Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование Российской Федерации

2.2.4. ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ТРУДА.
ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Оценка безопасности использования лазерных проекторов

Методические рекомендации
МР 2.2.4.0115—16

Издание официальное

Москва • 2017

gost.e-ecolog.ru

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

2.2.4. ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ТРУДА.
ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Оценка безопасности использования лазерных проекторов

Методические рекомендации
МР 2.2.4.0115—16

ББК 51.24
О-93

О-93 **Оценка** безопасности использования лазерных проекторов: Методические рекомендации.—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017.—12 с.

ISBN 978—5—7508—1594—4

1. Разработаны ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» (Н.Ю. Малькова, И.Н. Ушкова, П.Ю. Спиридонов, Е.И. Романенко).
2. Утверждены Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А. Ю. Поповой 09.12.2016.
3. Введены впервые.

ББК 51.24

Ответственный за выпуск Н. В. Митрохина

Редакторы
Компьютерная верстка Е. В. Ломановой

Подписано в печать 03.04.17

Формат 60x84/16 Печ. л. 0,75

Тираж 125 экз. Заказ 37

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18, стр. 5, 7

Оригинал-макет подготовлен к печати и тиражирован
отделением издательского обеспечения отдела научно-методического обеспечения
Федерального центра гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора
117105, Москва, Варшавское ш., 19а

Реализация печатных изданий, тел./факс: 8 (495) 952-50-89

© Роспотребнадзор, 2017
© Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2017

Содержание

I. Область применения....4
II. Общие положения....4
III. Порядок проведения измерения....6
IV. Эффективность использования метода....7
V. Нормативно-методические ссылки....8
Приложение 1. Тестовая картина с правильной настройкой лазерного проектора с обозначением опорных точек....9
Приложение 2. Схема размещения оборудования с указанием точек проведения замеров....10
Приложение 3. Результаты замеров интенсивности лазерного излучения с использованием предлагаемого метода и расчетов ПДУ для графического лазерного проектора с выходной мощностью лазерного излучения 5 Вт....11
Приложение 4. Результаты замеров интенсивности лазерного излучения при создании различных лазерных эффектов и в точках тестовой картины для графического лазерного проектора с выходной мощностью лазерного излучения 5 Вт....11
Приложение 5. Примеры лазерных эффектов, используемых при проведении измерений....12

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации
А. Ю. Попова
9 декабря 2016 г.

2.2.4. ГИГИЕНА. ГИГИЕНА ТРУДА.
ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Оценка безопасности использования лазерных проекторов

Методические рекомендации МР 2.2.4.0115—16

I. Область применения

1.1. Настоящие методические рекомендации устанавливают порядок и организацию проведения оценки безопасности лазерного излучения от установок, используемых в концертных и театрально-зрелищных мероприятиях.

Методические рекомендации следует применять совместно с СанПиН № 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» и ГОСТ Р 54839—2011/IEC/TR 60825-3:2008 «Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 3. Руководящие указания по применению лазеров для зрелищных мероприятий» [4, 2].

1.2. Методические рекомендации предназначены для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих проведение мероприятий с использованием лазерных проекторов, контроль за качеством оборудования и профилактикой неблагоприятного воздействия на здоровье работающих и населения, а также для органов, уполномоченных осуществлять федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор.

II. Общие положения

2.1. Использование лазерных проекционных систем для создания статических или динамических (музыкально-синхронизированных, лучевых) композиций в пространстве зрительской аудитории или графических изображений на экране называются «лазерное шоу».

2.2. В качестве объекта локализации изображения используется любая светорассеивающая среда (например: стена здания, рельеф местности, отражающий или полупрозрачный экран).

2.3. Для концертных и театральных программ, использующих лазерные эффекты как элемент светового оформления (например: лучевые композиции, дифракционные картины, развертки луча в пространстве, позволяющие в слегка задымленном пространстве сцены и зала создавать волны и туннели) в соответствии с возможностями сканирующих устройств проекционной системы, также необходимы проведения оценки безопасности лазерных проекторов.

2.4. Оценка безопасности лазерных проекторов проводится для определения лазероопасной зоны (ЛОЗ), что является максимальной интенсивностью рассеянного и диффузно отраженного излучений лазерных проекторов.

2.5. При проведении лазерного шоу должны выполняться правила и требования, обеспечивающие безопасность человека и окружающих объектов.

2.6. Методы измерений параметров лазерного излучения в заданной точке пространства с целью определения степени опасности излучения для организма человека устанавливает ГОСТ 12.1.031—10 «Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения» [1].

2.7. Дозиметрический контроль лазерного излучения – это измерение параметров излучения в заданной точке пространства и сравнение полученных значений средней энергетической освещенности от непрерывного излучения и энергетической экспозиции доимпульсного и импульсно-модулированного излучения со значениями соответствующих предельно допустимых уровней (ПДУ), установленными в СанПиН № 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» [4].

2.8. Измерения уровней диффузно отраженного и рассеянного лазерного излучения проводят по лучевым эффектам (графическим эффектам) в различных точках пространства в местах возможного нахождения артистов и зрителей.

2.9. Схема проведения замеров зависит от размеров площадки, на которой проводится лазерное шоу, и используемых графических образов.

2.10. Предлагаемый метод обосновывает безопасное применение лазерных проекторов в соответствии с рассчитанной лазероопасной зоной (ЛОЗ).

III. Порядок проведения измерения

3.1. Измерения проводят при настроенной проекционной системе.

3.2. Правильная настройка скорости сканирования устройств проекционной системы определяется по тестовой картине.

3.3. Для оценки лазерной безопасности при использовании лазерных устройств в создании шоу следует использовать наиболее яркие опорные точки тестовой картины (прилож. 1).

3.4. Измерения проводят лазерным дозиметром [1] на рабочем месте оператора, возможном месте нахождения артиста и зрителя (прилож. 2).

3.5. Место нахождения зрителя располагается не ближе 10 м от экрана.

3.6. Для оценки безопасности измеренных величин необходимо провести сравнение с предельно допустимыми уровнями (ПДУ). ПДУ зависят от длины волны и времени действия излучения.

3.7. Время действия рассеянного излучения на глаза артиста и зрителя следует принимать за время реакции глаза 0,25 с.

3.8. Время действия рассеянного излучения на кожу артиста и зрителя, а также время действия диффузно отраженного излучения на глаза участников следует принимать за максимальное время проведения шоу, не менее 10 минут. В табл. 1 (прилож. 3) представлены результаты замеров интенсивности лазерного излучения с использованием предлагаемого метода и расчетов ПДУ на примере графического лазерного проектора с выходной мощностью лазерного излучения 5 Вт.

3.9. В случае выявления превышения ПДУ рассчитывают лазероопасную зону по методике, описанной Кирилловым А.И. [3], которая обосновывает защиту персонала, артистов и зрителей.

3.10. Радиус сечения пучка r на расстоянии l от лазера определяется по формуле:

$$r = \frac{d_0 + \theta \cdot l}{2}, \text{ где}$$

d_0 – начальный диаметр пучка,

θ – расходимость лазерного излучения,

а энергетическая освещенность, создаваемая таким пучком по формуле:

$$E_e = \frac{P \cdot \tau_a \cdot \tau_T \cdot \Gamma_T^2}{\pi \cdot r^2}, \text{ где}$$

P – мощность лазерного излучения,

τ_a – коэффициент пропускания атмосферы,

τ_T – коэффициент пропускания телескопической системы прибора наблюдения,

Γ_T – видимое увеличение телескопической системы.

Задавая расстояния l от лазера, вычисляют соответствующие значения E_e. Расстояние, при котором выполняется условие $E_e = E_{e\text{ПДУ}}$, соответствует длине опасной зоны $l_{\text{ЛОЗ}}$:

$$l_{\text{ЛОЗ}} = \frac{2}{\theta} \cdot \left(\sqrt{\frac{P \cdot \tau_a \cdot \tau_T \cdot \Gamma_T^2}{\pi \cdot E_{e\text{ПДУ}}}} - \frac{d_0}{2} \right)$$

Получаем:

$$l_{\text{ЛОЗ}} = \frac{2}{\theta} \cdot \left(\sqrt{\frac{E_e \cdot r^2}{E_{e\text{ПДУ}}}} - \frac{d_0}{2} \right)$$

3.11. Расчет ЛОЗ производится для графических проекторов, у которых уровни лазерного излучения превышают ПДУ. В рассматриваемом случае она оказалась равной 19 м. Это означает, что данный проектор должен размещаться в помещении, где расстояние от лазерного проектора до места возможного нахождения артистов более 19 м.

3.12. При проведении юстировочных работ, настройке лазерных проекторов персоналу рекомендуется использовать защитные очки.

3.13. Персоналу, артистам и зрителям не разрешается находиться в лазероопасной зоне.

IV. Эффективность использования метода

4.1. Эффективность метода заключается в том, что безопасность лазерного проектора оценивают по интенсивности лазерного излучения в точках тестовой картины, как наиболее ярких и опасных для глаз.

4.2. Работа лазерного проектора осуществляется следующим образом: коллимированный лазерный луч, выходя из лазера, поступает в защитном кожухе в световодную и далее в сканирующую системы. На выходе сканирующей системы имеют место графические образы, проецируемые на экран, выполненный из декорационной театральной сетки, с коэффициентом отражения 5—10 % или из белого непрозрачного материала с коэффициентом отражения 50—60 %. Размер экрана может быть от 3 × 4 м до 18 × 18 м в зависимости от размеров используемой театральной площадки. Управление лазерным лучом осуществляется на компьютере с предустановленным программным обеспечением.

4.3. Расположение оборудования выбирается исходя из оценки геометрических размеров нескольких площадок, на которых возможно проведение лазерных шоу. В результате анализа обоснованы средние минимальные значения, позволяющие проводить оценку безопасности лазерных проекторов независимо от того, где будет применяться шоу-система, на стадионе или в небольшом танцевальном клубе.

4.4. Замеры уровней лазерного излучения проводятся дозиметром, внесенным в Госреестр средств измерений РФ.

4.5. Наибольшие уровни лазерного излучения фиксируются в наиболее ярких опорных точках тестовой картины (прилож. 4).

Наиболее часто используются такие лазерные эффекты, как «Лучевой эффект», «Образ «звезда», тестовая картина «Сетка» (прилож. 5).

4.6. Определение выбора точек наиболее яркой интенсивности лазерных проекторов позволяет оценить безопасность лазерных проекторов, при этом исключается необходимость использования световых лазерных эффектов (графических эффектов) для оценки безопасности лазерных устройств, используемых в создании шоу.

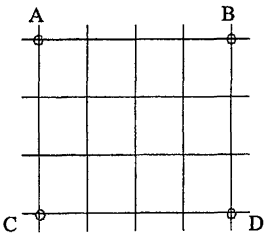
V. Нормативно-методические ссылки

1. ГОСТ Р 12.1.031—2010 Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения (введены 01.07.2012). М.: Стандартинформ, 2012. 46с.

2. ГОСТ Р 54839—2011/IEC/TR 60825-3:2008. Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 3. Руководящие указания по применению лазеров для зрелищных мероприятий (введены 01.09.2013). М.: Стандартинформ, 2014. 12с.

3. Кириллов А.И., Морсков В.Ф., Устинов Н.Д. Дозиметрия лазерного излучения / Под ред. Н.Д. Устинова. М.: Радио и связь, 1983. 192с.

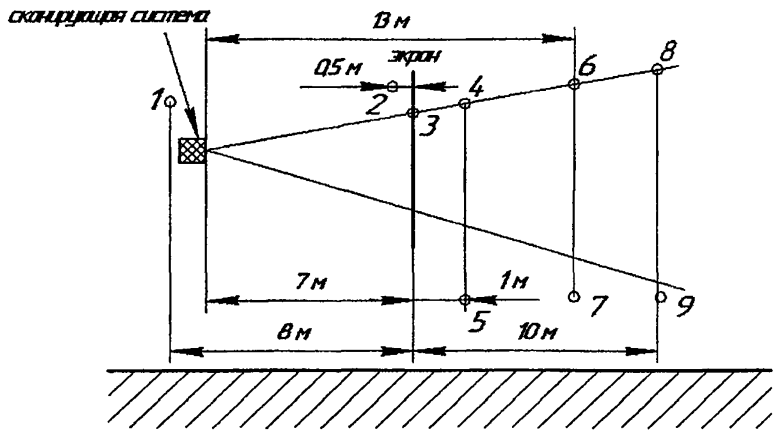
4. СанПиН № 5804-91. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров. М., 1992. 94с.



A, B, C, D – опорные точки.

Рис. 1. Тестовая картина с правильной настройкой лазерного проектора с обозначением опорных точек

Приложение 2



Обозначение точек:
1 – рабочее место оператора на расстоянии 8 м от экрана;
2 – рабочее место оператора на расстоянии 0,5 м от экрана;
3 – на экране;
4, 5 – возможное место нахождения артиста на расстоянии 1 м от экрана;
6, 7 – возможное место нахождения артиста на расстоянии 13 м от сканирующей системы;
8, 9 – возможное место нахождения зрителя на расстоянии 10 м от экрана.

Рис. 2. Схема размещения оборудования с указанием точек проведения замеров

Расстояние между лазерным проектором и экраном – 7 м (рабочее место артиста). Размеры экрана составляют 3 × 4 м. Интенсивность диффузно отраженного лазерного излучения для оператора измеряют на расстоянии 0,5 м и 8 м от экрана (точки 2 и 1 соответственно). В точке 3, непосредственно на экране, проводят замеры интенсивности рассеянного излучения.

Во время проведения лазерного шоу на сцене, на расстояниях от 1 до 6 м от экрана, могут находиться артисты.

Глаза и кожа артистов подвергаются действию диффузно отраженного и рассеянного лазерного излучения. Поэтому интенсивность лазерного излучения измеряют также на расстояниях 8 м и 13 м от сканирующей системы (точки 4, 5, 6, 7).

Глаза и кожа зрителей подвергаются действию диффузно отраженного и рассеянного лазерного излучения, поэтому в точках 8 и 9 проводят замеры лазерного излучения, действующего на зрителя.

Приложение 3
Таблица 1

Результаты замеров интенсивности лазерного излучения с использованием предлагаемого метода и расчетов ПДУ для графического лазерного проектора с выходной мощностью лазерного излучения 5 Вт

Место проведения измерения	Характер действующего излучения	Номер точки	Уровни лазерного излучения, Вт/см^2	ПДУ для глаз, Вт/см^2	ПДУ для кожи, Вт/см^2
Рабочее место оператора	Диффузно отраженное от экрана	2 1	$(2,5—2,7) \cdot 10^{-8}$ $< 10^{-8}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-2}$
На экране	Рассеянное	3	**$(5,8—6,0) \cdot 10^{-4}$**	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Место нахождения артиста	Диффузно отраженное от экрана	5 7	$(2,3—2,5) \cdot 10^{-8}$ $(1,5—1,7) \cdot 10^{-8}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	Место нахождения артиста
	Рассеянное через экран	4 6	**$(4,4—4,7) \cdot 10^{-4}$** **$(4,1—4,3) \cdot 10^{-4}$**	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Место нахождения зрителя	Диффузно отраженное от экрана	9	$< 10^{-8}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-2}$
	Рассеянное через экран	8	**$(2,9—3,4) \cdot 10^{-4}$**	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Данные указаны на основании 10 замеров, проведенных в каждой точке. Жирным шрифтом выделены превышения уровней ПДУ для глаз					

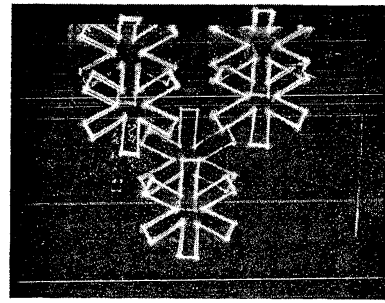
Приложение 4
Таблица 2

Результаты замеров интенсивности лазерного излучения при создании различных лазерных эффектов и в точках тестовой картины для графического лазерного проектора с выходной мощностью лазерного излучения 5 Вт

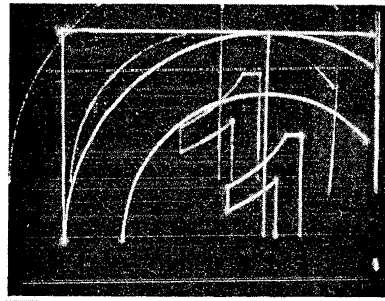
Наименование лазерного эффекта	Характеристика точек, где проводится замер	Уровни лазерного излучения, Вт/см^2	ПДУ для глаз, Вт/см^2	ПДУ для кожи, Вт/см^2
Лучевой эффект	Наиболее яркие	**$(3,3—3,6) \cdot 10^{-4}$**	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
	Другие	$(1,1—3,2) \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Образ «Звезда»	Наиболее яркие	**$(4,9—5,3) \cdot 10^{-4}$**	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
	Другие	$(0,4—1,9) \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Надпись «Санкт-Петербург»	Наиболее яркие	$(0,5—0,8) \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
	Другие	$(0,13—0,48) \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Тестовая картина «Сетка»	Наиболее яркие опорные точки	**$(5,8—6,0) \cdot 10^{-4}$**	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
	Другие	$(1,7—2,3) \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-2}$
Данные указаны на основании 10 замеров, проведенных в каждой точке. Жирным шрифтом выделены превышения уровней ПДУ для глаз				

Приложение 5

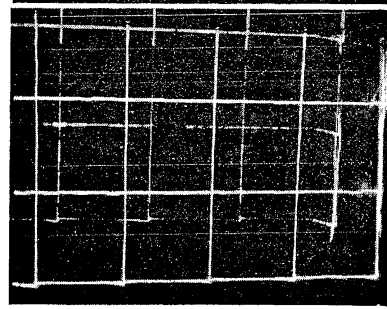
А)



Б)



В)



А) – «Образ «звезда», Б) – различные надписи, В) – тестовая картина «Сетка».

gost.e-ecolog.ru

...азерных эффектов, используемых при проведении измерений