



ЛАЗЕР.

ВСЕ ЖЕ КАКОГО ОН КЛАССА ОПАСНОСТИ?

ЧАСТЬ I

Б.Рахманов, д.т.н., профессор, МГТУ им. Н.Э.Баумана, член НТС Лазерной ассоциации, председатель комиссии ЛАС по лазерной безопасности, rbn8@yandex.ru;

В.Кибовский, эксперт, Центр по оценке соответствия и подтверждению качества оборудования, изделий и технологий АНО "АтомТехноТест", член комиссии ЛАС по лазерной безопасности, vkibovskiy@mail.ru

Противоречия в нормативной базе лазерной безопасности ведут к дезинформации потребителей лазерной продукции. На территории РФ в начале 2015 года был введен в действие новый стандарт ГОСТ 31581-2012 "Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий". Но противоречия в требованиях к нормированию лазерного излучения (ЛИ) и к классификации лазерной продукции (ЛП) по степени потенциальной опасности генерируемого ЛИ не только не устраняются, а продолжают усугубляться. Это доказывают технические расчеты.

Лазерное шоу, посвященное Международному году света, возвестило об открытии десятой юбилейной международной специализированной выставки "Фотоника. Мир лазеров и оптики - 2015" и продемонстрировало способности лазерного излучения создавать красочные картины. Демонстрация шоу и сама экспозиция выставки вызвала сильное желание обсудить, уже не в первый раз, проблемы, существующие в отечественной системе безопасности использования лазерных технологий, т.е. в системе лазерной безопасности (ЛБ). В последние годы проблемы в области нормативного и правового регулирования безопасного применения лазерной продукции (ЛП) не давали о себе знать. И, хотя они довольно подробно были рассмотрены в работах [1-4], сами экспонаты выставки и рабочие беседы со специалистами-лазерщиками, проведенные в рамках деловой программы, подтвердили необходимость снова вернуться к проблемам ЛБ. Основная причина - в том, что существующие методики и схемы классификации ЛП, применяемые либо в соответствии с действующими техническими стандартами по ЛБ, либо в соответствии с одновременно действующими санитарно-гигиеническими нормативными документами в области ЛБ, вызывают сомнения у специалистов по лазерной безопасности в части надежности и достоверности. Во многих случаях результаты классификаций, проведенных по новым техническим стандартам, являются ошибочными и вводят потребителей ЛП в заблуждение.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАЗЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ИЗЛУЧЕНИЯ

Классификация ЛП по степени опасности излучения - это один из ключевых аспектов обеспечения безопасного применения лазерных технологий. Среди важнейших характеристик любой ЛП - степень потенциальной опасности генерируемого ЛИ. Класс опасности присваивается лазерному изделию (ЛИЗ) согласно схеме классификации лазерных изделий (СКЛ). Такая схема, содержащая 4 класса, была сформулирована в нашей стране в 1981 году Рахмановым и Чистовым [5], а затем обобщенная СКЛ была регламентирована в стандарте ГОСТ 12.1.040-83 (далее ГОСТ-1). Ее сопровождал довольно объемный пакет документов, обеспечивающих механизм исполнения ГОСТ-1: "Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров" № 5804-91 (далее СН). СН были разработаны специалистами из множества научно-исследовательских институтов, КБ и медицинских учреждений, специализировавшимися в различных областях применения лазерных технологий и в вопросах биологического действия ЛИ. Разработка СН осуществлялась по заданию общесоюзной целевой программы, ее исполнение курировали Государственный комитет по науке и технике и Госплан СССР. В действующих и сегодня СН регламентирована достаточно простая СКЛ. Давайте рассмотрим ее (в цитируемых текстах в скобках приведены комментарии и пояснения), внимательно изучив четвертую главу.



"4 КЛАССИФИКАЦИЯ ЛАЗЕРОВ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ГЕНЕРИРУЕМОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

- 4.1. Определение класса лазера основано на учете его выходной энергии (мощности) и предельно допустимых уровней (ПДУ) при однократном воздействии генерируемого излучения.
- 4.2. По степени опасности генерируемого излучения лазеры подразделяются на четыре класса.
- 4.3. К лазерам I класса относят полностью безопасные лазеры, то есть такие лазеры, выходное коллимированное излучение которых не представляет опасности при облучении глаз и кожи.
- 4.4. Лазеры II класса – это лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи или глаз человека коллимированным пучком; диффузно отраженное излучение безопасно как для кожи, так и для глаз.
- 4.5. К лазерам III класса относятся такие лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз не только коллимированным, но и диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) при облучении кожи коллимированным излучением. Диффузно отраженное излучение не представляет опасности для кожи. Этот класс распространяется только на лазеры, генерирующие излучение в спектральном диапазоне II (диапазон длин волн λ от 380 до 1400 нм. – Авт.).
- 4.6. Четвертый (IV) класс включает такие лазеры, диффузно отраженное излучение которых представляет опасность для глаз и кожи на расстоянии 10 см от отражающей поверхности".

Классы, установленные в нормативных документах (НД) ГОСТ-1 и СН, идентичны, а их определения (дефиниции) вполне понятны пользователям этих НД (в отличие от введенных в действие в последние годы НД по ЛБ, имеющих статус национальных и межгосударственных стандартов). Далее в разделе 4 из СН установлены следующие требования.

- "4.7. Лазеры классифицирует предприятие-изготовитель расчетным методом по выходным характеристикам излучения в соответствии с таблицей 4.1. (под расчетным методом понимается то, что классы ЛИЗ определяются путем проведения вычислений по приведенным в табл. 4.1 формулам с учетом значений ПДУ. – Авт.).
- 4.9. Класс опасности лазерного изделия определяется классом используемого в нем лазера".

Довольно часто у пользователей вызывает определенные сомнения требование пункта 4.9. Например, изготовители утверждают, что их мощная лазерная технологическая установка (ЛТУ) относится к безопасному

классу I. Посмотрим, что внутри установки – внутри находится мощный лазерный излучатель класса IV (к примеру, волоконный лазер). Изготовитель утверждает, что лазерная система работает в полностью автоматическом режиме и зона воздействия ЛИ на материал надежно закрыта кожухом в процессе эксплуатации и заблокирована. И поэтому, делают вывод производители, ЛТУ относится к безопасному классу I.

Но так ли это на самом деле? Рано или поздно надо будет проводить ремонтные или регулировочные операции, для чего придется снять блокировку или открыть кожух. В таких условиях контакт человека с ЛИ, диффузно отраженным от обрабатываемой поверхности, неизбежен. Именно такой наиболее неблагоприятный режим взаимодействия человека с ЛИ и должен приниматься в расчет при классификации ЛИЗ. Таким образом, рассматриваемую ЛТУ изначально следует идентифицировать как ЛИЗ IV-го класса опасности вне зависимости от штатных условий ее эксплуатации.

Подчеркнем, что классифицировать лазерное изделие должен изготовитель. Естественно, речь идет о случае прямой поставки готовой ЛП на внутренний рынок РФ. В случае поставки на рынок импортной ЛП обязанности производителя должен принимать на себя поставщик или продавец продукции. Они же должны организовывать соответствующую работу по присвоению ЛП класса опасности по СН и внесению результатов в сопроводительную техническую документацию. Следует добавить, что именно производитель (продавец) несет полную юридическую ответственность за достоверность классификации лазерной продукции, а также за отсутствие сведений о ее классификации.

При этом изготовитель или продавец должен в обязательном порядке выполнять следующее требование п. 6.4. из СН:

"6.4. В паспорте (формуляре) на лазерное изделие должно быть указано:

- длина волны излучения,
- выходная мощность (энергия),
- длительность импульса,
- частота следования импульсов,
- длительность серии импульсов,
- начальный диаметр пучка излучения по уровню e^{-2} ,
- расходимость пучка по уровню e^{-2} ,
- класс опасности лазера,
- сопутствующие опасные и вредные факторы".



Что же показал осмотр экспозиции выставки "Фотоника – 2015" и анализ новых информационных каталогов различных видов ЛП, распространяемых Лазерной ассоциацией (ЛАС)? Оказалось, что в настоящее время требование п. 6.4. из СН в полной мере не выполняет практически ни один производитель ЛП.

Приведем с некоторыми сокращениями табл. 4.1 из СН (см. таблицу). Важно подчеркнуть, что для ПДУ в видимом и ближнем ИК спектральном интервале (СПИ) 380–1400 нм, в котором существует риск поражения сетчатки глаза, речь идет об энергии (мощности) излучения, проходящего через апертуру диаметром 7 мм (нормированное значение диаметра зрачка глаза в условиях ночного зрения). Площадь такой апертуры (зрачка) $S_{зр} = 0,385 \text{ см}^2$.

Как видим из таблицы, любой классификационный уровень (КУ) безопасности ЛП однозначно определяется через ПДУ лазерного излучения. ПДУ регламентированы в виде расчетных формул, опубликованных в разделе 3 СН. Для примера вычислим ПДУ ЛИ целеукзателя, излучающего в режиме непрерывного излучения, в котором работают так называемые "лазерные указки" (ЛУК). Они привлекают к себе все большее внимание в последнее время из-за участившихся случаев лазерного хулиганства – умышленного облучения воздушного судна, выполняющего взлет или посадку [1, 6]. Определим ПДУ для ЛУК, излучающих на наиболее опасных для глаз длинах волн $\lambda = 532 \text{ нм}$ (зеленый пучок излучения) и $\lambda = 445 \text{ нм}$ (синий пучок). Для обеих длин волн получаем $P_{\text{ПДУ}} \approx 0,1 \text{ мВт}$. В соответствии с табл. 4.1 находим, что

- для ЛИЗ класса I значение уровня безопасности: $P_{\text{КУ1 СН}} = P_{\text{ПДУ}} = 0,1 \text{ мВт}$;
- для ЛИЗ класса II верхнее значение уровня безопасности: $P_{\text{КУ2 СН}} = 8 \cdot 10^2 P_{\text{ПДУ}} = 80 \text{ мВт}$.
- Для ЛУК с излучением в красной области ($\lambda = 650 \text{ нм}$) получаем $P_{\text{ПДУ}} \approx 0,2 \text{ мВт}$ и значения
 - для ЛИЗ класса I значение уровня безопасности: $P_{\text{КУ1 СН}} = P_{\text{ПДУ}} = 0,2 \text{ мВт}$;
 - для ЛИЗ класса II значение уровня безопасности $P_{\text{КУ2 СН}} = 8 \cdot 10^2 P_{\text{ПДУ}} = 160 \text{ мВт}$.
- Для ЛИЗ класса III: $P_{\text{КУ3 СН}} = \pi \cdot 10^{-2} P_{\text{ПДУ}}(t) \text{ Вт}$, где $P_{\text{ПДУ}}(t)$ – ПДУ мощности ЛИ, падающего на участок кожи диаметром 1,1 мм. По табл. 3.6 СН получаем, что для кожи $P_{\text{ПДУ}}(t) = 10^{-6} E_{\text{ПДУ}}(t) \text{ Вт}$, где $E_{\text{ПДУ}}(t) = 5 \cdot 10^3 / t^{0,5} \text{ Вт/м}^2$. Тогда для $t = 10 \text{ с}$ имеем $E_{\text{ПДУ}}(t) = 1582 \text{ Вт/м}^2$, $P_{\text{ПДУ}}(t) = 10^{-6} E_{\text{ПДУ}}(t) \approx 1,6 \cdot 10^3 \text{ Вт}$; $P_{\text{КУ3 СН}} = \pi \cdot 10^{-2} \cdot 1,6 \cdot 10^3 \text{ Вт} \approx 50 \text{ Вт}$.

В последние годы в Интернете свободно предлагаются к продаже лазерные устройства, имеющие крайне высокую мощность излучения, достигающую единиц и даже десятков ватт! Обычным гражданским потребителям безо всяких ограничений предлагаются крайне опасные лазерные изделия III класса опасности, соответствующие поддиапазону мощностей, близко примыкающему к чрезвычайно опасному IV классу ($P \geq 50 \text{ Вт}$). Такие ЛИЗ способны мгновенно прожечь сетчатку глаза. Кроме того, они являются источником повышенной пожароопасности. В Интернете распространяются видеоролики, в которых мощными ЛУК в течение нескольких секунд поджигают удаленные на несколько метров листы бумаги и картона или прожигают отверстия в пластиковых конструкциях. В руках несведущих в лазерной технике потребителей оказались, по существу, малогабаритные "гиперболоиды инженера Гарина" – хорошо, что пока еще малого радиуса действия.

Продажа подобных ЛИЗ недопустима и незаконна! Дело в том, что в СН налагают ограничительное требование на продавцов мощной лазерной продукции: "6.19. В лазерных изделиях, предназначенных для использования в театрально-зрелищных мероприятиях, учебных заведениях, на открытых пространствах (далее ОПР) (топографическая съемка, лидары, навигационное оборудование, связь), запрещается применение лазеров III, IV класса". Таким образом, в нашей стране уже с 1991 года запрещено применение ЛИЗ, предназначенных для работы на ОПР и имеющих в СПИ $380 < \lambda \leq 600 \text{ нм}$ мощность ЛИ более 80 мВт, а в СПИ $600 < \lambda \leq 750 \text{ нм}$ – мощность ЛИ более 160 мВт. Поскольку запрещено применение ЛИЗ III, IV класса на ОПР, то, по-видимому, нельзя и продавать подобные изделия без специального разрешения. Однако свободную продажу таких ЛИЗ населению до сих пор никто официально не ограничивает, и продавцы ЛИЗ пренебрегают этим требованием.

ЛУК с мощностью излучения $\geq 100 \text{ мВт}$ прямо предназначены для работы на ОПР и, естественно, подпадают под указанные запретительные требования СН. В "Кодексе об административных правонарушениях РФ" (далее КоАП) есть статья 6.3 "Нарушение законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения". СН являются нормативным правовым актом,



входящим в структуру законодательства в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, и нарушение требований СН в случаях "лазерного хулиганства" с использованием мощной ЛУК, является административным правонарушением в соответствии со ст. 6.3 КоАП [7]. Продавцы подобных ЛИЗ могут быть привлечены к уголовной ответственности по ст. 238 УК "Производство, хранение, перевозка либо сбыт товаров или продукции, выполнение работ или оказание услуг, не отвечающих требованиям безопасности". Часть 1 ст. 238 УК предусматривает максимальное наказание за указанные деяния до двух лет лишения свободы.

Итак, класс лазерной продукции является крайне важной характеристикой ЛП. В достоверной классификации ЛП заинтересованы не только потребители, но и изготовители (продавцы) ЛП, которые при недостоверной классификации ЛП (в том числе и при ее отсутствии), а также при неправомерном распространении ЛП на отечественном рынке могут нести серьезную юридическую ответственность, вплоть до уголовной.

ПРОТИВОРЕЧИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СХЕМ КЛАССИФИКАЦИИ ЛАЗЕРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Адекватному применению механизма классификации для обеспечения безопасного использования ЛП в нашей стране препятствуют противоречия между различными нормативными документами в области ЛБ, возникшие в России в середине 90-х годов. В 1994 году вступил в действие ГОСТ Р 50723-94 "Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий". Разработчики стандарта предприняли не совсем удачную попытку скопировать СКЛ из действовавшего в 90-е годы международного стандарта МЭК 825-1 "Радиационная безопасность лазерных изделий, классификация оборудования, требования и руководство для потребителей". Возникла ситуация внутренней правовой коллизии, заключающейся в том, что в ГОСТ Р 50723 регламентировалась схема классификации ЛП, принципиально отличающаяся от рассмотренной выше СКЛ, регламентированной в СН № 5804.

С 1 января 2015 года вместо ГОСТ Р 50723 в РФ введен в действие ГОСТ 31581-2012 [8] (далее ГОСТ-2), имеющий то же наименование, что и стандарт



Соотношения для определения классов лазеров по степени опасности генерируемого излучения $380 < \lambda \leq 1400$ нм (источник: СанПин 5804–91. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров)

Спектральный интервал, нм	Класс опасности	Режим генерации излучения	
		Одиночные импульсы	Непрерывное излучение
$380 < \lambda \leq 750$	I	$w(\tau_i) \leq \begin{cases} W_{пдв}(\tau_i), \text{ если } d_n \leq 7 \text{ мм} \\ \frac{d_n^2}{49} W_{пдв}(\tau_i), \text{ если } d_n > 7 \text{ мм} \end{cases}$	$\Delta P(t) \leq \begin{cases} P_{пдв}(t), \text{ если } d_n \leq 7 \text{ мм} \\ \frac{d_n^2}{49} P_{пдв}(t), \text{ если } d_n > 7 \text{ мм} \end{cases}$
	II	$W(\tau_i) \leq 8 \cdot 10^2 W_{пдв}(\tau_i)$	$\Delta P(t) > 8 \cdot 10^2 P_{пдв}(t)$
	III	$\nabla w(\tau_i) \leq \pi \cdot 10^4 W_{пдв}(\tau_i)$	$^* \nabla P(t) \leq \pi \cdot 10^4 P_{пдв}(t)$
	IV	$\nabla w(\tau_i) > \pi \cdot 10^4 W_{пдв}(\tau_i)$	$^* \nabla P(t) > \pi \cdot 10^4 P_{пдв}(t)$
$750 < \lambda \leq 1400$	I	$w(\tau_i) \leq \begin{cases} W_{пдв}(\tau_i), \text{ если } d_n \leq 7 \text{ мм} \\ \frac{d_n^2}{49} W_{пдв}(\tau_i), \text{ если } d_n > 7 \text{ мм} \end{cases}$	$^* \Delta P(t) \leq \begin{cases} P_{пдв}(t), \text{ если } d_n \leq 7 \text{ мм} \\ \frac{d_n^2}{49} P_{пдв}(t), \text{ если } d_n > 7 \text{ мм} \end{cases}$
	II	$W(\tau_i) \leq 8 \cdot 10^2 W_{пдв}(\tau_i)$	$^* \Delta P(t) > 8 \cdot 10^2 P_{пдв}(t)$
	III	$\nabla w(\tau_i) > \pi \cdot 10^{-2} H_{пдв}(\tau_i)$	$^* \nabla P(t) \leq \pi \cdot 10^{-2} E_{пдв}(t)$
	IV	$\nabla w(\tau_i) > \pi \cdot 10^4 W_{пдв}(\tau_i)$	$^* \nabla P(t) > \pi \cdot 10^{-2} E_{пдв}(t)$

* длительность воздействия непрерывного излучения в диапазонах $750 < \lambda < 1400$ нм принимается равной 10 с (наиболее вероятное время пребывания человека в состоянии полной неподвижности);
 Δ - длительность воздействия непрерывного излучения в диапазоне $380 < \lambda < 750$ нм принимается равной 0,25 с (время мигательного рефлекса);

∇ - предельно допустимые уровни $P_{пдв}$, $H_{пдв}$ и $E_{пдв}$ для кожи;
 $W(\tau_i)$ - энергия импульса излучения (Дж) длительностью τ_i (с);
 $P(t)$ - мощность непрерывного лазерного излучения (Вт) в данный момент времени t. Применение нижнего индекса "ПДУ" означает, что речь идет о предельно допустимом уровне соответствующего энергетического параметра ЛИ.

ГОСТ Р 50723-94. Изучение ГОСТ-2 показывает, что он практически идентичен ГОСТ Р 50723-94 по структуре и содержанию, за исключением незначительных добавлений и изменений.

Приведем извлечения из текста раздела 6 "Классификация лазерных изделий" ГОСТ-2.

"6.1. Классификация по степени опасности генерируемого излучения.

Лазерные изделия в зависимости от генерируемого излучения подразделяются на четыре класса опасности.

Класс 1. Лазерные изделия безопасные при предполагаемых условиях эксплуатации.

Класс 2. Лазерные изделия, генерирующие видимое излучение в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм. Защита глаз обеспечивается естественными реакциями, включая

рефлекс мигания (это означает, что ЛИЗ безопасны для глаз).

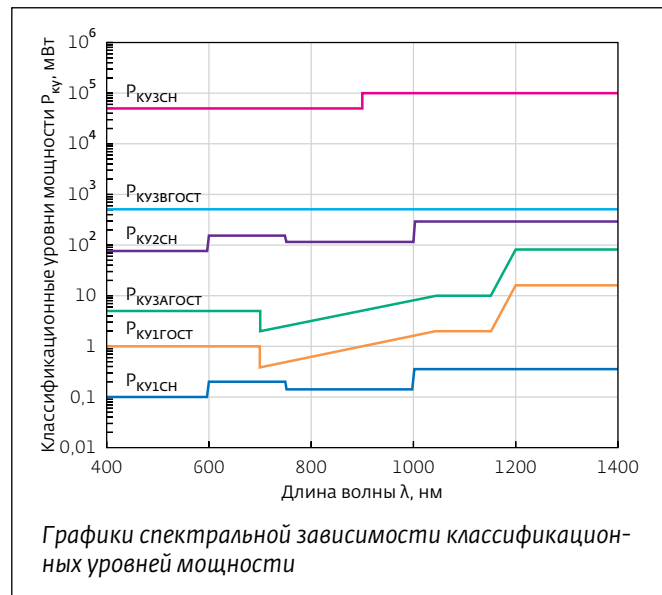
Класс 3А. Лазерные изделия безопасные для наблюдения незащищенным глазом. Для лазерных изделий, генерирующих излучение в диапазоне длин волн от 400 до 700 нм, защита обеспечивается естественными реакциями, включая рефлекс мигания. Для других длин волн опасность для незащищенного глаза не больше чем для класса 1 (это означает, что ЛИЗ этого класса также безопасны для глаз). Непосредственное наблюдение пучка, испускаемого лазерными изделиями класса 3А, с помощью оптических инструментов (например, бинокль, телескоп, микроскоп) может быть опасным.

Класс 3В. Непосредственное наблюдение таких лазерных изделий всегда опасно. Видимое рассеянное излучение обычно безопасно.

Класс 4. Лазерные изделия, создающие опасное рассеянное излучение...

Вызывает недоумение документ, подготовленный научно-исследовательским институтом стандартизации в машиностроении" (ВНИИМС) Росстандарта. В нем почему-то ошиблись в подсчете количества введенных ими классов ЛИЗ. Мы видим, что ГОСТ-2 регламентирует не четыре, а пять классов ЛИЗ: 1, 2, 3А, 3В, 4. Возможно, разработчики посчитали классы 3А и 3В за один класс 3, что в корне неверно, поскольку классы 3А и 3В принципиально различны (ЛИЗ класса 3А, по мнению разработчиков, безопасны для глаз, в то время как ЛИЗ класса 3В весьма опасны). Определения первых трех классов (1, 2 и 3А), приводят к выводу, что относящиеся к ним ЛИЗ, генерирующие излучение в видимой области спектра, являются безопасными для глаз человека. Возникает резонный вопрос, а зачем же эти классы разделены между собой?

Остановимся подробнее на предлагаемом определении классов. Начнем с класса 1. Что подразумевают авторы стандарта под "предполагаемыми условиями эксплуатации" лазерного изделия? Возьмем, к примеру, лазерный полупроводниковый диод (ЛПД), который без сомнения является разновидностью ЛИЗ. Выпускаются ЛПД отдельных марок, специально предназначенные для комплектования какого-то более сложного ЛИЗ конкретного типа (например, лазерного дальномера определенной марки). Естественно, в рассматриваемом случае изготовитель ЛПД может достаточно точно спрогнозировать "условия эксплуатации" классифицируемого ЛПД. Однако большинство типов ЛПД имеют весьма широкую сферу применения в аппаратуре различного назначения, и изготовитель ЛПД порой и не подозревает, в каких "условиях



эксплуатации" предстоит функционировать ЛПД, поставляемому на рынок. Спрашивается, зачем разработчику при классификации ЛПД "забывать себе голову" вопросами дальнейшей эксплуатации выпускаемого ЛПД?

Базовым принципом классификации лазерной продукции является оценка наибольшей степени опасности генерируемого ЛИ в плоскости выходного окна классифицируемого ЛИЗ вне зависимости от условий дальнейшего применения выходного излучения. Оценка степени опасности ЛИ, генерируемого изделием, для различных условий эксплуатации и в различных точках окружающего пространства, удаленных от выходного окна ЛИЗ (например, на рабочих местах операторов ЛИЗ), не входит в круг задач, решаемых при классификации ЛП, а входит в круг вопросов, решаемых с помощью методов расчетной или инструментальной лазерной дозиметрии [9].



Таким образом, увязывание класса ЛП с какими-либо "предполагаемыми условиями эксплуатации" является грубой ошибкой. Класс любой ЛП – это конкретно определенная характеристика, зависящая от соотношения максимально возможного уровня выходного ЛИ с предельно допустимым уровнем. Исходя из сказанного, можно утверждать, что первый класс, к которому относится безопасная лазерная продукция, должен однозначно ограничиваться сверху уровнем выходного ЛИ равным ПДУ с учетом мигательного рефлекса, о чем должно быть прямо упомянуто в дефиниции класса 1.

Все вышесказанное можно отнести и к классу 3А, который по ГОСТ-2 является якобы безопасным для глаз и отличается от более низкого второго класса только тем, что возникает опасность при наблюдении лазерного пучка через некие оптические системы. Спрашивается, каким образом изготовитель ЛИЗ должен оценивать возможность такой опасности. В ГОСТ-2 нет никакой методики проведения подобной оценки. Еще раз подчеркнем, класс ЛИЗ есть некоторая константа, существующая объективно вне зависимости от применения генерируемого ЛИ (например, вне зависимости от того, производится или не производится наблюдение поперечного сечения пучка ЛИЗ через оптические приборы).

Таким образом, следует констатировать, что с 1 января 2015 года на территории РФ введена новая, или вернее сказать "реанимирована" старая (ГОСТ Р 50723-94) СКЛ, состоящая из пяти классов, разделенных между собой на основании абсолютно непонятных критериев. Вновь введенную СКЛ дополняют классификационные таблицы А.1 – А.4. Они приведены в Приложении А к ГОСТ-2 и содержат довольно сложные расчетные формулы.

Вычислим значение первого классификационного уровня W_{KY1} (Дж) для ЛИЗ класса 1, генерирующих ЛИ в видимом СПИ от 400 до 700 нм. Из табл. А.1 имеем $W_{KY1} = 7 \cdot 10^{-4} t^{0,75} C_6$ (Дж). Как мы уже отмечали, для установления класса в видимом СПИ необходимо принять $t = 0,25$ с. Тогда для лазерного пучка ($C_6 = 1$) получаем $W_{KY1} = 2,5 \cdot 10^{-4}$ Дж. Для ЛИЗ, работающего в режиме непрерывного излучения, например для ЛУК, необходимо определить значение P_{KY1} (Вт) по формуле $P_{KY1} = W_{KY1} / t$. Для $t = 0,25$ с получаем $P_{KY1} = 1$ мВт. Выше мы показали, что в соответствии с СН № 5804 $P_{KY1CH} = 0,1$ мВт, т.е. значения P_{KY1} и P_{KY1CH} различаются в 10 раз!

Вычислим значение КУ W_{KY3A} (Дж) для ЛИЗ класса 3А, генерирующих ЛИ в видимом СПИ. Из табл. А.3 ГОСТ-2 имеем $W_{KY3A} = 3,5 \cdot 10^{-3} t^{0,75} C_6$ (Дж). Для ЛИЗ, работающего в режиме непрерывного излучения, для $C_6 = 1$, $t = 0,25$ с получаем $W_{KY3A} = 1,2 \cdot 10^{-4}$ Дж; $P_{KY3A} \approx 5$ мВт. Из приведенного выше определения класса 3А следует, что ЛИЗ с мощностью излучения $P \leq 5$ мВт по ГОСТ-2 также "безопасны для наблюдения незащищенным глазом", хотя их мощность может превышать P_{KY1CH} по СН в 50 раз!

На рисунке приведено сравнение спектральной зависимости классификационных уровней $P_{KY1ГОСТ}$ (4), $P_{KY3AГОСТ}$ (5), $P_{KY3BГОСТ}$ (6) (вычисления сделаны по табл. А.1, А.3, А.4 из ГОСТ-2), и классификационных уровней $P_{KY1СН}$ (1), $P_{KY2СН}$ (2), $P_{KY3СН}$ (3) (вычисления по табл. 4.1 из СН). Из графиков следует, что нижний порог безопасности ЛП в соответствии с ГОСТ 31581 (линия 5) завышен в 50 раз! Это значит, что ЛИЗ, имеющие мощность ЛИ в диапазоне от 0,1 мВт до 5 мВт, относящиеся в настоящее время к опасным для глаз изделиям класса II по СН, неправомерно будут отнесены к категории безопасных изделий по ГОСТ-2. К сожалению, этот вывод подтверждают итоги осмотра экспозиции выставки "Фотоника-2015". В рекламных материалах на некоторые экспонируемые ЛИЗ было указано, что они безопасны для глаз, поскольку относятся к классу 1 или 2 по ГОСТ Р 50723 (теперь по ГОСТ 31581), хотя из технических характеристик следовало, что они должны были быть отнесены к опасному для глаз классу II по СН № 5804. Таким образом, потенциальные покупатели экспонировавшихся ЛИЗ вводились в заблуждение.

Таким образом, ГОСТ 31581-2012 по существу в 50 раз понижает уровень безопасности лазерной продукции по сравнению с традиционно существующим в РФ уровнем. Подобная ситуация недопустима, поскольку одной из основных целей стандартизации в нашей стране является "повышение уровня безопасности жизни и здоровья граждан" (статья 11 Федерального закона от 27.12.2002 № 184-ФЗ "О техническом регулировании", далее ФЗ № 184). Введение в действие национального стандарта, понижающего безопасность ЛП, противоречит требованиям ст. 11 ФЗ № 184 и, по существу, противозаконно! Росстандарту следует пересмотреть ГОСТ 31581-2012 в части требований раздела 6 "Классификация лазерных изделий" и соответствующего Приложения А. Этот раздел и Приложение А должны быть приведены в соответствие с разделом 4 из СН.



Следует подчеркнуть, что санитарно-гигиенические НД имеют несомненный приоритет перед техническими НД в форме стандартов. Существует "Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании" (утверждено постановлением Правительства РФ от 24 июня 2000 года № 554), в который включен пункт "11. Нормативные правовые акты, касающиеся санитарно-эпидемиологического благополучия населения, принимаемые федеральными органами исполнительной власти, государственные стандарты, ... не должны противоречить санитарным правилам" [10].

Вопросы противоречий между двумя документами: ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 и СН № 5804-91 в части классификации лазерной продукции мы рассмотрим во второй части статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Рахманов Б.Н., Кибовский В.Т.** К 30-летию системы лазерной безопасности в России. Современные проблемы в области нормативного и правового регулирования безопасного применения лазерной аппаратуры. – Лазер-Информ, сентябрь 2013, вып. № 17, 18.
2. **Рахманов Б.Н., Девисилов В.А. Кибовский В.Т., Митрофанов А.В.** Вопросы технического регулирования безопасного применения лазерной аппаратуры. Ч. I. Технические регламенты Таможенного союза. – Фотоника, 2013, № 6, с. 46-60.
3. **Рахманов Б.Н., Девисилов В.А. Кибовский В.Т., Митрофанов А.В.** Вопросы технического регулирования безопасного применения лазерной аппаратуры. Ч. II. Предложения по разработке новой системы национальных стандартов по лазерной безопасности. – Фотоника, 2014, № 1, с. 28-37.
4. **Рахманов Б.Н., Пальцев Ю.П., Кибовский В.Т., Девисилов В.А.** Лазерная техника и безопасность. Вчера, сегодня, завтра. – Безопасность в техносфере, 2014, № № 4-6.
5. **Рахманов Б.Н., Чистов Е.Д.** Безопасность при эксплуатации лазерных установок. – М.: Машиностроение, 1981.
6. **Рахманов Б.Н., Кибовский В.Т.** Противодействие нарастанию лазерной угрозы безопасности жизнедеятельности методами лазерной дозиметрии на открытых пространствах. – Безопасность жизнедеятельности, 2013, № 8, с. 41-47.
7. **Рахманов Б.Н., Кибовский В.Т.** О правовой ответственности за создание лазерных угроз. – Мир транспорта, 2014, № 1, с. 146-156.
8. ГОСТ 31581-2012. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.
9. ГОСТ Р 12.1.031-2010. ССБТ. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения.
10. Положение о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании (с изменениями и дополнениями от 15 сентября 2005 года). Утв. Постановлением Правительства РФ от 24.07.2000, № 554.