



# Гармонизация со стандартами Европейского союза: вопросы, проблемы, решения

О. А. Крючина, И. Э. Садовников  
ООО НТО «ИРЭ-Полус», Фрязино, Моск. обл., Россия

Гармонизация отечественных нормативных документов со стандартами Европейского союза (ЕС) необходима для повышения эффективности механизмов взаимного признания результатов сертификации национальными лабораториями, сертификационными центрами и квалификационными сообществами. В статье обозначены существенные различия отечественных и зарубежных документов, создающие препятствия для упрощения гармонизации, и предложены возможные пути решения возникших проблем.

**Ключевые слова:** нормативные документы по лазерной безопасности, гармонизация со стандартами ЕС, IEC60825-1, классификация лазерных изделий по степени опасности, предельно допустимый уровень (ПДУ), максимально допустимая экспозиция (МДЭ)

Статья получена: 06.09.2019

Статья принята к публикации: 24.11.2019

## ВВЕДЕНИЕ

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2013 г. № 1305р о развитии оптоэлектронных технологий (фотоники) предусмотрено задание № 18, относящееся к вопросу обеспечения лазерной безопасности (ЛБ): «разработка технического регламента Таможенного союза по безопасности лазерной продукции (далее ТР ТС ЛБ), гармонизированного со стандартами Европейского союза (ЕС), с внедрением механизмов взаимного признания результатов сертификации национальными лабораториями и сертификационными центрами» [1].

# Harmonization with European Union Standards: Issues, Problems, Solutions

O. A. Kryuchina, I. E. Sadovnikov  
NTO IRE-Polus LLC, Fryazino, Moscow Region, Russia

Harmonization of Russian regulatory documents with European Union (EU) standards is necessary to increase the effectiveness of mechanisms for the mutual recognition of certification results by national laboratories, certification centers and qualification communities. This article identifies significant differences between Russian and foreign documents, creating obstacles to simplify harmonization, and suggests possible solutions to the problems that have arisen.

**Key words:** regulatory documents on laser safety, harmonization with EU standards, IEC60825-1, hazard classification of laser products, maximum permissible level (MPL), maximum permissible exposure (MPE)

Received on: 06.09.2019

Accepted for publication on: 24.11.2019

## INTRODUCTION

Order of the Government of the Russian Federation No. 1305r dated July 24, 2013 on the development of optoelectronic technologies (photonics) provides for Task No. 18 related to the issue of laser safety (LS): “development of technical regulations of the Customs Union for the safety of laser products (hereinafter referred to as LS CU TR), harmonized with European Union (EU) standards, with the introduction of mechanisms for the mutual recognition of certification results by national laboratories and certification centers” [1].

To carry out work on the customs regulations of the LS CU TR, it is necessary to develop standards that provide a regulatory basis for assessing the



Для проведения работ по ТР ТС ЛБ необходимо разработать стандарты, обеспечивающие нормативную основу для оценки соответствия продукции требованиям ТР при ее сертификации. Авторами проведен анализ положений из отечественной и зарубежной нормативной документации (НД) по тематике лазерной безопасности [2–9]. Наиболее значимые для гармонизации аспекты указаны в настоящей статье.

### О СТАНДАРТАХ IEC60825-1

Гармонизация со стандартами ЕС прежде всего подразумевает гармонизацию со стандартами по лазерной безопасности серии IEC.

В последние пять лет при обсуждениях неточностей перевода и недостатков стандарта IEC60825-1-2007 (IEC2007), на базе которого был разработан ГОСТ IEC60825-1-2013 (ГОСТ МЭК) [2], специалисты не обратили внимания на то, что в 2014 году Международной электротехнической комиссией был выпущен стандарт IEC60825-1-2014 (IEC2014), отменяющий IEC2007. На рис. 1 приведена сравнительная таблица стандартов серии IEC. Новый стандарт IEC2014 имеет два принципиальных отличия от IEC2007:

1. Введен новый класс опасности 1С;
2. Обновлены значения нормируемых параметров для определения классов 1 и 1М, 2 и 2М,

conformity of products with the TR requirements during its certification. The authors analyzed the provisions of the Russian and foreign regulatory documentation (RD) on laser safety [2–9]. The most significant aspects for harmonization are given in this article.

### ABOUT IEC60825-1 STANDARDS

Harmonization with the EU standards, first of all, implies harmonization with IEC laser safety standards.

In the past five years, when discussing translation inaccuracies and shortcomings of the IEC60825-1-2007 standard (IEC2007), on the basis of which GOST IEC60825-1-2013 (GOST IEC) was developed [2], the specialists did not pay attention to the fact that in 2014, the International Electrotechnical Commission issued the standard IEC60825-1-2014 (IEC2014), which cancels IEC2007. Fig. 1 shows a comparative table of standards of the IEC series. The new IEC2014 standard has two fundamental differences from IEC2007:

1. A new hazard class 1C has been introduced;
2. The values of the standardized parameters for determining the 1 and 1M, 2 and 2M, 3R classes of pulse sources have been updated (with reference to ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) [3].



До 2014 года   Until 2014		После 2014 года   After 2014	
<b>Европейский союз</b> European Union	 <b>IEC 60825-1:2007</b> Safety of laser products. Part 1. Equipment classification requirements and user's guide	 <b>IEC 60825-1:2014</b> Safety of laser products. Part 1. Equipment classification requirements and user's guide	
<b>Российская Федерация</b> Russian Federation	<b>ГОСТ IEC 60825-1-2013</b> Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей (идентичен международному стандарту)  <b>GOST IEC 60825-1-2013</b> Laser equipment safety. Part 1. Equipment classification, requirements and user manual (identical to international standard)	Отсутствует стандарт, условно соответствующий (идентичный) международному стандарту  There is no standard conditionally corresponding (identical) to the international standard	
<b>Республика Беларусь</b> Republic of Belarus	<b>СТБ IEC 60825-1-2011</b> Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство (идентичен международному стандарту)  <b>СТБ IEC 60825-1-2011</b> Laser product safety. Part 1. Equipment classification, requirements and guidelines (identical to international standard)	<b>СТБ IEC 60825-1-2017</b> Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство (идентичен международному стандарту)  <b>СТБ IEC 60825-1-2017</b> Laser product safety. Part 1. Equipment classification, requirements and guidelines (identical to international standard)	

Рис. 1. Сравнительная таблица стандартов серии IEC  
Fig. 1. IEC Series Standards Comparison Chart



3R импульсных источников (со ссылкой на ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Международную комиссию по защите от неионизирующего излучения) [3]).

### ТЕРМИНОЛОГИЯ. НОРМАТИВЫ

Гармонизация отечественных нормативных документов со стандартами ЕС подразумевает не только отсутствие противоречий между ГОСТами по лазерной тематике, в том числе серии ИЕС, но и соответствие ГОСТов санитарным нормам и правилам (СН). В работах [1, 10–13] указаны принципиальные различия нормативных документов, которые не позволяют иметь корректную и полноценную нормативную базу.

В связи с Положением о государственном санитарно-эпидемиологическом нормировании, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 июля 2000 года № 554 п. 11, «нормативные правовые акты, касающиеся вопросов обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, принимаемые федеральными органами исполнительной власти, государственные стандарты, строительные нормы и правила, правила охраны труда, ветеринарные и фитосанитарные правила не должны противоречить санитарным правилам». Таким образом, существует необходимость в устранении противоречий между стандартами и санитарными нормами [10].

Наиболее явными несоответствиями в НД являются различия в терминологии и в значениях нормативов (энергетической экспозиции и облученности лазерного излучения). Нормативы, связанные со степенью воздействия лазерного излучения на человека:

- ИЕС60825-1-2007 [3] – Maximum permissible exposure (MPE);
- ГОСТ ИЕС60825-1-2013 [2] – Максимально допустимая экспозиция (МДЭ);
- СТБ ИЕС60825-1-2017 (СТБ МЭК) [4] – Предельно допустимый уровень (ПДУ);
- Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91 (СН-91) [7] – Предельно допустимый уровень (ПДУ);
- Санитарно-эпидемиологических требованиях к физическим факторам на рабочих местах № 2.2.4.2259-2016 (Раздел VIII. «Лазерное излучение на рабочих местах») (СанПиН-16) [8] – Предельно допустимый уровень (ПДУ);
- ГОСТ 31581-2012 (ГОСТ 2012) – Предельно допустимый уровень (ПДУ).

### TERMINOLOGY. REGULATIONS

Harmonization of Russian regulatory documents with EU standards implies not only the absence of contradictions between GOSTs on laser topics, including the IEC series, but also the compliance of GOSTs with sanitary norms and rules (SR). The authors of [1, 10–13] specify fundamental differences of regulatory documents that do not allow for a correct and complete regulatory framework.

In connection with the Regulation on the State Sanitary and Epidemiological Regulation approved by Decree of the Government of the Russian Federation No. 554 dated July 24, 2000, clause 11, “regulatory legal acts related to ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population adopted by federal executive bodies, state standards, construction standards and rules, labor protection rules, veterinary and phytosanitary rules must not contradict the sanitary rules”. Thus, there is a need to eliminate the contradictions between standards and sanitary norms [10].

The most obvious discrepancies in the RD are differences in terminology and in the values of the standards (energy exposure and laser radiation exposure). The standards related to the degree of human exposure to laser radiation:

- IEC60825-1-2007 [3] – Maximum permissible exposure (MPE);
- GOST IEC60825-1-2013 [2] – Maximum permissible exposure (MPE);
- STB IEC60825-1-2017 (STB IEC) [4] – Maximum permissible level (MPL);
- Sanitary standards and rules for the design and operation of lasers No. 5804-91 (СН-91) [7] – Maximum permissible level (MPL);
- Sanitary and epidemiological requirements for physical factors at workplaces No. 2.2.4.2259-2016 (Section VIII “Laser radiation at workplaces”) (SanPiN-16) [8] – Maximum permissible level (MPL);
- GOST 31581-2012 (ГОСТ 2012) – Maximum permissible level (MPL).

The term MPE by implication means the same as the MPL [11]. In the Belarusian version of IEC2014: STB IEC [4], harmonization with the SR was made, and the term is translated as MPL.

Recalculation of the values of the standards showed differences in the approaches of IEC and SR. The parameters set by the SR-91 are energy ( $W$ , J), energy exposure ( $N$ , J/m<sup>2</sup>) (for pulsed radiation) and power ( $P$ , W), irradiation ( $E$ , W/m<sup>2</sup>) (for continuous radiation). In the IEC series of standards, the values  $W$ ,  $P$ ,  $H$ ,  $E$  are given, without any dependence on the



Термин МДЭ (MPE) по смыслу означает то же, что и ПДУ [1]. В белорусской версии IEC2014: СТБ МЭК [4] произведена гармонизация с СН, и термин переведен как ПДУ.

Пересчет значений нормативов показал различия в подходах IEC и СН. Параметрами, устанавливаемыми СН-91, являются энергия ( $W$ , Дж) и энергетическая экспозиция ( $H$ , Дж/м<sup>2</sup>) (для импульсного излучения), мощность ( $P$ , Вт) и облученность ( $E$ , Вт/м<sup>2</sup>) (для непрерывного излучения). В стандартах серии IEC приведены значения  $W$ ,  $P$ ,  $H$ ,  $E$  без какой-либо зависимости от режима работы. Принципы стандартов IEC, заложенные для расчетов, отличаются от отечественных наличием большого количества коэффициентов, причем для определения некоторых из них необходимо проводить дополнительные вычисления.

Документы СН-91 и СанПин-16 направлены на обеспечение безопасности людей, они имеют высокий нормативно-правовой статус, и их требования обязательны к исполнению. Документ ГОСТ МЭК предъявляет требования к оборудованию, и значения МДЭ (MPE) являются справочной информацией. В документе СТБ МЭК в определении термина MPE в Примечании 2 указывается: «Значения ПДУ, приведенные в приложении А, являются справочными и приводятся для того, чтобы изготовитель мог рассчитывать номинальное безопасное расстояние для глаз, выполнить анализ рисков и информировать пользователя о безопасном использовании продукта» (в ГОСТ МЭК отсутствует) [2, 4].

В связи с вышеизложенным считаем, что учитывать значения IEC при гармонизации ПДУ воздействия лазерного излучения на человека не целесообразно. Нормативы, по которым определяются классы опасности лазерных изделий:

- IEC60825-1-2007 [3] – Accessible emission limit (AEL);
- ГОСТ IEC60825-1-2013 [2] – Предел доступной эмиссии (ПДЭ);
- СТБ IEC60825-1-2017 [4] – Предел интенсивности доступного излучения (ПИДИ);
- СН-91 – термин отсутствует;
- СанПиН-16 – термин отсутствует;
- ГОСТ 31581-2012 – Допустимый предел излучения (ДПИ).

Для 1 класса опасности в отечественном документе СН можно выделить 10 спектральных интервалов для импульсного режима работы и 12 спектральных интервалов для непрерывного режима работы, в стандартах серии IEC: 13 и 12 соответственно. Границы двух из них ( $180 < \lambda \leq 302,5$  нм;

operating mode). The principles of IEC standards laid down for calculations differ from Russian ones in the presence of a large number of coefficients, and for the determination of some of them additional calculations are necessary.

Documents SR-91 and SanPin-16 are aimed at ensuring the safety of people, they have a high regulatory status and their requirements are binding. The IEC GOST document sets out the equipment requirements, and the MPE values are the reference information. In the STB IEC document, the definition of the term MPE in Note 2 states: “The MPL values given in Appendix A are for reference only, so that the manufacturer can calculate the nominal safe eye distance, perform a risk analysis and inform the user about the safe use of the product” (absent in GOST IEC) [2, 4].

In this regard, it is not advisable to take into account the IEC values when harmonizing the MPL of human exposure to laser radiation. The standards by which hazard classes of laser products are determined:

- IEC60825-1-2007 [3] – Accessible emission limit (AEL);
- GOST IEC60825-1-2013 [2] – Accessible emission limit (AEL);
- STB IEC60825-1-2017 [4] – Accessible radiation intensity limit (ARIL);
- СН-91 – the term is missing;
- СанПиН-16 – the term is missing;
- GOST 31581-2012 – Permissible radiation limit (PRL).

For the 1st hazard class in the Russian SR document, 10 spectral intervals for a pulsed mode of operation and 12 spectral intervals for a continuous mode of operation can be distinguished with 13 and 12 in the IEC series standards, respectively. The boundaries of two of them ( $180 < \lambda \leq 302.5$  nm;  $302.5 < \lambda \leq 315$  nm) coincide (for both operating modes). A similar situation was revealed for time intervals.

It is not possible to completely compare the standards for the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> classes (3R, 3B) because of the different approaches laid down in the definitions of the classes themselves (see “Classification” section below).

An analysis of the comparison of the AEL SN-91 and IEC2014 standards is summarized in diagrams (Fig. 2a-c):

- Fig. 2a – for each spectral (from 180 to 10<sup>6</sup> nm) and time (from 10<sup>-13</sup> to 3·10<sup>3</sup> s) intervals for 1/(1 and 1M) hazard class;
- Fig. 2b – for possible spectral and time intervals of 2/(2 and 2M), 3/(3R), 3/(3B) hazard classes;



302,5 <math>\lambda \leq 315 \text{ нм}</math>) совпадают (для обоих режимов работы). Аналогичная ситуация выявлена и для временных интервалов.

Полностью сравнить нормативы для 2 и 3 классов (3R, 3B) не представляется возможным из-за разных подходов, заложенных в определениях самих классов (см. далее раздел «Классификация»).

Анализ сравнения нормативов AEL СН-91 и IEC2014 сведен в диаграммы (рис. 2 а-с):

- рис. 2а – по каждому спектральному (от 180 до 10<sup>6</sup> нм) и временному (от 10<sup>-13</sup> до 3·10<sup>3</sup> с) интервалу для 1/(1 и 1M) класса опасности;
- рис. 2б – для возможных спектральных и временных интервалов 2/(2 и 2M), 3/(3R), 3/(3B) классов опасности;
- рис. 2с – суммарная для 1/(1 и 1M), 2/(2 и 2M), 3/(3R), 3/(3B) классов опасности.

Безоговорочно принимать вариант европейских норм в качестве основы для гармонизации некорректно, поскольку в сумме (рис. 2с) 98,15% значений имеют противоречия. 1,85% совпадений – значения для класса 1 в некоторых временных интервалах УФ-диапазона (180 <math>\lambda \leq 380 \text{ нм}</math>). Наибольшая разница в значениях варьируется от 1000 до 4500 раз для импульсного режима работы в спорном интервале 380 <math>\lambda \leq 400 \text{ нм}</math>: в стандартах серии IEC он входит в УФ-диапазон, а в СН – в видимый (рис. 3).

В статьях Г. И. Желтова [11, 12] указано, что отечественные нормативы являются наиболее достоверными (возможно, за исключением нормативов, обновленных в IEC2014 [3]).

Для гармонизации нормативов AEL необходимо:

- Fig. 2c – total for 1/(1 and 1M), 2/(2 and 2M), 3/(3R), 3/(3B) hazard classes.

It is incorrect to unconditionally accept the variant of European norms as the basis for harmonization, since in the total (Fig. 2c) of 98.15% of the values have contradictions. 1.85% matches are the values for class 1 in some time intervals of the UV range (180 <math>\lambda \leq 380 \text{ нм}</math>). The largest difference in values varies from 1000 to 4500 times for the pulsed mode of operation in the controversial interval of 380 <math>\lambda \leq 400 \text{ нм}</math>: in the IEC series standards, it falls into the UV range, and into the visible range in the SR (Fig. 3).

G. I. Zheltov [11, 12] argues that the Russian standards are the most reliable (possibly, with the exception of standards updated in IEC2014 [3]).

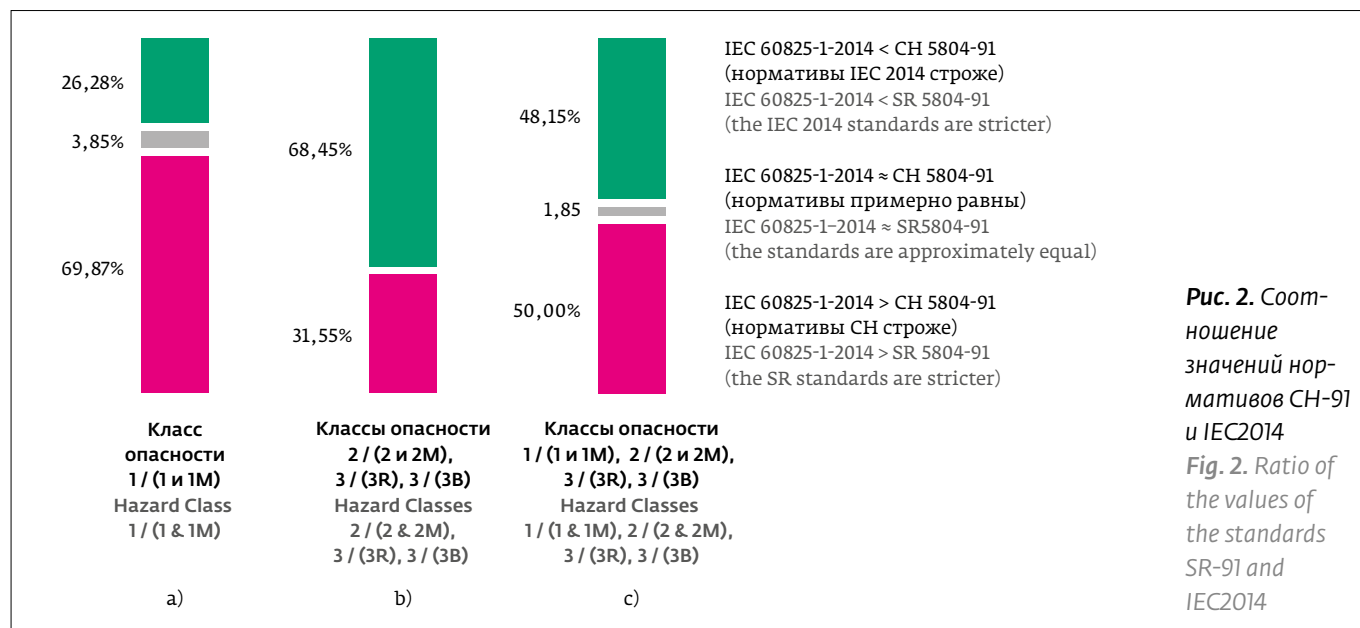
To harmonize AEL standards, it is required to:

- align the spectral and time intervals;
- bring standards to the same parameters, for example, to energy (W) and power (P);
- bring standards to the same dimensions and values.

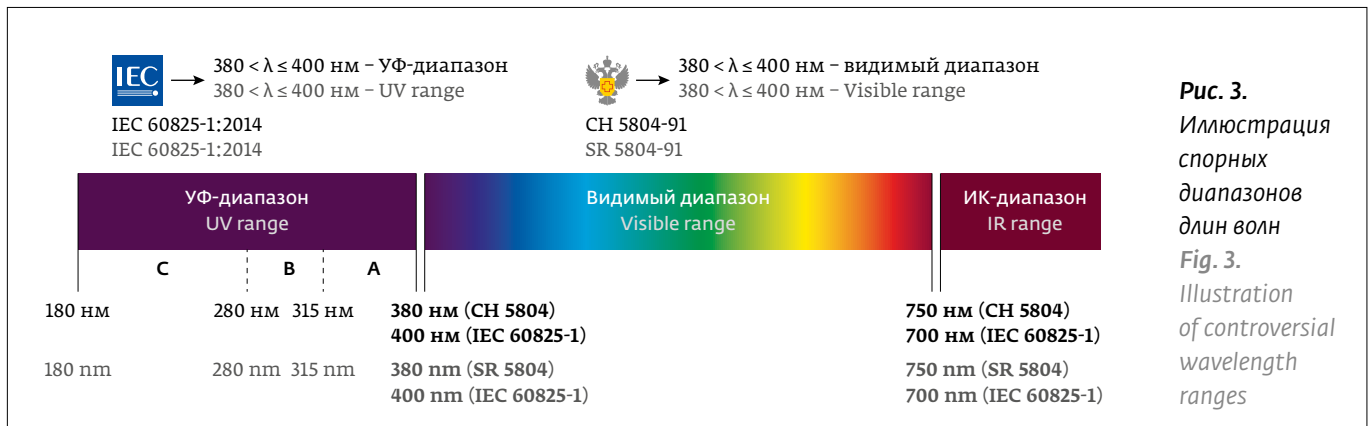
The serious contradictions in this direction require coverage and discussion of this issue in the expert community.

## CLASSIFICATION

Another fundamental point in the harmonization process is the classification of laser products by hazard level. The distinction between product classifications in the documents SR-91, SanPiN-16 and GOST IEC has long been a subject of discussion in the field of medicine. An attempt to harmonize the clas-



**Рис. 2.** Соотношение значений нормативов СН-91 и IEC2014  
 Fig. 2. Ratio of the values of the standards SR-91 and IEC2014



**Рис. 3.**  
Иллюстрация спорных диапазонов длин волн  
**Fig. 3.**  
Illustration of controversial wavelength ranges

- привести в соответствие спектральные и временные интервалы;
- привести нормативы к одним и тем же параметрам, например к энергии ( $W$ ) и мощности ( $P$ );
- привести нормативы к одинаковым размерностям и значениям.

Наличие серьезных противоречий в данном направлении требует освещения и обсуждения данного вопроса в экспертном сообществе.

### КЛАССИФИКАЦИЯ

Еще одним принципиальным моментом в процессе гармонизации является классификация лазерных изделий по степени опасности. Различие классификаций изделий в документах СН-91, СанПиН-16 и ГОСТ МЭК давно является предметом обсуждений в сфере ЛБ. В СанПиН-16 была принята попытка гармонизации классификации и введены 7 классов, но определения классов даны в сокращенном виде или изменены, в результате чего изменилась суть определения 1 класса опасности по сравнению со стандартами серии IEC.

В определении 1 класса опасности одним из наиболее значимых является термин: «встроенная лазерная аппаратура»\* («встроенное лазерное изделие»\*\*), который приведен в стандартах серии IEC и ANSI и кардинально изменяет смысл определения 1 класса в СанПиН-16 [2-5, 8].

Встроенное лазерное изделие – лазерное изделие, которому вследствие конструктивных особенностей, ограничивающих интенсивность доступного излучения, установлен класс ниже, чем класс входящего в него лазера (СТБ МЭК (п. 3.30)) [4].

Устройства, которым присвоен класс 1С, – яркий пример встроенного лазерного изделия: «уровни

sification was made in SanPiN-16, and 7 classes were introduced, but the class definitions are given in an abbreviated form or changed, as a result of which the essence of the definition of the 1st hazard class has changed in comparison with the standards of the IEC series.

One of the most significant terms in the definition of 1st class is Embedded laser equipment\* (Embedded laser product\*\*, which is given in the standards of the IEC and ANSI series and dramatically changes the meaning of the definition of class 1 in SanPiN-16 [2-5, 8].

An embedded laser product is a laser product which, due to design features that limit the intensity of available radiation, has a lower class than the class of the laser included in it (STB IEC (Clause 3.30) [4].

Devices to which class 1C is assigned is a vivid example of an embedded laser product: “levels of exposure or energy exposure may exceed the MPE for the skin”, “eye hazard is prevented by engineering means, i. e., radiation ceases or the intensity of accessible radiation decreases to a level below ARIL (AEL) class 1” [4].

One needs to pay attention to the provisions of the IEC series standards: “the requirements of this standard do not apply to any laser product if the classification made by the manufacturer of this product shows that the radiation level does not exceed the accessible radiation intensity limit (ARIL) (AEL) for class 1 for all operating conditions, technical and service maintenance and in the event of a malfunction. Such a laser product can be considered as a safe laser product” [4], i. e. laser products defined as class 1 in SR-91, SanPiN-16, GOST 2012 are not considered in the IEC series standards.

\* ГОСТ МЭК.

\*\* СТБ МЭК.

\* GOST IEC.

\*\* STB IEC.



облучения или энергетической экспозиции могут превышать ПДУ (MPE) для кожи», «опасность для глаз предотвращают инженерные средства, то есть излучение прекращается или интенсивность доступного излучения уменьшается до уровня ниже ПИДИ (AEL) класса 1» [4].

Необходимо обратить внимание на положение стандартов серии IEC: «требования настоящего стандарта не распространяются на любое лазерное изделие, если классифицирование, выполненное изготовителем этого изделия, показывает, что уровень излучения не превышает предел интенсивности доступного излучения (ПИДИ) (AEL) для класса 1 при всех условиях эксплуатации, технического и сервисного обслуживания и при возникновении неисправности. Такое лазерное изделие может рассматриваться как безопасное лазерное изделие» [4], т.е. лазерные изделия, определенные как 1 класс в СН-91, СанПиН-16, ГОСТ 2012, в стандартах серии IEC не рассматриваются.

В табл. 1 приведены определения 1 класса опасности вышеупомянутых НД. Для гармонизации определения 1 класса опасности предлагается следующий вариант.

Класс 1. Лазерные изделия, которые безопасны при использовании, включая длительное прямое наблюдение в пучке, даже когда облучение происходит через оптические устройства наблюдения (напр. бинокли). К классу 1 также относятся лазеры с высокой мощностью излучения, которые полностью закрыты, так что потенциально опасное излучение недоступно при использовании (встроенное лазерное изделие). Наблюдение в пучке излучения лазер-

Таблица 1. Определения 1 класса опасности

Table 1. Definitions of hazard Class 1

№ No.	Нормативный документ Regulatory document	Определение 1 класса опасности Definition of hazard Class 1
1	СН 5804-91 [7] SR5804-91 [7]	К лазерам 1 класса относят полностью безопасные лазеры, то есть такие лазеры, выходное коллимированное излучение которых не представляет опасности при облучении глаз и кожи. Class I lasers include completely safe lasers, i. e., those lasers with the collimated output safe when exposing eyes and skin.
2	СанПиН 2.2.4.2259-16 [8] SanPiN 2.2.4.2259-16 [8]	Полностью безопасные лазеры, то есть такие лазеры, выходное прямое излучение которых не представляет опасности при облучении глаз и кожи. Completely safe lasers, i. e., the lasers with direct output safe when exposing eyes and skin.
3	ГОСТ 31581-2012 [9] GOST 31581-2012 [9]	Лазерные изделия безопасны при предполагаемых условиях эксплуатации. Laser products safe under the expected operating conditions.
4	СТБ IEC60825-1-2017 [4] STB IEC60825-1-2017 [4]	Лазерное изделие, при работе которого человек не может подвергнуться лазерному облучению с интенсивностью, превышающей пределы интенсивности доступного излучения для класса 1 для соответствующих длин волн и длительностей излучения. Примечание 1. Лазерные изделия, которые безопасны при использовании, включая длительное прямое наблюдение в пучке, даже когда облучение происходит через оптические устройства наблюдения (глазные лупы и бинокли). К классу 1 также относятся лазеры с высокой мощностью излучения, которые полностью закрыты, так что потенциально опасное излучение недоступно при использовании (встроенное лазерное изделие). Наблюдение в пучке излучения лазерных изделий класса 1, которые испускают видимое излучение, может создать ослепляющий эффект, особенно при слабом постороннем освещении. Примечание 2. Так как испытания для установления класса изделия ограничены испытаниями в рабочем режиме, то для некоторых встроенных лазерных изделий излучение с интенсивностью выше ПИДИ для класса 1 может стать доступным в режиме технического обслуживания, когда блокировка панели доступа отключена. A laser product which operation does not expose a person to laser radiation with an intensity exceeding the limits of the accessible radiation intensity for class 1 for the corresponding wavelengths and radiation durations. Note 1: laser products that are safe to use, including long-term direct beam observation, even when irradiation occurs through optical observation devices (eye magnifiers and binoculars). Class 1 also includes lasers with high radiation power, which are completely covered, so that potentially hazardous radiation is not accessible when used (embedded laser product). Observing a Class 1 laser product beam that emits visible radiation can create a dazzling effect, especially in low ambient light. Note 2: since tests to establish the class of the product are limited to tests in the operating mode, products radiation with an intensity higher than ARIL for class 1 may become accessible for some embedded laser in maintenance mode when the access panel interlock is off.

**Таблица 2.** Определения 2 и 3 (3R, 3B) классов опасности

**Table 2.** Definitions of hazard Classes 2 and 3 (3R, 3B)

Класс опасности Hazard class	2 (СН 5804-91) [7] (SR5804-91) [7]	2 (СТБ IEC60825-1-2017) [4] (STB IEC60825-1-2017) [4]	3 (СН 5804-91) [7] (SR5804-91) [7]	3R (СТБ IEC60825-1-2017) [4] (STB IEC60825-1-2017) [4]	3B (СТБ IEC60825-1-2017) [4] (STB IEC60825-1-2017) [4]
Спектральный интервал, нм Spectral interval, nm	$180 < \lambda \leq 10^5$	$400 < \lambda \leq 700$	$380 < \lambda \leq 1400$	$180 < \lambda \leq 10^6$	$180 < \lambda \leq 10^6$

ных изделий класса 1, которые испускают видимое излучение, может создать ослепляющий эффект, особенно при слабом постороннем освещении (примечание: общим примером лазерного изделия класса 1 является изделие, которое включает в себя встроенный лазер более высокого класса, но при нормальной работе не представляет опасности поражения пользователя лазерным излучением).

Главные и принципиальные отличия 2 и 3 (3R, 3B) классов между СН-91 и стандартами серии IEC заключаются в несовпадении спектральных интервалов, для которых устанавливаются требования каждого из классов (см. табл. 2) [4, 7]. Одним из вариантов решения данного вопроса может стать принятие классификации стандартов серии IEC, поскольку она является более подробной и позволяет охватить большое количество разновидностей лазерных изделий, в том числе и медицинскую технику (класс 1C).

Положения, касающиеся требований к изготовлению, эксплуатации, размещению лазерных изделий, требований к персоналу и другие, могут быть гармонизированы беспрепятственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Процесс гармонизации необходим не только для повышения эффективности механизмов взаимного признания результатов сертификации, но и для обновления НД по ЛБ и создания прочной базы, которая послужит основой для разработки стандартов по тематике лазерных технологий, исследовательских работ и т. д. Помимо этого будут восполнены пробелы, которые могут возникнуть в случае вступления в силу постановления «О признании утратившими силу нормативных правовых актов и отдельных положений нормативных правовых актов Российской Федерации и РСФСР», т. е. после отмены ряда НД.

Для облегчения процесса гармонизации необходимо создать базовый документ с терминами и определениями, который может быть получен

Table 1 defines the hazard class 1 of the aforementioned regulatory documents. To harmonize the definition of the 1st hazard class, the following is proposed.

Class 1 Laser products that are safe to use, including long-term direct beam observation, even when radiation occurs through optical observation devices (e. g. binoculars). Class 1 also includes high radiation power lasers that are completely enclosed, so that potentially hazardous radiation is not available when used (embedded laser product). Observing a Class 1 laser product beam that emits visible radiation can create a dazzling effect, especially in low ambient light. (Note: A common example of a Class 1 laser product is a product that includes a higher-class embedded laser, but there is no danger of laser damage to the user under normal operation conditions.)

The main and fundamental differences of the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> (3R, 3B) classes between the SR-91 and the standards of the IEC series are the mismatch of the spectral intervals for which the requirements of each class are established (see table 2) [4, 7]. One of the options for solving this issue may be the adoption of the classification of standards of the IEC series, since it is more detailed and allows for covering a large number of varieties of laser products, including medical equipment (class 1C).

The provisions regarding the requirements for the manufacture, operation, placement of laser products, personnel requirements and others can be harmonized without hindrance.

## CONCLUSION

The harmonization process is necessary not only to increase the effectiveness of mechanisms for the mutual recognition of certification results, but also to update RD on laser safety, and create a solid base that will serve as the basis for the development of standards on the topics of laser technology, research, etc. Furthermore, the gaps that may arise in the event of the entry into force of the resolution “On





при совместной слаженной работе ТК 296 «Оптика и фотоника», ТК 452 «Безопасность аудио-, видео-, электронной аппаратуры, оборудования информационных технологий и телекоммуникационного оборудования», Роспотребнадзора, НИИ медицины труда им. академика Н.Ф. Измерова, Института физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси и всех заинтересованных предприятий, ведущих работу в области фотоники и лазерной техники. Принятые термины и определения должны лечь в основу как СН, так и обновленных стандартов.

Несомненно, необходимы дополнительные исследования с учетом того, что за 28 лет с момента выпуска СН-91 произошел скачок на принципиально новый уровень лазерной техники и технологий. Помимо этого, в статьях [11, 13], авторами которых являются разработчики СН-91, говорится об отсутствии сведений об исследованиях в некоторых спектральных и временных интервалах. В ИЕС были обновлены данные лишь некоторых положений, а остальные сведения остались на уровне 80-х годов прошлого столетия. Это свидетельствует об актуальности проведения работ в данном направлении.

## ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Привести в соответствие терминологию СН и стандартов.
2. Актуализировать термины, учитывая новейшие разработки в области лазерной техники и технологий.
3. Гармонизировать разрабатываемые нормативные документы с новой версией стандартов серии ИЕС: IEC60825-1-2014.
4. Дополнить классификацию по степени опасности и ввести класс 1С.
5. Для подготовки к гармонизации согласовать спектральные и временные интервалы, привести в соответствие параметры нормативов.
6. Привлечь к процессу гармонизации всех заинтересованных специалистов в области фотоники и лазерной техники.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахманов Б. Н., Девисилов В. А., Митрофанов А. В., Кибовский В. Т. Вопросы технического регулирования безопасного применения лазерной аппаратуры. Часть I. Технические регламенты Таможенного союза. – *Фотоника*. 2013; 6 (42): 46–60.
2. ГОСТ IEC60825-1-2013. *Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей*.
3. IEC60825-1-2014. URL: <https://webstore.iec.ch/publication/3587>.
4. СТБ IEC60825-1-2017. *Безопасность лазерных изделий. Часть 1. Классификация оборудования и требования*.
5. ANSI Z136.1-2014. *American National Standard for Safe Use of Lasers* (неофициаль-

the recognition of normative legal acts and certain provisions of the normative legal acts of the Russian Federation and the RSFSR” will be filled, i. e., after the cancellation of a number of RDs.

To facilitate the harmonization process, it is necessary to create a basic document with terms and definitions that can be obtained with the joint coordinated work of TC296 “Optics and Photonics”, TC452 “Safety of audio, video, electronic equipment, information technology equipment and telecommunication equipment”, Rospotrebnadzor, Academician N. F. Izmerov Research Institute of Occupational Medicine, B. I. Stepanov Institute of Physics of the National Academy of Sciences of Belarus and all interested enterprises working in the field of photonics and laser technology. Accepted terms and definitions should form the basis of both SR and updated standards.

Undoubtedly, the additional studies are necessary, taking into account the fact that over the 28 years since the release of the СН-91, there has been a jump to a fundamentally new level of laser equipment and technologies. Furthermore, in the articles [11, 13], sponsored by the developers of СН-91, it is said that there is no information about the studies in some spectral and time intervals. Only a few provisions were updated in IEC, and the rest of the information remained at the level of the 80s of the last century. This indicates the relevance of work in this direction.

## CONCLUSIONS AND PROPOSALS

1. Align the terminology of the SR and standards.
2. Update the terms, taking into account the latest developments in the field of laser equipment and technologies.
3. Harmonize the developed regulatory documents with the new version of the standards of the IEC series: IEC60825-1-2014.
4. Supplement the hazard classification and introduce Class 1C.
5. To prepare for harmonization, harmonize the spectral and time intervals, align the regulatory parameters.
6. Involve all interested specialists in the field of photonics and laser technology in the harmonization process.

## REFERENCES

1. Rahmanov B. N., Devisilov V. A., Mitrofanov A. V., Kibovskij V. T. Voprosy tekhnicheskogo regulirovaniya bezopasnogo primeneniya lazernoj apparatury. CHast' 1. Tekh-nicheskie reglamenty Tamozhennogo soyuza. - *Fotonika*. 2013; 6 (42): 46–60.
2. GOST IEC60825-1-2013. *Bezopasnost' lazernoj apparatury. CHast' 1. Klassi-*



- ный перевод).
6. BS EN60825-1: 2014. *Safety of laser products. Part 1: Equipment classification and requirements* (неофициальный перевод).
  7. Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров № 5804-91.
  8. Санитарно-эпидемиологических требования к физическим факторам на рабочих местах № 2.2.4.2259-2016 (Раздел VIII. «Лазерное излучение на рабочих местах»).
  9. ГОСТ 31581-2012. *Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий.*
  10. **Рахманов Б. Н., Кибовский В. Т.** Лазер. Все же какого он класса опасности. Часть I. – *Фотоника*, 2015, № 5 (53).
  11. **Желтов Г. И.** Нормативы по лазерной безопасности: истоки, уровень, перспективы. – *Фотоника*. 2017. 61 (1): 10–35.
  12. **Желтов Г. И.** О нормативах по лазерной безопасности. – *Лазер-Информ*. 2018; 15–16: 630–631.
  13. **Малькова Н. Ю., Лугиня С. В.** Проблемы технического регулирования в области фотоники. – *Фотоника*. 2019; 13(2): 208–213.

### ОБ АВТОРАХ

Крючина Ольга Алексеевна,  
oKryuchina@ntoire-polus.ru,  
ООО НТО «ИРЭ-Полус»,  
<https://www.ipgphotonics.com/ru>, Фрязино,  
Моск. обл, Россия.  
ORCID ID: 0000-0001-7592-0790

Садовников Игорь Эрнестович,  
ООО НТО «ИРЭ-Полус»,  
<https://www.ipgphotonics.com/ru>, Фрязино,  
Моск. обл, Россия.  
ORCID ID: 0000-0002-7576-6591

3. IEC60825-1:2014. URL: <https://webstore.iec.ch/publication/3587> svobodnyj.
4. STB IEC60825-1:2017. *Bezopasnost' lazernyh izdelij. CHast' 1. Klassifika-ciya oborudovaniya i trebovaniya.*
5. ANSI Z136.1-2014. *American National Standard for Safe Use of Lasers.* (Neoficial'nyj perevod).
6. BS EN60825-1: 2014. *Safety of laser products. Part 1: Equipment classification and requirements* (Neoficial'nyj perevod).
7. *Sanitarnye normy i pravila ustrojstva i ekspluatatsii lazеров № 5804-91.*
8. *Sanitarno-epidemiologicheskikh trebovaniya k fizicheskim faktoram na rabochih mestah № 2.2.4.2259-2016 (Razdel VIII. "Lazernoe izluchenie na rabochih mestah")*.
9. *GOST 31581-2012. Lazernaya bezopasnost'. Obshchie trebovaniya bezopasnosti pri razrabotke i ekspluatatsii lazernyh izdelij.*
10. **Rahmanov B. N., Kibovskij V. T.** Lazer. Vse zhe kakogo on klassa opasnosti. CHast' 1. – *Photonics Russia*. 2015; № 5 (53).
11. **ZHeltov G. I.** Normativy po lazernoj bezopasnosti: istoki, uroven', perspektivy. – *Photonics Russia*. 2017. 61 (1): 10–35.
12. **ZHeltov G. I.** O normativah po lazernoj bezopasnosti. – *Lazer-Inform*, 2018; 15–16: 630–631.
13. **Mal'kova N. YU., Luginya S. V.** Problemy tekhnicheskogo regulirovaniya v oblasti fotoniki. – *Photonics Russia*. 2019; 13(2): 208–213.

### ABOUT AUTHORS

Kryuchina Ol'ga Alekseevna,  
oKryuchina@ntoire-polus.ru, NTO IRE-Polus LLC,  
Fryazino, Moscow Region, Russia.  
ORCID ID: 0000-0001-7592-0790  
Sadovnikov Igor' Ernestovich,  
iSadovnikov@ntoire-polus.ru, NTO IRE-Polus LLC,  
Fryazino, Moscow Region, Russia.  
ORCID ID: 0000-0002-7576-6591



## XII Международная конференция «Фундаментальные проблемы оптики» ФПО-2020

Приглашаем принять участие в XII Международной конференции «Фундаментальные проблемы оптики» ФПО-2020, которая будет проходить в Университете ИТМО в городе Санкт-Петербурге с 19 по 23 октября 2020 года

### ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦИИ:

- квантовая оптика и фундаментальная спектроскопия, квантовая информатика
- когерентные процессы взаимодействия света с веществом
- оптика фемто- и аттосекундных импульсов, фемтотехнологии
- взаимодействие терагерцового излучения с веществом, терагерцовые материалы и устройства
- новые принципы оптической передачи, обработки и хранения информации
- оптические материалы фотоники
- оптика и фотоника для биологии и медицины.

В рамках конференции состоится семинар «Индустриальная фотоника» и Чтения академика Юрия Николаевича Денисюка.

К участию в конференции приглашаются научные сотрудники, молодые ученые, аспиранты и студенты. На конференции будут представлены доклады по результатам реализации проектов РФФИ.

К участию в семинаре «Индустриальная фотоника» приглашаются представители индустрии.

Рабочие языки: русский, английский.  
Срок приема материалов докладов:  
до 15 мая 2020 года включительно.

Ждем Вас в городе на Неве!  
Подробности на сайте конференции – [conf-bpo.ifmo.ru](http://conf-bpo.ifmo.ru)

# Промышленные волоконные лазеры



ПРИГЛАШАЕМ ПОСЕТИТЬ НАШ СТЕНД  
НА ВЫСТАВКЕ "ФОТОНИКА 2020"  
В ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР" 31.03 – 03.04,  
ПАВИЛЬОН ФОРУМ, СТЕНД № FD050

Промышленные волоконные лазеры IPG получили широкое применение в таких отраслях промышленности, как автомобилестроение и вагоностроение, металлургия и энергетика, судостроение и авиастроение, и в аэрокосмической отрасли.

## ПРЕИМУЩЕСТВА

- КПД от розетки до 50%;
- волоконный выход с высоким качеством пучка;  $BPP \geq 0,35 \text{ мм}\cdot\text{мрад}$ );
- высокая мощность лазерного излучения (до 100 кВт и выше);
- высокая надежность, огромный ресурс работы;
- компактность, монолитный дизайн;
- отсутствие регламентных работ и простота эксплуатации;
- режим быстрого управления мощностью излучения лазера по цифровому или аналоговому каналу управления;
- 3 года гарантии с возможностью расширения до 8 лет.



IPG является технологическим законодателем развития лазерной индустрии и единственным в мире производителем промышленных волоконных лазеров мультикиловаттного диапазона – до 100 кВт и выше.

Важнейшие характеристики волоконных лазеров НТО «ИРЭ-Полюс» – уникально высокие эффективность и ресурс, минимальный инженерный сервис, а также расходимость пучка, близкая к физическому пределу. Размещенные в герметичных корпусах повышенной прочности, эти системы предназначены для работы в сложных производственных условиях и не нуждаются в периодическом обслуживании.

## ПРИМЕНЕНИЕ



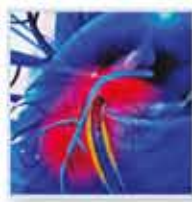
Резка, сверление



Сварка металлов и полимеров



Маркировка и гравировка



Медицина



Наука



Персонализация



Пайка



Плакирование



Аддитивное производство



Удаление покрытий



Термическая обработка



Голография и интерферометрия



# Серии лазеров



## Серия YLS



Промышленные непрерывные лазеры мощностью излучения до 100 кВт.

## Серия YLR



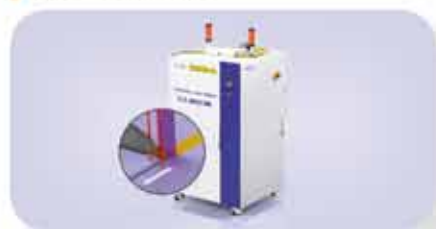
Лазеры в компактном корпусе мощностью до 2 кВт.

## Серия QCW



Квазинепрерывные лазеры, способные работать в непрерывном и импульсном режиме с высокой энергией в импульсе.

## Серия BR



Трехлучевые лазеры для пайки оцинкованного металла.

## Серия YLP-HP



Источники для лазерной очистки мощностью до 500 Вт и энергией в импульсе до 100 мДж.

## Серия YLP-GS



Импульсные лазеры с опцией «оттенки серого», позволяющей задавать значения энергии каждого импульса.

## Серия GLPN/ULPN



Импульсные лазеры на длине волны 355 и 532 нм для микрообработки.

## Серия YLP V2



Импульсные наносекундные лазеры нового поколения с доступной средней мощностью до 100 Вт.

## Серия VLM



Источник лазерного излучения в видимом спектре (513–730 нм) для лазерных шоу, голографии, спектроскопии и др.

## Оптические компоненты



Широкая номенклатура оптических компонентов для лазерных систем, включающая лазерные диоды, объединители, оптоволокно, АОМы, граданы и т.д.

## Лазерные аппараты для хирургии и силовой терапии



Лазерное оборудование для широкого применения в медицине.