

Методические указания МУК 4.3.4034-24 "Методика проведения измерений лазерного излучения на рабочих местах в производственных помещениях и в медицинских организациях" (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 31 мая 2024 г.)

Методические указания МУК 4.3.4034-24
"Методика проведения измерений лазерного излучения на рабочих местах в
производственных помещениях и в медицинских организациях"
(утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия
человека 31 мая 2024 г.)

Введены впервые

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Настоящие методические указания по методам контроля (далее - МУК) описывают порядок проведения инструментального контроля уровней лазерного излучения на рабочих местах в производственных помещениях, в медицинских организациях для оценки их соответствия санитарно-эпидемиологическим требованиям¹.

¹ Глава V СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания", утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 N 2 (зарегистрировано Минюстом России 29.01.2021, регистрационный N 62296), с изменениями, внесенными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.12.2022 N 24 (зарегистрировано Минюстом России 09.03.2023, регистрационный N 72558).

1.2. Контроль энергетических характеристик лазерного излучения осуществляется на основании дозиметрического контроля.

1.3. Дозиметрический контроль проводится в соответствии с программой производственного контроля, утвержденной администрацией предприятия (учреждения, организации), в порядке текущего производственного контроля, а также в следующих случаях:

- при приемке в эксплуатацию новых лазерных изделий 1М - 4 классов;
- при внесении изменений в конструкцию действующих лазерных изделий;
- при изменении конструкции средств коллективной защиты;
- при проведении экспериментальных и наладочных работ;
- при специальной оценке условий труда;
- при санитарно-эпидемиологической экспертизе;
- при организации новых рабочих мест;
- по обращениям граждан и юридических лиц;
- при изменении режимов работы действующих лазерных изделий.

Измерения лазерного излучения при дозиметрическом контроле проводятся организациями, аккредитованными в установленном порядке².

² Федеральный закон от 28.12.2013 N 412-ФЗ "Об аккредитации в национальной системе аккредитации" (далее - Федеральный закон от 28.12.2013 N 412-ФЗ).

1.4. МУК предназначены для Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также могут быть использованы организациями, аккредитованными в установленном порядке³.

1.5. МУК носят рекомендательный характер.

³ Федеральный закон от 28.12.2013 N 412-ФЗ.

II. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Для проведения инструментального контроля используются средства измерения (далее - СИ) утвержденного типа⁴, предназначенные для контроля уровней импульсного и непрерывного лазерного излучения, позволяющие измерять энергетическую экспозицию и облученность рассеянного или отраженного лазерного излучения, имеющие действующее свидетельство о поверке и соответствующую проводимым исследованиям область применения и диапазон измерений, в соответствии с законодательством Российской Федерации⁵.

⁴ Статья 9 Федерального закона от 26.06.2008 N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений" (далее - Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ).

⁵ Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 N 1847 "Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений" (далее - постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 N 1847).

2.2. Измерения энергетических параметров лазерного излучения проводятся с использованием СИ, имеющих относительную погрешность не более $\pm 30\%$.

2.3. Технические характеристики к измерительной аппаратуре лазерного излучения определены документами по стандартизации⁶.

⁶ Глава 5 ГОСТ Р 12.1.031-2010 "Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения", введенный приказом Росстандарта от 21.12.2010 N 845-ст (далее - ГОСТ Р 12.1.031-2010).

2.4. Перечень рекомендуемых средств измерений приведен в таблице 1 приложения 1 к настоящим МУК.

2.5. При проведении вспомогательных измерений (например, расстояния, параметры окружающей среды), используются СИ, имеющие действующее свидетельство о поверке и соответствующую проводимым исследованиям область применения и диапазон измерений, в соответствии с законодательством Российской Федерации⁷.

⁷ Статья 9 Федерального закона от 26.06.2008 N 102-ФЗ; постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 N 1847.

III. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. К проведению измерений допускаются лица, имеющие квалификацию, предусмотренную ГОСТ 12.1.031-2010⁸, ГОСТ 31581-2012⁹. К проведению измерений допускаются лица, достигшие 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие специальную подготовку и проверку практического умения в области проведения и оформления результатов измерений лазерного излучения, изучившие эксплуатационную документацию на лазерные установки, и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с источниками лазерного излучения, электроустановками.

⁸ Пункт 6.5 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

⁹ Пункт 10.4 ГОСТ 31581-2012 "Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий", введенный приказом Росстандарта от 01.11.2012 N 664-ст.

3.2. При проведении измерений параметров лазерного излучения соблюдаются требования безопасности, установленные в эксплуатационной документации СИ и ГОСТ Р 12.1.031-2010¹⁰.

¹⁰ Пункт 6.6 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

3.3. Лица, проводящие измерения обеспечиваются средствами индивидуальной защиты, в

том числе специальными защитными очками, в соответствии с ГОСТ Р 12.1.031-2010¹¹, ГОСТ EN 207-2021¹². Рекомендуемые марки светофильтров для защиты от лазерного излучения в диапазоне 200 - 1400 ам указаны в таблице приложения 2 к настоящим МУК.

¹¹ Пункт 6.6.2 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

¹² ГОСТ EN 207-2021 "Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования. Методы испытаний", введенный приказом Росстандарта от 27.10.2021 N 1335-ст.

IV. ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ, В МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

4.1. Измерения проводятся на рабочем месте оператора, медицинского персонала. При отсутствии постоянного рабочего места - необходимо определить рабочую зону, в границах которой имеется вероятность воздействия на персонал лазерного излучения.

4.2. Определить минимально возможное расстояние от точки пересечения лазерного луча с отражающей поверхностью (например, обрабатываемая деталь, металл, пластик, биообъект - поверхность кожи, слизистые) до органов-мишеней - глаз и кожи с помощью вспомогательных СИ (см. п. 2.5). Для этого необходимо изучить порядок выполнения технологического процесса и план размещения оборудования.

4.3. Определить диаметр пучка на отражающей поверхности: рассчитать на основании данных, указанных в паспорте на оборудование (диаметр пучка, расходимость), с учетом расстояния до поверхности, определяемого с помощью вспомогательных СИ (см. п. 2.5).

4.4. На основании технической документации определить характер излучения. При импульсном режиме генерации необходимо знать длительность импульса и частоту излучения.

4.5. Определить время действия излучения на органы-мишени - глаза и кожу работающего в течение смены, на основании технологической карты или хронометражных исследований.

4.6. Измерения энергетических параметров (облученность, энергетическая экспозиция) лазерного излучения проводятся при максимальной мощности оборудования, необходимой для проведения технологического процесса (процедуры).

4.7. Точки контроля следует выбирать на постоянных рабочих местах в рабочей зоне с учетом возможного расположения органов мишеней.

4.8. На постоянных рабочих местах при определении уровней облучения глаз и кожи точки контроля находятся на расстоянии минимально возможного приближения глаз или незащищенных частей тела человека к источнику излучения: 25 - 50 см - для глаз и 5 - 10 см - для кожи рук.

4.9. Для оценки соответствия фактических условий проведения измерений рабочим условиям эксплуатации СИ перед проведением измерений определить значения параметров микроклимата.

4.10. Настроить дозиметр для измерения уровней лазерного излучения согласно инструкции по эксплуатации. Использовать фотоприемное устройство, соответствующее длине волны, на которой работает лазерное оборудование.

4.11. Установить измерительную головку таким образом, чтобы центр входного зрачка фотоприемного устройства совпадал с соответствующей точкой контроля и направить ось визирования на центр пятна облучения на диффузно отражающей поверхности или на поверхности рассеивающего элемента.

4.12. При дозиметрическом контроле лазерного излучения:

а) поступающего в виде одиночных импульсов, проводятся измерения энергетической экспозиции не менее, чем для пятнадцати импульсов излучения, действуя следующим образом:

- измерить энергетическую экспозицию для первых трех импульсов лазерного излучения, когда фотоприемное устройство находится в исходном положении, и записать полученные значения в протокол измерений;

- переместить фотоприемник в пространстве (вверх, вниз, вправо, влево) на 5 - 7 см от исходного положения с сохранением направления оси визирования на центр пятна облучения, провести четыре серии измерений для трех импульсов лазерного излучения в каждой серии и записать полученные значения в протокол измерений;

б) импульсного, импульсно-модулированного лазерного излучения, одиночной серии импульсов и повторяющихся серий импульсов лазерного излучения с длительностью серий, не превышающей 1 с, проводятся измерения энергетической экспозиции серии импульсов;

в) непрерывного лазерного излучения измеряется энергетическая освещенность (облученность).

Измерения проводятся в следующей последовательности:

г) измерить в течение 5 - 10 с, если фотоприемное устройство находится в исходном положении, и записать полученные значения в протокол;

д) переместить фотоприемник в пространстве (вверх, вниз, вправо, влево) на 5 - 7 см от исходного положения с сохранением направления оси визирования на центр пятна облучения и поочередно проводить измерения энергетических параметров в течение 5 - 10 с (время измерений равно времени измерения в исходном положении), записать полученные значения в протокол.

4.13. При невозможности выполнения замеров в натурных условиях при выполнении хирургических операций или технологических процессов, допускается проведение замеров при моделировании условий операции или процесса. При этом в качестве мишени могут быть использованы материалы со сходными отражающими свойствами.

4.14. Измерения уровней лазерного излучения, создаваемого автоматизированными и роботизированными технологическими установками, проводятся на минимально возможном расстоянии между оператором и излучением при фиксированном положении лазерного пучка.

4.15. При частоте следования импульсов свыше 1 кГц лазерное излучение следует рассматривать как непрерывное и характеризовать средней мощностью.

V. ОБРАБОТКА И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Для каждой точки контроля из всех измеренных значений выбирается максимальная величина.

5.2. Результат измерений может быть представлен в виде соотношения (1):

$$X_{\max} \pm U_p, \quad (1)$$

где: $X_{\max}$ - максимальное значение измеренного показателя;

U_p - расширенная неопределенность, определяемая по формуле (2):

$$U_p = 2U_B, \quad (2)$$

где: U_B - стандартная неопределенность по типу В.

U_B рассчитывается по формуле (3):

$$U_B = \frac{X_{\max} \cdot \Delta X}{\sqrt{3}}, \quad (3)$$

где: $X_{\max}$ - максимальное значение облученности для всех положений фотоприемника, ΔX - приборная погрешность.

Пример расчета неопределенности представлен в приложении 3 к настоящим МУК.

5.3. Результаты измерений оформляются в виде протокола.

5.4. Протокол измерений содержит следующие данные:

- дату, место и время проведения измерений;
- наименование выполняемого вида работ или технологической операции (характерного режима);
- вид, марку, заводской номер СИ, сведения о поверке;
- источник лазерного излучения, с указанием длины волны и характера излучения;
- условия измерения;
- параметры окружающей среды (температура окружающего воздуха, °С, относительная влажность воздуха, %);
- результаты измерений в виде таблицы, куда входят: наименование установки (если измеряемая установка не одна), объект воздействия (глаза или кожа), расстояние от отражающей поверхности до объекта воздействия, максимальные уровни лазерного излучения и соответствующие им неопределенности измерений;
- фамилии и подписи лиц, выполнивших измерения и утвердивших протокол.

Приложение 1
к МУК 4.3.4034-24

Перечень рекомендуемых средств измерений

Таблица 1

Средства измерения энергетических параметров лазерного излучения

Наименование СИ *	Обозначение документа	Метрологические характеристики
Дозиметры лазерные автоматизированные для контроля уровней импульсного и непрерывного излучения (ЛАДИН)	Государственный реестр СИ N 16028-03	Предел допускаемой погрешности 25 %
Дозиметры лазерные (ЛД-07)	Государственный реестр СИ N 54480-13	Предел допускаемой погрешности 25 %
Примечание: * - допускается применять средства измерения отличные от указанных, соответствующие документам по стандартизации ¹³ и внесенные в государственный реестр СИ.		

¹³ ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Приложение 2
к МУК 4.3.4034-24

Таблица 2

Марки светофильтров

Марка ¹⁴ светофильтров	Диапазон защиты, нм	Оптическая плотность
СЗС22	630 - 680	3
	680 - 1200	6
	1200 - 1400	3
ОС23-1	400 - 530	6
Л17	600 - 1100	4

	530	2
ОЖ	200 - 510	3

¹⁴ ГОСТ 9411-91 "Стекло оптическое цветное. Технические условия", введенный в действие постановлением Госстандарта СССР от 24.12.91 N 2082.

Приложение 3 к МУК 4.3.4034-24

Пример расчета неопределенности измерений

1.1. Исходные данные для расчета неопределенности результатов измерений:

- измерения облученности проводились с помощью прибора ЛД-07 с допускаемой основной относительной погрешностью измерений на длине волны 1 - 20 мкм - 25 %;
- для вычисления неопределенности результатов измерений провели серию измерений энергетических параметров в течение 5 - 10 с по направлению на мишень, а также с перемещением фотоприемника в пространстве от данного направления на 5 - 7 см вправо, влево, вверх, вниз с сохранением направления оси визирования на центр пятна облучения. Полученные результаты измерений представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты измерения облученности

Направление измерения	Номер измерения в указанной точке			
	1	2	3	4
На мишень, 10^2 Вт/м^2	7,4	7,5	7,3	7,4
С отклонением на 5 см вправо, 10^2 Вт/м^2	5,6	5,4	5,6	5,5
С отклонением на 5 см влево, 10^2 Вт/м^2	6,8	6,7	6,6	6,5
С отклонением на 5 см вверх, 10^2 Вт/м^2	2,4	2,6	2,7	2,5
С отклонением на 5 см вниз, 10^2 Вт/м^2	3,5	3,6	3,7	3,5

Оценивание стандартной неопределенности типа В

Стандартная неопределенность типа В вычисляется как неопределенность систематического характера, вызванная погрешностью прибора по формуле (3):

$$U_B = \frac{X_{\max} \cdot \Delta X}{\sqrt{3}}$$

где: $X_{\max}$ - максимальное значение облученности для всех положений фотоприемника;

ΔX - приборная погрешность.

Подставляем в формулу (3) значения, получаем формулу (4):

$$U_B = \frac{7,5 \cdot 10^{-0,25}}{\sqrt{3}} = 1,1 \cdot 10^2$$

(4)

С учетом неопределенности результат измерений будет представлен в следующем виде, формула (5):

$$(7,5 \pm 2,2) \cdot 10^2 \text{ Вт/м}^2$$

(5)

НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

1. Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
2. Федеральный закон от 28.12.2013 N 412-ФЗ "Об аккредитации в национальной системе аккредитации".
3. Федеральный закон от 26.06.2008 N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений".
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 N 1847 "Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений".
5. СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания".
6. СП 1.1.1058-01 "Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий".
7. МР 2.2.0244-21 "Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований к условиям труда".
8. ГОСТ Р 12.1.031-2010 "Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения".
9. ГОСТ ИЕС 60825-1-2013 "Безопасность лазерной аппаратуры. Часть 1. Классификация оборудования, требования и руководство для пользователей".
10. ГОСТ Р 8.736-2011 "Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения".
11. ГОСТ EN 207-2021 "Средства индивидуальной защиты глаз. Очки для защиты от лазерного излучения. Общие технические требования. Методы испытаний".
12. ГОСТ 31581-2012 "Лазерная безопасность. Общие требования безопасности при разработке и эксплуатации лазерных изделий".
13. ГОСТ 12.1.040-83 "Лазерная безопасность. Общие положения".
14. ГОСТ 9411-91 "Стекло оптическое цветное. Технические условия".

Справочная информация

В настоящих МУК используются следующие термины и определения:

Диаметр пучка лазерного излучения (м) - диаметр поперечного сечения пучка лазерного излучения, внутри которого содержится заданная доля энергии или мощности.

Время воздействия (с) - длительность воздействия импульса, серии импульсов или непрерывного излучения на человека.

Диффузно отраженное лазерное излучение - излучение, отраженное от шероховатой

поверхности, средние размеры неоднородностей (шероховатостей) которой больше длины волны падающего лазерного излучения¹⁵.

¹⁵ Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Дозиметрический контроль лазерного излучения - измерение с помощью ЛД энергетических параметров зеркально отраженного, диффузно отраженного или рассеянного лазерного излучения и сопоставление измеренных значений параметров со значениями предельно допустимых уровней (ПДУ) с целью определения степени его опасности для операторов¹⁶.

¹⁶ Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Зеркально отраженное лазерное излучение - лазерное излучение, отраженное под углом, равным углу падения излучения¹⁷.

¹⁷ Приложение 1 ГОСТ 12.1.040-83 "Лазерная безопасность. Общие положения", введенного в действие постановлением Госстандарта СССР от 31.01.1983 N 560.

Импульсное излучение - лазерное излучение в виде отдельных импульсов длительностью не более 0,1 с с интервалом между импульсами более 1 с¹⁸.

¹⁸ Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Импульсно-модулированное лазерное излучение - Лазерное излучение в виде импульсов длительностью не более 0,1 с с интервалом между импульсами не более 1 с и с общим временем следования импульсов, превышающим время контроля¹⁹.

¹⁹ Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Коллимированное лазерное излучение - лазерное излучение, в виде пучка с расходимостью не более $2 \cdot 10^{-3}$ радиан.

Лазер - генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании эффекта вынужденного излучения.

Лазерное изделие - лазер и установка, включающая лазер и другие технические компоненты, обеспечивающие ее целевое назначение.

Лазерно опасная зона (ЛОЗ) - часть пространства, в пределах которого уровень лазерного излучения превышает предельно допустимый.

Непрерывное лазерное излучение - лазерное излучение, спектральная плотность мощности которого на частоте генерирования не обращается в нуль при заданном интервале времени, превышающем 0,25 с²⁰.

²⁰ Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Энергетическая освещенность (Облученность) (Вт/м^2) - отношение потока излучения, падающего на малый участок поверхности, содержащий рассматриваемую точку, к площади этого участка.

Рабочая зона - пространство, высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся рабочие места постоянного или временного пребывания работающих.

Рассеянное лазерное излучение - излучение, рассеянное на пространственных неоднородностях среды, сквозь которую проходит лазерное излучение²¹.

²¹ Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Точка контроля - Точка пространства, в которой осуществляется дозиметрический контроль лазерного излучения²².

²² Раздел 3 ГОСТ Р 12.1.031-2010.

Частота следования импульсов лазерного излучения (Гц) - отношение числа импульсов лазерного излучения к единичному интервалу времени наблюдения.

Энергетическая экспозиция (Дж/м²) - отношение энергии излучения, падающей на рассматриваемый участок поверхности, к площади этого участка.