

# Нормативное и правовое регулирование безопасного применения лазерной техники

**Б.Н. Рахманов**, д-р техн. наук, профессор<sup>1</sup>

**В.Т. Кибовский**, эксперт<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

<sup>2</sup> Автономная некоммерческая организация «АтомТехноТест»

e-mail: rbn8@yandex.ru

**Ключевые слова:** лазер, лазерная безопасность, стандарт, санитарные нормы и правила, классификация, дозиметрия, степень опасности.

*Рассмотрены вопросы нормативно-правового регулирования безопасного применения лазерной техники в России, Европе и США. Проведена сравнительная оценка отечественных и зарубежных нормативных документов по лазерной безопасности. Рассмотрена с критических позиций ситуация с необходимым введением в России стандартов серии МЭК 60825.*

## 1. Лазеры в современной техносфере

Жизнь современного человека немислима без использования лазерной техники. В последние десять лет лазеры вышли за пределы промышленных предприятий, научных и медицинских учреждений. Лазеры вошли в повседневную жизнь многих людей, иногда даже не подозревающих об их наличии в окружающей техносфере. Лазерные полупроводниковые излучающие диоды (ЛПД) применяются в современной аудио- и видеоаппаратуре, в персональных компьютерах и волоконно-оптических линиях связи. У многих людей появились домашние лазерные видеопроекторы. Обычному потребителю стали доступны медицинские терапевтические лазерные приборы. В свободной продаже появились различные лазерные изделия (ЛИЗ): маломощные и опасные мощные лазерные целеуказатели, называемые «лазерными указками»; лазерные прицелы-целеуказатели для пневматического и охотничьего оружия; лазерные макеты огнестрельного оружия; лазерные дальномеры-рулетки и другие гаджеты с использованием ЛПД.

В различных технических отраслях все более широко используются лазерные системы и устройства (ЛСУ), предназначенные для дистанционных измерений параметров и характеристик удаленных объектов, а также для передачи и приема информации (лазерные дальномеры и измерители скорости, лазерные теодолиты, системы мониторинга окружающей среды, системы беспроводной атмосферной связи и т.п.). В области индустрии развлечений появились различные

лазерные аттракционы (например, лазерный тир и так называемый лазертаг, заменивший вполне «безобидный» пейнтбол). Все чаще люди сталкиваются с уличной рекламой на основе лазерных видеопроекций, а также со световыми эффектами с использованием лазерного излучения при посещении театрально-зрелищных мероприятий и массовых лазерных шоу.

Любые ЛИЗ и ЛСУ представляют собой продукцию повышенной опасности, связанной прежде всего со способностью лазерного излучения (ЛИ), генерируемого в спектральном диапазоне от 380 до 1400 нм, нанести непоправимый ущерб зрительному аппарату человека. Оптические среды (ОС) глаза (роговица, хрусталик, стекловидное тело) в этой области спектрального диапазона прозрачны для лазерного излучения, которое достигает сетчатки глаза. Излучение с длинами волн  $\lambda$  от 380 до 1400 нм (видимая и ближняя инфракрасная (ИК) область спектра) проходит через ОС и поглощается сетчаткой в отличие от излучений с  $\lambda < 380$  (ультрафиолетовое (УФ) излучение) и  $\lambda > 1400$  нм (среднее и дальнее ИК излучение). Заметим, что существует широко распространенное ошибочное мнение, что невидимое глазом ЛИ, генерируемое в ближней ИК области спектра (спектральный диапазон  $750 < \lambda \leq 1400$  нм), безопасно для глаз, однако это не соответствует действительности.

ЛИ фокусируется на сетчатке в пятно крайне малого диаметра (10–40 мкм), в котором создается высокая плотность мощности (энергии) излучения, что может привести к повреждению сетчатки. Даже

крайне маломощный лазерный пучок, генерируемый в спектральном диапазоне от 380 до 1400 нм, способен повредить сетчатку глаза при небольшой дистанции облучения. Излучение с длиной волны  $\lambda < 380$  нм, а также излучение с длиной волны  $\lambda > 1400$  нм не достигает сетчатки и не может ее повредить. ЛИ, генерируемое в этих диапазонах спектра, может повредить лишь внешние слои глаза. Пороги поражения глаза для этих видов оптического излучения на 2–4 порядка превышают пороги для спектрального интервала  $380 < \lambda \leq 750$  нм, поэтому ЛИ, генерируемое в УФ, средней или дальней ИК областях спектра, можно считать относительно безвредным для человека по сравнению с видимым ЛИ такой же мощности.

В настоящее время следует признать, что в существующих областях эксплуатации подавляющего большинства современных ЛИЗ и ЛСУ не может применяться заведомо безвредное или безопасное для человека ЛИ (т.е. либо генерируемое в УФ или средней и дальней ИК областях спектра, либо генерируемое в видимой области спектра и ослабленное специальными внешними техническими устройствами). Лазерный пучок тем и отличается от других форм распространения электромагнитного излучения (в том числе видимого оптического диапазона), что в нем наблюдается крайне высокая пространственная и поверхностная концентрация (плотность) переносимой энергии, к которой не приспособлены живые существа, обитающие на нашей планете. Однако именно эта крайне опасная особенность лазерного пучка к сверхвысокой пространственной концентрации энергии, переносимой на значительные расстояния, привлекает современного пользователя в первую очередь.

Аналогов столь высокоэффективных дистанционных концентраторов энергии электромагнитного излучения в природе и техносфере практически не существует. Некоторым отдаленным аналогом является плазменный шнур, возникающий при атмосферном электрическом разряде (молния), с воздействием которого люди встречаются чрезвычайно редко, и, естественно, исторически не возникла необходимость в биологическом механизме адаптации человека к такому явлению природы.

Лазерное излучение уже на протяжении 30 лет официально признано в нашей стране опасным и вредным производственным фактором — ОВПФ (ГОСТ 12.1.040-83). В настоящее время ЛИ превращается в опасный и вредный антропогенный физический фактор окружающей среды, и его следует рассматривать дополнительно как опасный и вредный экологический фактор (ОВЭФ).

В наши дни в связи с неконтролируемым широким распространением лазерных изделий наблюдается возрастание лазерной угрозы для безопасности здоровья

населения, прежде всего в связи с участвовавшими случаями хулиганских действий с использованием ЛИЗ, выражающихся в облучении транспортных средств, участников спортивных состязаний и даже сотрудников правоохранительных органов. Такие действия стоят в одном ряду с хулиганскими обстрелами транспортных средств из пневматического оружия, зафиксированными правоохранительными органами в последние годы.

Хулиганское облучение лазером водителя транспортного средства, особенно пилота воздушного судна, приводящее к его временному ослеплению и даже к утрате им зрительных функций, может привести к крайне тяжелым последствиям, чреватым гибелью всех участников движения или полета.

Назрела необходимость в административном и уголовно-правовом противодействии возникшей лазерной угрозе для личной и общественной безопасности, которое, естественно, должно основываться на существующих нормативных правовых актах в области лазерной безопасности.

В 2012 г. впервые за многие годы вопросы лазерной безопасности (ЛБ) и термин «лазер» появились в отечественном законодательстве. Постановлением Правительства РФ от 19 июля 2012 г. № 735 Федеральные правила использования воздушного пространства РФ (ФПИВП РФ) дополнены пунктом 56.1 следующего содержания: «Применение лазеров и изделий на основе лазеров в направлении осуществляющих руление, взлет, посадку и полет воздушных судов запрещается» [1]. За нарушение ФПИВП РФ установлена административная ответственность в соответствии со ст. 11.4 Кодекса об административных правонарушениях РФ.

Авторы п. 56.1 ФПИВП РФ [1] пошли по неконструктивному пути полного запрета деятельности с применением лазеров, излучающих в сторону воздушных судов, вместо применения общепринятого в мировой практике принципа учета приемлемого риска воздействия опасного и вредного физического фактора. В результате такого подхода требования п. 56.1 ФПИВП РФ [1] не увязаны с существующей нормативно-правовой базой ЛБ.

В настоящее время любой человек, направивший включенную маломощную лазерную указку в сторону гудящего за облаками самолета, может быть оштрафован, хотя никакой реальной угрозы полету возникнуть не может. Ситуация напоминает историю с постоянно привлекающим к себе внимание общественности законом о запрете пьянства за рулем, который без квалифицирующего признака, основанного на упоминании *предельно допустимой концентрации (ПДК)* спирта в крови или в выдыхаемом воздухе, не имеет никакого смысла. Так же и с лазерами, не квалифицированными в запрете п. 56.1

ФПИВП РФ по степени создаваемой ими опасности на основе *предельно допустимого для человека уровня излучения (ПДУ)*, регламентированного в действующих нормативных документах по ЛБ.

С целью предотвращения подобных правовых казусов далее в данной статье рассматриваются существующие уже много лет отечественные нормативные правовые акты в области лазерной безопасности, а также рассматривается международная нормативная система ЛБ и система ЛБ США. Проводится сравнение отечественной и зарубежных систем нормирования лазерного излучения, а также кратко рассматриваются с критических позиций новые национальные стандарты серии ГОСТ Р МЭК 60825 и их взаимосвязь с традиционной отечественной системой ЛБ и федеральным законодательством.

## 2. Отечественная система обеспечения ЛБ

Возможность безопасного применения лазерного излучения на производстве, в научных исследованиях и медицине обеспечена в нашей стране соответствующей нормативно-правовой и технической базой (НПТБ) лазерной безопасности. В нормативно-правовой сегмент НПТБ ЛБ входят следующие нормативные документы (НД) федерального значения:

- ГОСТ 12.1.040-83 «ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения» [2] (далее ГОСТ-1);
- ГОСТ Р 50723-94 «Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий» [3] (далее ГОСТ Р-1);
- ГОСТ Р 12.1.031-2010 «ССБТ. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения» [4] (далее ГОСТ Р-2);
- Р 50.2.025-2002 «ГСИ. Дозиметры лазерные. Методика поверки» [5];
- СН № 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» [6] (далее СН).
- Понятие «лазерная безопасность» было установлено и определено в 1983 г. в ГОСТ-1 [2], уточнено позднее в 1991 г. в СН [6] и в уточненной форме использовано в принятом в 1994 г. ГОСТ Р-1 [3]:

«**Лазерная безопасность** — совокупность технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасные и безвредные условия труда персонала при использовании лазерных изделий».

В нормативный сегмент НПТБ ЛБ входят также различные отраслевые и ведомственные НД, регулирующие вопросы безопасности при применении лазеров в различных областях деятельности. Существует порядка двух десятков таких НД.

Техническую составляющую НПТБ ЛБ (техническую базу лазерной безопасности (ТБ ЛБ)) обеспечи-

вают прежде всего средства дозиметрического контроля ЛИ — лазерные дозиметры (ЛД), требования к которым регламентированы в ГОСТ Р-2 [4]. Ранее серийно выпускались ЛД типов ИЛД-2М и ЛДМ-2 [7–9], отдельные экземпляры которых эксплуатируются до сих пор. В настоящее время выпускаются лазерные дозиметры типов ЛД-4 и ЛАДИН [4, 10, 11], разработанные в конце 1990-х гг. ЛД обеспечены методами и средствами поверки в соответствии с нормативно-методическим документом [5], разработанным ФГУП ВНИИОФИ (Всероссийским НИИ оптико-физических измерений) Ростехрегулирования. Поверочные установки, предусмотренные этим документом, развернуты там же.

В номенклатуру технических средств ТБ ЛБ входят также средства индивидуальной защиты от ЛИ (СИЗ ЛИ), например, указанные в СН [6].

Традиционная нормативно-правовая база НПТБ ЛБ [2, 3, 6], созданная в основном еще в 1980–1990-х гг., предназначена прежде всего для обеспечения лазерной безопасности специалистов, использующих лазерную технику в замкнутых пространствах производственных цехов, научных лабораторий и медицинских кабинетов, и решает задачи обеспечения производственной безопасности и гигиены труда на рабочих местах.

Рассмотрение вопросов взаимосвязи СН [6] с действующим законодательством в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения (Федеральный закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [12] (далее — ФЗ № 52)) показывает, что СН [6] в основном соответствуют требованиям этого закона. Однако в настоящее время существует необходимость в модернизации СН [6], отражающей современный уровень развития лазерной техники.

Рассмотрение вопросов взаимосвязи ГОСТ Р-1 [3] с действующим законодательством в сфере технического регулирования (Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [13] (далее — ФЗ № 184)) показывает, что ГОСТ Р-1 [3] соответствует требованиям этого закона лишь частично. В настоящее время этот стандарт противоречит требованиям п. 3 и 4 ст. 1 ФЗ № 184, выводящим вопросы санитарно-эпидемиологического нормирования и регулирования отношений в области охраны труда из сферы действия национальных стандартов РФ.

Кроме того, рассмотрение вопросов взаимосвязи ГОСТ Р-1 [3] с ФЗ № 52 [12] показывает, что ГОСТ Р-1 [2] в существующей редакции не соответствует также требованиям этого закона, так как в ГОСТ Р-1 [2] применена схема классификации лазерных изделий по степени потенциальной опасности, противоречащая схеме, регламентированной в СН [6]. Схема клас-

сификации, примененная в этом стандарте, частично соответствует международной классификации, принятой в действовавшем на момент утверждения ГОСТ Р-1 [3] стандарте МЭК 825-1, преобразованном позднее в международный стандарт МЭК 60825-1, который действует в настоящее время.

НПТБ в техническом сегменте ЛБ, включающем нормативные документы, регламентирующие требования к техническим средствам контроля и защиты, продолжает совершенствоваться. Об этом свидетельствует разработанный в ФГУП ВНИИОФИ национальный стандарт ГОСТ Р-2 [3], который введен в действие с 01.07.2012 г. Этот стандарт входит в Систему стандартов безопасности труда (ССБТ). Он введен вместо применявшегося до 2012 г. ГОСТ 12.1.031-81, имевшего аналогичное наименование. В новом ГОСТ Р-2 использованы основные положения ГОСТ 12.1.031-81 в части технических требований к лазерным дозиметрам и существенно дополнена методическая часть, регламентирующая порядок проведения дозиметрического контроля на рабочих местах операторов лазерных установок. Новый стандарт ГОСТ Р-2 ориентирован на применение совместно с СН № 5804-91 [6].

В последние годы проводятся работы, направленные на совершенствование ТБ ЛБ. Разработан новый

лазерный дозиметр ЛД-07, который подготовлен разработчиками к испытаниям с целью утверждения типа средства измерений совместно с ФГУП ВНИИОФИ [14]. Совершенствуются и средства индивидуальной защиты. Специалистами ФГУП НПК «ГОИ им. С.И. Вавилова» разработаны многоспектральные узкополосные защитные очки для защиты глаз от лазерного излучения (ОЗЛ). Экспериментальные образцы этих ОЗЛ были представлены на международной специализированной выставке «Фотоника. Мир лазеров и оптики — 2012», где разработчиками был сделан соответствующий доклад [15].

Отличительной особенностью ОЗЛ нового типа является их способность избирательно ослаблять в значительной степени мощность лазерного излучения на «синей, зеленой и красных» лазерных длинах волн в видимой области спектра от 380 до 750 нм. При этом яркость видимого окружающего фона ослабляется незначительно.

### 3. Международные нормативные документы по лазерной безопасности

Для большинства стран основным стандартом по лазерной безопасности является международный стандарт IEC 60825-1 (МЭК 60825-1) [16] (далее МЭК-1). Этот стандарт имеет несколько частей, наимено-

Таблица 1

Нормативные документы серии МЭК 60825

Обозначение и наименование документа серии МЭК 60825 на английском языке	Обозначение и наименование документа серии МЭК 60825 на русском языке*
1. IEC 60825-1:2007 «Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements»	МЭК 60825-1:2007 «Безопасность лазерной продукции – Часть 1. Классификация и требования к аппаратуре»
2. IEC 60825-2:2004 «Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fiber communication systems (OFCS)»	МЭК 60825-2:2004 «Безопасность лазерной продукции – Часть 2. Безопасность волоконно-оптических систем связи (ВОС)»
3. EC/TR 60825-3: 2008 «Safety of laser products – Part 3: Guidance for laser displays and shows»	МЭК/ТР 60825-3:2008 «Безопасность лазерной продукции – Часть 3. Руководство по применению лазерных дисплеев и проведению лазерных шоу»
4. IEC 60825-4:2006 «Safety of laser products – Part 4: Laser guards»	МЭК 60825-4:2006 «Безопасность лазерной продукции – Часть 4. Средства защиты от лазерного излучения»
5. IEC 60825-5:2003 «Safety of laser products – Part 5: Manufacturers checklist for IEC 60825-1»	МЭК 60825-5:2003 «Безопасность лазерной продукции – Часть 5. Контрольный перечень к МЭК 60825-1 для изготовителей»
6. IEC/TR 60825-8:2006 «Safety of laser products – Part 8: Guidelines for the safe use of laser beams on humans»	МЭК 60825-8:2006 «Безопасность лазерной продукции – Часть 8. Руководство по безопасному применению лазерных пучков, направленных на людей»
7. IEC/TR 60825-9:1999 «Safety of laser products – Part 9: Compilation of maximum permissible exposure to incoherent optical radiation»	МЭК/ТР 60825-9:1999 «Безопасность лазерной продукции – Часть 9. Определение предельно допустимых уровней некогерентного оптического излучения методом компиляции»
8. IEC/TR 60825-10:2002 «Safety of laser products – Part 10: Application guidelines and explanatory notes to IEC 60825-1»	МЭК/ТР 60825-10:2002 «Безопасность лазерной продукции – Часть 10. Руководство по применению и пояснительные замечания к МЭК 60825-1»
9. IEC 60825-12:2004 «Safety of laser products – Part 12: Safety of free space optical communication systems used for transmission of information»	МЭК 60825-12:2004 «Безопасность лазерной продукции – Часть 12. Безопасность систем оптической связи в свободном пространстве, используемых для передачи информации»
10. IEC/TR 60825-13:2006 «Safety of laser products – Part 13: Measurements for classification of laser products»	МЭК/ТР 60825-13:2006 «Безопасность лазерной продукции – Часть 13. Измерения для классификации лазерной продукции»
11. IEC/TR 60825-14:2004 «Safety of laser products – Part 14: A user's guide»	МЭК/ТР 60825-14:2004 «Безопасность лазерной продукции – Часть 14. Руководство для пользователя».

\* Перевод выполнен авторами статьи.

вания которых приведены в табл. 1. В Европе этот стандарт принят как региональный Европейский нормативный стандарт (European Normative standard), известный как EN 60825-1, а каждая европейская страна применяет собственную версию этого стандарта, например, в Великобритании используется версия Британских Стандартов, известная как BS EN 60825-1, а в Германии — версия DIN EN 60825-1. В таблице А.1 приложения А приведены наименования нормативных документов, образующих взаимосвязанную группу документов, которую мы называем *серией стандартов* IEC 60825 (МЭК 60825), хотя в эту группу входят НД, *не являющиеся формально стандартами, а являющиеся техническими рекомендациями или руководствами*. Все эти нормативные документы исходят из положений базового стандарта МЭК-1 и используют в той или иной степени значения предельно допустимых уровней (ПДУ) лазерного излучения, а также терминологию, установленные в МЭК-1 [16].

Зарубежные специалисты по ЛБ, рассматривая в многочисленных публикациях нормативные документы по лазерной безопасности, уделяют также значительное внимание стандартам, регламентирующим требования к средствам защиты глаз от лазерного излучения, называя их «Laser Safety Standards for Eyewear» (Стандарты лазерной безопасности для средств защиты глаз). Например, в дополнение к стандартам серии МЭК 60825 в настоящее время существуют два стандарта по лазерной безопасности для средств защиты глаз. В версии Британских Стандартов они имеют следующие наименования:

BS EN 207: «Specification for filters and equipment used for personal eye-protection against laser radiation» («Технические условия на фильтры и оборудование для индивидуальной защиты глаз от лазерного излучения»);

BS EN 208: Specification for personal eye protectors used for adjustment work on lasers and laser systems» («Технические условия на средства индивидуальной защиты глаз, используемые для юстировки лазеров и лазерных систем»).

В международную систему ЛБ входит также стандарт IEC 60601-2-22:2007 [17], регламентирующий требования к лазерной медицинской аппаратуре. Стандарт [17], как и стандарты для средств защиты глаз от ЛИ, прямо связаны со стандартом IEC 60825-1.

#### 4. Нормативная база лазерной безопасности в США

За последние 30 лет в США наблюдается тенденция не применять напрямую международные стандарты по ЛБ. В области лазерной безопасности США предпочитают применять для пользователей собственные стандарты серии ANSI Z 136, а для производителей —

стандарт CDRH 21 CFR (части 1040.10 и 1040.11). Ситуация в определенной степени напоминает ситуацию, сложившуюся в области ЛБ в нашей стране. В России предельно допустимые уровни ЛИ и классы безопасности лазерной аппаратуры регламентированы в нормативном документе Роспотребнадзора, некоторым аналогом которого в США является управление FDA (Управление контроля безопасности пищевых продуктов и лекарств), в подчинении которого находится CDRH (Центр контроля безопасности приборов, оборудования и радиологической безопасности). Соответствующие технические требования к лазерной аппаратуре в нашей стране установлены в стандартах Ростехрегулирования, аналогом которого в США является ANSI (Американский национальный институт стандартов). Различие заключается в том, что в США нормативные документы этих ведомств полностью гармонизированы между собой, а в России они гармонизированы лишь частично.

В настоящее время действует следующая редакция основного стандарта серии ANSI Z 136:

ANSI Z 136.1-2007 «Safe Use of Lasers/Note: revision of ANSI Z 136.1-2000\* Approved 2007-03-06» («Безопасное применение лазеров / Пересмотренная редакция ANSI Z 136.1-2000. Введен 06.03.2007») [18] (далее стандарт ANSI Z 136.1).

В случае, когда лазер или лазерное оборудование продается в любую из европейских стран или в большинство других стран, а также, если американское оборудование используется за пределами США, соответствующим стандартом для целей классификации и маркировки является международный стандарт МЭК 60825-1 [16].

В настоящее время Центр CDRH проводит работу по гармонизации требований, установленных в соответствии с CFR 1040.10 и 1040.11, со стандартами IEC 60825-1 и IEC 60601-2-22:2007. Например, чтобы уменьшить ограничительные барьеры для промышленности, CDRH выпустил для внутреннего использования документ «Laser Notice No.50» (Уведомление о лазерах № 50) [19], который позволяет частично применять внутри США требования стандартов МЭК по классификации и маркировке лазерной аппаратуры. При этом, перед тем как лазерное оборудование будет импортировано в США, ему должен быть присвоен номер класса по степени опасности ЛИ в соответствии со стандартом CDRH 21 CFR (21 CFR Laser Accession Number).

В табл. 2 приведены наименования и русские переводы наименований различных частей стандарта ANSI Z 136 (ANSI Z 136.1 — ANSI Z 136.6), являющихся самостоятельными национальными стандартами США (за исключением нормативного документа

Нормативные документы серии ANSI Z 136 (США)

Обозначение и наименование стандарта серии ANSI Z 136 на английском языке	Наименование стандарта серии ANSI Z 136 на русском языке*	Обозначение и наименование соответствующего стандарта серии МЭК 60825 на английском языке*
1. Z136.1 «American National Standard for Safe Use of Lasers»	«Американский национальный стандарт по безопасному применению лазеров»	IEC 60825-1:2007 «Safety of laser products – Part 1: Equipment classification and requirements» <sup>1</sup>
2. Z136.2 «American National Standard for Safe Use of Optical Fiber Communications Systems Utilizing Laser Diode and LED Sources»	«Американский национальный стандарт по безопасному применению волоконно-оптических систем связи, использующих лазерные диоды и светодиодные источники»	IEC 60825-2:2004 «Safety of laser products – Part 2: Safety of optical fiber communication systems (OFCS)»
3. Z136.3 «American National Standard for Safe Use of Lasers in Health Care Facilities»	«Американский национальный стандарт по безопасному применению лазеров в здравоохранении»	IEC/TR 60825-8:2006 «Safety of laser products – Part 8: Guidelines for the safe use of laser beams on humans» <sup>1,2</sup>
4. Z136.4 «Recommended Practice for Laser Safety Measurement for Hazard Evaluation»	«Рекомендуемый практикум по измерениям в области лазерной безопасности для оценки степени опасности»	IEC/TR 60825-13:2006 «Safety of laser products – Part 13: Measurements for classification of laser products» <sup>1</sup>
5. Z136.5 «American National Standard for Safe Use of Lasers in Educational Institutions»	«Американский национальный стандарт по безопасному применению лазеров в образовательных учреждениях»	а. д. о.
6. Z136.6 «American National Standard for Safe Use of Lasers Outdoors»	«Американский национальный стандарт по безопасному применению лазеров на открытых пространствах»	а. д. о.

\* Перевод выполнен авторами статьи.

<sup>1</sup> Наименование объекта стандартизации не соответствует наименованию документа серии ANSI Z 136.

<sup>2</sup> Существует стандарт IEC 60601-2-22:2007 [17] с частично эквивалентным объектом стандартизации.

**Примечание:** а. д. о. — аналогичный документ отсутствует.

ANSI Z 136.4, являющегося, по существу, техническими рекомендациями).

Следует обратить особое внимание на стандарт ANSI Z 136.6 «American National Standard for Safe Use of Lasers Outdoors», наименование которого переводится следующим образом: «Американский национальный стандарт по безопасному применению лазеров на открытых пространствах». Многие европейские специалисты по лазерной безопасности считают, что в настоящее время стандарт ANSI Z 136.6 является наиболее актуальным, поскольку в нем рассматриваются в том числе зоны полетов воздушных судов и вопросы безопасности полетов в случае возможного облучения видимым лазерным излучением. Более того, этот стандарт вызывает особый интерес еще и потому, что отсутствует эквивалентный международный или европейский стандарт.

Заметим, что вопросы, рассматриваемые в стандарте ANSI Z 136.6, весьма актуальны и для нашей страны в связи с участвовавшими в последнее время случаями несанкционированного облучения лазерами воздушных судов. Методы оценки степени опасности лазерного излучения аппаратуры, работающей на открытых пространствах, основанные на отечественных нормах (ПДУ) лазерного излучения, могут послужить основой для разработки отечественного нормативного документа, аналогичного стандарту ANSI Z 136.6.

Все вышесказанное относится и к стандарту ANSI Z 136.5 «American National Standard for Safe Use of Lasers in Educational Institutions», наименование которого переводится следующим образом: «Американский национальный стандарт по безопасному применению лазеров в образовательных учреждениях». В настоящее время отсутствует эквивалентный международный или европейский стандарт. Лазерная аппаратура, применяемая в образовательных учреждениях, во многих случаях представляет собой лазерные изделия, работающие на открытых пространствах, например, «лазерные указки» и лазерные видеопроекторы.

Отечественный нормативный документ, регламентирующий безопасное применение лазеров на открытых пространствах, вполне может включать в сферу рассмотрения и вопросы безопасного применения лазеров в образовательных учреждениях.

Разработчики международного стандарта по лазерной безопасности, в отличие от разработчиков стандарта ANSI Z 136.1, в целях упрощения сознательно пошли в свое время на понижение значения базового гигиенического норматива — ПДУ лазерного излучения, по сравнению с сугубо техническим параметром — классификационным пороговым уровнем выходного лазерного излучения, определяющим класс опасности (безопасности) лазерной аппаратуры. В стандарте МЭК-1 [16] этот пороговый

уровень называется «accessible emission limit (AEL)», что переводится как «предел доступного излучения (ПДИ)». Формулы для вычислений AEL приведены в семи таблицах стандарта МЭК-1 [16], включенных в основную часть стандарта, в то время как формулы для вычислений ПДУ приведены лишь в таблицах справочного необязательного приложения «Annex A (informative)».

По нашему мнению, такой подход не является оптимальным для решения задач лазерной безопасности, в особенности в случае оценки степени опасности ЛИ для аппаратуры, работающей на открытых пространствах, когда знание класса аппаратуры не имеет решающего значения.

### 5. Сравнение отечественной и международной схем нормирования лазерного излучения

Порядок нормирования ПДУ лазерного излучения подробно изложен в разделе 3 СН [6]. Значения ПДУ вычисляются по приведенным в СН формулам и графикам. ПДУ зависят от длины волны лазерного излучения  $\lambda$  (нм), длительности воздействия ЛИ  $t_B$  (с) и режима генерации ЛИ (непрерывное ЛИ; импульсное ЛИ в виде редко повторяющихся или одиночных импульсов; импульсно-модулированное ЛИ и ЛИ в виде серий импульсов).

В соответствии с СН [6] определяются:

**«Пределно допустимые уровни лазерного излучения при однократном воздействии — уровни излучения, при воздействии которых существует незначительная вероятность возникновения обратимых отклонений в организме работающего.»**

Другими словами, при незначительном превышении ПДУ лазерного излучения с длиной волны  $\lambda$ , лежащей в спектральном диапазоне от 380 до 1400 нм, существует небольшой риск нанести определенный ущерб зрению с последующим его восстановлением («обратимое отклонение в организме»). При значительном превышении ПДУ риск становится достаточно высоким и нанесенный ущерб может стать необратимым вплоть до полной потери зрения.

В стандарте МЭК-1 [16] также установлены соответствующие безопасные уровни лазерного излучения, которые называются «maximum permissible exposure (MPE)», что можно перевести на русский язык либо как «пределно допустимый уровень экспозиции» либо как «пределно допустимый уровень излучения». Этот параметр следует обозначать, как принято в нашей стране, аббревиатурой, состоящей из заглавных букв первых трех слов русского наименования термина — ПДУ.

Значения MPE (ПДУ) вычисляются по формулам, которые приведены в справочном приложении «Annex A (informative)» к стандарту МЭК-1 [16], и, следовательно,

рассматриваются этим документом как вспомогательные величины, в отличие от СН [6], в которых эти величины рассматриваются как основные при оценке степени опасности лазерного излучения, в том числе при классификации ЛИЗ по степени опасности.

В [19] приведены сравнительные таблицы значений отечественных ПДУ и MPE, рассчитанных для различных режимов работы лазеров. Из данных, приведенных в таблицах работы [19], следует, что в России, по сравнению со странами Европы и США, установлены почти на порядок более низкие значения ПДУ. Например, для лазеров и ЛИЗ, работающих в режиме непрерывного или импульсно-модулированного излучения, в спектральном интервале  $380 < \lambda \leq 600$  нм значение ПДУ средней мощности лазерного излучения  $P_{ПДУ} = 0,1$  мВт по СН [6], в то время как  $P_{ПДУ} = P_{MPE} = 1$  мВт по МЭК-1 [16].

Более жесткие отечественные нормативы лазерной безопасности, в свою очередь, обуславливают более жесткие требования к лазерной технике, применяемой на территории РФ, а также более жесткие требования к средствам и методам контроля параметров лазерного излучения по критериям ЛБ, а также более жесткие требования к СИЗ ЛИ.

### 6. Новые национальные стандарты серии ГОСТ Р МЭК 60825 и их взаимосвязь с традиционной отечественной системой лазерной безопасности

В настоящее время в отечественной системе лазерной безопасности сложилась ситуация, когда техническое регулирование отношений, возникающих в этой области, выражающееся во введении в действие и подготовке к введению в действие ряда новых нормативных правовых актов, противоречит положениям существующей системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Введены в действие национальные стандарты: ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009, ГОСТ Р МЭК 60825-2-2009, ГОСТ Р МЭК 60825-9-2009, ГОСТ Р МЭК 60825-12-2009. Подготавливаются к введению стандарты: ГОСТ Р МЭК 60825-3, ГОСТ Р МЭК 60825-4, ГОСТ Р МЭК 60825-5, ГОСТ Р МЭК 60825-8, ГОСТ Р МЭК 60825-10, ГОСТ Р МЭК 60825-13, ГОСТ Р МЭК 60825-14. Все перечисленные стандарты составят серию стандартов ГОСТ Р МЭК 60825, идентичную серии международных стандартов МЭК 60825 (см. табл. 1).

Базовым стандартом серии ГОСТ Р МЭК 60825 является стандарт ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009 [20], регламентирующий гигиенические нормативы безопасности лазерного излучения и схему классификации лазерной продукции по степени ее опасности для человека. Кроме того, на территории России действуют национальные стандарты ГОСТ Р МЭК

60601-2-22-2008 [21] и ГОСТ Р 12.4.254-2010 (ЕН 207:1998 + А1:2002) [22], связанные со стандартом МЭК-1 [16], а следовательно, со стандартом ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009.

Заметим, что качество переводов «аутентичных» стандартов серии ГОСТ Р МЭК 60825 не выдерживает никакой критики, что подтверждается разработчиками лазерной техники [23]. Например, даже название объекта стандартизации, указанное в наименовании стандарта ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009 [21], не соответствует наименованию исходного стандарта МЭК-1 [16] в редакции 2007 г.

Тексты переводных стандартов изобилуют лингвистическими неточностями и даже грубыми ошибками.

В основу нормативной базы серии международных стандартов МЭК 60825 положен национальный стандарт США ANSI Z 136.1, в котором установлены нормы лазерной безопасности, практически не изменившиеся за последние 30 лет. Таким образом, *в новом базовом стандарте России по ЛБ (национальном стандарте ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009) установлена схема классификации лазерной аппаратуры по степени ее опасности, основанная на гигиенических нормативах США*, заимствованных в 80-х годах прошлого века Международной Электротехнической Комиссией.

Отечественная система лазерной безопасности основывается на нормативном правовом документе СН № 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров» [6], разработанном в 1980-х годах представительной группой отечественных ученых медиков и биологов с привлечением специалистов в области квантовой электроники, оптико-физической метрологии и безопасности жизнедеятельности. В СН регламентированы исчерпывающие санитарные правила, которым обязательно должны следовать производители лазерной техники и лица, эксплуатирующие лазерную аппаратуру. Кроме того, в СН содержатся санитарно-гигиенические нормы, которые должны учитываться производителями при проектировании и изготовлении лазерной аппаратуры, пользователями ЛИЗ и ЛСУ, а также органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора при контроле выполнения санитарных правил при эксплуатации ЛИЗ и ЛСУ. Как мы уже отмечали, отечественные нормативы (ПДУ) являются почти на порядок более жесткими, чем нормативы, принятые в МЭК [16].

В СН [6] регламентирована также действующая на территории РФ схема классификации лазерной аппаратуры по степени ее опасности, в основу которой положены отечественные ПДУ.

Научную подоплеку российско-американских, а затем и российско-европейских противоречий в

области лазерной безопасности подробно описал Г.И. Желтов в своей статье «О нормативных документах по лазерной безопасности» [24]. Следует заметить, что, к сожалению, автор не отразил в своей публикации саму историю возникновения противоречий, заключающуюся в том, что предложения и проекты СССР по разработке международного стандарта в области ЛБ неоднократно отвергались на совещаниях в Женеве (где расположена штаб-квартира МЭК) членами технического комитета ТК № 76 МЭК, которые, естественно, принимали за основу предложения США.

В упомянутой статье Г.И. Желтов отмечает: «Хотелось бы вспомнить о необходимости уважительного и бережного отношения к достижениям советской и постсоветской научной школы и, как следствие, к предельной взвешенности решений об использовании западноевропейских и американских нормативных документов».

В последнее время органами Роспотребнадзора проводится работа по модернизации СН с целью приведения их в соответствие с современным уровнем развития лазерной техники и требованиями действующего законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, однако пересмотр действующих нормативов по безопасности лазерного излучения разработчиками новой редакции СН не планируется. В настоящее время отсутствует информация о каких-либо фундаментальных исследованиях в области биологического действия лазерного излучения на организм человека, проводившихся в 1990-х годах и в последние десять лет. Кроме того, краткий анализ международного опыта в области санитарно-эпидемиологического нормирования лазерного излучения показывает, что за указанный период не произошло какого-либо принципиального пересмотра нормативов по безопасности лазерного излучения, действующих за рубежом.

Следует признать, что в настоящее время в нашей стране отсутствуют принципиальные основания для пересмотра существующих отечественных гигиенических нормативов и правил безопасного применения лазерной техники, чему мы являемся свидетелями сегодня, наблюдая продолжающееся необоснованное введение в действие на территории России стандартов серии МЭК 60825.

Наша страна вместе с США признана всем миром «колыбелью» лазера, однако в дальнейшем наши пути в области контроля безопасного его использования несколько разошлись, и нет никаких оснований считать, что прагматичный американский подход к вопросам безопасности здоровья людей должен вдруг возобладать на территории России.

## 7. Выводы и предложения

1. Международные стандарты МЭК, являющиеся исходными нормативными документами для стандартов серии ГОСТ Р МЭК 60825, противоречат действующим санитарным правилам СН № 5804-91 (и, по-видимому, их новой редакции) в части нормирования лазерного излучения и классификации лазерной аппаратуры по степени опасности и тем самым противоречат Федеральному закону от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Идентичные стандартам МЭК 60825-1 национальные стандарты серии ГОСТ Р МЭК 60825 в указанной части также противоречат указанному закону.

2. Национальный стандарт ГОСТ Р 50723-94 и перечисленные выше национальные стандарты серии ГОСТ Р МЭК 60825 во многих положениях затрагивают вопросы регулирования отношений в области охраны труда при работе с лазерной техникой, в том числе и в части выполнения санитарно-эпидемиологических требований по лазерной безопасности. Это противоречит положениям п. 3 и 4 ст. 1 Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», выводящим указанные вопросы из сферы действия законодательства о техническом регулировании.

3. Росстандарту следует рассмотреть вопрос о повторной экспертизе и внесении изменений в тексты стандартов серии ГОСТ Р МЭК 60825, считая первоочередным введение указаний о применимости существующих и подготавливаемых стандартов этой серии исключительно для лазерной аппаратуры, поставляемой на экспорт.

Необходимо провести повторную экспертизу и внести изменения в национальные стандарты ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008 и ГОСТ Р 12.4.254-2010 (ЕН 207:1998 + А1:2002), связанные со стандартом МЭК 60825-1 и, следовательно, с ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральные правила использования воздушного пространства Российской Федерации, утв. постановлением Правительства РФ от 11 марта 2010 г. № 138 (с изм. и доп. от 5, 27 сентября 2011 г., 19 июля 2012 г.).
2. ГОСТ 12.1.040-83. ССБТ. Лазерная безопасность. Общие положения.
3. ГОСТ Р 50723-94. Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.
4. ГОСТ Р 12.1.031-2010. ССБТ. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения.
5. Р 50.2.025-2002. ГСИ. Дозиметры лазерные. Методика поверки.
6. СН № 5804-91. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров. Утв. зам. Главного государственного санитарного врача СССР 31.07.1991 г.
7. Кибовский В.Т., Клычев Ф.Х., Рубин Ш.А. Универсальный лазерный дозиметр ИЛД-2 «Дозиметрия лазерного излучения»: сб. науч. тр. / под ред. Б.М. Степанова. — М.: Изд-во ВНИИФТРИ, 1984. — С. 40–51.
8. Кибовский В.Т., Рахманов Б.Н. Лазерное излучение. — «Метрологическое обеспечение безопасности труда»: справочник в 2-х т. / колл. авт. под ред. И.Х. Сологана. — Т. 1. «Измеряемые параметры физических опасных и вредных производственных факторов». — М.: Изд-во стандартов, 1988. — С. 144.

9. Кармолин А.Л., Кибовский В.Т., Рахманов Б.Н. и др. Многоцелевой лазерный дозиметр. Авт. св. № 1571813 от 15.02.1990.
10. Дозиметры лазерного излучения ЛД-4, ЛД — 4Э. Компания «Октава +». Каталог. — М., 2003.
11. Кибовский В.Т., Кузнецов П.А., Рахманов Б.Н. Лазерный дозиметр. Авт. св. №1141846.
12. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
13. Федеральный закон от 27.12.2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».
14. Лазерный дозиметр ЛД-07 // Сайт «Приборостроительная компания НТМ-ЗАЩИТА». 2011.
15. Виденичев Д.А., Крисько А.В., Антимонов И.А. Многоспектральные защитные очки от лазерного излучения. ФГУП НПК «ГОИ им. С.И. Вавилова». Тезисы докладов практического семинара международной специализированной выставки «Фотоника. Мир лазеров и оптики — 2012».
16. IEC 60825-1:2007. Safety of laser products — Part 1. Equipment classification and requirements.
17. IEC 60601-2-22:2007. Medical electrical equipment — Part 2-22:Particular requirements for the basic safety and essential performance of surgical, cosmetic, therapeutic and laser equipment.
18. ANSI Z 136.1-2007. Safe Use of Lasers / Note: revision of ANSI Z 136.1-2000\* Approved 2007-03-06.
19. Laser Products — Conformance with IEC 60825-1 and IEC 60601-2-22:2007 (Laser Notice No. 50).
20. ГОСТ Р МЭК 60825-1-2009. Безопасность лазерной аппаратуры. — Ч. 1. Классификация оборудования, требования и руководство для потребителей.
21. ГОСТ Р МЭК 60601-2-22-2008. Изделия медицинские электрические. — Ч. 2-22. Частные требования к безопасности при работе с хирургическим, терапевтическим и диагностическим лазерным оборудованием.
22. ГОСТ Р 12.4.254-2010 (ЕН 207:1998 + А1:2002). ССБТ. Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования и методы испытаний.
23. Минаев В.П. О ловушках, заложенных в новом ГОСТе по лазерной безопасности // Лазер-Информ. — 2013. — № 1-2.
24. Желтов Г.И. О нормативных документах по лазерной безопасности: сб. ст. «Как это было...». — Ч. 1. — М.: Изд-во ФИАН, 2006. — С. 347-350.

## Legal and Regulatory Regime of Laser Technology Safe Application

**B.N. Rachmanov**, Doctor of Engineering, Professor, Bauman Moscow State Technical University  
**V.T. Kibovsky**, expert, Autonomus noncommercial organization «AtomTechnoTest»

*Legal and regulatory regime subject to laser technology safe application in Russia, Europe and USA is considered. Comparative evaluation of national and foreign regulatory documents related to laser safety is realized. Unreasonable enactment the IEC 60825 standards in Russia is critically considered.*

**Keywords:** laser, laser safety, standard, sanitary norms and regulations, classification, dosimetry, danger degree.

### Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2012 году»

5 июня 2013 г. опубликован доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2012 году»: Государственный доклад. — М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2013. — 176 с.

Доклад состоит из 4 разделов, в частности в разделе 1 «Результаты социально-гигиенического мониторинга» представлена информация о состоянии среды обитания человека и ее влиянии на здоровье населения, дается анализ профессиональной заболеваемости.

В разделе 4 сообщается о достигнутых результатах улучшения санитарно-эпидемиологической обстановки, имеющихся проблемных вопросах обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и намеченных мерах по их решению.

С докладом можно ознакомиться (и скачать его) на официальном сайте Роспотребнадзора. Доклад представляет интерес для преподавателей, студентов, аспирантов и специалистов, занимающихся вопросами защиты окружающей среды и безопасности труда.

Редакция