

ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРОЕКТОРОВ НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЗРИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗАТОРА ПОДРОСТКОВ

Н.Ю. Малькова¹, Е.И. Романенко¹, П.Ю. Спиридонов²

¹ Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья, Санкт-Петербург, Россия

² Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области, Нижний Новгород, Россия

¹ Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Россия, 191036, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 4. Тел. 8(812)717-97-62, факс 8(812)717-02-64, e-mail: s-znc@mail.ru

² Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Россия, 603022, Нижний Новгород, ул. Кулибина, д. 11. Тел. 8(831)433-00-36, факс 8(831)437-35-42, e-mail: csen_gor@mail.ru

Реферат

Введение. Обеспечение безопасности использования лазерных источников при проведении культурно-массовых мероприятий в местах скопления молодежи является актуальной задачей.

Цель. Проведены замеры интенсивностей лазерного излучения в кафе и на небольших площадках культурно-досуговых центров и исследования функционального состояния сетчатой оболочки глаза.

Материалы и методы. Измерение уровней лазерного излучения проводилось с использованием дозиметра ЛД-07. Исследовалось состояние цветовой и световой чувствительности до действия излучения и сразу после него.

Результаты. Уровни рассеянного лазерного излучения могут превышать ПДУ для глаз и не превышают ПДУ для кожи. При изучении действия на глаза лазерного излучения красной, зеленой, синей областей спектра с длинами волн 640, 532, 440 нм выявлено, что имеют место достоверные изменения в цвето- и световосприятии.

Выводы. Проекторы, имеющие превышение ПДУ лазерного излучения для глаз, опасны для подростков. Действие лазерного излучения на глаза энергетическими освещенностями, применяемыми при проведении лазерных шоу, приводит к кратковременным изменениям функции зрения.

Ключевые слова: лазеры, лазерные проекторы, безопасность.

Введение

Широкое применение лазерного излучения привело к тому, что лазер используется не только в сфере производства, но и в местах отдыха современной молодежи — танцевальных клубах, кафе, культурно-досуговых центрах.

Применение лазерного излучения в местах отдыха на сегодняшний день стало почти обязательной составляющей.

Зарегистрированы случаи негативного влияния лазерного излучения на человека во время использования лазерного оборудования на концертных и театрально-зрелищных мероприятиях, дискотеках. Так, в 2008 г. в Петушинском районе Владимирской области после фестиваля электронной музыки «Аквamarin», сопровождавшемся лазерным шоу, в лечебные учреждения обратились более 30 граждан с жалобами на боль в глазах и ухудшение зрения. У некоторых пострадавших потеря зрения составляла 80%.

В настоящее время для этих целей используется ряд шоу-систем, различающихся между собой по выходной мощности (от 1 до 10 Вт) и спектральными характеристикам (POLARIS 5RGB, Cittadini Real COLOR 3W, Cittadini Real COLOR 6W, Kvant SPECTRUM, Maxim MX5, Maxim MX8, K.1000, K5G). Характерной особенностью применения лазерного шоу на дискотеках является ограничение пространства при большом скоплении зрителей. Длина залов составляет от 30 до 100 м, при этом

расстояние от установки до зрителей — от 5 до 30 м. В таких условиях повышается риск неблагоприятного воздействия излучения на глаза.

Основной задачей врачей-гигиенистов является обеспечение безопасности использования лазерных источников при проведении культурно-массовых мероприятий в местах скопления молодежи. Поскольку лазерное излучение является не только опасным, но и вредным фактором, то исследование интенсивностей лазерного излучения в местах отдыха молодежи является актуальной задачей.

Цель исследования — провести оценку лазерного излучения в кафе и на небольших площадках культурно-досуговых центров и исследовать функциональное состояние сетчатой оболочки глаза, в частности, цветовой и световой чувствительности при действии лазерного излучения различных длин волн и режимов.

Материалы и методы

Измерение рассеянного излучения проводилось на расстоянии 7 м от проектора. Предположительно это минимальное расстояние, на котором могут находиться подростки.

Измерение уровней лазерного излучения проводилось с использованием дозиметра ЛД-07 на основании «ГОСТ Р 12.1.031-2010» [1]. Оценка лазерного излучения проводилась для органов-мишеней, глаз и кожи в соответствии с «Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров» [2].

Время действия рассеянного излучения на глаза подростков принято за время мигательной реакции глаза (0,25 с), время действия излучения на кожу принято за максимальное время проведения шоу — 0,5 ч. Замеры проводились в условиях настройки системы при статичном тестовом изображении (режим максимального воздействия на глаза).

Рассеянное излучение полупроводникового лазера красной, зеленой, синей областей спектра с длинами волн 640, 532, 440 нм соответственно, энергетической освещенностью 1×10^{-4} Вт/см² при времени действия 5 мин действовали на глаза добровольцев. Исследовалось состояние цветовой чувствительности методом аномалоскопии на приборе АН-59 и световой чувствительности методом адаптометрии на приборе АДМ до действия излучения и сразу после действия излучения.

Результаты и обсуждение

Уровни энергетической освещенности рассеянного лазерного излучения от различных проекторов, действующие на подростков во время проведения лазерного шоу, представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что значения рассеянного излучения могут превышать предельно допустимые уровни для глаз и не превышают ПДУ для кожи.

Кроме того, из таблицы 1 видно, что установки с выходной мощностью до 5 Вт не превышают предельно допустимые уровни для глаз в синей области спектра (440–446 нм), а установки с выходной мощностью свыше 6 Вт превышают ПДУ.

Уровни рассеянного лазерного излучения зеленой области спектра (532 нм) в большинстве слу-

чаев превышают ПДУ или находятся в пределах, близких к ПДУ, и не зависят от выходной мощности установки.

Уровни рассеянного лазерного излучения красной области спектра (640–650 нм) практически не превышают ПДУ от установок с выходной мощностью менее 10 Вт.

Для проекторов, у которых выявлено превышение ПДУ, рассчитаны лазероопасные зоны (ЛОЗ). Их величины представлены в таблице 2.

Сканирование излучения по глазам зрителей может приводить к изменению функции зрения. Поэтому было изучено функциональное состояние сетчатой оболочки глаза, а именно цветовой и световой чувствительности при действии на глаза лазерного излучения длинами волн 440, 532 и 640 нм.

Состояние цветовой чувствительности добровольцев при действии лазерного излучения различных длин волн представлено в таблице 3.

Из таблиц 3, 4 видно, что при действии всех трех областей спектра (красный, зеленый, синий) имеют место достоверные изменения с исходным состоянием.

Исследования показали, что действие излучения всех изучаемых режимов приводит к достоверным изменениям в цвето- и световосприятии. Наиболее значимые различия отмечены при действии излучения длиной волны 532 нм, менее значимые — при действии излучения синей области спектра длиной волны 440 нм.

Состояние световой чувствительности добровольцев при действии лазерного излучения различных длин волн представлено в таблице 4.

Таблица 1

Результаты замеров энергетической освещенности рассеянного лазерного излучения от различных проекторов, действующей на подростков

Название установки	Длина волны излучения, нм	Уровни лазерного излучения, Вт/см ²	ПДУ для глаз, Вт/см ²	ПДУ для кожи, Вт/см ²
POLARIS 5RGB 5W	446	$(1,8-2,9) \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	532	$(4,5-4,8) \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	650	$(6,7-8,4) \times 10^{-5}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Cittadini Real COLOR 3W	440	$(1,5-2,1) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	532	$(2,1-3,0) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	640	$(1,5-4,1) \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Cittadini Real COLOR 6W	440	$(1,8-2,9) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	532	$(2,3-4,3) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	640	$(1,7-5,1) \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Kvant SPECTRUM 10W	445	$(0,9-1,8) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	532	$(1,5-2,7) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
	640	$(2,1-2,2) \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Maxim MX5 5W	532	$(1,5-2,2) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
Maxim MX8 8W	532	$(2,8-3,2) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
K.1000 1W	532	$(3,3-5,4) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$
K5G 5W	532	$(1,4-2,2) \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$5,0 \times 10^{-2}$

Жирным шрифтом отмечены величины, превышающие предельно допустимые уровни (ПДУ) лазерного излучения для глаз.

Таблица 2

Лазероопасные зоны для проекторов с выявленными превышениями ПДУ лазерного излучения

Проектор	ЛОЗ (м)
Cittadini Real COLOR 3W	8
Cittadini Real COLOR 6W	16
Maxim MX8	19
K.1000	28

Таблица 3

Изменения цветовой чувствительности ($M \pm m$, усл.ед.)

Наименование цветоприемника	Исходное состояние	После действия лазерного излучения		
		$\lambda = 640$ нм	$\lambda = 532$ нм	$\lambda = 440$ нм
Красный	12,4 \pm 0,62	14,6\pm0,57	15,1\pm0,52	13,8\pm0,42
Зеленый	9,9 \pm 0,58	11,6\pm0,65	13,7\pm0,58	11,3\pm0,42
Синий	9,1 \pm 0,72	11,9\pm0,51	13,4\pm0,65	11,3\pm0,44

Жирным шрифтом обозначены достоверные изменения с исходным состоянием.

Таблица 4

Изменения световой чувствительности ($M \pm m$, с)

Исходное состояние	После действия лазерного излучения		
	$\lambda = 630$ нм	$\lambda = 532$ нм	$\lambda = 440$ нм
21,9 \pm 1,16	34,9\pm1,22	38,5\pm0,74	30,6\pm0,51

Жирным шрифтом обозначены достоверные изменения с исходным состоянием.

Выводы

Проекторы, широко используемые в настоящее время на театрально-зрелищных мероприятиях, вне зависимости от их выходной мощности, имеющие превышение ПДУ лазерного излучения для глаз, не являются абсолютно безопасными для подростков; не имеющие превышения ПДУ лазерного излучения для глаз и кожи в той или иной области спектра — считаются безопасными.

Действие лазерного излучения на глаза красной, зеленой, синей областей спектра, энергетическими освещенностями, применяемыми при проведении

лазерных шоу, в дозах, не превышающих предельно допустимые уровни, приводят к кратковременным изменениям функции зрения по состоянию световой и цветовой чувствительности.

Литература

1. *ГОСТ Р 12.1.031-2010* «Система стандартов безопасности труда ЛАЗЕРЫ Методы дозиметрического контроля лазерного излучения». — М.: Стандартинформ, 2012. — 49 с.
2. *Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров* № 5804-91 от 31.06.91 г. — М., 1992. — 94 с.

Сведения об авторах

Малькова Наталья Юрьевна — доктор биологических наук, главный научный сотрудник федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Россия, 191036, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 4. Тел. +7-911-251-52-12, e-mail: lasergmal@mail.ru

Романенко Егор Игоревич — аспирант федерального бюджетного учреждения науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Россия, 191036, Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, д. 4. Тел. +7-911-119-97-77, e-mail: egorromanenko@mail.ru

Спиридонов Павел Юрьевич — врач по гигиене труда федерального бюджетного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Россия, 603022, Нижний Новгород, ул. Кулибина, д. 11. Тел.: +7-905-194-18-66, e-mail: spiridon_1980@mail.ru

Поступила 28.03.2014 г.

Малькова Н.Ю., Романенко Е.И., Спиридонов П.Ю. Влияние лазерного излучения проекторов на функциональное состояние зрительного анализатора подростков // Профилактическая и клиническая медицина. — 2014. — № 3 (52). — С. 82–85.

THE EFFECT OF LASER BEAM PROJECTOR RADIATION ON THE FUNCTIONAL STATE OF JUVENILE VISUAL ANALYZER

N.Yu. Malkova¹, E.I. Romanenko¹, P. Yu. Spiridonov²

¹ North-Western Science Center of Hygiene and Public Health, Saint-Petersburg, Russia

² Center of Hygiene and Epidemiology in Nizhni Norgorod region, Nizhni Norgorod, Russia

¹ Federal Budgetary Institution of Science «North-Western Science Center of Hygiene and Public Health» of the Federal Service on Supervision in the Field of Protection of Consumer Rights and Human Welfare. Russia, 191036, Saint-Petersburg, 2-nd Sovetskaya Str., 4. Tel. 8(812)717-97-62, fax 8(812)717-02-64, e-mail: s-znc@mail.ru

² Federal Budgetary Health Care Institution «Center of Hygiene and Epidemiology in Nizhni Norgorod region» of the Federal Service on Supervision in the Field of Protection of Consumer Rights and Human Welfare. Russia, 603022, Nizhni Norgorod, Koulubin Str., 11. Tel. 8(831)433-00-36, fax 8(831)437-35-42, e-mail: csen_gor@mail.ru

Abstract

Introduction: Ensuring safe use of laser radiation sources in cultural and entertainment performances in places of youth gatherings is a pressing public health problem.

Purpose: Laser intensity was measured in cafés and small areas of leisure activity centers and functional state of eye retina was examined.

Materials and Methods. Laser radiation levels were measured using the ЛД-07 dosimeter. Color and light sensitivity was studied before and just after laser exposure.

Results. Levels of diffused laser radiation can exceed Maximum Allowable Level for eyes, but don't exceed Maximum Allowable Level for skin. The study of red, green, and blue spectral ranges of 640, 532, 420 nm wavelengths revealed reliable changes in color and light perception.

Conclusions: Projectors generating laser radiation exceeding Maximum Allowable Level for eyes are dangerous for teenagers. It has been found that eyes exposure to laser irradiances experienced by teenagers at laser public shows is resulted in short-term reversible changes of visual function.

Key words: laser, laser beam projectors, safety.

References

1. GOST R 12.1.031–2010 «Sistema standartov bezopasnosti truda lazery metody dozimetricheskogo kontrolja lazernogo izlucheniya». – M.: STANDARTINFORM, 2012. – 49 s.
2. «Sanitarnye normy i pravila ustroystva i yekspluatatsii lazerov» № 5804-91 ot 31.06.91 g. – M., 1992. – 94 s.

Authors

Malkova Natalya Yurjevna – Doctor of Life Sciences, Chief Researcher of the Federal Budgetary Institution of Science «North-Western Science Center of Hygiene and Public Health» of the Federal Service on Supervision in the Field of Protection of Consumer Rights and Human Welfare. Russia, 191036, Saint-Petersburg, 2-nd Sovetskaya Str., 4. Tel. +7-911-251-52-12, e-mail: lasergrmal@mail.ru

Romanenko Egor Igorevitch – postgraduate student of the Federal Budgetary Institution of Science «North-Western Science Center of Hygiene and Public Health» of the Federal Service on Supervision in the Field of Protection of Consumer Rights and Human Welfare. Russia, 191036, Saint-Petersburg, 2-nd Sovetskaya Str., 4. Tel. +7-9-1111-99-777, e-mail: egorromanenko@mail.ru

Spiridonov Pavel Yurjevich – Occupational health physician of the Federal Budgetary Health Care Institution «Center of Hygiene and Epidemiology in Nizhni Norgorod region» of the Federal Service on Supervision in the Field of Protection of Consumer Rights and Human Welfare. Russia, 603022, Nizhni Norgorod, Koulubin Str., 11. Tel. +7-905-194-18-66, mail: spiridon_1980@mail.ru

Malkova N.Yu., Romanenko E.I., Spiridonov P. Yu. The effect of laser beam projector radiation on the functional state of juvenile visual analyzer // Preventive and clinical medicine. – 2014. – № 3 (52). – P. 82–85.