Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемиологическим вопросам

Том 1

Москва 1991

gost.e-ecolog.ru

Сборник важнейших официальных материалов по санитарным и противоэпидемиологическим вопросам

В семи томах

Под общей редакцией кандидата медицинских наук
В.М. Подольского

Том I

В двух частях

Санитарные правила и нормы (СанПиН), гигиенические нормативы и перечень методических указаний и рекомендаций по гигиене труда

Часть 1

МП "Рарог"
Москва 1991

Аннотация

Сборник из семи томов содержит официальные материалы по санитарным и противоэпидемическим вопросам: гигиене труда, коммунальной гигиене, гигиене детей и подростков, гигиене питания (2 тома), радиационной гигиене и эпидемиологии.

В сборнике приводятся утвержденные Минздравом СССР санитарные правила, а также перечень инструктивно-методических указаний и рекомендаций; включены новые санитарные правила, действующие по состоянию на 1 июля 1991 г.

Данный сборник рассчитан на врачей санитарно-эпидемиологического и лечебного профиля, гигиенистов и экологов различных специальностей. Издание представляет интерес для лиц, ответственных за санитарно-эпидемиологическое благополучие населения; руководителей предприятий, учреждений, проектных, строительных, общественных организаций и движений.

Ответственные редакторы:
Антонов Н.М., Мартынова Н.М., Савельева А.А., Аванесова Л.И., Барабанова Т.Л., Лопухина Н.Г., Середина А.А.

Составители:
I том — Аванесова Л.И., Гульченко Л.П., Лебедев Е.П., Недзельский В.А., Петрова А.М., Шмельков Ю.А.
II том — Кудрявцева Б.М.
III том — Аванесова Л.И., Раенков В.В.
IV—V тома — Барабанова Т.Л., Глазунов В.М., Кучурова Л.С., Селиванова Л.В.
VI том — Введенский В.В., Зиновьева А.А., Калугина В.И., Киселев В.В., Сергиенко Н.Н., Спасский Б.Б.
VII том — Бродов С.Г., Лежнева Л.Н., Летко Г.М.

Сдано в набор 18.11.91.	Подписано в печать 14.12.91	Формат 60x84/8.	
Печать офсетная.	Печ. л. 49.	Заказ N 523	Тираж 3500 экз.

Отпечатано в московской типографии N 9 НПО «Всесоюзная книжная палата» Министерства информации и печати РСФСР. 109033. Москва, Волочаевская ул., 40.

ISBN 5-87372-002-9

© МП "Papor"

Оглавление

Введение 6

Глава I. Опасные и вредные факторы производственной среды 8

Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах N 3223—85 9
Изменения и дополнения в "Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах" N 122-6/245-1 15
Санитарные нормы вибрации рабочих мест N 3044—84 16
Санитарные нормы и правила при работе с машинами и оборудованием, создающими локальную вибрацию, передающуюся на руки работающих N 3041—84 24
Санитарные нормы и правила по ограничению вибрации и шума на рабочих местах тракторов, сельскохозяйственных мелиоративных, строительно-дорожных машин и грузового автотранспорта N 1102—73 30
Санитарные нормы и правила при работе на промышленных ультразвуковых установках N 1733—77 34
Санитарные нормы и правила при работе с оборудованием, создающим ультразвук, передаваемый контактным путем на руки работающих N 2282—80 38
Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах N 2274—80 42
Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях N 4557—88 46
Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров N 2392—81 48
Предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами N 1742—77 69
Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц N 3206—85 72
Ориентировочные безопасные уровни воздействия переменных магнитных полей частотой 50 Гц при производстве работ под напряжением на воздушных линиях (ВЛ) электропередачи напряжением 220-1150 кВ N 5060—89 74
Предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия электрических полей диапазона частот 0,06—30,0 МГц N 4131—86 76
Предельно допустимые уровни плотности потока энергии, создаваемой микроволновыми печами N 2666—83 77
Санитарно-гигиенические нормы допустимой напряженности электростатического поля N 1757—77 78
Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений N 2152—80 80
Санитарные нормы микроклимата производственных помещений N 4088—86 82
Санитарные правила организации технологических процессов и гигиенические требования к производственному оборудованию N 1042—73 87
Гигиеническая классификация труда (по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса) N 4137—86 . .99

Глава II. Нефтегазодобывающая, нефтегазоперерабатывающая и химическая промышленность 103

Санитарные правила для нефтяной промышленности N 4156—86 104
Санитарные правила при разработке морских нефтяных месторождений N 943—71 . . .112
Санитарные правила для плавучих буровых установок N 4056—85 117
Санитарные правила для катализаторных производств нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности N 5206—90 163
Правила и нормы по промышленной санитарии для строительства и эксплуатации заводов шинной промышленности N 1148—74 171
Санитарные правила организации работы по напылению жесткого пенополиуретана N 1122—73 176
Санитарные правила к проектированию и эксплуатации производств по переработке фторопластов N 1950—78 180
Санитарные правила для производств полимеров и сополимеров стирола N 1967—79 . . .184
Санитарные правила по устройству, оборудованию и эксплуатации цехов производства литья по пенополистироловым моделям N 1981—79 189
Санитарные правила для производств основных свинецсодержащих пигментов N 1983—79 192
Общие санитарные правила при работе с метанолом N 4132—86 198

Санитарные правила для производства фосфора и его неорганических соединений N 4155—86 200
Санитарные правила по устройству, оборудованию и эксплуатации предприятий производства стекловолокна и стеклопластиков N 2400—81 207
Санитарные правила для производств синтетических полимерных материалов и предприятий по их переработке N 4783—88 214
Санитарные правила для производств материалов на основе углерода (угольных, графитированных, волокнистых, композиционных) N 4950—89 235
Санитарные правила при производстве и применении эпоксидных смол и материалов на их основе N 5159—89 249
Санитарные правила при производстве синтетических моющих средств N 5199—90 . . . 261

Глава III. Горнодобывающая, угольная и металлургическая промышленность 269

Санитарные правила для предприятий по добыче и обогащению рудных, нерудных и россыпных полезных ископаемых N 3905—85 270
Санитарные правила для предприятий угольной промышленности N 4043—85 284
Санитарные правила для предприятий черной металлургии N 2527—82 297
Санитарные правила для предприятий цветной металлургии N 2528—82 349
Санитарные правила для предприятий медно-никелевой промышленности N 5312—91 . . 366
Санитарные правила для производств по выплавке и прокатке свинецсодержащих сталей N 2162—80 374
Санитарные правила по проектированию, оборудованию, эксплуатации и содержанию предприятий, производящих ртуть N 2116—79 376
Санитарные правила для предприятий по производству сварочных материалов (электродов, порошковой проволоки и флюсов) N 1451—76 380
Санитарные правила при транспортировке и работе с пеками N 1131—73 384

УТВЕРЖДАЮ
Главный государственный санитарный
врач СССР
П.Н.БУРГАСОВ
N 2392—81
21 апреля 1981 г.

САНИТАРНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛАЗЕРОВ

Введение

Настоящие "Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров"(в дальнейшем Правила) разработаны в соответствии с "Основами законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении","Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий СН 245—71" и регламентируют основные требования по обеспечению безопасных условий труда при работе с лазерами.

Правила распространяются на предприятия, учреждения, лаборатории и другие организации всех министерств и ведомств,которые проектируют,изготовляют и эксплуатируют лазеры (учреждения, предприятия, лаборатории и другие организации в дальнейшем именуются как предприятия).

Правила являются обязательными при проектировании, строительстве, эксплуатации и реконструкции предприятий, цехов, участков, предназначенных для работ с применением лазеров.

На основе настоящих Правил министерства и ведомства при необходимости должны разработать и согласовать с органами санитарно-эпидемиологической службы правила и методические указания по отдельным видам работ с применением лазеров.

Ответственность за выполнение настоящих Правил возлагается на руководство предприятий, министерств и ведомств.

Министерства и ведомства должны осуществлять контроль за выполнением требований настоящих Правил на подведомственных им предприятиях.

Настоящие Правила вводятся в действие с момента их опубликования и с их изданием утрачивают силу ранее утвержденные нормы и правила в области обеспечения лазерной безопасности.

Настоящие Правила устанавливают:

— предельно допустимые уровни облучения лазерным излучением ;

— классификацию лазеров по степени опасности генерируемого ими излучения;

— требования к устройству и эксплуатации лазеров;

— требования к производственным помещениям, размещению оборудования и организации рабочих мест;

— требования к персоналу;

— контроль за производственной средой;

— требования к применению средств индивидуальной защиты.

1. Основные понятия,определения и терминология

1.1. Блокировка и сигнализация — системы, информирующие о работе лазера (установки), режиме его работы и препятствующие доступу персонала в лазерно-опасную зону и электрическим цепям высокого напряжения.

1.2. Вредные вещества — по ГОСТ 12.1.007—76.

1.3. Длительность воздействия — время воздействия лазерного излучения на человека в течение рабочего дня.

1.4. Длительность серии импульсов — время излучения совокупности повторяющихся импульсов лазерного излучения.

1.5. Диффузно отраженное лазерное излучение — излучение, отраженное от поверхности по всевозможным направлениям в пределах полусферы.

1.6. Дозиметрический контроль (ДК) — измерение с помощью различных приборов уровней лазерного излучения и сравнение полученных величин с предельно допустимыми уровнями (ПДУ).

1.7. Зеркально отраженное лазерное излучение — излучение, отраженное от поверхности под углом,равным углу падения излучения.

1.8. Импульсное лазерное излучение — излучение с длительностью не более 0,25 с.

1.9. Классификация лазерных установок — разделение лазеров по степени опасности генерируемого ими излучения.

1.10. Коллимированное лазерное излучение (пучок лазерного излучения) — лазерное излучение, заключенное в ограниченном телесном угле (ГОСТ 15093—75).

1.11. Коэффициент пропускания — отношение потока излучения, прошедшего сквозь тело, к потоку излучения, упавшему на него (ГОСТ 7601—78).

1.12. Лазер—генератор электромагнитного излучения, оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного излучения (ГОСТ 15093—75).

1.13. Лазерная безопасность (ЛБ) — совокупность технических, санитарно-гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасные условия труда персонала, при использовании лазеров.

1.14. Лазер (установка) закрытого типа — установка с экранированным пучком лазерного излучения.

1.15. Лазер (установка) открытого типа — установка с открытым пучком лазерного излучения.

1.16. Лазерно-опасная зона (ЛОЗ) — часть пространства, в пределах которого уровень лазерного облучения превышает ПДУ.

1.17. Лазерный дозиметр — прибор (семейство приборов), позволяющий регистрировать величину прямого, отраженного и рассеянного лазерного излучения во всех диапазонах длин волн с порогом чувствительности в 10 раз ниже ПДУ.

1.18. Непрерывное излучение — лазерное излучение длительностью 0,25 с или более.

1.19. Опасные и вредные производственные факторы (классификация) — по ГОСТ 12.0.003—74.

1.20. Оптическая плотность — десятичный логарифм величины, обратной коэффициенту пропускания (ГОСТ 7601—78).

1.21. Отказ лазера (установки) — случай (инцидент), который не приводит к воздействию опасных и вредных производственных факторов на организм персонала, но связан с прекращением работы лазера и проведением ремонтных и других работ.

1.22. Отраженное лазерное излучение — диффузно и зеркально отраженное лазерное излучение от поверхности.

1.23. ПДУ облучения лазерным излучением — уровни лазерного облучения, которые при ежедневной работе не вызывают у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования непосредственно в процессе работы или в отдаленные сроки.

1.24. Противолазерные очки — средство индивидуальной защиты (СИЗ) глаз от лазерного излучения.

1.25. Протяженный источник — источник, угол видения которого больше 10^{-3} рад.

1.26. Прямое лазерное излучение (пучок лазерного излучения) — лазерное излучение, заключенное в ограниченном телесном угле (ГОСТ 15093—75).

1.27. Рассеянное лазерное излучение — излучение,рассеянное от вещества, находящегося в составе среды, свозь которую проходит излучение.

1.28. Расходимость лазерного излучения — плоский или телесный угол, характеризующий ширину диаграммы направленности лазерного излучения в дальней зоне по заданному уровню углового распределения энергии или мощности лазерного излучения, определяемому по отношению к его максимальному значению (ГОСТ 15093—75).

1.29. Режим работы лазера — процесс генерации лазерного излучения(п. п. 100 — 109 ГОСТ 15093—75).

1.30. Спектральная характеристика — зависимость коэффициента пропускания светопропускающего материала от длины волны.

1.31. Точечный источник — источник, угол видения которого меньше 10^{-3} рад.

1.32. Уровень лазерного излучения — энергетическая характеристика лазерного излучения.

1.33. Частота повторения импульсов лазерного излучения — число импульсов лазерного излучения в 1 с (ГОСТ 15093—75).

1.34. Энергетические, временные и пространственно-временные параметры — совокупность параметров и характеристик лазерного излучения (пп. 110-131 ГОСТ 15093—75).

1.35. Энергетическая освещенность (облученность) ($Вт \cdot см^{-2}$) — отношение потока излучения, падающего на рассматриваемый малый участок поверхности, к площади этого участка (ГОСТ 7601—78).

1.36. Энергетическая расходимость лазерного излучения — плоский или телесный угол, внутри которого распространяется заданная доля энергии или мощности лазерного излучения (ГОСТ 15093—75).

1.37. Энергетическая экспозиция (экспозиция) ($Дж \cdot см^{-2}$) — отношение энергии излучения,падающей на рассматриваемый участок поверхности, к площади этого участка, иначе: произведение энергетической освещенности (облученности) ($Вт \cdot см^{-2}$) на длительность облучения (с) (ГОСТ 7601—78).

1.38. Энергетическая яркость ($Дж \cdot см^{-2}\ ср^{-1}$) — отношение потока излучения,прошедшего в рассматриваемом направлении в пределах малого телесного угла, площади участка и косинуса угла между рассматриваемым направлением к нормальному участку (ГОСТ 7601—78).

1.39. Юстировка лазера — совокупность операций по регулировке оптических элементов лазерной установки для получения требуемых пространственно-энергетических характеристик лазерного излучения.

2. Общие положения

2.1. В зависимости от конструкции лазера и условий его эксплуатации на обслуживающий персонал могут воздействовать следующие опасные и вредные производственные факторы:

— лазерное излучение (прямое, рассеянное, отраженное);

— световое излучение от импульсных ламп накачки и зоны взаимодействия лазерного излучения с материалами мишени;

— ультрафиолетовое излучение от ламп накачки или кварцевых газоразрядных трубок;

— шум и вибрация,возникающие при работе лазера;

— ионизирующее излучение;

— высокое напряжение в электрической цепи питания ламп накачки, поджига или газового разряда;

— электромагнитные поля ВЧ и СВЧ диапазона от генераторов накачки;

— инфракрасное излучение и тепловыделения от оборудования и нагретых поверхностей;

— запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны продуктами взаимодействия лазерного луча с мишенью и радиолиза воздуха;

— агрессивные и токсические вещества, используемые в конструкции лазера.

2.2. При работе с лазерами уровни опасных и вредных производственных факторов на рабочих местах не должны превышать величин, установленных настоящими Правилами, ГОСТами, перечисленными в прил. 1, и действующей нормативно-методической документацией.

2.3. При работе с вредными веществами, хранении и использовании сжиженных газов, токсичных и легковоспламеняющихся жидкостей должны выполняться требования действующих нормативных документов.

2.4. На лазеры распространяется действие "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации установок потребителей" (ПТЭ и ПТБ) и ГОСТ 12.2.007—75.

2.5. Требования пожарной и взрывобезопасности разрабатываются исходя из конкретных особенностей производства на основе ГОСТ 12.1.004—76 и ГОСТ 12.1.010—76.

2.6. Лазерное излучение является электромагнитным излучением, генерируемым в диапазоне длин волн 0,2 — 1000 мкм, который может быть разбит в соответствии с биологическим действием на ряд областей спектра:

а) от 0,2 до 0,4 мкм — ультрафиолетовая область;

б) свыше 0,4 до 0,75 мкм — видимая область;

в) свыше 0,75 до 1,4 мкм — ближняя инфракрасная область;

г) свыше 1,4 мкм — дальняя инфракрасная область.

2.7. Биологические эффекты воздействия лазерного излучения на организм зависят от энергетической экспозиции в импульсе или энергетической освещенности, длины волны излучения, длительности импульса, частоты повторения импульсов,времени воздействия и площади облучаемого участка, а также от биологических и физико-химических особенностей облучаемых тканей и органов.

2.8. Биологические эффекты, возникающие при воздействии лазерного излучения на организм, делятся на две группы:

а) первичные эффекты — органические изменения, возникающие непосредственно в облучаемых тканях;

б) вторичные эффекты — неспецифические изменения, возникающие в организме в ответ на облучение.

2.9. Лазерное излучение видимой и ближней инфракрасной области спектра при попадании в орган зрения достигает сетчатки, а излучение ультрафиолетовой и дальней инфракрасной областей спектра поглощается конъюнктивой, роговицей, хрусталиком.

3. Предельно допустимые уровни лазерного излучения

3.1. За ПДУ лазерного излучения принимаются энергетические экспозиции облучаемых тканей.

3.2. ПДУ лазерного излучения относятся к спектральному диапазону от 0,2 до 20 мкм и регламентируются на роговице, сетчатке и коже.

3.3. ПДУ исключают появление первичных биологических эффектов для всего спектрального диапазона и вторичных — для видимой области спектра.

3.4 ПДУ зависят от следующих параметров:

— длины волны лазерного излучения, Л, мкм;

— длительности импульса, Т, с;

— частоты повторения импульсов, f, Гц;

— длительности воздействия, t, с.

В диапазоне 0,4 — 1,4 мкм ПДУ дополнительно зависят от:

— углового размера источника излучения, α, рад или от диаметра пятна засветки на сетчатке, d_c, см;

— диаметра зрачка глаза, $d_з$, см.

В диапазоне 0,4 — 0,75 мкм зависит также от:

— фоновой освещенности роговицы, $Ф_р$, лк.

ПДУ при моноимпульсном и непрерывном лазерном излучении

ПДУ лазерного излучения ультрафиолетовой области спектра

3.5. Для лазерного излучения с длиной волны от 0,2 до 0,4 мкм нормируется энергетическая экспозиция ($Н_{уф}$) на роговице глаза и коже за общее время облучения в течение рабочего дня (табл. 1).

ПДУ лазерного излучения видимой области спектра для глаз

3.6. ПДУ лазерного излучения с длиной волны 0,4 — 0,75 мкм, не вызывающие первичных ($Н_п$) и вторичных ($Н_в$) биологических эффектов, регламентируются на роговице глаза и определяются по формулам:

Таблица 1

ПДУ энергетической экспозиции (Нуф), создаваемой лазерным излучением с длиной волны (λ) от 0,2 до 0,4 мкм на роговице глаза или коже

λ, мкм	$Н_{уф}$, $Дж \cdot см^{-2}$	λ, мкм	$Н_{уф}$, $Дж \cdot см^{-2}$
От 0,200 до 0,210	1.10^{-8}	Свыше 0,290 до 0,300	1.10^{-5}
Свыше 0,210 до 0,215	1.10^{-7}	Свыше 0,300 до 0,370	1.10^{-4}
Свыше 0,215 до 0,290	1.10^{-6}	Свыше 0,370	2.10^{-3}

Для первичных эффектов:

$$H_п = H_1 \cdot k_1, \qquad (1)$$

где H_1 — энергетическая экспозиция на роговице глаза в зависимости от длительности воздействия (Т) и углового размера источника излучения при максимальном диаметре зрачка глаза (табл. 2);

k_1 — поправочный коэффициент на длину волны лазерного излучения и диаметр зрачка глаза (табл. 3).

Для вторичных эффектов:

$$H_в = 10^{-1} \cdot H_2 \cdot Ф_р, \qquad (2)$$

где H_2 — энергетическая экспозиция на роговице глаза в зависимости от длины волны излучения и диаметра зрачка глаза (табл. 4);

$Ф_р$ — фоновая освещенность роговицы глаза.

Диаметр зрачка глаза в зависимости от фоновой освещенности роговицы ($Ф_р$) определяется по табл. 5.

При определении ПДУ лазерного излучения по формулам (1) и (2) в качестве ПДУ выбирается наименьшее значение.

Таблица 2

Энергетическая экспозиция (H_1) на роговице глаза в зависимости от длительности воздействия (τ) и углового размера источника излучения (α) при максимальном диаметре зрачка глаза

τ, с	α, рад							
	до 10^{-3} (точечный)	св. 10-3 до до 5.10^{-3}	св.5 . 10^{-3} до 10^{-2}	св.5.10^{-2} до 5.10^{-2}	св.5.10^{-2} до 10^{-1}	св. 10^{-1} до 5.10^{-1}	св. 5.10^{-1} до 1	св. 1 до 2 ,5
10^{-9}	$2,2.10^{-6}$	$5,5.10^{-6}$	$1,6.10^{-5}$	$6,6.10^{-5}$	$1,6.10^{-4}$	$6,6.10^{-4}$	$1,6.10^{-3}$	$3,8.10^{-3}$
10^{-8}	$4,0.10^{-6}$	$1,0.10^{-5}$	$3,0.10^{-5}$	$1,2.10^{-4}$	$3,0.10^{-4}$	$1,2.10^{-3}$	$3,0.10^{-3}$	$7,0.10^{-3}$
10^{-7}	$7,1.10^{-6}$	$1,8.10^{-5}$	$5,3.10^{-5}$	$2,1.10^{-4}$	$5,3.10^{-4}$	$2,1.10^{-3}$	$5,3.10^{-3}$	$1,2.10^{-2}$
10^{-6}	$1,3.10^{-5}$	$3,2.10^{-5}$	$9,8.10^{-5}$	$3,9.10^{-4}$	$9,8.10^{-4}$	$3,9.10^{-3}$	$9,8.10^{-3}$	$2,3.10^{-2}$
10^{-5}	$2,2.10^{-5}$	$5,5.10^{-5}$	$1,6.10^{-4}$	$6,6.10^{-4}$	$1,6.10^{-3}$	$6,6.10^{-3}$	$1,6.10^{-2}$	$3,8.10^{-2}$
10^{-4}	$4,0.10^{-5}$	$1,0.10^{-4}$	$3,0.10^{-4}$	$1,2.10^{-3}$	$3,0.10^{-3}$	$1,2.10^{-2}$	$3,0.10^{-2}$	$7,0.10^{-2}$
10^{-3}	$7,1.10^{-5}$	$1,8.10^{-4}$	$5,3.10^{-4}$	$2,1.10^{-3}$	$5,3.10^{-3}$	$2,1.10^{-2}$	$5,3.10^{-2}$	$1,2.10^{-1}$
10^{-2}	$1,3.10^{-4}$	$3,2.10^{-4}$	$9,8.10^{-4}$	$3,9.10^{-3}$	$9,8.10^{-3}$	$3,9.10^{-2}$	$9,8.10^{-2}$	$2,3.10^{-1}$
10^{-1}	$2,2.10^{-4}$	$5,5.10^{-4}$	$1,6.10^{-3}$	$6,6.10^{-3}$	$1,6.10^{-2}$	$6,6.10^{-2}$	$1,6.10^{-1}$	$3,8.10^{-1}$
1	$4,0.10^{-4}$	$1,0.10^{-3}$	$3,0.10^{-3}$	$1,2.10^{-2}$	$3,0.10^{-2}$	$1,2.10^{-1}$	$3,0.10^{-1}$	$7,0.10^{-1}$
10^{1}	$7,1.10^{-4}$	$1,8.10^{-3}$	$5,3.10^{-3}$	$2,1.10^{-2}$	$5,3.10^{-2}$	$2,1.10^{-1}$	$5,3.10^{-1}$	1,2
10^{2}	$1,3.10^{-3}$	$3,2.10^{-3}$	$9,8.10^{-3}$	$3,9.10^{-2}$	$9,8.10^{-2}$	$3,9.10^{-1}$	$9,8.10^{-1}$	2,3
10^{3}	$2,2.10^{-3}$	$5,5.10^{-3}$	$1,6.10^{-2}$	$6,6.10^{-2}$	$1,6.10^{-1}$	$6,6.10^{-1}$	1,6	3,8
10^{4}	$4,0.10^{-3}$	$1,0.10^{-2}$	$3,0.10^{-2}$	$1,2.10^{-1}$	$3,0.10^{-1}$	1,2	3,0	7,0
3.10^{4}	$5,3.10^{-3}$	$1,3.10^{-2}$	$4,0.10^{-2}$	$1,6.10^{-1}$	$4,0.10^{-1}$	1,6	4,0	1,2.10

Таблица 3

Поправочный коэффициент (k1) на длину волны лазерного излучения и диаметр зрачка глаза ($d_з$)

$d_з$, см	λ, мкм						
	от 0,40 до 0,42	св. 0,42 до 0,45	св 0,45 до 0,90	св. 0,90 до 1, 10	св. 1,10 до 1,20	св. 1,20 до 1,30	св. 1,30 до 1,40
0,8	2,3	1,4	0,8	1,0	2,3	7,0	$2,3.10^1$
0,7	3,0	1,8	1,0	1,3	3,0	9,1	$3,0.10^1$
0,6	4,1	2,5	1,4	1,8	4,1	1,3	$4,1.10^1$
0,5	6,0	3,6	2,1	2,6	6,0	$1,8.10^1$	$6,0.10^1$
0,4	9,2	5,6	3,2	4,0	9,2	$2,8.10^1$	$9,2.10^1$
0,3	$1,6.10^1$	9,9	5,7	7,1	$1,6.10^1$	$5,0.10^1$	$1,6.10^2$
0,2	$3,7.10^1$	$2,2.10^1$	$1,3.10^1$	$1,6.10^1$	$3,7.10^1$	$1,1.10^1$	$3,7.10^2$

Таблица 4

Энергетическая экспозиция (Н2) на роговице глаза в зависимости от длины волны излучения и диаметра зрачка глаза

$d_з$, см	λ, мкм						
	от 0,40 до 0,44	св.0,44 до 0,48	св.0,48 до 0,62	св. 0,62 до 0,67	св. 0,67 до 0,71	св. 0,71 до 0,73	св. 0,73 до 0,75
0,8	$2,8.10^{-2}$	$4,6.10^{-3}$	$6,5.10^{-4}$	$2,4.10^{-3}$	$3,8.10^{-2}$	$6,2.10^{-1}$	2,6
0,7	$3,6.10^{-2}$	$6,0.10^{-3}$	$8,4.10^{-4}$	$3,1.10^{-3}$	$5,0.10^{-2}$	$8,1.10^{-1}$	3,4
0,6	$5,0.10^{-2}$	$8,3.10^{-3}$	$1,2.10^{-3}$	$4,3.10^{-3}$	$6,8.10^{-2}$	1,1	4,7
0,5	$7,3.10^{-2}$	$1,2.10^{-2}$	$1,7.10^{-3}$	$6,2.10^{-3}$	$9,9.10^{-2}$	1,6	6,8
0,4	$1,2.10^{-1}$	$1,8.10^{-2}$	$2,6.10^{-3}$	$9,6.10^{-3}$	$1,5.10^{-1}$	2,5	$1,6.10^1$
0,3	$2,0.10^{-1}$	$3,3.10^{-2}$	$4,6.10^{-3}$	$1,7.10^{-2}$	$2,7.10^{-1}$	4,4	$1,8.10^1$
0,2	$4,5.10^{-1}$	$7,4.10^{-2}$	$1,0.10^{-2}$	$3,8.10^{-2}$	$6,1.10^{-1}$	9,9	$4,2.10^1$

Таблица 5

Зависимость диаметра зрачка глаза ($d_з$) от фоновой освещенности роговицы ($Ф_р$)

$Ф_р$, лк	$d_з$, см	$Ф_р$, лк	$d_з$, см
1.10^{-2}	0,8	2.10^3	0,4
4.10^{-1}	0,7	3.10^4	0,3
8.10^0	0,6	3.10^5	0,2
1.10^2	0,5		

Примечание. Фоновая освещенность роговицы глаза измеряется при работающем лазере.

ПДУ лазерного излучения ближней инфракрасной области спектра для глаз

3.7. ПДУ лазерного излучения с длиной волны 0,75 — 1,4 мкм определяются по пункту 3,6 формула (1).

ПДУ лазерного излучения дальней инфракрасной области спектра

3.8. ПДУ лазерного излучения (Н) с длиной волны 1,4 — 20,0 мкм на роговице глаза и коже определяются по табл. 6.

Примечание. ПДУ лазерного излучения для кожи в диапазоне 0,4 — 1,4 мкм также определяются по табл. 6 .

ПДУ при импульсно-периодическом лазерном излучении

3.9.Для лазерного излучения с длиной волны от 0,2 до 0,4 мкм нормируется энергетическая экспозиция ($Н_{уф.имп.}$) от каждого импульса на роговице и коже, определяемая по формуле:

$$Н_{уф.имп} = \frac{Н_{уф}}{f \cdot t} \cdot \qquad (3)$$

Таблица 6

ПДУ энергетической экспозиции роговицы глаза лазерным излучением с длиной волны свыше 1,4 мкм и кожи свыше 0,4 мкм в зависимости от длины волны λ и длительности импульса τ

τ, с	λ, мкм				
	от 0,4 до 0,73	св. 0,73 до 2,4	св. 2,4 до 5,6	св. 5,6 до 9,3	св. 9,3 до 20
10^{-9}	2.10^{-3}	1.10^{-2}	1.10^{-3}	1.10^{-4}	4.10^{-5}
10^{-8}	4.10^{-3}	2.10^{-2}	2.10^{-3}	2.10^{-4}	8.10^{-5}
10^{-7}	8.10^{-3}	4.10^{-2}	4.10^{-3}	4.10^{-4}	2.10^{-4}
10^{-6}	2.10^{-2}	1.10^{-1}	1.10^{-2}	1.10^{-3}	4.10^{-4}
10^{-5}	4.10^{-2}	2.10^{-1}	2.10^{-2}	2.10^{-3}	8.10^{-4}
10^{-4}	1.10^{-1}	6.10^{-1}	6.10^{-2}	6.10^{-3}	2.10^{-3}
10^{-3}	4.10^{-1}	2	2.10^{-1}	2.10^{-2}	8.10^{-3}
10^{-2}	1	5	5.10^{-1}	5.10^{-2}	2.10^{-2}
10^{-1}	4	2.10^{1}	2	2.10^{-1}	8.10^{-2}
10^{0}	10^{1}	6.10^{1}	6	6.10^{-1}	2.10-1
10^{1}	4.10^{1}	2.10^{2}	2.10^{1}	2	8.10-1
10^{2}	2.10^{2}	10^{3}	10^{2}	10^{1}	4
10^{3}	8.10^{2}	4.10^{3}	4.10^{2}	4.10^{1}	2.10^{1}
10^{4}	4.10^{3}	2.10^{4}	2.10^{3}	2.10^{2}	8.10^{1}
3.10^{4}	8.10^{3}	4.10^{4}	4.10^{3}	4.10^{2}	2.10^{2}

ПДУ лазерного излучения для глаз

Видимая область спектра

3.10. ПДУ каждого импульса лазерного излучения с длиной волны 0,4 — 0,75 мкм, не вызывающие первичных и вторичных биологических эффектов,регламентируются на роговице глаза и определяются по следующим формулам:

Для первичных эффектов:

$$H_{п,имп.}=H_{п}.k_2, \qquad (4)$$

где k_2 — поправочный коэффициент на частоту повторения импульсов и длительность воздействия серии импульсов (табл. 7).

Для вторичных эффектов:

$$H_{в,имп.}=\frac{H_в}{f\cdot t}. \qquad (5)$$

При определении ПДУ лазерного излучения по формулам (4),(5) в качестве ПДУ выбирается наименьшее значение.

Ближняя инфракрасная область спектра

3.11. ПДУ каждого импульса лазерного излучения с длиной волны 0,75 — 1,4 мкм определяются по *п. 3.10, формула* (4).

Дальняя инфракрасная область спектра

3.12. ПДУ каждого импульса лазерного излучения с длиной волны 1,4 — 20,0 мкм на роговице глаза определяется по формуле:

$$H_{имп.}=H\cdot k_3, \qquad (6)$$

где k_3 — поправочный коэффициент на частоту повторения импульсов и длительность воздействия серии импульсов (табл. 8).

ПДУ лазерного излучения для кожи

3.13. ПДУ каждого импульса лазерного излучения с длиной волны 0,4— 1,4 мкм определяются по формуле:

$$H_{имп.}=H\cdot k_2. \qquad (7)$$

3.14. ПДУ каждого импульса лазерного излучения с длиной волны 1,4 — 20 мкм определяются по формуле:

$$H_{имп.}=H\cdot k_3. \quad (8)$$

Таблица 7

Поправочный коэффициент (k_2) на частоту повторения импульсов (f) и длительность воздействия серии импульсов (t)

t,c	f, Гц					
	до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 1000
10^{-1}	$5{,}7.10^{-1}$	$3{,}9.10^{-1}$	$2{,}9.10^{-1}$	$1{,}6.10^{-1}$	$8{,}4.10^{-2}$	$3{,}3.10^{-2}$
1	$3{,}8.10^{-1}$	$2{,}6.10^{-1}$	$1{,}9.10^{-1}$	$1{,}1.10^{-1}$	$5{,}5.10^{-2}$	$2{,}2.10^{-2}$
10^{1}	$1{,}8.10^{-1}$	$1{,}2.10^{-1}$	$9{,}2.10^{-2}$	$5{,}1.10^{-2}$	$2{,}7.10^{-2}$	$1{,}1.10^{-2}$
10^{2}	$6{,}9.10^{-2}$	$4{,}6.10^{-2}$	$3{,}5.10^{-2}$	$1{,}9.10^{-2}$	$1{,}0.10^{-2}$	$4{,}0.10^{-3}$
10^{3}	$2{,}3.10^{-2}$	$1{,}6.10^{-2}$	$1{,}2.10^{-2}$	$6{,}5.10^{-3}$	$3{,}4.10^{-3}$	$1{,}3.10^{-3}$
10^{4}	$7{,}5.10^{-3}$	$5{,}1.10^{-3}$	$3{,}8.10^{-3}$	$2{,}1.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-3}$	$4{,}3.10^{-4}$
3.10^{4}	$4{,}3.10^{-3}$	$2{,}9.10^{-3}$	$2{,}2.10^{-3}$	$1{,}2.10^{-3}$	$6{,}4.10^{-4}$	$2{,}5.10^{-4}$

Таблица 8

Поправочный коэффициент (k_3) на частоту повторения импульсов (f) и длительность воздействия серии импульсов (t)

t,c	f, Гц					
	до 10	св. 10 до 50	св. 50 до 100	св. 100 до 250	св. 250 до 500	св. 500 до 1000
10^{-1}	$3{,}6.10^{-1}$	$1{,}4.10^{-1}$	$8{,}3.10^{-2}$	$3{,}6.10^{-2}$	$1{,}8.10^{-2}$	$8{,}7.10^{-3}$
1	$3{,}2.10^{-1}$	$1{,}2.10^{-1}$	$7{,}3.10^{-2}$	$3{,}2.10^{-2}$	$1{,}6.10^{-2}$	$7{,}7.10^{-3}$
10^{1}	$2{,}4.10^{-1}$	$9{,}2.10^{-2}$	$5{,}4.10^{-2}$	$2{,}4.10^{-2}$	$1{,}2.10^{-2}$	$5{,}6.10^{-3}$
10^{2}	$1{,}3.10^{-1}$	$5{,}0.10^{-2}$	$2{,}9.10^{-2}$	$1{,}3.10^{-2}$	$6{,}4.10^{-3}$	$3{,}1.10^{-3}$
10^{3}	$5{,}3.10^{-2}$	$2{,}0.10^{-2}$	$1{,}2.10^{-2}$	$5{,}3.10^{-3}$	$2{,}6.10^{-3}$	$1{,}2.10^{-3}$
10^{4}	$1{,}8.10^{-2}$	$7{,}1.10^{-3}$	$4{,}2.10^{-3}$	$1{,}8.10^{-3}$	$9{,}1.10^{-4}$	$4{,}4.10^{-4}$
3.10^{4}	$1{,}1.10^{-2}$	$4{,}2.10^{-3}$	$2{,}5.10^{-3}$	$1{,}1.10^{-3}$	$5{,}4.10^{-4}$	$2{,}6.10^{-4}$

3.15. При одновременном воздействии лазерного излучения с различными параметрами на один и тот же участок тела человека и при условии суммации биологических эффектов сумма отношений уровней лазерного излучения ($H^{(1,2...n)}$) к величинам их ПДУ ($H^{(1,2...n)}$) не должна превышать единицы, что определяется отношением

$$\frac{H^{(1)}}{H^{(1)}_{ПДУ}}+\frac{H^{(2)}}{H^{(2)}_{ПДУ}}+...+\frac{H^{(n)}}{H^{(n)}_{ПДУ}}\le 1. \quad (9)$$

Органы, по которым суммируются биологические эффекты,приведены в табл. 9.

3.16. При наличии дозиметров,позволяющих определять энергетические экспозиции непосредственно на сетчатке глаза в диапазоне 0,4 — 1,4 мкм, ПДУ для первичных эффектов в зависимости от длительности воздействия и диаметра пятна засветки на сетчатке определяются по табл. 10.

В диапазоне 0,4 — 0,75 мкм ПДУ энергии (Q) для вторичных биологических эффектов в зависимости от фоновой освещенности роговицы определяются по табл. 11.

3.17. Величина Q, определенная по табл. 11, сравнивается с величиной Q′, значения которой в зависимости от длительности импульса и диаметра пятна засветки на сетчатке определяются по табл. 12.

Если Q больше Q′, то за ПДУ облучения глаз принимается H_c , в противном случае за ПДУ облучения глаз принимается Q.

4. Классификация лазеров

4.1. Лазеры по степени опасности генерируемого ими излучения подразделяются на четыре класса.

К лазерам 1 класса относятся такие лазеры, выходное излучение которых не представляет опасности для глаз и кожи.

К лазерам II класса относятся такие лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым или зеркально отраженным излучением.

К лазерам III класса относятся такие лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении глаз прямым, зеркально отраженным, а также диффузно отраженным излучением на рас-

стоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности и (или) при облучении кожи прямым и зеркальным отраженным излучением.

К лазерам IV класса относятся такие лазеры, выходное излучение которых представляет опасность при облучении кожи диффузно отраженным излучением на расстоянии 10 см от диффузно отражающей поверхности.

4.2. Технологические лазерные установки классифицируются предприятием-изготовителем путем измерения уровней лазерного излучения в рабочей зоне и сравнения их с ПДУ.

4.3. Класс опасности лазеров, не относящихся к технологическим установкам, определяется предприятием-изготовителем по выходным характеристикам излучения в соответствии с табл. 13 и 14.

4.4. Лазеры (установки), генерирующие излучение в видимой области спектра, классифицируются по первичным и вторичным биологическим эффектам, при этом выбирается наибольший из соответствующих классов.

Таблица 9

Органы, по которым суммируются биологические эффекты

Диапазон длин волн, мкм	От 0,2 до 0,4	От 0,4 до 0,75	Св. 0,75 до 1,4	Св. 1,4
От 0,2 до 0,4	Роговица или кожа			
Св. 0,4 до 0,75		Сетчатка (первичные, вторичные эффекты) или кожа	Сетчатка (первичные эффекты) или кожа	Кожа
Св. 0,75 до 1,4		Сетчатка (первичные эффекты) или кожа	Сетчатка (первичные эффекты) или кожа	Кожа
Св. 1,4 до 20		Кожа	Кожа	Кожа или роговица

Таблица 10

ПДУ энергетической экспозиции сетчатки (Hc), не вызывающие первичных биологических эффектов

τ, с	d_c, см							
	$1{,}7.10^{-3}$ (точечный)	св. $1{,}7.10^{-3}$ до 5.10^{-3}	св. 5.10^{-3} до 1.10^{-2}	св. 1.10^{-2} до 5.10^{-2}	св. 5.10^{-2} до 1.10^{-1}	св. 1.10^{-1} до 5.10^{-1}	св. 5.10^{-1} до 1	св. 1 до 4
10^{-9}	$3\,10^{-1}$	1.10^{-1}	6.10^{-2}	1.10^{-2}	6.10^{-3}	1.10^{-3}	6.10^{-4}	1.10^{-4}
10^{-8}	6.10^{-1}	2.10^{-1}	1.10^{-1}	2.10^{-2}	1.10^{-2}	2.10^{-3}	1.10^{-3}	3.10^{-4}
10^{-7}	1	4.10^{-1}	2.10^{-1}	4.10^{-2}	2.10^{-2}	4.10^{-3}	2.10^{-3}	4.10^{-4}
10^{-6}	2	6.10^{-1}	3.10^{-1}	6.10^{-2}	3.10^{-2}	6.10^{-3}	3.10^{-3}	8.10^{-4}
10^{-5}	3	1	6.10^{-1}	1.10^{-1}	6.10^{-2}	1.10^{-2}	6.10^{-3}	1.10^{-3}
10^{-4}	6	2	1	2.10^{-1}	1.10^{-1}	2.10^{-2}	1.10^{-2}	3.10^{-3}
10^{-3}	1.10^{-1}	4	2	4.10^{-1}	2.10^{-1}	4.10^{-2}	2.10^{-2}	4.10^{-3}
10^{-2}	2.10^{1}	6	3	6.10^{-1}	3.10^{-1}	6.10^{-2}	3.10^{-2}	8.10^{-3}
10^{-1}	3.10^{1}	1.10^{-1}	6	1	6.10^{-1}	1.10^{-1}	6.10^{-2}	10^{-2}
1	6.10^{1}	2.10^{-1}	1.10^{1}	2	1	2.10^{-1}	1.10^{-1}	3.10^{-2}
10^{1}	1.10^{2}	4.10^{1}	2.10^{1}	4	2	4.10^{-1}	2.10^{-1}	4.10^{-2}
10^{2}	2.10^{2}	6.10^{1}	3.10^{1}	6	3	6.10^{-1}	3.10^{-1}	8.10^{-2}
10^{3}	3.10^{2}	1.10^{2}	6.10^{1}	1.10^{1}	6	1	6.10^{-1}	1.10^{-1}
10^{4}	6.10^{2}	2.10^{2}	1.10^{2}	2.10^{1}	1.10^{1}	2	1	3.10^{-1}
3.10^{4}	8.10^{2}	3.10^{2}	1.10^{2}	3.10^{1}	1.10^{1}	3	1	3.10^{-1}
До 10^{-3} (точечный)		св. 10^{-3} до 3.10^{-3}	св. 3.10^{-3} до 6.10^{-3}	св. 6.10^{-3} до 3.10^{-2}	св. 3.10^{-2} до 6.10^{-2}	св. 6.10^{-2} до 3.10^{-1}	св. 3.10^{-1} до 6.10^{-1}	св. 6.10^{-1} до 2.4

Таблица 11

ПДУ энергии на сетчатке глаза (Q,Дж), не вызывающие вторичных биологических эффектов

$Ф_{р.лк}$	λ, мкм						
	от 0,4 до 0,44	св. 0,44 до 0,48	св. 0,48 до 0,63	св. 0,63 до 0,67	св. 0,67 до 0,71	св. 0,71 до 0,74	св. 0,74 до 0,75
От 1.10^{-2} до 5.10^{-2}	2.10^{-5}	4.10^{-6}	4.10^{-7}	2.10^{-6}	2.10^{-5}	4.10^{-4}	6.10^{-3}
От 5.10^{-2} до 5.10^{-1}	1.10^{-4}	2.10^{-5}	2.10^{-6}	1.10^{-5}	1.10^{-4}	2.10^{-3}	3.10^{-2}

Продолжение табл.11

1	2	3	4	5	6	7	8
От 5.10^{-1} до 5	1.10^{-3}	2.10^{-4}	2.10^{-5}	1.10^{-4}	1.10^{-3}	2.10^{-2}	3.10^{-1}
Св. 5 до 5.10^{1}	1.10^{-2}	2.10^{-3}	2.10^{-4}	1.10^{-2}	1.10^{-2}	2.10^{-1}	3
Св. 5.10^{1} до 5.10^{2}	1.10^{-1}	2.10^{-2}	2.10^{-3}	1.10^{-2}	1.10^{-1}	2	3.10^{1}
Св. 5.10^{2} до 5.10^{3}	1	2.10^{-1}	2.10^{-2}	1.10^{-1}	1	2.10^{1}	3.10^{-2}
Св. 5.10^{3} до 5.10^{4}	1.10^{1}	2	2.10^{1}	1	1.10^{1}	2.10^{2}	3.10^{3}
Св. 5.10^{4} до 10^{5}	1.10^{2}	2.10^{1}	2	1.10^{1}	1.10^{2}	2.10^{3}	3.10^{4}

Таблица 12

Значение величины Q′ в зависимости от длительности импульса τ и диаметра пятна засветки на сетчатке d_c

τ, с	d_c, см							
	$1,7.10^{-3}$ (точечный источник)	св. $1,7.10^{-3}$ до 5.10^{-3}	св. 5.10^{-3} до 1.10^{-2}	св. 10^{-2} до 5.10^{-2}	св. 5.10^{-2} до 1.10^{-1}	св. 1.10^{-1} до 5.10^{-1}	св. 5.10^{-1} до 1	св. 1 до 4
10^{-9}	8.10^{-7}	2.10^{-6}	5.10^{-6}	2.10^{-5}	5.10^{-5}	2.10^{-4}	5.10^{-4}	1.10^{-3}
10^{-8}	1.10^{-6}	4.10^{-6}	8.10^{-6}	4.10^{-5}	8.10^{-5}	4.1^{0-4}	8.10^{-4}	3.10^{-3}
10^{-7}	2.10^{-6}	8.10^{-6}	1.10^{-5}	8.10^{-5}	1.10^{-4}	8.10^{-4}	1.10^{-3}	4.10^{-3}
10^{-6}	5.10^{-6}	1.10^{-5}	2.10^{-5}	1.10^{-4}	2.10^{-4}	1.10^{-3}	2.10^{-3}	8.10^{-3}
10^{-5}	7.10^{-6}	2.10^{-5}	5.10^{-5}	2.10^{-4}	5.10^{-4}	2.10^{-3}	5.10^{-3}	1.10^{-2}
10^{-4}	1.10^{-5}	4.10^{-5}	8.10^{-5}	4.10^{-4}	8.10^{-4}	4.10^{-3}	8.10^{-3}	3.10^{-2}
10^{-3}	2.10^{-5}	8.10^{-5}	1.10^{-5}	8.10^{-4}	1.10^{-4}	8.10^{-3}	1.10^{-3}	4.10^{-2}
10^{-2}	5.10^{-5}	1.10^{-4}	2.10^{-4}	1.10^{-3}	2.10^{-3}	1.10^{-2}	2.10^{-2}	8.10^{-2}
10^{-1}	7.10^{-5}	2.10^{-4}	5.10^{-4}	2.10^{-3}	5.10^{-3}	2.10^{-2}	5.10^{-2}	1.10^{-1}
10^{0}	1.10^{-4}	4.10^{-4}	8.10^{-4}	4.10^{-3}	8.10^{-3}	4.10^{-2}	8.10^{-2}	3.10^{-1}
10^{1}	2.10^{-4}	8.10^{-4}	1.10^{-4}	8.10^{-3}	1.10^{-3}	8.10^{-2}	1.10^{-1}	4.10^{-1}
10^{2}	5.10^{-4}	1.10^{-3}	2.10^{-3}	1.10^{-2}	2.10^{-2}	1.10^{-1}	2.10^{-1}	8.10^{-1}
10^{3}	7.10^{-4}	2.10^{-3}	5.10^{-3}	2.10^{-2}	5.10^{-2}	2.10^{-1}	5.10^{-1}	1
10^{4}	1.10^{-3}	4.10^{-3}	8.10^{-3}	4.10^{-2}	8.10^{-2}	4.10^{-1}	8.10^{-1}	3
3.10^{4}	2.10^{-3}	6.10^{-3}	1.10^{-2}	6.10^{-2}	1.10^{-1}	6.10^{-1}	1	4

4.5. Сопутствующие опасные и вредные производственные факторы, которые могут иметь место при эксплуатации лазеров различных классов, приведены в табл. 15.

Примеры классификации лазеров приведены в прил. 3.

Таблица 13

Классификация лазеров по степени опасности генерируемого ими излучения (по первичным биологическим эффектам)

Класс лазера	Длина волны λ, мкм	Энергия (E_e,Дж), генерируемая лазером за время воздействия (t)
I	От 0,2 до 0,4 Свыше 164	$E_e \le 0,8.H.d_л^2$
	От 0,4 до 1,4	$E_e \le 7,7.10^{-5}.H_{п.т.}$
II	От 0,4 до1,4	$7,7.10^{-5}.H_{п.т.} < E_e \le 3,2.10^{2}.H_п$
III	От 0,2 до 0,4 свыше 1,4	$0,8.H.d_{л2} < E_e \le 10^{2}\pi H$
	От 0,4 до 1,4	$3,2.10^{2}H_п < E_e \le 10^{2}\pi H$
IV	Свыше 0,2	$E_e > 10^{2}\pi H$

Таблица 14

Класс	Энергия (E_e,Дж), генерируемая лазером за рабочий день
I	$E_e \le 4{,}8 \cdot 10^{-4} \pi H_в$
II	$4{,}8 \cdot 10^{-4} \pi H_в < E_e \le 10^2 \pi H_в$
III	$E_e > 10^2 \pi H_в$

Примечания к таблицам 13,14:

H — ПДУ облучения кожи для времени воздействия t;

$H_{п.т.}$ — ПДУ облучения роговицы глаза для точечного источника для времени воздействия t;

$H_п$ — ПДУ облучения роговицы глаза при угловом размере источника $a = 10^{-1} d_л$ для времени воздействия t;

$H_в$ — ПДУ энергетической экспозиции на роговицс глаза для времени воздействия t по вторичным биологическим эффектам при фоновой освещенности роговицы глаза $Ф_р = 10^{-2}$ лк;

t — время воздействия лазерного излучения. Принимается равным $3 \cdot 10^4$ с при определении величин H, $H_в$ и не должно превышать 0,25 с при определении величин $H_{п.т.}$, $H_п$;

$d_л$ — начальный диаметр пучка (см) по уровню e^{-2}.

5. Контроль за состоянием производственной среды

5.1. Для лазеров II—IV классов и лазерных установок, в состав которых входят лазеры этих классов, определение уровней облучения персонала должно проводиться периодически , не реже раза в 1 год, в порядке текущего санитарного надзора, а также в следующих случаях:

— при приемке в эксплуатацию новых лазеров (установок) II—IV классов;

— при внесении изменений в конструкцию действующих лазеров (установок);

— при изменении конструкции средств защиты;

— при организации новых рабочих мест.

5.2. Аппаратура, применяемая для измерений с целью оценки степени опасности уровней лазерного облучения, должна быть аттестована органами Госстандарта СССР в установленном порядке в соответствии с поверочными схемами действующих стандартов (ГОСТ 8.275—78 и ГОСТ 8.276—78) по энергии и мощности.

5.3. Измерения уровней лазерного облучения следует проводить при работе лазера (установки) в режиме максимальной отдачи мощности (энергии), определенных условиями эксплуатации.

5.4. В процессе поиска и наведения измерительного прибора на объект излучения должно быть найдено такое положение, при котором регистрируются максимальные уровни лазерного излучения.

5.5. Погрешность измерения уровня лазерного излучения на рабочем месте не должна превышать ± 30%.

5.6. При работе лазера (установки) в импульсно периодическом режиме должны измеряться энергетические характеристики максимального импульса серии.

5.7. В диапазоне длин волн 0,2 — 0,4 мкм и свыше 1,4 мкм дозиметры должны обеспечивать измерения энергетической экспозиции (Дж·см$^{-2}$) или энергетической освещенности (Вт·см$^{-2}$).

Дозиметры лазерного излучения должны обеспечивать усреднение экспозиций (освещенности) по диафрагме диаметром не более 3 мм.

Угловое поле обзора дозиметра должно быть больше углового размера источника излучения и полностью охватывать его в момент измерения.

5.8. В диапазоне длин волн 0,4 — 1,4 мкм дозиметры должны обеспечивать измерение энергии (Дж), энергетической экспозиции (Дж.см$^{-2}$) или энергетической освещенности (Вт.см$^{-2}$) на входе дозиметра или в плоскости изображения его оптической системы.

5.9. При оценке степени опасности облучения кожи лазерным излучением в диапазоне длин волн от 0,2 до 20,0 мкм измеряется энергетическая экспозиция облучаемой поверхности,которая сравнивается с ПДУ.

5.10. Проведение измерений для определения уровней облучения глаз (первичные биологические эффекты).

При оценке степени опасности облучения глаз лазерным излучением следует измерить энергетическую экспозицию (освещенность) на входе прибора (роговицы) и сравнить измеренный уровень с ПДУ облучения для точечного источника. Если измеренный уровень энергетической экспозиции (освещенности) меньше ПДУ, то облучение считается безопасным независимо от геометрии источника.Если измеренный уровень излучения превышает ПДУ, то в этом случае должен быть определен угловой размер источника излучения α по формуле:

$$\alpha = \frac{d \cdot \cos\theta}{R},$$

где d — диаметр источника излучения,см;

θ — угол между нормалью к поверхности источника и направлением наблюдения, град;

R — расстояние от источника излучения до точки наблюдения, см.

где d — диаметр источника излучения,см;

θ — угол между нормалью к поверхности источника и направлением наблюдения, град;

R — расстояние от источника излучения до точки наблюдения, см.

Измеренный уровень излучения сравнивается с ПДУ для данного углового размера источника.

Облучение глаз прямым лазерным излучением приравнивается к случаю облучения глаз излучением от точечного источника.

При источнике излучения сложной конфигурации за его диаметр (d) принимается наименьший размер.

5.11. Проведение измерений для определения уровней облучения глаз (вторичные биологические эффекты)

Подлежащим измерению параметром является энергетическая экспозиция (Дж·см$^{-2}$) (энергетическая освещенность,Вт·см$^{-2}$) на роговице глаза. Усреднение измеряемых параметров должно проводиться по круглому входному зрачку не более 0,8 см.

Угол поля зрения прибора (угловое поле оптической системы в пространстве предметов) должен быть больше углового размера излучающей поверхности, но не более 0,5 рад. Прибор должен обеспечивать возможность пространственной селекции источника излучения и излучения фона из угла 2,5 рад. При необходимости перерасчет измеренных величин излучения с роговицы на сетчатку глаза проводится по формуле:

$$E_c = 0{,}25 \cdot \pi \cdot H_{ep} \cdot d^2_3 \cdot \tau_{гл}, \qquad (5.1)$$

где H_{ep} — энергетическая экспозиция измерения на роговице глаза.

Допускается при известном времени воздействия проводить измерение энергетической освещенности лазерного излучения (Вт.см$^{-2}$) на роговице с последующим пересчетом измеренных величин в величины энергетической экспозиции по формуле

$$H_{ep} = E_{ep} \cdot t, \qquad (5.2)$$

где E_{ep} — энергетическая освещенность на роговице (Вт.см$^{-2}$);

t — время воздействия излучения ,с.

5.12. Определенный на рабочем месте уровень лазерного излучения сравнивается с ПДУ, приведенными в настоящих Правилах для соответствующих параметров излучения.

5.13. Контроль за соблюдением предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен осуществляться в соответствии с ГОСТ 12.1.005—76.

5.14. Контроль за соблюдением уровней шума должен осуществляться в соответствии с ГОСТ 20445—75, ГОСТ 12.1.001—75 и ГОСТ 12.1.003—76. Контроль уровня вибрации — в соответствии с ГОСТ 12.1.012—78.

5.15. Контроль за соблюдением предельно допустимых уровней электромагнитных излучений должен осуществляться в соответствии с ГОСТ 12.1.006—76 и "Санитарными правилами при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и свервысоких частот" N 848—70.

5.16. Контроль за соблюдением предельно допустимых значений ионизирующих излучений должен осуществляться путем измерения мощности экспозиционной дозы.

6. Требования к устройству лазеров

6.1. Технические задания и технические условия на проектирование лазеров должны согласовываться с Министерством здравоохранения СССР.

6.2. Лазеры должны отвечать требованиям настоящих Правил, ГОСТ 12.2.003—74, "Санитарных правил организации технологических процессов и гигиенических требований к производственному оборудованию" N 1042—72 и " Правил устройства электроустановок" (ПУЭ).

6.3. Лазеры должны соответствовать эксплуатационной документации,разработанной по ГОСТ 2.601—68, и комплекту проектно-конструкторской документации.

6.4. В паспорте и технических данных на лазер должны быть указаны следующие параметры излучения:

— длина волны (мкм);

— мощность (энергия) (Вт,Дж);

— длительность импульса (с);

— частота повторения импульсов (Гц);

— начальный диаметр (см);

— расходимость пучка (рад) с указанием ограничения уровня мощности (энергии);

— класс лазера по первичным и вторичным биологическим эффектам.

6.5. Лазеры III—IV класса, генерирующие излучение в видимом диапазоне, и лазеры II—IV классов с генерацией в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах должны снабжаться сигнальными устройствами,работающими с момента начала генерации и до ее окончания.

6.6. Лазеры IV класса должны снабжаться ключевым тумблером.

6.7. Конструкция лазеров IV классса должна обеспечивать возможность дистанционного управления.

6.8. Все системы наблюдения должны обеспечивать снижение интенсивности лазерного излучения до ПДУ.

6.9. Лазеры должны быть маркированы знаком лазерной опасности в соответствии с ГОСТ 12.4.026—76 (прил. 4).

6.10. Для кратковременного перекрытия прямого лазерного излучения, а также для ограничения его распространения за пределы области обрабатываемой детали (материала) лазеры III—IV классов должны снабжаться экранами,изготовленными из огнестойкого, неплавящегося светопоглощающего материала, препятствующими распространению излучения.

6.11. Лазеры должны соответствовать требованиям "Санитарных правил при работе с источниками электромагнитных полей высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот" N 848—70 и "Санитарных правил работы с источниками неиспользуемого рентгеновского излучения" N 1960—79.

6.12. В инструкции по эксплуатации лазеров должен быть предусмотрен раздел - техника безопасности и производственная санитария.

7. Требования к эксплуатации лазеров

7.1. Лазеры II—IV классов до начала их эксплуатации должны быть приняты комиссией, назначенной администрацией учреждения с обязательным включением в ее состав представителя Госсаннадзора. Комиссия устанавливает выполнение требований настоящих Правил, относит лазер к соответствующему классу и решает вопрос о вводе лазеров в эксплуатацию. Решение комиссии оформляется актом.

7.2. Для ввода лазера в эксплуатацию комиссии должна быть предоставлена следующая документация:

— паспорт на лазер;

— утвержденный администрацией план помещения с расстановкой оборудования для лазеров II—IV классов;

— принципиальные электрические схемы;

— инструкция по эксплуатации, технике безопасности и производственной санитарии для лазеров II-IV классов;

— протокол наладки лазера и проверки изоляции и заземления;

— инструкция по пожарной безопасности и взрывобезопасности для лазеров IV класса и в случае применения в конструкции лазера или технологическом процессе огнеопасных и взрывоопасных веществ;

— протокол измерения уровней лазерного излучения на рабочих местах для лазеров II—IV классов;

— протокол измерения интенсивностей электромагнитного и ионизирующего излучения на рабочих местах для лазеров IV класса;

— протокол измерения уровней шума и вибрации на рабочем месте для лазеров III—IV классов;

— протокол анализов воздушной среды рабочей зоны на содержание токсических и агрессивных химических веществ для лазеров IV класса и в случае применения в конструкции лазера или технологическом процессе этих веществ;

— журнал оперативной записи по ремонту и эксплуатации установки для лазеров II—IV классов;

— приказ или выписка из приказа о назначении ответственного лица, обеспечивающего исправное состояние и безопасную эксплуатацию лазера (II—IV класс).

7.3. Вопрос о необходимости проведения измерения уровней сопутствующих опасных и вредных факторов решается в каждом конкретном случае и зависит от конструктивно-технологических особенностей лазера и характера технологического процесса.

7.4. При изменении технических параметров эксплуатируемого лазера, приводящих к изменению его класса, необходимо оформить акт на сдачу его в эксплуатацию в соответствии с п. п. 6.1 и 6.2.

8. Требования к производственным помещениям

8.1. Лазеры IV класса должны размещаться в отдельных помещениях. Производственные и вспомогательные помещения должны удовлетворять требованиям настоящих Правил, СН 245—71, СНиП 2 33—75 и ГОСТ 12.4.021—75.

8.2. Внутренняя отделка стен и потолка помещений должны иметь матовую поверхность .

8.3. Полы должны отвечать требованиям СНиП 3-В-14—72.

8.4. Для лазеров III—IV классов двери помещений должны быть оборудованы внутренними замками, табло "Посторонним вход воспрещен" и знаком лазерной опасности в соответствии с ГОСТ 12.4.026—76 (для лазеров II—IV классов).

8.5. Естественное и искусственное освещение должно удовлетворять требованиям СНиП 2 4—79.

8.6. Воздух рабочей зоны производственных помещений должен соответствовать ГОСТ 12.1.005—76.

9. Требования к технологическим процессам, размещению оборудования и организации рабочих мест

9.1. При разработке и организации технологических процессов с использованием лазеров необходимо выполнять требования настоящих Правил и ГОСТ 12.3.002—75.

9.2. В технологических процессах должны применяться лазерные установки закрытого типа.

9.3. В технологически обоснованных случаях допускается применение лазеров открытого типа, при соблюдении требований настоящих Правил.

9.4. При разработке и осуществлении технологического процесса следует обеспечивать минимальный уровень излучения, необходимый для достижения поставленной цели.

9.5. В помещениях, где эксплуатируются лазеры IV класса, выполнение каких-либо операций, не предусмотренных инструкциями по эксплуатации и технике безопасности, запрещается. Приведение в соответствие с требованиями настоящих Правил помещений, где эксплуатируются лазеры II—III классов, решается по согласованию с органами Госсаннадзора.

9.6. О всех нарушениях в работе лазеров, несоответствии средств индивидуальной защиты предъявляемым к ним требованиям и других отступлениях от нормального режима работы персонал обязан немедленно докладывать администрации и регистрировать в журнале оперативных записей по эксплуатации и ремонту лазерной установки (прил. 5).

9.7. Запрещается проводить визуальную юстировку лазеров II—IV классов без необходимых средств защиты (глаз, кожи).

9.8. Запрещается:

— в момент генерации излучения осуществлять визуальный контроль попадания луча в мишень (III—IV класс);

— направлять излучение лазера на человека;

— обслуживать лазеры III-IV классов одним человеком;

— находиться в зоне наблюдения лицам, не связанным с настройкой, испытанием и эксплуатацией лазеров;

— отключать блокировку и сигнализацию во время работы лазера или зарядки конденсаторных батарей.

9.9. При использовании лазеров в лечебных и диагностичесих целях каждый сеанс лечения должен регистрироваться в специальном журнале с указанием энергетических и временных параметров лазерного излучения. Одновременно с записью в журнале необходимо отмечать проведение лечения в амбулаторной карте, истории болезни и др.

9.10. Для лазеров II—IV классов в планировочных решениях на производственные помещения должны быть указаны габариты оборудования и предусмотрены места для размещения средств защиты, съемных принадлежностей к установке, переносной измерительной аппаратуры и определены зоны возможного распространения лазерного излучения.

9.11. Для лазеров II—IV классов , исходя из конструктивных и технологических особенностей, должны быть соблюдены следующие нормативы свободного пространства:

— с лицевой стороны пультов и панелей управления не менее 1,5 м при однорядном расположении лазеров и не менее 2,0 м — при двухрядном;

— с задней и боковых сторон лазеров при наличии открывающихся дверей, съемных панелей и других устройств, к которым необходим доступ, не менее 1,0 м.

В указанные параметры не входят общие проходы, пространства, необходимые для открывания дверей, площадки для размещения переносной измерительной аппаратуры, цеховой тары и других приспособлений, зоны распространения луча в случае применения лазера открытого типа.

9.12. Для лазеров IV класса необходимо обеспечить дистанционное управление их работой. При размещении таких лазеров в специальном помещении должна быть обеспечена блокировка входной двери.

9.13. При использовании лазеров II—III классов, в целях исключения облучения персонала, необходимо либо ограждение лазерноопасной зоны, либо экранирование пучка излучения. Экраны и ограждения должны изготавливаться из материалов с наименьшим коэффициентом отражения на длине волны генерации лазера, быть огнестойкими и не выделять токсических веществ при воздействии на них лазерного облучения.

9.14. Рабочие места должны быть оборудованы местной вытяжной вентиляцией для локализации и удаления загрязненного воздуха, если эксплуатация лазера сопровождается образованием вредных газов и аэрозолей выше предельно допустимых концентраций.

10. Требования к персоналу

10.1. К работе с лазерами допускаются лица, достигшие 18 лет и не имеющие медицинских противопоказаний согласно приказу N 400 Министерства здравоохранения СССР.

10.2. Персонал, связанный с обслуживанием и эксплуатацией лазеров, должен проходить предварительные и периодические медицинские осмотры в соответствии с вышеупомянутым приказом.
Рекомендации по офтальмологическому осмотру лиц, привлекаемых к работе с лазерами, приведены в прил. 6.

10.3. При выявлении отклонений в состоянии здоровья персонала, препятствующих продолжению работы с лазерами, администрация по рекомендации медицинской комиссии с согласия работающего и в соответствии с приказом N 400 решает вопрос о его трудоустройстве.

10.4. Персонал, допускаемый к работе с лазерами, должен пройти инструктаж и обучение безопасным приемам и методам работы в соответствии с ГОСТ 12.0.004—79 и настоящими Правилами.

10.5. Персонал, занятый монтажом, наладкой и ремонтом лазеров, должен иметь квалификационную группу по технике безопасности в соответствии с ПТЭ и ПТБ.

10.6. При изменении технических параметров лазеров или характера выполняемых работ проводится внеочередной инструктаж по технике безопасности и по производственной санитарии.

10.7. Персонал должен быть обучен методам оказания первой помощи при поражении лазерным излучением, электрическим током и другими опасными факторами (прил. 7).

10.8. Лица, временно привлекаемые к работе с лазерами, должны быть ознакомлены с инструкцией по технике безопасности и производственной санитарии при работе с лазерами и прикреплены к ответственному лицу из постоянного персонала подразделения.

10.9. Персоналу запрещается:

— осуществлять наблюдение без средств индивидуальной защиты глаз при эксплуатации лазеров II—IV классов;

— размещать в зоне лазерного луча предметы, вызывающие его зеркальное отражение, если это не связано с производственной необходимостью.

10.10. В случае облучения глаз или кожи лазерным излучением с интенсивностями выше ПДУ для первичных эффектов, следует немедленно обратиться к врачу для оказания специализированной помощи и заполнить карту экстренного извещения.

11. Требования к средствам индивидуальной защиты

11.1. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) применяются только в том случае, когда коллективные средства защиты не позволяют обеспечить выполнение требований настоящих Правил.

11.2. Светофильтры защитных очков должны обеспечивать снижение интенсивности облучения глаз лазерным излучением до ПДУ. В паспортах на светофильтры и оправы очков необходимо указывать их спектральную характеристику, оптическую плотность и максимально допустимый уровень излучения. Марки стекол, рекомендуемые для использования в противолазерных очках, приведены в прил. 8.

11.3. Конструкция противолазерных очков должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.013—75.

11.4. При работе с лазерами IV класса опасности должны использоваться защитные маски, соответствующие требованиям п п. 11.2—11.5.

11.5. При работе с лазерами должны применяться только такие средства защиты, на которые имеется нормативно-техническая документация, утвержденная в установленном порядке.

Приложение 1

Перечень государственных стандартов и других нормативных документов

ГОСТ 12.0.003—74 "ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация".
ГОСТ 12.1.003—76 "ССБТ. Шум. Общие требования безопасности".
ГОСТ 12.1.006—76"ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности".
ГОСТ 12.1.012—78 "ССБТ.Вибрация. Общие требования безопасности".
ГОСТ 12.1.004—76 "ССБТ. Пожарная безопасность.Общие требования".
ГОСТ 12.1.001—75 "ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности".
ГОСТ 12.2.003—74 "ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности".
ГОСТ 2.601—68 "ЕСКД. Эксплуатационные документы".
ГОСТ 12.4.026—76 "ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности".
ГОСТ 9411—75 "Стекло оптическое цветное".
ГОСТ 12.3.002—75 "ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности".
ГОСТ 12.4.013—75 "ССБТ. Очки защитные".
ГОСТ 12.1.005—76 "ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования".
ГОСТ 12.0.004—79 "ССБТ. Организация обучения работающих безопасности труда.Общие положения".
ГОСТ 20.445.—75 "Здания и сооружения промышленных предприятий. Метод измерения шума на рабочих местах".
Стандарт СЭВ 1932—79 "Вибрация.Допустимые уровни общей вибрации на рабочих местах".
ГОСТ 15093—75 " Изделия квантовой электроники. Лазеры и устройства управления лазерным излучением.Термины и определения основных величин".
ГОСТ 7601—78 "Физическая оптика.Термины,буквенные обозначения и определения основных видов".
ГОСТ 8.275—78 "Государственный первичный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерения средней мощности лазерного излучения в диапазоне длин волн 0,3 — 12 мкм".
ГОСТ 8.276—78 "Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений энергии импульсного лазерного излучения в диапазоне длин волн 0,3 — 12,0 мкм".
ГОСТ 12.4.021—75 "ССБТ. Системы вентиляционные.Общие требования".
ГОСТ 12.2.007—75 "ССБТ. Изделия электротехнические.Общие требования безопасности".
ГОСТ 12.1.010—76 "ССБТ. Взрывобезопасность.Общие требования".
ГОСТ 12.1.007—76 "ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности".
СН 245—71 "Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий".
СНиП II-33—75 "Нормы проектирования. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха".
СНиП II-4—79 "Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение".
СНиП III-В 14—72 "Полы. Правила производства и приемки работ".
НРБ—76. "Нормы радиационной безопасности".

Приложение 2

Примеры определения ПДУ

1. Лазер генерирует излучение с длиной волны 0,308 мкм. Облучению подвергаются глаза и кожа работающего. Средства защиты отсутствуют. Необходимо определить ПДУ излучения на рабочем месте.

В соответствии с п. 3.5 определяем ПДУ энергетической экспозиции на роговице и коже по табл. 1. ПДУ составит 10^{-4} Дж·см$^{-2}$.

Уровни облучения, измеренные на рабочем месте, составили 10^{-7} Вт· см$^{-2}$. В этом случае допустимое время облучения в течение рабочего дня должно быть не более

$$t \leq \frac{10^{-4}}{10^{-7}} = 10^3 \text{ с.}$$

2. Лазер генерирует излучение с длиной волны 0,49 мкм.

Конструкция лазера такова, что возможно лишь случайное облучение глаз работающих коллимированным пучком при выполнении наладочных работ. Фоновая освещенность роговицы глаза — 2. 10^{-2} лк. Требуется определить ПДУ облучения. Время воздействия излучения принимается равным рефлекторной реакции глаза — 0,25 с.

В соответствии с п. 3.6 определяем ПДУ энергетической экспозиции на роговице глаза, не вызывающей первичных биологических эффектов по формуле 1

$$H_1 = [(\frac{4-2,2}{0,9} \cdot 0,25) + 2,2] \cdot 10^{-4} = 2,7 \cdot 10^{-4};$$

$$k_1 = 0,8;$$

$$H_н = 2,7 \cdot 10^{-4} \cdot 0,8 = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2}.$$

Определяем ПДУ энергстической экспозиции на роговице глаза, не вызывающий вторичных биологических эффектов, по формуле 2

$$H_в = 10^{-1} \cdot 6,5 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2}.$$

В качестве ПДУ принимается величина $2 \cdot 10^{-6}$ Дж ·см$^{-2}$.

3. Лазер генерирует излучение с длиной волны 0,51 мкм.

В течение 2 ч глаза персонала подвергаются воздействию диффузно отраженного лазерного излучения. Диаметр пятна засветки на диффузно отражающей поверхности 20 см. Расстояние от точки наблюдения до поверхности 1м. Угол между нормалью к поверхности и направлением наблюдения колеблется в пределах от 5° до 45°. Величина фоновой засветки роговицы 6 лк.

В соответствии с п. 3.6 определяется ПДУ энергетической экспозиции на роговице для первичных биологических эффектов по формуле 1. Угловой размер источника излучения составит (см. п.5.10):

$$\alpha = \frac{20 \cdot \cos 5° + 45°}{100} = 0,14 + 0,20 \text{ рад};$$

$$H_1 = \left(\frac{1,2 - 0,66}{9000}\right) 7200 + 0,66 = 1,1 \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2};$$

$$k_1 = 1,4;$$

$$H_п = 1,1 \cdot 1,4 = 1,5 \text{Дж} \cdot \text{см}^{-2}.$$

Определяем ПДУ энергетической экспозиции на роговице глаза для вторичных биологических эффектов по формуле 2.

$$H_в = 10^{-1} \cdot 1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 6 = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ Дж с} \cdot \text{см}^2.$$

В качестве ПДУ принимается величина $7,2 \cdot 10^{-4}$ Дж · см$^{-2}$.

4. Лазер генерирует излучение с длиной волны 1,06 мкм.

Возможно случайное облучение глаз в процессе наладки лазера единичным импульсом коллимированного излучения длительностью 10^{-3} с. Фоновая освещенность роговицы равна 100 лк.

В соответствии с п. 3.7 определяем ПДУ энергетической экспозиции на роговице (п.3.6, формула1).

$$H_1=7{,}1 \cdot 10^{-5};\ k_1=2{,}6;$$

$$H_н = 7{,}1 \cdot 10^{-5} \cdot 2{,}6 = 1{,}8 \cdot 10^{-4}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

5. Лазер генерирует излучение с длиной волны 10,6 мкм. Глаза и кожа лица работающего облучаются диффузно отраженным излучением в течение 7-часового рабочего дня.

В соответствии с п. 3.8 определяем ПДУ энергетической экспозиции на роговице и коже по табл., которая составит $1{,}7 \cdot 10^{2}$ Дж.см$^{-2}$.

6. Лазер генерирует излучение с длиной волны 0,343 мкм в импульсно-периодическом режиме с частотой 5 Гц. Облучаются глаза и кожа лица работающего в течение 5 мин.

В соответствии с п. 3.9 определяем ПДУ энергетической экспозиции от каждого импульса на роговице и коже:

$$H_{уф.имп} = \frac{10^{-4}}{5300} = 6{,}7 \cdot 10^{-8}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

7. Лазер генерирует излучение с длиной волны 0,69 мкм в импульсно-периодическом режиме с частотой 12 Гц и длительностью импульса 10^{-3} с. В процессе работы возможно случайное облучение глаз коллимированным пучком.Фоновая освещенность роговицы глаза 10 лк. Время воздействия излучения принимается равным рефлекторной реакции глаза — 0,25 с.

В соответствии с п. 3.10 определяем ПДУ энергетической экспозиции от каждого импульса для первичных биологических эффектов по формуле 4:

$$H_п = 7.1 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}4 = 9{,}9 \cdot 10^{-5}\ Дж \cdot см^{-2};$$

$$k_2 = 3{,}5 \cdot 10^{-1}$$

$$H_{п,имп} = 9{,}9 \cdot 10^{-5} \cdot 3{,}5 \cdot 10^{-1} = 3{,}5 \cdot 10^{-5}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

Определяем ПДУ энергетической экспозиции от каждого импульса для вторичных биологических эффектов по формуле 5:

$$H_{в,имп} = \frac{6{,}8 \cdot 10^{-2}}{1{,}2 \cdot 0{,}25} = 2{,}3 \cdot 10^{-2}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

В качестве ПДУ принимается величина $3{,}5 \cdot 10^{-5}$ Дж.см$^{-2}$.

8. Используется лазерная установка на основе непрерывного гелий-неонового (λ=0,633 мкм) и импульсного неодимового (λ=1,06 мкм) лазеров. Облучению подвергается кожа лица и глаза работающего. Диаметр пятна на диффузно отражающей поверхности 100 мкм. Расстояние от точки наблюдения до поверхности колеблется в пределах от 25 до 50 см, а угол между нормалью к поверхности и направлением наблюдения — от 5° до 45°. Длительность импульса составляет — 10^{-3} с. Фоновая освещенность роговицы — 100 лк. Время воздействия излучения 8 ч. Частота повторения импульсов — 5 Гц.

В соответствии с п.3.6 определяем величину ПДУ облучения глаз для λ=0,633 мкм.

Первичные биологические эффекты.

$$\alpha = \frac{10^{-2} \cdot \cos 5° + 45°}{25 + 50} = 1{,}4 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 10^{-4}\ рад;$$

$$H_п = 5{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot 2{,}1 = 1{,}1 \cdot 10^{-2}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

Вторичные биологические эффекты

$$H_в = 10^{-1} \cdot 6{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{2} = 6{,}2 \cdot 10^{-2}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

В качестве ПДУ принимается величина $1{,}1 \cdot 10^{-2}$ Дж $\cdot$ см$^{-2}$.

Определяем величину ПДУ облучения глаз для λ=1,06 мкм.

$$H_{п} = 7{,}1 \cdot 10^{-5} \cdot 2{,}6 = 1{,}8 \cdot 10^{-4}\ Дж \cdot см^{-2};$$

$$H_{п,имп} = 1{,}8 \cdot 10^{-4} \cdot 4{,}3 \cdot 10^{-3} = 7{,}7 \cdot 10^{-7}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

В соответствии с п.3.8 определяем ПДУ облучения кожи.
Для $\lambda = 0{,}633$ мкм ПДУ составит $8 \cdot 10^{3}$ Дж.см$^{-2}$.
Для $\lambda = 1{,}06$ мкм $H_{имп} = 2 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-4} = 5 \cdot 10^{-4}$ Дж·см$^{-2}$.
Измерения на рабочем месте показали, что энергетическая экспозиция на роговице глаза для $\lambda = 0{,}633$ мкм составила 9.10^{-3} Дж.см$^{-2}$, а для $\lambda = 1{,}06$ мкм — 7.10^{-7} Дж.см$^{-2}$ в импульсе. Так как на сетчатку глаза и кожу воздействует излучение с двумя длинами волн, определяем возможность суммации их биологических эффектов по табл. 12.
Для глаза суммация происходит по первичным биологическим эффектам. Используя соотношение (9), определяем, соответствуют ли измеренные энергетические экспозиции облучения глаз нормативным.

$$\frac{9 \cdot 10^{-3}}{1{,}1 \cdot 10^{-2}} + \frac{7 \cdot 10^{-7}}{7{,}7 \cdot 10^{-7}} = 1{,}7.$$

Так как полученное значение превышает единицу, то величины энергетической экспозиции превышают ПДУ. Поэтому необходимо уменьшить уровни лазерного излучения для любой длины волны (0,633 или 1,06 мкм).
Для кожи:

$$\frac{9 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 10^{3}} + \frac{7 \cdot 10^{-7}}{7{,}7 \cdot 10^{-4}} << 1.$$

Так как полученное значение много меньше единицы,то величины энергетических экспозиций не превышают ПДУ.

Приложение 3

Примеры классификации лазеров

1. Предприятием выпускается лазерная технологическая установка с $\lambda = 0{,}69$ мкм. Длительность импульса — 10^{-3} с.
Частота 20 Гц. Замеры излучения на рабочем месте показали, что энергетические экспозиции на роговице составили $5 \cdot 10^{-6}$ Дж·см$^{-2}$ в импульсе. Фоновая освещенность роговицы 100 лк. Диаметр пятна на диффузно отражающей поверхности 10^{-3} см. Расстояние от источника излучения до точки наблюдений 25 см. Угол между нормалью к отражающей поверхности и направлением наблюдения от 5° до 30°.
1.1. Определяем ПДУ лазерного излучения для глаз.
Для первичных биологических эффектов:

$$\alpha = \frac{10^{-3} \cos 5° + 30°}{25} = 3{,}5 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 10^{-4}\ рад;$$

$$H_{п} = 7{,}1 \cdot 10^{-5} \cdot 2{,}1 = 1{,}5 \cdot 10^{-4}\ Дж \cdot см^{-2};$$

$$H_{п,имп} = 1{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}9 \cdot 10^{-3} = 4{,}3 \cdot 10^{-7}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

Для вторичных биологических эффектов:

$$H_{в} = 10^{-1} \cdot 9{,}9 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{2} = 9{,}9 \cdot 10^{-1}\ Дж \cdot см^{-2};$$

$$H_{в,им} = \frac{9{,}9 \cdot 10^{-1}}{20 \cdot 3 \cdot 10^{4}} = 1{,}6 \cdot 10^{-6}\ Дж \cdot см^{-2}.$$

В качестве ПДУ выбирается величина $4{,}3\cdot 10^{-7}$ Дж·см$^{-2}$.

1.2. Определяем ПДУ для кожи $H = 4\cdot 10^{-1}$ Дж·см$^{-2}$;

$$Нимп = 4\cdot 10^{-1}\cdot 2{,}9\cdot 10^{-3} = 1{,}2\cdot 10^{-3}\ Дж\cdot см^{-2}.$$

Так как диффузно отраженнное лазерное излучение опасно для глаз и безопасно для кожи, то установка относится к III классу.

2. Выпускается технологическая лазерная установка,в которой использован CO_2-лазер с λ=10,6 мкм и мощностью 20 Вт. Установка закрытого типа. Уровни лазерного излучения на рабочем месте инструментально не определяются. Лазер I класса.

3. Предприятием выпускается лазер ЛГ-38. Длина волны 0,633 мкм, мощность излучения $P=5.10^{-2}$ Вт. Диаметр лазерного пучка 0,3 см.

3.1. По табл. 13 классифицируем лазер по первичным биологическим эффектам.

$$E_e=5\cdot 10^{-2}\cdot 0{,}25 = 1{,}2\cdot 10^{-2}\ Дж.$$

Для I класса

$$E_e\le 7{,}7\cdot 10^{-5}\cdot 2{,}7\cdot 10^{-4}\cdot 0{,}8 = 1{,}7\cdot 10^{-9}\ Дж.$$

Для II класса

$$1{,}7\cdot 10^{-9}<E_e\le 3{,}2\cdot 10^{2}\cdot 8{,}1\cdot 10^{-3}\cdot 0{,}8 = 2{,}1\cdot 10^{-1}\ Дж.$$

Так как соотношение $E_e>2{,}1\cdot 10^{-1}$ Дж не выполняется, то лазер относится ко II классу.

3.2. По табл. 14 классифицируем лазер по вторичным биологическим эффектам.

Для I класа

$$E_e\le 4{,}8\cdot 10^{-4}\pi\cdot 10^{-1}\cdot 2{,}4\cdot 10^{-3}\cdot 10^{-2} = 3{,}6\cdot 10^{-9}\ Дж.$$

Для II класса

$$3{,}6\cdot 10^{-9}<E_e\le 10^{2}\pi\cdot 10^{-1}\cdot 2{,}4\cdot 10^{-3}\cdot 10^{-2} = 7{,}5\cdot 10^{-4}\ Дж.$$

Для III класса

$$E_e>10^{2}\pi\cdot 10^{-1}\cdot 2{,}4\cdot 10^{-3}\cdot 10^{-2} = 7{,}5\cdot 10^{-4}\ Дж.$$

Лазер относится к III классу.

4. Предприятие выпускает лазер ЛГ-43. Длина волны излучения 10,6 мкм, мощность P=40 Вт. Диаметр пучка — 0,4 см.

$$E_e = 40\cdot 3\cdot 10^{4} = 1{,}2\cdot 10^{6}\ Дж.$$

Классифицируем лазер по табл. 13.

Для I класса

$$E_e\le 0{,}8\cdot 2\cdot 10^{2}\cdot 0{,}4^{2} = 2{,}6\cdot 10^{1}\ Дж.$$

Для III класса

$$2{,}6\cdot 10^{1}<E_e\le 10^{2}\cdot\pi\cdot 2\cdot 10^{2} = 6{,}3\cdot 10^{4}\ Дж.$$

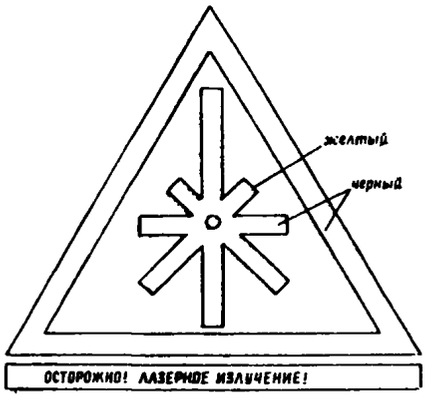
Для IV класса

$$E_e>10^{2}\cdot\pi\cdot 2\cdot 10^{2} = 6{,}3\cdot 10^{4}\ Дж.$$

Лазер IV класса.

Приложение 4

Знак лазерной опасности



Приложение 5

Журнал для оперативных записей по эксплуатации и ремонту лазерной установки

Дата	Тип установки	Время эксплуатации лазера,ч	Краткое описание технических причин аварий (отказа)	Ремонтно-профилактические работы, метод устранения отказа (используемые защитные приспособления, дистанционный инструмент, демонтаж установки и т.п.)	Время ремонта	Должность,фамилия, (подпись лица, ответственного за устранение неисправности)
1	2	3	4	5	6	7

Приложение 6

Рекомендации по офтальмологическому осмотру лиц, занятых на работах по обслуживанию лазеров

При проведении врачом-офтальмологом периодических медицинских осмотров обязательными являются следующие методы исследования: проверка остроты зрения, цветового зрения, наружный осмотр глазного яблока, измерение внутриглазного давления,осмотр преломляющих сред глаза, офтальмоскопия, скиаскопия, биомикроскопия хрусталика, фоторегистрация изменений глазного дна. Исследование поля зрения производится по показаниям.

Обязательный объем методов исследования:

— Проверка остроты зрения, при необходимости с коррекцией.

Примечание. Острота зрения принимается с коррекцией; допустимые пределы остроты зрения:

а) острота зрения не ниже 0,5 на оба глаза,

б) острота зрения не ниже 0,5 на один глаз при нормальном зрении другого глаза.

— Исследование цветового зрения таблицами Е.В.Рабкина;

— Наружный осмотр глазного яблока с оценкой чувствительности роговой оболочки, определение формы зрачков и их реакций на свет и конвергенцию;

— Измерение внутриглазного давления лицам от 40 лет и выше, грузом 10,0 г.

Примечание. При наличии жалоб, с подозрением на глаукому исследование внутриглазного давления производится независимо от возраста обследуемого. Лицам, у которых по анамнестическим данным имеется указание на глаукому, тонометрическое исследование производится начиная с 35 лет. В дальнейшем тонометрическое исследование осуществляется указанным группам лиц в соответствии с приказом министра здравоохранения СССР N 925 от 22.09.76 г.

— При медикаментозно расширенных зрачках.

— Скиаскопия обычными методами исследования.

Примечание. Допускаются следующие пределы аномалии рефракции, установленные скиаскопически на лучшем глазу:

— близорукость не выше 6,0 Д, при нормальном состоянии глазного дна до 10,0 Д;

— дальнозоркость до 6,0 Д;

— сложный дальнозоркий или близорукий астигматизм в меридиане наибольшего значения не выше 6,0 Д и степени астигматизма не более 3,0 Д;

— простой близорукий, простой дальнозоркий астигматизм не более 3,0 Д;

— смешанный астигматизм не более 2,0 Д.

— Исследование преломляющих сред глаза при пятикратном увеличении, отмечая наличие точечных, штриховидных, спицеобразных и других помутнений, вакуолей как в центральной, так и в периферической частях хрусталика; при наличии скоплений помутнений отмечают, в каких отделах хрусталика они расположены.

— Исследование глазного дна методами прямой и обратной офтальмоскопии, обращая внимание на состояние диска зрительного нерва (границы, окраска, характер васкуляризации), состояние сосудов (ход, калибр и т.п.), макулярной области и периферии глазного дна, фиксируя внимание на четкости макулярного и фовеолярного рефлексов, характере и степени пигментации макулы, мелкоочаговых изменений в ней и др.

При наличии мелкоочаговых изменений осуществляется осмотр в бескрасном свете. При наличии изменений в макулярной или парамакулярной областях производится фотографирование глазного дна.

— При биомикроскопическом исследовании хрусталика определяют: выраженность зон раздела, окраску его ткани, наличие помутнений, их вид и локализацию, оценивают состояние капсул хрусталика.

Примечание. Изменения хрусталика, видимые при биомикроскопии в виде точечных, штриховидных помутнений, единичных вакуолей и зернистости с цветовой переливчатостью на задней капсуле хрусталика не являются противопоказанием к продолжению работы с лазерным излучением. При наличии катаракты описывают ее клинические проявления как в проходящем свете, так и при биомикроскопии.

При правильном проведении периодического офтальмологического осмотра врач по результатам динамического наблюдения может оценить характер изменений сетчатой оболочки, ход старения хрусталика и т.д. Своевременное выявление тех или иных начальных изменений, обусловленных действием профессионального фактора, позволит начать лечение, а также обеспечит выполнение профилактических мероприятий.

Анализ результатов периодических офтальмологических осмотров должен проводиться с учетом санитарно-гигиенических условий труда.

Приложение 7

Инструкция по оказанию первой помощи при облучении органа зрения и кожных покровов лазерным излучением

При повреждении роговой оболочки глаза могут наблюдаться поверхностные эрозии или дефекты ее ткани, распространяющиеся в строму. Тяжелые повреждения роговой оболочки сопровождаются изменениями влаги передней камеры.

В случае повреждения радужки может появиться небольшой участок депигментации. При тяжелом ее повреждении образуется дефект в ткани радужки.

При легкой степени повреждения тканей глазного дна наблюдается небольшой участок мутности сетчатой оболочки. В случае тяжелого повреждения тканей глазного дна наблюдается некроз отдельных участков сетчатой оболочки, разрывы ее ткани, вплоть до выброса участка сетчатки в стекловидное тело. Эти повреждения сопровождаются кровоизлиянием в сетчатку, подсетчаточным или же в стекловидное тело.

Первая помощь при повреждении роговой оболочки заключается в наложении стерильной повязки на пострадавший глаз и направлении пострадавшего в глазной стационар.

В случае повреждения тканей глазного дна своевременно оказанная первая помощь должна быть направлена на создание благоприятных условий формирования хориоретинального рубца на месте повреждения за счет ослабления вторичных явлений, сопутствующих повреждению и, в первую очередь, на ослабление отека тканей.

Первая помощь при повреждении тканей глазного дна:

1. Внутривенное введение раствора глюкозы 40% — 20 мл с добавлением раствора супрастина 0,1% — 1мл.

2. Внутривенное введение раствора хлористого натрия 10% — 10 мл, внутрь димедрол — 0,1 г.

После оказания первой помощи пострадавшего направляют в глазной стационар.

При работе с излучением лазеров опасности облучения подвергаются также открытые участки тела — кожные покровы. Следует учитывать, что энергия мощного лазерного излучения способна воздействовать на кожу и через некоторые текстильные материалы (наиболее защитным является белый цвет). Кроме того, существует возможность возгорания одежды при ее контакте с пучком лазерного излучения.

Учитывая специфические особенности лазерного излучения, можно отметить ряд характерных макроскопических изменений кожи. Макроскопически повреждение кожи чаще представляет собой круг, диаметр которого зависит от диаметра источника излучения. При пересечении пучка мощного лазера, работающего в непрерывном режиме, участок повреждения имеет вид полосы, ширина которой равняется диаметру пучка. Степень тяжести повреждения кожи зависит от плотности энергии лазерного излучения, длительности воздействия, длины волны излучения, окраски кожных покровов и некоторых других факторов. В зависимости от тяжести повреждения на поверхности кожи возникает либо эритема, либо очаг поражения серовато-белой окраски. При тяжелых повреждениях появляются кратерообразные очаги. Пораженная область становится болезненной и воспаляется.

По морфологическим проявлениям повреждения кожи лазерным излучением сходны с повреждениями при термическом ожоге. В зоне непосредственного воздействия излучения лазера возникают изменения разной выраженности, присущие термическому ожогу: коагуляционный некроз поверхностных слоев эпидермиса, интрадермальные везикулы, а иногда обугливание пораженных участков.

Следует различить 4 степени поражения кожи лазерным излучением:

I степень — ожоги эпидермиса: эритема, десквамация эпителия;

II степень — ожоги дермы: пузыри, деструкция поверхностных слоев дермы;

III степень — ожоги дермы: деструкция дермы до глубоких слоев;

IV степень — деструкция всей толщи кожи, подкожной клетчатки и подлежащих слоев.

Характер терапевтических мероприятий при ожоге кожи излучением лазеров определяется не только глубиной, но и протяженностью повреждения кожи. Оказание первой помощи должно быть направлено на предотвращение загрязнения и травматизации ожоговой поверхности.

Первая помощь при ожогах кожи I и II степени, незначительных по площади, сводится к наложению стерильной повязки и последующему направлению к хирургу.

Первая помощь при ожогах II степени, обширных, ожогах III и IV степеней (сюда могут быть отнесены и ожоги от возгорания одежды) сводится к:

введению обезболивающих средств: раствор промедола 2%-ный — 1,0 мл; раствор морфина хлористоводородный 1,0%-ный - 1,0 мл;

наложению стерильной повязки.

Пострадавшего направляют в хирургический стационар.

Приложение 8

Марки стекол, рекомендуемые для использования в противолазерных очках

Длина волны, мкм	0,48—0,51	0,53	0,69	0,84	1,06	1,54	10,6
Марка стекла	ОС-12* ОС-13	ОС-12 ОС-13	СЗС-21** СЗС-22	СЗС-21 СЗС-22	СЗС-21 СЗС-22	СЗС-24 СЗС-25	БС-15***
ГОСТ 9411—75	ОС-23-1	ОС-23-1			СЗС-24	СЗС-26	

* Оранжевое стекло.
** Сине-зеленое стекло
*** Бесцветное стекло.

Типы защитных очков

Открытые защитные очки модели 016—72 ЛС-630 предназначены для защиты глаз спереди и с боков от рассеянного и диффузно отраженного излучения на длине волны 0,63 мкм.

Закрытые защитные очки с непрямой вентиляцией ЗН 22—72-СЗС-22-6 предназначены для защиты глаз спереди и с боков, сверху и снизу от рассеянного, диффузно отраженного и случайного прямого излучения для непрерывного лазера с длиной волны 0,63—1,5 мкм, для импульсных лазеров 0,63 — 1,06 мкм.

Завод-изготовитель: Суксунский оптико-механический завод.

gost.e-ecolog.ru