотвращающего возможность наблюдения опасными оптическими средствами.

4.7.3 Требования к эксплуатирующей организации

Эксплуатирующая организация несет полную ответственность за безопасность в целом, что включает в себя в основном:

a) идентификацию типа размещения всех частей в целом и прохождение пучка в пределах НОГЗ с оптическими системами наблюдения, к которым люди могут иметь доступ;

b) гарантию того, что требования по классификации и уровню доступа не превышены для конкретного типа размещения;

c) гарантию того, что установка и техническое обслуживание выполняются только организациями, соответствующими требованиям 4.2 и 4.7.2;

d) гарантию того, что доступ в ограниченное и контролируемое помещение соответствует требованиям лазерной безопасности;

e) гарантию соответствия требованиям по эксплуатации, техническому обслуживанию и безопасности;

f) гарантию того, что для контроля помещений, в которых имеется оборудование класса 3B или 4, назначен уполномоченный по лазерной безопасности;

g) гарантию того, что после получения предупреждения об ошибке в системе АПМ передающего устройства СОССП класса 3B или 4 без системы АПМ ошибка будет устранена за период времени, достаточный для предупреждения о следующей ошибке.

Приложение А
(справочное)

Примеры условий эксплуатации и расчетов

А.1 Обзор зеркального отражения

Зеркальное отражение (включая френелевское в волокне) возможно от лазеров классов 1М и выше, когда пучок распространяется через окна здания. Если пучок направлен на приемник в другом здании, зеркальное отражение может появиться от каждого граничного зеркального слоя. Типичное значение отражения от поверхности равно 0,04 (но зависит от коэффициента рефракции). Для пучка, отраженного от одностворчатого окна при нормальном (перпендикулярном) угле падения, может быть отражено 4 % + 4 %, т. е. 8 % излучаемого пучка. Если значение излучаемого пучка превышает 1/0,08, т. е. в 12 раз больше МВЭ, то значение отраженного пучка может превышать МВЭ. По закону Френеля коэффициент отражения повышается в зависимости от угла падения. Таким образом, необходимы другие оценки безопасности. Важно определить направление отраженного пучка обратно внутрь помещения, занятого передающим устройством. Отражения пучка от передающего устройства или приемника с превышением МВЭ происходят редко, соответственно обратное отражение также происходит редко, но его необходимо учитывать при установке лазера.

Например, коллимированный пучок от лазера класса 3В в свободном пространстве мощностью Φ свыше 4 Вт с пучком диаметром a, равным 0,2 м, и длиной волны 1,15 мкм направлен из окна офисного здания под углом 20° от нормали. Оценивают обратное зеркальное отражение внутрь помещения с передающим устройством:

$$E = 1{,}27 \cdot \frac{\Phi}{a^2}; \qquad (A.1)$$

$$E = \frac{1{,}27 \cdot 4}{0{,}2^2} = \frac{5{,}08}{0{,}04} = 127 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}.$$

МВЭ на этой длине волны для длительности обзора более 10 с равна 50 Вт·м$^{-2}$. Поскольку значение отражения от окна значительно меньше $\frac{50}{127}$ = 0,39, то отраженный пучок излучения будет ниже МВЭ; однако отраженный пучок может быть эквивалентен классу 1М, и если зрительная труба (без фильтра безопасности) направлена из окна по оси отраженного пучка, то существует риск облучения персонала от применяемых для обзора оптических средств. Измеренное отражение для данного типа стекла от данного угла равно 0,10 (10 %). Таким образом, значение отраженного пучка излучения будет равно 13 Вт·м$^{-2}$, что представляет опасность при наблюдении при помощи зрительной трубы, усиливающей мощность отражения более 50/13. Естественно, углы неосевых пучков должны меняться. Передающее устройство размещают максимально закрыто от оконного стекла или прохода между апертурой передающего устройства и стекла окна. При отражениях за пределами здания может образоваться пучок класса 1М, который необходимо оценить.

А.2 Примеры для НОГЗ и НОГЗ с оптическими системами наблюдения

Общее представление о НОГЗ и НОГЗ с оптическими системами наблюдения составить сложно, поэтому его лучше проиллюстрировать примерами. Корректная интерпретация требований настоящего стандарта также зависит от ясного понимания пользователем уровней доступа в соответствии с требованиями настоящего стандарта. Например, лазер класса 1М, который потенциально опасен при работе с оптическими средствами наблюдения, может быть установлен способом, при котором применение оптических средств относится к обоснованно предсказуемому событию по 4.2.1.1. В этом случае даже при наличии НОГЗ оборудование вводится в эксплуатацию с уровнем доступа 1.

Допущения в приведенных ниже примерах сделаны для упрощения анализа. Примеры с другой длиной волны и типичными профилями излучения, такими как Гауссиан, приведены в МЭК 60825-1, приложение А, раздел А.1:

a) ***Пример А.2—1*** — Рассматривают коллимированный пучок лазера класса 1М (не соответствует условию 1 МЭК 60825-1, таблица 10). В данном примере нет НОГЗ, а НОГЗ с оптическими системами наблюдения ограничена изолированной площадью, которая начинается на расстоянии 2 м от точки ограничения доступа человека. На этой площади обоснованно предсказуемо используют телескопические оптические средства (например, бинокли), которые обычно имеют ограниченный диапазон настройки фокуса. Расширение НОГЗ с оптическими системами наблюдения на расстоянии более чем 2 м, определяют по следующим дополнительным параметрам лазера: длина волны, стягиваемый угол, временна́я зависимость излучаемой мощности, пиковая мощность, расхождение пучка, минимальный диаметр пучка и распределение излучения.

b) ***Пример А.2—2*** — Рассматривают расходящийся пучок лазерного передающего устройства класса 1М (не соответствует условию 2 МЭК 60825-1, таблица 10). В данном примере также нет НОГЗ, а НОГЗ с оптическими системами наблюдения ограничена расстоянием 14 — 100 мм от размещения видимого источника. 14 и 100 мм

— минимальное и максимальное расстояния, применяемые к условию 2. Как и в предыдущем примере, логическое обоснование данного диапазона расстояний относится к предсказуемому приемлемому случаю использования ограниченного спектра оптических средств, например, лупы. Как и в предыдущем примере, расширение НОГЗ с оптическими системами наблюдения в пределах 14 — 100 мм от места размещения открытого источника зависит от характеристик передающего устройства.

c) ***Пример А.2—3*** — лазер класса 3В по условию 2 с наибольшими ограничениями.

Особо рассматриваются:

- однородный пучок излучения диаметром излучающей апертуры d_0 = 1 мм;
- полное расхождение φ = 0,1 рад;
- длина волны 1500 нм;
- средняя мощность пучка незатухающей волны P = 360 мВт.

Для упрощения допускают, что для любого фиксированного расстояния от апертуры передающего устройства излучение является постоянным в пределах конуса расхождения пучка и равно нулю за этим конусом.

Диаметр пучка на некотором расстоянии r :

$$d(r) = r_0 + 2r \cdot \mathrm{tg}\,(\varphi/2) \cong d_0 + r \cdot \varphi.$$

В соответствии с МЭК 60825-1 максимум протяженности НОГЗ определяется как номинальное опасное для глаз расстояние (НОГР), равное расстоянию, с которого значения излучения усредняются в пределах измеряемой апертуры и становятся ниже значения МВЭ для оптически невооруженного глаза (см. МЭК 60825-1, таблица 10), т. е. эквивалентно мощности, собранной измерительной апертурой при измерении ДПИ классов 1 и 1М (см. МЭК 60825-1, таблица 1). В этом примере считаем излучение однородным, тогда собранная мощность определяется отношением площади измерительной апертуры к площади пучка:

$$\text{ДПИ} = 10\ \text{мВт} \quad = P\left[\frac{d_{\text{UM}}}{d(\text{НОГР})}\right]^2,$$

где d_{UM} = 3,5 мм — диаметр апертуры, используемый при измерении невооруженным глазом. Используя приведенное выше уравнение, получаем:

$$\text{НОГР} = \frac{d_{\text{UM}}\sqrt{\dfrac{P}{\text{ДПИ}}} - d_0}{\varphi};$$

$$\text{НОГР} = \frac{\left[3{,}5 \cdot \left(\dfrac{360}{10}\right)^{1/2} - 1\right]}{0{,}1} = 200\ \text{мм}\cdot$$

Поэтому НОГЗ начинается на расстоянии 100 мм от расположения видимого источника и распространяется до расстояния 200 мм.

Имеются две части НОГЗ с оптическими системами наблюдения, определяемые по МЭК 60825-1, таблица 10 (условия 1 и 2 соответственно). Часть НОГЗ с оптическими системами наблюдения, определяемая на условии 2, меньше, чем НОГЗ, и распространяется только на расстояние от 14 мм до 100 мм (измеренная от расположения видимого источника).

Часть НОГЗ с оптическими системами наблюдения, определяемая на условии 1, есть расстояние, на котором излучение усредняется в измерительной апертуре, приемлемо для наблюдения с оптическими средствами (см. МЭК 60825-1, таблица 10) и становится ниже ДПИ для классов 1 и 1М (см. МЭК 60825-1, таблица 1). Это расстояние в соответствии МЭК 60825-1 рассматривают как «расширенное НОГР». Анализ НОГЗ с помощью оптических систем наблюдения — такой же, как и для НОГЗ, за исключением того, что диаметр измерительной апертуры d_{AM} = 25 мм. После подстановки в приведенное выше уравнение получаем:

$$\text{НОГР}_{\text{расширенное}} = \frac{\left[25 \cdot \left(\dfrac{360}{10}\right)^{1/2} - 1\right]}{0{,}1} = 1490\ \text{мм}\cdot$$

При расстоянии менее 2 м условие 1 не относится к НОГЗ с оптическими системами наблюдения.

А.3 Пример расхождения пучка передающего устройства диффузного инфракрасного излучения

В настоящем примере рассматривают передающее устройство инфракрасного лазера на излучающем диоде, используемое для теле- радиовещания от точечных до многоточечных связей в помещениях для конференций. Используют следующие условия для передающего устройства:

- пиковая длина волны 940 нм;
- спектральная ширина полосы пропускания 4 нм (вся ширина с максимумом посередине);

- расхождение 120° (во всю ширину диапазона с максимумом посередине, ламбертовское косинусное распределение);

- интенсивность излучения 400 мВт·ср$^{-1}$ (максимальная осевая эмиссия).

В первом случае размер источника неизвестен, и поэтому необходимо оговорить наибольшее ограничение источника по стягиваемому углу. В соответствии с МЭК 60825-1, таблица 1, МВЭ равна 1,18 мВт.

Для соответствия классу 1 превышение МВЭ при измерении на выходе устройства диаметром апертуры 7 мм на расстоянии 14 мм не допускается. Обычно для лазеров класса 1 МВЭ при измерении на выходе устройства диаметром апертуры 7 мм на расстоянии 100 мм не должна быть превышена.

Предварительно тщательно проводят измерения (которые являются дорогостоящими), желательные для проверки теоретических положений по МЭК 60825-1 с преобразованием МВЭ и условий измерения до приемлемого ограничения по интенсивности излучения, и сравнивают их с данными, типичными для комплектующих, заданных в спецификации. Для этих целей допускается применять «закон обратных квадратов»

$$E = \frac{I}{r^2},$$

где E — энергетическая освещенность (или энергетическая экспозиция) от источника на расстоянии r;

I — интенсивность излучения.

Энергетическая освещенность соотносится с ДПИ и измерительной апертурой диаметром 7 мм (площадью A = 3,85 × 10^{-5} м^2) от указанного выше и составляет

$$E_{\text{ДПИ}} = \frac{1{,}18 \cdot 10^{-3}\ \text{Вт}}{3{,}85 \cdot 10^{-5}\ \text{м}^2} = 30{,}6\ \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}.$$

Уравнения МВЭ — по МЭК 60825-1, таблица 6. Для определения соответствующего максимума допустимой интенсивности излучения падающего излучения вышеприведенная формула для закона обратных квадратов может быть приведена к виду

$$I_{\text{ДПИ}} = E_{\text{ДПИ}} \cdot r^2.$$

После подстановки значений измеренных расстояний:

класс 1. . . . . $I_{\text{ДПИ}}$ = 6,00 мВт·ср$^{-1}$;

класс 1М . . . . . $I_{\text{ДПИ}}$ = 306 мВт·ср$^{-1}$;

класс 3R. . . . . $I_{\text{ДПИ}}$ = 30,0 мВт·ср$^{-1}$.

Применение точечных источников излучения в виде инфракрасных излучающих диодов в достаточной степени обосновано. Однако в настоящем примере падающее излучение интенсивностью 400 мВт·ср$^{-1}$ превышает ограничения для классов 1; 1М и 3R (которые применимы к источникам, стягивающим угол менее α_{min}, где α_{min} = 1,5 мрад) и допустимо использование передающего устройства класса 3В. При обосновании, использованном в А.2, НОГЗ определяют небольшим участком, ограниченным расстояниями 100 и 114 мм от источника. Согласно таблице 1 применение передающих устройств СОССП класса 3В разрешается только в контролируемом помещении.

На основании анализа вышеприведенных граничных условий очень важно учитывать угол стягивания источника (или видимый размер) передающего устройства. Допустим, что размер источника (который содержит 63 % полной излучаемой мощности) D = 1 мм (типичное значение для коммерчески приемлемых устройств). На расстоянии наблюдения 100 мм соответствующий стягиваемый угол α равен 0,01 рад (для определения стягиваемого угла по МЭК 60825-1 определено расстояние 100 мм).

Для вышеупомянутых малых источников повышающий коэффициент для ДПИ $C_6 = \alpha/\alpha_{min}$ = 6,67 (α_{min} = 1,5 мрад) для МВЭ 7,87 мВт. Соответствующий предел интенсивности излучения $E_{\text{ДПИ}}$ = 204 Вт·м^2. Для классов 1 и 3R расстояние измерений для апертуры, равное 7 мм, также необходимо увеличить до 32,3 мм (это определяется формулой по МЭК 60825-1, таблица 10). Расстояние измерения, применяемое для класса 1М, остается равным 100 мм. При применении уравнения для получения значения максимума допустимой интенсивности излучения получаем:

класс 1. . . . . $I_{\text{ДПИ}}$ = 213 мВт·ср$^{-1}$;

класс 1М. . . . . $I_{\text{ДПИ}}$ = 2,04 мВт·ср$^{-1}$;

класс 3R. . . . . $I_{\text{ДПИ}}$ = 1,06 мВт·ср$^{-1}$.

Сравнивают полученные значения интенсивностей излучения (применяя для источников со стягиваемым углом 10 мрад) с интенсивностью излучения лазера 400 мВт·ср$^{-1}$; лазеры класса 1М обычно эмитируют только 20 % предела эмиссии. Рассматривают допустимые условия для передающих устройств в неограниченных помещениях (см. 4.2.1.1). Область НОГЗ с оптическими системами наблюдения ограничена только в малом диапазоне 32,3 и 45 мм от источника.

При определении НОГЗ и НОГЗ с оптическими системами наблюдения важен стягиваемый источником угол для длин волн в диапазоне 400 — 1400 нм. Обычно оптический диффузор может быть использован для увеличения стягиваемого источником угла по сравнению с параллельным пучком.

Примечание 1 — «Закон обратных квадратов» используют как практическое правило тогда, когда источник аппроксимируется в точечный, т. е. значение расстояния измерения до источника более чем в пять раз превышает максимальный размер источника. Это условие всегда удовлетворяется, пока значение расстояния измерения превышает размер источника (см. МЭК 60825-1, таблица 10).

Примечание 2 — Приведенные выше расчеты пригодны для идеального ламбертовского источника (или для закона косинуса). В случае узкого пространственного распределения излучения (половина угла менее 30°) при расчетах применяют коэффициент запаса 0,5.

А. 4 Связь СОССП между двумя ограниченными размещениями

Рассматривают размещение в цепи двух широко разнесенных терминалов СОССП (см. рисунок А.1). Для иллюстрации важных положений безопасности в настоящем стандарте принято, чтобы оба терминала излучали пучки с постоянным излучением в пределах конусов расходимости, а излучение не выходило за пределы конусов. Терминал *A* (см. рисунок А.1) установлен в ограниченном помещении. Окно здания не открыто, находится перед терминалом и имеет пропускание T_w = 0,3; для этого примера отражательная способность окна равна 1 – T_w = 0,7. Характеристики пропускания и отражения окна зависят от длины волны, угла падения, числа стекол в окне и поляризации. Расстояние от терминала *A* до терминала *B* — R_L = 300 м. Терминал *B* установлен на крыше в контролируемом месте. Пять помещений, обоснованных в настоящем примере, расположены возле терминалов:

- помещение, пересекаемое пучком от терминала *A*, который частично отражен от окна перед терминалом *A*;
- пространство непосредственно за окном в здании, где размещен терминал *A*;
- крыша промежуточного здания, расположенного R_{INT} = 140 м от обоих терминалов *A* и *B* так, что траектория пучка проходит на 2 м выше нее;
- здание в неограниченном пространстве на расстоянии R_S = 50 м позади терминала *B* на линии приема мощности излучения от облучателя терминала *A*;
- здание в неограниченном пространстве на расстоянии R_R = 75 м перед терминалом *A*, на линии приема мощности излучения от терминала *B*, которое отражается от окна перед терминалом *A*.

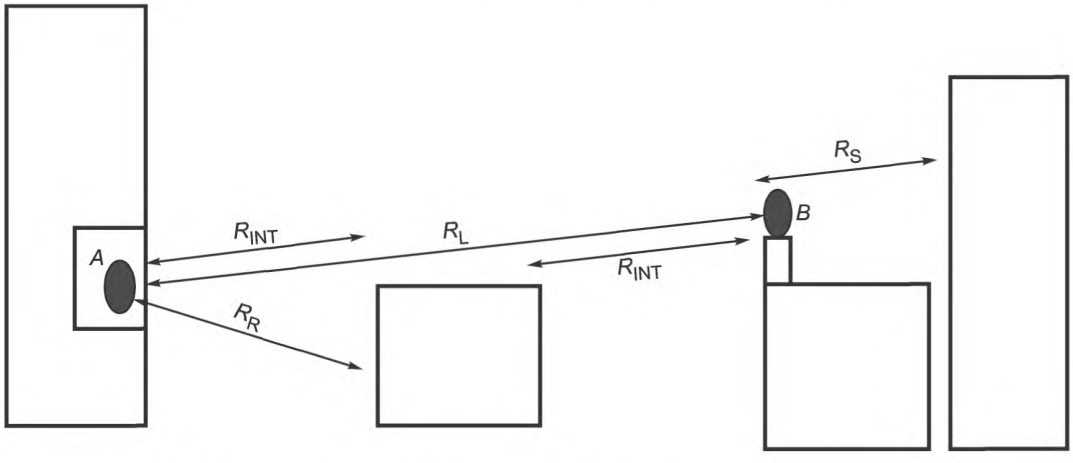


Рисунок А.1 — Связь между двумя широко разнесенными зонами

Характеристики передающих устройств этих терминалов должны быть следующими:

a) передающее устройство терминала *A*:

- класс 1М,
- однородное распределение излучения в пределах расхождения конуса,
- диаметр пучка передающего устройства D_A = 100 мм,
- полная осевая симметрия расхождения пучка φ_A = 2 мрад,
- длина волны λ = 1550 нм;

b) передающее устройство терминала *B*:

- класс 3В,
- однородное распределение излучения в пределах расхождения конуса,
- диаметр пучка передающего устройства D_B = 10 мм,
- полная осевая симметрия расхождения пучка φ_A = 1 мрад,
- длина волны λ = 1550 нм.

Первое ограничение на передачу мощности от терминала *A* налагается по безопасности вдоль траектории пучка, пока излучаемый пучок лазера класса 1М не превышает МВЭ без применения оптических средств на длине волны 1550 нм. На этой длине волны МВЭ для незащищенного глаза равна 1000 Вт·м^2. Условия измерений

должны быть такими, чтобы собранная мощность в пределах апертуры диаметром 3,5 мм непосредственно по фронту передающей апертуры не превышала 10 мВт. Поэтому общая мощность пучка в пределах передающей апертуры с однородным излучением ограничена $\left(\frac{D_A}{3{,}5\ \text{мм}}\right)^2 \cdot 10$ мВт = 8,16 Вт. Следует заметить, что для данного примера видимый источник размещают далеко позади передающей апертуры, на расстоянии примерно $\left(\frac{D_A}{\varphi_A}\right)$ = 50 м, а измеряемую апертуру располагают на расстоянии более чем 2 м от видимого источника.

Проходя от терминала *A*, излучаемый пучок частично отражается от окна в ограниченном помещении. В этом примере 70 % мощности отражается обратно в ограниченное помещение, где установлен терминал *A*, и МВЭ при применении оптических средств может быть превышена. Поэтому помещение, в котором установлен терминал *A*, необходимо обеспечить соответствующими средствами предотвращения возможности попадания отраженного пучка в ограниченные и неограниченные помещения. Это условие может быть удовлетворено ограждением ограниченного помещения непропускающей или высокодиффузной перегородкой. Обслуживающая организация должна предусмотреть наличие входной двери или другого входа в нормально закрытую неограниченную зону.

Часть пучка от терминала *A* через окно выходит в пространство, возвращается обратно в здание, где установлен терминал *A*. Если это происходит на расстоянии 3 м по вертикали в неограниченном помещении, излучаемый пучок в этом помещении не должен превышать МВЭ при пользовании оптическими средствами. На таком расстоянии от передающего устройства (при заданном расхождении 2 мрад) расширение диаметра пучка является незначительным и максимальная мощность пучка непосредственно за окном ограничена до $\left(\frac{D_A}{25\ \text{мм}}\right)^2 \cdot 10$ мВт = 160 мВт. Учитывая потерю в окне, значение передаваемой мощности от терминала *A* будет равно $\frac{160\ \text{мВт}}{T_\text{w}}$ = 530 мВт. Если вместо этого пучок пересекает область соседнего здания за окном, что почти на 3 м выше неограниченной поверхности, то эту область определяют как «ограниченную». Предполагают, что размер пучка несущественно расширяется от передающего устройства, и тогда максимальная мощность пучка при таком размещении будет равна 8,16 Вт. Учитывая потерю в окне, это условие ограничивает отдаваемую от терминала *A* мощность $\left(\frac{8{,}16\ \text{Вт}}{T_\text{w}}\right)$ = 27,2 Вт. Поэтому ограничения мощности от терминала *A* для передающего устройства класса 1М не существует.

Следующей рассматриваемой зоной траектории пучка от терминала *A* является крыша промежуточного здания. Если крыша является не ограниченной для прохода людей зоной или смотровой площадкой, мощность пучка не должна превышать МВЭ при применении оптических средств на расстоянии 3 м по вертикали от неограниченной зоны. Диаметр пучка $D_A + R_\text{INT} \cdot \varphi_A$ = 380 мм. Предел общей мощности пучка (предполагается, что излучение однородное) равен $(380/25\ \text{мм})^2 \cdot 10$ мВт = 2,3 Вт. Учитывая потерю в окне, максимум передаваемой мощности, проходящей через крышу, не должен превышать $\left(\frac{2{,}3\ \text{Вт}}{T_\text{w}}\right)$ = 7,6 Вт.

Если крыша промежуточного здания является ограниченной зоной, то терминал *A* может работать на полную мощность, определенную для класса 1М.

Пучок излучения от терминала *A* частично перехватывается апертурой принимающего терминала *B*. При нахождении терминала *B* в контролируемом помещении принимаемое излучение не должно превышать МВЭ для глаз без применения оптических средств. Поэтому ограничения мощности от терминала *A* для передающего устройство класса 1М не существует.

Мощность излучения от облучателя терминала *A*, которая не перехватывается терминалом *B*, попадает в неограниченную зону на расстоянии R_s за терминалом *B*. Диаметр пучка облучателя равен $D_A + (R_\text{L} + R_\text{s}) \cdot \varphi_A$ = 800 мм. Общая мощность пучка при этом расположении (при условии, что терминал В не используется) не должна превышать $(800/25\ \text{мм})^2 \cdot 10$ мВт = 10,2 Вт. Учитывая потерю в окне, максимум передаваемой мощности, проходящей через крышу, ограничен до $\left(\frac{10{,}2\ \text{Вт}}{T_\text{w}}\right)$ = 34 Вт. Поэтому ограничения мощности от терминала *A* для передающего устройство класса 1М не существует.

Из анализа ясно, что передача максимальной мощности от терминала *A* зависит от помещения, расположенного за окном (ограниченное или неограниченное), и расположения промежуточных зон (ограниченные или неограниченные). В зависимости от этого критерия максимум передаваемой мощности от терминала *A* равен 530 мВт; 7,6 или 8,16 Вт.

Аналогично проанализируем прохождение пучка, излучаемого от терминала *B*. Начиная с апертуры, терминал является устройством класса 3В и при значении $D_B < 25$ мм мощность пучка ограничена значением 500 мВт.

Для передающих устройств СОССП классов 3В и 4 определено, что НОГЗ контролируется так, чтобы излучаемая мощность (если она перехватывается невооруженным глазом) была ниже МВЭ. В данном примере интенсивность однородного пучка, пересекающего НОГЗ, определяется нахождением расстояния, при котором диаметр пучка увеличивается до D_{min}, но МВЭ не превышена или вычислена по формуле $\left(\frac{D_{min}}{3{,}5}\text{ мм}\right)^2 \cdot 10\text{ мВт} = 500\text{ мВт}$. Вычисляют для НОГЗ диаметр пучка $D_{min} = 24{,}7$ мм. Этот диаметр можно также представить как расхождение пучка в НОГЗ: $D_{min} = D_B + R_{НОГЗ} \cdot \varphi_B$. Соответственно для НОГЗ получают значение $R_{НОГЗ} = 14{,}7$ м.

Траектория пучка от терминала *B* пересекает пространство над крышей промежуточного здания. При этом диаметр пучка $D_B + R_{INT} \cdot \varphi_B = 150$ мм. Предел мощности пучка в случае, если эта зона не ограничена, и при допущении однородности интенсивности излучения равен $\left(\frac{150}{25}\text{ мм}\right)^2 \cdot 10\text{ мВт} = 360\text{ мВт}$. В случае, если зона над крышей промежуточного здания ограничена и находится за НОГЗ, допускается передача полной мощности от передающего устройства лазера класса 3В.

Следующая зона прохождения пучка от терминала *B* расположена за зданием, где установлен терминал *A*. Диаметр пучка в случае, если он достигает этой зоны, равен $D_B + R_L \cdot \varphi_B = 310$ мм. Предел мощности пучка в случае, если эта зона не ограничена, равен $\left(\frac{310}{25}\text{ мм}\right)^2 \cdot 10\text{ мВт} = 1{,}53\text{ Вт}$. До тех пор, пока не превышен максимум мощности передающего устройства класса 3В, лимит мощности не ограничен.

Часть пучка от терминала *B* проходит через окно по фронту к терминалу *A*, принимается и частично отражается окном обратно в неограниченную зону на расстояние R_R. Диаметр пучка в случае, если он достигает этой зоны, равен $D_B + (R_L + R_R) \cdot \varphi_B = 385$ мм. Предел мощности пучка в этой зоне с учетом отражения от окна равен $\left(\frac{385}{25}\text{ мм}\right)^2 \cdot \frac{10\text{ мВт}}{(1 - T_w)} = 3{,}38\text{ Вт}$. Это значение превышает максимальную мощность передающего устройства класса 3В.

Приведенный выше анализ показывает, что максимальное значение передаваемой мощности от терминала *B* над крышей промежуточного здания равно 500 мВт, если это ограниченная зона. В случае, если эта зона не ограничена, максимальное значение передаваемой мощности понижают до 360 мВт. Независимо от расположения терминала *A* и расстояния, пройденного пучком, отраженным от окна до фронтальной части терминала *A*, необходимо, чтобы в зонах с применением оптических средств значение пучка интенсивности излучения было ниже значения МВЭ.

Приложение В
(справочное)

Методы анализа опасности /безопасности

Применяют следующие методы анализа опасности/безопасности:

a) предварительный анализ безопасности, включая анализ цепей. Данный метод допускается использовать отдельно, но желательно использовать другие методы анализа опасности/безопасности;

b) анализ последствий отказа (см. МЭК 61508);

c) анализ характера и последствий отказов;

d) анализ характера, последствий отказов и критический анализ (см. МЭК 60812);

e) анализ «дерева» неисправностей;

f) анализ «дерева» событий;

g) учение об опасных факторах и работоспособности.

При необходимости тестирование дополняют анализом. Метод анализа и любые сделанные допущения в процессе анализа заявляет производитель/оператор.

Примеры методов анализа отказов — в соответствии с МЭК 60825-2, приложение D.

Приложение С
(справочное)

Руководство по организации установки, обслуживания и эксплуатации

С.1 Общая рабочая практика для СОССП

Общей рабочей практикой для СОССП являются правила техники безопасности, которые необходимо соблюдать при обслуживании и установке любой СОССП (см. С.1.1, а также дополнительные требования в соответствии с С.1.2).

С.1.1 Правила техники безопасности

При работе с любой СОССП применяют следующие правила техники безопасности:

- регулировка — регулировку, установку и тестирование системы проводят, оперируя наименьшей возможной выходной мощностью и не превышая класс 1М или 2М;
- регламентные работы/обслуживание — следуют только инструкциям поставщика/производителя по обслуживанию и регламентным работам системы. Если возможно, выключают потенциально опасные устройства. Обеспечивают восстановление потенциально опасных устройств раньше вхождения системы в нормальный режим;
- очистка — для очистки оптических компонентов лазерной системы всегда используют только метод поставщика/производителя. При этом оборудование должно быть нормально отключено или остановлена эмиссия лазера;
- модификации — не проводят неавторизованных модификаций в любой системе или с оборудованием;
- повреждение меток — сообщают о повреждении или отсутствии меток безопасности персоналу, назначенному для регламентного обслуживания оборудования;
- контроль по ключу — для оборудования с контролем по ключу набор ключей передают заранее назначенному руководством персоналу, который должен обеспечить их безопасное хранение и контроль за ними. Запасные ключи должны находиться под строгим контролем уполномоченного лица. На установку или организацию обслуживания дают соответствующее разрешение;
- проверка оборудования — используют только поверенное оборудование (например, измеритель оптической мощности), разрешенное к применению эксплуатирующей организацией;
- знаки — установка дополнительных предупреждающих знаков в помещении допускается, например, на время проведения регламентных работ;
- оптоволокно — оборудование с оптическим волокном или соединителями, соответствующее требованиям МЭК 60825-2 и приложенного к нему практического руководства.

С.1.2 Дополнительные требования к режиму работы систем классов/уровней доступа 1М; 2М; 3R; 3В и 4.

Если возможно излучение в системах классов/уровней доступа 1М; 2М; 3R; 3В и 4, то дополнительные требования должны быть следующими:

- общие требования — по С.1.1;
- к открытому пучку, за исключением класса/уровня доступа 1М или 2М, может иметь доступ только обученный персонал;
- запрещается наблюдать луч лазера невооруженным глазом или с применением оптических средств или направлять лазерный пучок на людей (либо это должно быть санкционировано организацией, ответственной за установку или обслуживание);
- любые используемые средства наблюдения или регулировки должны иметь действующую отметку о поверке и отметку о безопасности; обязателен инженерный контроль, например, за фильтрами для предотвращения облучения свыше МВЭ в соответствующем волновом диапазоне;
- если возможно, при проведении регулировки и тестирования используют класс/уровень доступа 1 или 2;
- не допускается возможность экспозиции, превышающей уровни доступа 1М; 2М и 3R;

Эксплуатирующая организация или ответственное лицо должны гарантировать, что применяемая защита глаз и кожи является достаточной для безопасности персонала.

С.2 Обучение и тренировка

Установка, эксплуатация, регламентные работы и сервисное обслуживание, при которых возможно нахождение людей вблизи СОССП, требует оповещения об опасности маркировками, знаками, а также тренировки персонала. Персоналу, работающему с СОССП классов 3В и 4, должна быть сообщена:

a) общая информация о СОССП;

b) информация о безопасности, касающаяся классификации лазерных систем и уровней доступа;

c) информация о биологических эффектах и потенциальных опасностях для глаз и кожи;

d) информация о процедурах, которым необходимо следовать при установке и регламентных работах с этими системами;

e) разъяснение возможных последствий при нарушении правил безопасности.

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов ссылочным национальным стандартам Российской Федерации и действующим в этом качестве международным стандартам

Таблица ДА. 1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
МЭК 60825-1:1993	—	*
МЭК 60825-2	—	*

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Библиография

[1] МЭК 60050-845:1987 (IEC 60050-845:1987) Международный электротехнический словарь – Глава 845: Освещение (International Electrotechnical Vocabulary (IEV); Chapter 845: Lighting)

[2] МЭК 60812:2006 (IEC 60812:2006) Техника анализа и надежности систем. Метод анализа вида и последствий отказа (Analysis techniques for systems reliability — Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA))

[3] МЭК 61508 (все части) [IEC 61508 (all parts)] Системы электрические/электронные/программируемые электронные, связанные с функциональной безопасностью (Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety—related systems)

[4] ЕН 1050:1997 (EN 1050:1997) Безопасность машин. Принципы оценки риска (Safety of machinery — Principles for risk assessment)

УДК 826:001.4:681.848.2:658.382.3:621.375:535.872:006.354 ОКС 13160:17.180 Т35 Э07 ОКП 65000

Ключевые слова: лазер, лазерное излучение, лазерная аппаратура, передача информации, мощность, энергия, максимально возможная экспозиция, допустимый предел излучения, классификация требований, длительность экспозиции, энергетическая освещенность, расходимость пучка, коллимированный пучок, номинальная опасная для глаз зона, типы помещений, уровень доступа

Редактор *В. Н. Копысов*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *Н. И. Гаврищук*
Компьютерная верстка *Е. Н. Евтеевой*

Сдано в набор 10.02.2011. Подписано в печать 21.04.2011. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 2,45. Тираж 94 экз. Зак. 112.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано и отпечатано в Калужской типографии стандартов, 248021 Калуга, ул. Московская, 256.

gost.e-ecolog.ru