**Лазерное излучение**

Лазерное излучение: l = 0,2 - 1000 мкм.

Осн. источник - оптический квантовый генератор (лазер).Особенности лазерного излучения - монохроматичность; острая направленность пучка; когкрентность.Свойства лазерного излучения: высокая плотность энергии: 1010-1012 Дж/см2, высокая плотность мощности : 1020-1022 Вт/см2.

По виду излучение лазерное излучение подразд-ся:

— прямое излучение; рассеяное; зеркально-отраженное; диффузное.

Биологические действия лазерного излучения зависит от длины волны и интенсивности излучения, поэтому весь диапазон длин волн делится на области:

- ультрафиолетовая 0.2-0.4 мкм

- видимая 0.4-0.75 мкм

- инфракрасная:

a) ближняя 0.75-1

b) дальняя свыше 1.0

## Вредные воздействия лазерного излучения.

1)термические воздевия

2)энергетические воздействия (+ мощность)

3)фотохимические воздействия

4)механическое воздействие(колебания типа ультразвуковых в облученном организме)

5)электростри (деформация молекул в поле лазерного излучения)

6)образование в пределах клетках микроволнового электромагнитного поля

**Влияние лазерного излучения** на живые организмы, в том числе и организм человека, а также на окружающую среду, может быть как положительным, так и отрицательным.  
   
Давайте сначала поговорим о положительном влиянии лазерного излучения.  
На сегодняшний день во многих странах мира проходит активное внедрение лазерного излучения в практической медицине и в различных биологических исследованиях. Уникальные свойства лазерного луча позволяют использовать его в самых разнообразных областях: хирургии, терапии и медицинской диагностике. Опытным путем была доказана эффективность лазерного излучения ультрафиолетового, инфракрасного и видимого спектров для применения на небольшой пораженный участок и для воздействия на организм в целом.  
   
Влияние лазерного излучения низкой интенсивности приводит к значительному уменьшению острых воспалительных процессов, стимулирует восстановительные процессы в организме, нормализует микроциркуляцию тканей, повышает общий иммунитет и устойчивость организма к различным заболеваниям.  
На сегодняшний день доказано, что для низкоинтенсивного излучения характерно явно выраженное терапевтическое воздействие.  
   
Лазеротерапией называется способ лечения, который основывается на использовании световой энергии лазерного излучения в медицинских целях.  
Положительное влияние лазерного излучения на суставы заключается в том, что наблюдается перестройка субхондральной костной пластинки, нормализуется кровообращение в эндоосте и хрящ перестраивается в фиброзноволокнистый.   
   
При влиянии лазерного излучения на кровь наблюдается улучшение реологических показателей крови, нормализуется кислородное снабжение тканей, меньше проявляется ишемия в тканях организма, нормализуется уровень холестерина, триглицеридов, сахара, приостанавливается высвобождение различных медиаторов воспаления, повышается общий иммунитет организма.  
   
Что касается отрицательного влияния лазерного излучения на организм человека, то тут страдают, прежде всего, глаза. Даже лазеры очень маленькой мощности, составляющей всего лишь несколько милливатт, могут причинить вред зрению. Для длин волн от 400 до 700 нм, которые являются видимыми, имеют высокую степень пропускания и могут фокусироваться хрусталиком, попадание лазерного излучения в глаз, даже на пару секунд, вызвать частичную, а в некоторых случаях и полную потерю зрения. Лазеры высокой мощности могут даже повреждать внешние кожные покровы.  
   
**Влияние лазерного излучения** особенно опасно для тканей, поглощающая способность которых максимальна. Глаз является наиболее уязвимым органом в этом плане. Причиной этого является незащищенность роговицы и хрусталика глаза, а также умение оптической системы глаза значительно увеличивать мощность лазерного излучения ближнего инфракрасного и видимого диапазонов, расположенных на глазном дне.  
   
При поражении глаза лазерным излучением возникает боль, спазм век, текут слезы, отекают веки и глазное яблоко. В отдельных случаях наблюдается помутнение сетчатки и кровоизлияние. Клетки сетчатки после подобного повреждения уже не восстанавливаются.  
   
Наши лучшие специалисты подробно объяснят вам, как уберечься от отрицательного влияния лазерного излучения и получить максимальную пользу от положительного **влияния лазерного излучения**

# Лазерные излучения, их роль в процессах жизнедеятельности

В связи с широким применением лазерных источников излучения в научных исследованиях, промышленности, медицинский связи и др. возникает необходимость сохранения здоровья людей эксплуатирующих различные лазерные установки.

Лазер источник когерентного излучения, то есть согласованого во времени и пространстве движения фотонов в виде выделенного луча. Световая интенсивность лазерного луча в точке может быть больше, чем интенсивность Солнца. В соответствии с использованием различных материалов в качестве активной среды лазеры подразделяют на твердотелые, газовые, полупроводниковые, жидкостные на красителях, химические.

Действие излучения лазеров представляет опасность больше всего для органов зрения и кожного покрова. Характер воздействия на зрительный аппарат и степень поражающего действия лазера зависят от плотности энергии излучения, длины волны излучения (импульсное или непрерывное). Характер повреждения кожи зависит от цвета кожи, например пигментированная кожа значительно сильнее поглощает лазерное излучение, чем не пигментированная. Светлая кожа отражает до 40 % падающего на нее излучения. При действии лазерного излучения обнаружен ряд нежелательных изменений со стороны органов дыхания, пищеварения, сердечнососудистой и эндокринной систем. В некоторых случаях эти общие клинические симптомы носят довольно стойкий характер, являясь результатом влияния на нервную систему.

Рассмотрим действие наиболее биологически опасных спектральных диапазонов лазерного облучения. В инфракрасной области энергия наиболее «коротких» волн (0,7—1,3 мкм) может проникать на сравнительно большую глубину в кожу и прозрачные среды глаза. Глубина проникновения зависит от длины волны падающего излучения. Участок высокой прозрачности на длинах волн от 0,75 до 1,3 мкм имеет максимум прозрачности в районе 1,1 мкм. На этой длине волны 20 % энергии, падающей на поверхностный слой кожи, проникает в кожу на глубину до 5 мм. При этом в сильно пигментированной коже глубина проникновения может быть еще больше. И тем не менее кожа человека достаточно хорошо противодействует инфракрасному излучению, так как она способна рассеивать тепло благодаря кровообращению и понижать температуру ткани вследствие испарения влаги с поверхности.

Значительно труднее от инфракрасного облучения защитить глаза, в них тепло практически не рассеивается, и хрусталик, фокусирующий излучение на сетчатке, усиливает эффект биологического воздействия. Все это заставляет при работе с лазерами особое внимание обращать на защиту глаз. Роговая оболочка глаза прозрачна для излучения в интервале длин волн 0,75—1,3 мкм и становится практически непрозрачной только для длин волн более 2 мкм.

Степень теплового поражения роговицы зависит от поглошенной дозы облучения, причем травмируется главным образом поверхностный, тонкий слой. Если в интервале волн 1,2—1,7 мкм величина энергии облучения превышает минимальную дозу облучения то может произойти полное разрушение защитного эпителиьного слоя. Ясно, что подобное перерождение тканей в области, положенной непосредственно за зрачком, серьезно сказываетл на состоянии органа зрения.

Радужная оболочка, отличающаяся высокой степенью пигментации, поглощает излучение практически всего инфракрасного диапазона. Особенно сильно подвержена она действию излучения длиной волны 0,8—1,3 мкм, поскольку излучение почти не задерживается роговицей и водянистой жидкостью передней камеры глаза.

Минимальной величиной плотности энергии облучения в интервале волн 0,8—1,1 мкм, способной вызвать поражение радужной оболочки, считают 4,2 Дж/см2. Одновременное поражение росовой и радужной оболочек всегда носит острый характер, а поэтому оно наиболее опасно.

Поглощение средами глаза энергии излучения в инфракрасной области, падающей на роговую оболочку, растет с увеличением длины волны. При длинах волн 1,4—1,9 мкм роговица и передняя камера глаза поглощают практически все падающее излучение, а при длинах волн выше 1,9 мкм роговица становится единственным поглотителем энергии излучения.

Развитие лазерной техники заставило начать проводить исследования по определению предельно допустимых уровней облучения лазера.  
Воздействие лазерного излучения на кожу человека является в основном тепловым. В качестве ориентировочной безопасной дозы для кожи рекомендуется считать плотность мощности 100 мВт/см2. Механизм теплового воздействия хорошо изучен. Несколько сложнее установить предельно допустимые уровни лазерного облучения глаз. Широкое использование лазеров с выходными параметрами, значительно отличающимися от параметров природных источников света, создает опасность для органа зрения человека.

При оценке допустимых уровней лазерной энергии необходимо учитывать суммарный эффект, производимый на прозрачные среды глаза, сетчатку и сосудистую оболочку. Оценим действие лазерного излучения на сетчатую оболочку глаза.

Размер зрачка в значительной мере определяет количество энергии излучения, попадающей в глаз и, следовательно, достигающей сетчатки. Для глаза, адаптированного к темноте, диаметр зрачка колеблется от 2 до 8 мм; при дневном свете — 2—3 мм, при взгляде на Солнце зрачок сужается до 1,6 мм в диаметре. Величина Поступающей внутрь световой энергии пропорциональна площади зрачка. Следовательно, суженный зрачок пропускает свето» поток в 15—25 раз меньше, чем зрачок расширенный. Площадь изображения источника излучения на сетчатке зависит от его v Ь лового размера, определяемого в основном расстоянием до исто ника. Для большинства неточечных источников размер изображения на сетчатке вычисляется по законам геометрической оптики зная эффективное фокусное расстояние нормального расслабленного глаза , можно найти размер изображения источника лазерного излучения на сетчатке в том случае, если известны расстояние до источника и линейный размер источника излучения.

Прогнозируя возможность опасности лазерного облучения, необходимо учитывать:  
• тип лазера и опасность, которую могут представлять его отдельные узлы;  
• атмосферные условия (количество водяных паров в воздухе, степень его чистоты);  
• наличие средств защиты, а также индивидуальные особенности человека, который может подвергаться облучению.

Отметим, что только излучение с длиной волны 0,4—1,4 мкм может проникать через внешние слои глаза и достигать сетчатки.

Для защиты глаз от лазерного излучения с низкой энергией предлагаются многослойные фильтры с пропусканием световой энергии порядка 105 Вт/см2 в зоне высокого отражения и более 0,8 Вт/см2 в прозрачной зоне. В настоящее время созданы защитные очки, представляющие собой набор фильтров с различными значениями коэффициентов поглощения. Величина коэффициента поглощения для данного фильтра выбирается с таким расчетом, чтобы не происходило его разрушение, и уровень прошедшего через него излучения оказывался таким, чтобы последующий фильтр также не разрушался.

Однако даже при резком возрастании мощности когерентного светового излучения, при котором может произойти растрескивание первого фильтра, он продолжает эффективно поглощать световое излучение. Для вывода каждого фильтра из строя необходимо полное их разрушение.

Комбинируя наборы различных фильтров, можно создавать защитные очки для разных длин волн. Наряду с защитными очк ми (светофильтрами) обслуживающему персоналу рекомендуется применять специальные (диффузные) экраны. Для защиты рук рекомендуется использовать кожаные перчатки.

При работе с лазерами могут быть три варианта поражения лазерным излучением, которые должны приниматься во внимание при разработке мероприятий по технике безопасности:  
1) прямое воздействие излучения, при этом уровни плотности энергии, вызывающие тяжелые последствия, сравнительно невелики;  
2) зеркальное отражение луча, являющееся не менее опасным для органа зрения;  
3) диффузно рассеянное отражение лазерного луча от стен, поверхностей приборов и т. д.

Значения плотностей энергии лазерного излучения зависят от отражающих свойств материалов объектов, которые могут находиться на пути лазерного луча. В повседневной работе с лазерами, особенно в закрытых помещениях, наибольшее значение приобретает отраженное лазерное излучение. Плотность энергии в этом случае может быть выше порога поражения сетчатки глаза и превышать безопасные уровни на несколько порядков. При этом надо Иметь в виду, что зеркально отраженный луч может многократно Сражаться от разных объектов.

Опасность воздействия излучения лазеров на глаза людей мобыть уменьшена путем экранирования устройств квантовой электроники, рациональным расположением рабочих мест, мерами личной безопасности.

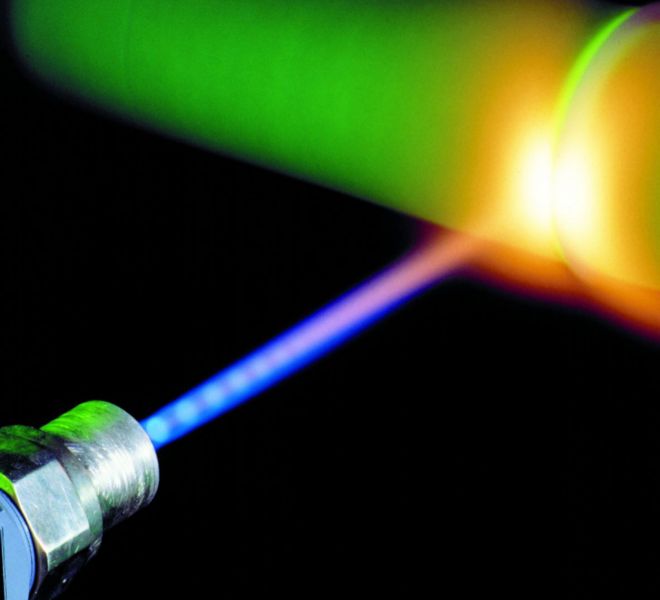
Для защиты обслуживающего персонала от лазерного излучения проводят мероприятия по технике безопасности, которые подразделяются на организационнотехнические и индивидуальные.

## Лазерное лечение (терапия)

Лазерное лечение.

**Лазерное лечение** – сравнительно новое направление в медицине. Возникло оно около 30 лет назад в недрах отечественной промышленности и, надо сказать, почти случайно. В цехе по производству  лазерной аппаратуры при проверке **состояния здоровья** рабочих выяснилось, что оно у них не только не ухудшилось, как ожидалось, а наоборот, улучшилось, и что у многих из них даже **прошли хронические болезни**. С того момента и  началось целенаправленное изучение **влияния лазера** на живой организм.

Что же такое лазер? Лазер – это генератор света с особыми свойствами. У него свет когерентный, то есть правильный, одного цвета, с постоянной длинной волны. И только этим он и отличается от обычного света в квартире.



Лазер несет свободную энергию, которую можно направить в организм, и совершить в его тканях определенную работу, которая **улучшает микроциркуляцию, расширяет сосуды, разжижает кровь, делает наши клетки более жизнеспособными**. **Лазерное лечение** не привносит в организм ничего чужеродного, как, например, лекарства. Основоположник отечественной  лазерной медицины, А. Р. Евстигнеев считает, что организм сам представляет  собой  лазерный генератор. **Лазерное лечение активирует  молекулярные связи**, делает молекулы более реактоспособными, усиливает обмен веществ, насыщает любые химические реакции достаточной для их осуществления энергией.

Наш организм – сложная саморегулирующаяся система, и при болезни нужно не столько вмешаться в работу того или иного звена, сколько помочь организму решить эту проблему самостоятельно. Это и делает лазерное лечение. Попадая в ткань, когерентный свет вызывает усиление образования активных форм кислорода (за счет чего проявляется его **антимикробное и противовирусное действие**), ускоряет значительно **процесс восстановления**.

Лазер – первое средство для лечения всех видов хронической патологии – язв, длительно не заживающих ран, гайморитов, гастритов. **Лазерная терапия** чрезвычайно  благотворно действует **на кровь**, **на гемоглобин**,  и на активность лимфоцитов.

 Надо сказать, что впервые лазер применили **для лечения кардиологических больных** со стенокардией, аритмией, острым инфарктом миокарда; и здесь он остается приоритетным. Но, пожалуй, лучше всего **поддаются лазерному лечению поражения желудка: язвенная болезнь, гастриты, гастродуодениты**. Раньше использовали непосредственное облучение через эндоскоп, но теперь таких сложностей не нужно. Чрезкожное воздействие на язву (в комплексной терапии) позволяет «заживить» ее быстрее, чем за две недели и, что важно, иногда даже без рубца.

Лазерное лечение – не простая процедура. Здесь нужен и правильный режим, и правильный расчет энергии. Это сильнодействующее средство значительно более **эффективное и безвредное**, чем медикаменты.

Лазеры бывают разные – красные, зеленые, инфракрасные, ультрафиолетовые – и у каждого есть свое специфическое действие. Как использоваться возможности лазерного лечения – может определить только врач.

И еще одно важное замечание. При применении более старых, чем у нас, моделей лазеров во время лечения, на 3–5 процедуре может возникнуть так называемый «синдром обострения»,  связанный с  резким **улучшением микроциркуляции** и активацией защитных сил организма. При использовании наших  лазеров такого обострения не возникает. При лазерном лечении надо обязательно принимать витамины «Аевит» по 2 капсулы 2-3 раза в день или ¼ от обычной таблетки аспирина 1 раз в сутки.

ВАЖНО! Для людей, страдающих аллергией, **лазерное лечение – первое средство**! На это лечение нет аллергии!

Лазер - **естественный метод лечения**, физиологичный, он не чужд нашему организму. Он лишен всех отрицательных качеств, которыми обладают **лекарственные препараты**. Лазерное **лечение не токсично**, не аллергенно, всегда стерильно, рекомендуется как **для взрослых**, так и **для детей**.

Разрешено к применению Министерством здравоохранения Российской Федерации.

5. Защита от лазерного излучения

По степени опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала лазеры

подразделяются на четыре класса:

Класс 1.(безопасные)-выходное излучение не опасно для глаз

Класс 2.(малоопасные)-опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение

Класс 3. (среднеопасные) — опасно для глаз прямое, зеркальное, а также

диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности

и (или) кожи прямое или зеркально отраженное излучение;

Класс 4. (высокоопасные) — опасно для кожи диффузно отраженное излучение на

расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Классификация определяет специфику воздействия излучения на орган зрения и

кожу. В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого

лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), на волны,

длительность импульса и экспозиции облучения

Лазеры широко применяются в различных областях промышленности, науки,

техники, связи, сельском хозяйстве медицине, биологии и др. Расширение сферы

их использования увеличивает контингент лиц, подвергающихся воздействию

лазерного излучения, и выдвигает необходимое профилактики опасного и вредного

действия этого фактор среды обитания.

Работа с лазерами в зависимости от конструкций мощности, условий эксплуатации

разнообразных лазерных систем и другого оборудования может сопровождаться

действием на персонал неблагоприятных производственна факторов, которые

разделяют на основные и сопутствующие. К основным факторам, возникающим

при рабе лазеров, относятся прямое, зеркально и диффузно отраженное и

рассеянное излучения, степень выраженности определяется особенностями

технологического процесса, сопутствующим относится комплекс физических и

химических факторов, возникающих при работе лазеров, которые имеют

гигиеническое значение и могут усиливать неблагоприятное действие излучения

на организм, а в случаев имеют самостоятельное значение. Поэтому при оценке

условий труда персонала учитывают весь комплекс факторов производственной

среды.

Лазеры широко применяют в технике, медицине. Принцип действия лазеров основан

на использовании вынужденного электромагнитного излучения, возникающего в

результате возбуждения квантовой системы. 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:

0,2—0,4 мкм—ультрафиолетовая область; 0,4—0,7—видимая; 0,75—1,4 мкм — ближняя

инфракрасная; свыше 1,4 мкм—дальняя инфракрасная область. Основными

энергетическими параметрами лазерного излучения I являются: энергия

излучения, энергия импульса, мощность излучения, плотность энергии (мощности)

излуче­ния, длина волны.

При эксплуатации лазерных установок обслужива­ющий персонал может

подвергаться воздействию ряда опасных и вредных производственных факторов.

Основ­ную опасность представляют прямое, рассеянное и отраженное излучение.

Наиболее чувствительным органом к лазерному излу­чению являются глаза —

повреждения сетчатки глаз могут быть при сравнительно небольших

интенсивностях.

Лазерная безопасность — это совокупность техниче­ских, санитарно-

гигиенических и организационных меро­приятий, обеспечивающих безопасные

условия труда персонала при использовании лазеров. Способы защиты от

лазерного излучения подразделяют на коллективные и индивидуальные.

*Коллективные средства защиты* включают: примене­ние телевизионных систем

наблюдений за ходом процес­са, защитные экраны (кожухи); системы блокировки и

сигнализации; ограждение лазерноопаснои зоны. Для контроля лазерного излучения

и определения границ лазерно-опаснои зоны применяют калориметрические,

фотоэлектрические и другие приборы.

В качестве *средств индивидуальной защиты* исполь­зуют специальные

противолазерные очки, щитки, маски, технологические халаты и перчатки. Для

уменьшения опасности поражения за счет уменьшения диаметра зрач­ка оператора в

помещениях должна быть хорошая осве­щенность рабочих мест: коэффициент

естественной осве­щенности должен быть не менее 1 ,.5 %, а общее искус­ственное

освещение должно создавать освещенность не менее 150 лк.

**Лазерное излучение в биологии**. Почти одновременно с созданием первых лазеров началось изучение биологического действия Л. и. Некоторые возможные биолого-медицинские аспекты его использования были намечены Ч. [Таунс](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/170985/%D0%A2%D0%B0%D1%83%D0%BD%D1%81)ом (1962). В последующем оказалось, что возможная сфера применения Л. и. шире. Биолого-медицинские эффекты Л. и. связаны не только с высокой плотностью потока излучения и возможностью фокусировки луча на самых малых площадях, но, по-видимому, и с др. его характеристиками (монохроматичностью, длиной волны, когерентностью, степенью поляризации), а также с режимом излучения. Один из важных вопросов при использовании Л. и. в биологии и медицине — дозиметрия Л. и. Определение энергии, поглощённой единицей массы биообъекта, связано с большими трудностями. Различные ткани неодинаково поглощают и отражают Л. и. Кроме того, Л. и. в разных областях спектра оказывает не одинаковое, а подчас и антагонистическое действие на биообъект. Поэтому и невозможно ввести при оценке эффекта Л. и. коэффициент качества. Характер эффекта Л. и. определяется прежде всего его интенсивностью, или плотностью потока излучения. В случае импульсных излучателей важны также длительность импульсов и частота их следования. Из-за избирательности поглощения Л. и. биологическая эффективность может не соответствовать энергетическим характеристикам Л. и. Условно различают термические и нетермические эффекты Л. и.; переход от нетермических к термическим эффектам лежит в диапазоне 0,5—1 *вт/см2.* При плотностях потока излучения, превышающих указанные, происходит поглощение Л. и. молекулами воды, что приводит к их испарению и последующей коагуляции молекул белка. Наблюдаемые при этом структурные изменения аналогичны результатам обычного термического воздействия. Однако Л. и. обеспечивает строгую локализацию поражения, чему способствует сильная обводнённость биообъекта и поглощение рассеивающейся энергии в пограничных областях, смежных с облучаемой. При импульсных термических воздействиях ввиду очень короткого времени воздействия и быстрого испарения воды наблюдается так называемый взрывной эффект: возникает султан выброса, состоящий из частиц ткани и паров воды; этому сопутствует возникновение ударной волны, воздействующей на организм в целом.

         Л. и. с меньшей плотностью потока излучения вызывает в биообъекте изменения, механизм которых не полностью выяснен. Это сдвиг в активности ферментов, структуре пигментов, нуклеиновых кислот и др. важных в биологическом отношении веществ. Нетермические эффекты Л. и. вызывают сложный комплекс вторичных физиологических изменений в организме, чему, возможно, способствуют резонансные явления, протекающие в биосубстрате на молекулярном уровне. Нетермические эффекты Л. и. сопровождаются реакциями со стороны нервной, кровеносной и др. систем организма. Избирательность поглощения Л. и. и возможность фокусирования луча на площадях порядка 1 *мкм2* особенно заинтересовали исследователей внутриклеточных структур и процессов, использующих Л. и. в качестве «скальпеля», позволяющего избирательно разрушать ядро, митохондрии или др. органеллы клетки без её гибели. Как при термических, так и при нетермических воздействиях Л. и. наиболее выраженной способностью к его поглощению обладают пигментированные ткани. Прижизненное окрашивание специфическими красителями позволяет разрушать и прозрачные для данного Л. и. структуры. В установках для внутриклеточных воздействий используют Л. и. с длиной волны как видимого спектра, так и ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов, в непрерывном и импульсном режимах.

         Фотографирование биообъектов в Л. и. с целью получения пространственного изображения клеток и тканей стало возможным с созданием лазерных голографических установок для микрофотографирования. В связи с возможностью концентрации энергии Л. и. на очень малых площадях открылись новые возможности для спектрального ультрамикроанализа отдельных участков клетки, жизнедеятельность которой при этом временно сохраняется. С этой целью коротким импульсом Л. и. вызывают испарение вещества с поверхности исследуемого объекта и в газообразном виде подвергают спектральному анализу. Масса образца при этом не превышает долей *мкг.*

         Установлено, что ряд физиологических изменений происходит в организме животных под действием излучения гелий-неоновых лазеров малой мощности. При этом отмечаются стимуляция кроветворения, регенерация соединительной ткани, сдвиги артериального давления, изменения проводимости нервного волокна и др. Как при непосредственном облучении гелий-неоновыми лазерами растительных тканей, так и при предпосевном облучении семян выявлено стимулирующее влияние Л. и. на ряд биохимических процессов, рост и развитие растений.

*Н. Н. Шуйский.*

**Лазерное излучение в медицине**. Медицинское применение Л. и. обусловлено как термическими, так и нетермическими эффектами. В хирургии Л. и. используют в качестве «светового скальпеля». Его преимущества — стерильность и бескровность операции, а также возможность варьирования ширины разреза. Бескровность операции связана с коагуляцией белковых молекул и закупоркой сосудов по ходу луча. Этот эффект отмечается даже при операциях на таких органах, как печень, селезёнка, почки и др. По мнению ряда исследователей, послеоперационное заживление при лазерной хирургии идёт скорее, чем после применения электрокоагуляторов. К недостаткам лазерной хирургии следует отнести некоторую ограниченность движений хирурга в операционном поле даже при использовании [Светопровод](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/130594/%D0%A1%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4)ов различной конструкции. В качестве «светового скальпеля» наиболее широко применяют СО2-лазеры с длиной волны 10 590 Å и мощностью от нескольких *вт* до нескольких десятков *вт.*

         В офтальмологии с помощью лазерного луча лечат отслоение сетчатки, разрушают внутриглазные опухоли, формируют зрачок. На основе рубинового лазера сконструирован офтальмокоагулятор.

         При использовании Л. и. в онкологии для удаления поверхностных опухолей (до глубины 3—4 *см*) чаще применяют импульсные лазеры или лазеры на стекле с примесью Nd с мощностью импульса до 1500 *вт.* Разрушение опухоли происходит почти мгновенно и сопровождается интенсивным парообразованием и выбросом ткани из области облучения в виде султана. Чтобы предупредить разбрасывание злокачественных клеток в результате «взрывного» эффекта, применяют воздушные отсосы. Операции с применением Л. и. обеспечивают хороший косметический эффект. Перспективы использования лазерного «скальпеля» в нейрохирургии связаны с операциями на обнажённом мозге.

         Терапия Л. и. основана преимущественно на нетермических эффектах и представляет собой светотерапию с использованием в качестве источников монохроматического излучения гелий-неоновых лазеров с длиной волны 6328 Å Терапевтическое воздействие на организм осуществляется Л. и. с плотностью облучения в несколько *мвт/см2,* что полностью исключает возможность проявления теплового эффекта. На пораженный орган или участок тела воздействуют как местно, так и через соответствующие рефлексогенные зоны и точки (см. [Иглотерапия](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/89567/%D0%98%D0%B3%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BF%D0%B8%D1%8F)). Л. и. применяют при лечении длительно незаживающих язв и ран; изучается возможность его применения и при др. заболеваниях (ревматоидный полиартрит, бронхиальная астма, некоторые гинекологические заболевания и т.д.). Соединение лазера с волоконной оптикой позволяет резко расширить возможности его применения в медицине. По гибкому светопроводу Л. и. достигает полостей и органов, что позволяет провести голографическое исследование (см. [Голография](http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/80157/%D0%93%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D1%8F))*,* а при необходимости и облучение пораженного участка. Исследуется возможность просвечивания и фотографирования с помощью Л. и. структуры зубов, состояния сосудов и др. тканей.

         Работа с Л. и. требует строгого соблюдения соответствующих правил техники безопасности. Прежде всего необходима защита глаз. Эффективны, например, теневые защитные устройства. Следует оберегать от поражения Л. и. кожные покровы, особенно пигментированные участки. Для защиты от поражения отражённым Л. и. с возможного пути луча удаляют блестящие (зеркальные) поверхности. Предположения о возможности возникновения ионизирующего излучения при работе высокоинтенсивных лазеров не подтвердились.

В. А. Думчев, Н. Н. Шуйский.

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.?

В основу классификации лазеров положена степень опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала:

класс I - выходное излучение не опасно *для глаз;*

класс II - опасно *для глаз* прямое или зеркально отраженное излучение;

класс III - опасно для *глаз* прямое, зеркально, а также диффузионно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и для *кожи* прямое или зеркально отраженное излучение;

класс IV - опасно для *кожи* диффузионно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Биологические эффекты от действия луча лазера на живые ткани заключаются в термическом, энергетическом, фотохимическом и механическом воздействии, а также электрострикции и образовании в пределах клетки микроволнового ЭМП. Эти воздействия нарушают жизнедеятельность как отдельных органов, так и организма в целом. Выделяют два механизма: первичный и вторичный. Первичный механизм проявляется в виде органических изменений в облучаемых тканях. Вторичный механизм проявляется как реакция организма на облучение.

В качестве приоритетных критериев при оценке *степени опасности генерируемого лазерного излучения* приняты: энергия или мощность излучения, плотность энергии излучения, длительность воздействия излучения и длина волны.

Предельно допустимые уровни, требования к устройству, размещению и безопасной эксплуатации лазеров позволяют разрабатывать мероприятия по обеспечению безопасных условий труда при работе с ними. Санитарные нормы и правила определяют величины ПДУ для каждого режима работы, участка оптического диапазона по специальным формулам и таблицам.

Таблица 4. *А* ПДУ лазерного излучения [6]

|  |
| --- |
|  |
| Длина волны, мкм | ПДУ, Дж-см"2 |  |
| 0,200-0,210 | 1х108 |  |
| 0,210-0,215 | 1х10\*7 |  |
| 0,215-0,290 | 1х10"6 |  |
| 0,290-0,300 | 1x10"5 |  |
| 0,300-0,370 | 1x10^ |  |
| Св. 0,370 | 2x10"3 |  |
|  |  |  |

Нормируется энергетическая экспозиция облучаемых тканей.

Например, значения ПДУ энергетической экспозиции при облучении ультрафиолетовой областью спектра приводятся в та б л. 4.

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного и санитарно-гигиенического характера.

При использовании лазеров 11-111 классов в целях исключения облучения персонала необходимо ограждение лазерной зоны или экранирование пучка излучения. Экраны и ограждения должны быть огнестойкими, не выделять токсичных веществ при нагреве и изготовлены из материалов с наименьшим коэффициентом отражения. Лазеры IV класса опасности размещаются в отдельных изолированных помещениях и обеспечиваются дистанционным управлением. При размещении в одном помещении нескольких лазеров следует исключить возможность взаимного облучения операторов, работающих на аналогичных установках.

Для удаления возможных токсичных газов, паров и пыли оборудуется приточно-вытяжная вентиляция. Для защиты от шума применяется звукоизоляция установок, звукопоглощение и др.

В качестве индивидуальных средств защиты используют очки со специальными стеклами - фильтрами, щитки, маски, халаты светло-зеленого или голубого цветов.

К индивидуальным средствам защиты, обеспечивающим безопасные условия труда при работе с лазерами, относятся специальные очки, щитки, маски, обеспечивающие снижение облучения глаз до ПДУ.

Средства индивидуальной защиты применяются только в том случае, когда коллективные средства защиты не позволяют обеспечить требования санитарных правил.

**Методы защиты от лазерного излучения**

К организационным защитным мероприятиям относятся:

· Организация рабочих мест с определением всех необходимых защитных мероприятий и учетом специфики конкретных обстоятельств использования лазерных установок;

· Обучение персонала и контроль знаний правил техники безопасности;

· Организация медицинского контроля и т.д.

Технические мероприятия и средства защиты подразделяются на коллективные и индивидуальные. Коллективные включают в себя:

· Средства нормализации внешней среды;

· Автоматические системы управления технологическим процессом;

· Использование предохранительных устройств, приборов, различных ограждений лазерно - опасной зоны;

· Использование телеметрических и телевизионных систем наблюдения;

· Применение заземления, зануления, блокировки и т.д.

Биологическое воздействие лазерного излучения на организм делится на две группы:

\* первичные эффекты или органические изменения, возникающие непосредственно в облучаемых тканях персонала;

\* вторичные эффекты - различные неспецифические изменения, возникающие в тканях в ответ на облучение.

Основные негативные проявления на организм человека: тепловые, фотоэлектрические, люминесцентные, фотохимические.

При попадании лазерного излучения на поверхность металла, стекла и др. происходит отражение и рассеивание лучей.

Опасные и вредные факторы работы ОКГ:

\* лазерное облучение (прямое, рассеянное, отраженное);

\* световое излучение от импульсных ламп;

\* ультрафиолетовое излучение от кварцевых газоразрядных трубок;

\* шумовые эффекты;

\* ионизирующее излучение;

\* электромагнитные поля ВЧ и СВЧ от генераторов накачки;

\* инфракрасное излучение и тепловыделение от оборудования и нагретых поверхностей;

\* агрессивные и токсические вещества, используемые в конструкции лазера.

Степень воздействия лазерного излучения на организм человека зависит от длины волны, интенсивности (мощности и плотности) излучения, длительности импульса, частоты импульсов, времени воздействия, биологических особенностей тканей и органов. Наиболее биологически активно ультрафиолетовое излучение, вызывающее фотохимические реакции.

За счет термического действия лазерного излучения на коже возникают ожоги, а при энергии более 100 Дж происходит разрушение и сгорание биоткани. При длительном воздействии импульсного излучения в облученных тканях энергия излучения быстро преобразуется в теплоту, что ведет к мгновенному разрушению тканей.

Нетермическое действие лазерного излучения связано с электрическими и фотоэлектрическими эффектами.

Поток энергии, попадая на биологические ткани, вызывает в них изменения, наносящие вред здоровью человека. Опасно это излучение и для органов зрения. Особенно опасно, если лазерный луч пройдет вдоль зрительной оси глаза. Если луч лазера фиксируется на сетчатке глаза, то может произойти коагуляция сетчатки, в результате чего возникнет слепота в пораженной области сетчатки. При этом необходимо помнить, что опасность для органов зрения представляет не только прямой, но и отраженный лазерный луч, даже если отражающая его поверхность незеркальная.

В качестве основного критерия при нормировании лазерного излучения принята степень изменений, которые происходят под его воздействием в органах зрения и коже. Согласно СанНиП 5804-91 “Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров” и ГОСТ 12.1.040-83 “ССБТ. Лазерная безопасность. Общие требования” установлены предельно допустимый уровень (ПДУ) лазерного излучения в зависимости от длины волны (табл. 2.6.7.).

За ПДУ лазерного излучения принимается энергетическая экспозиция облучаемых тканей. Энергетической экспозицией называется отношение падающей энергии к площади этого участка. Единицей измерения является Дж/см2.

Суммирующий биологический эффект лазерного излучения оценивается с учетом одновременного воздействия различных параметров излучений и времени воздействия. Например, энергетическая экспозиция на роговице глаза и коже за общее время облучения в течение рабочей смены в диапазоне длин волн 0,2…0,4 мкм составляет 10-8-10-3 Дж/см2.

Методы защиты от лазерного излучения подразделяются на: инженерно-технические, организационные, санитарно-гигиенические, планировочные, а также включают использование средств индивидуальной защиты.

Цель организационных методов защиты - исключить попадание людей в опасные зоны при работе на лазерных установках. Этого можно достичь, проводя соответствующее обучение операторов безопасным приемам труда и проверку знаний инструкций по проведению работ. При этом необходимо помнить, что доступ в помещение лазерных установок разрешается только лицам, непосредственно на них работающим; опасная зона должна быть четко обозначена и ограждена стойкими непрозрачными экранами.

Таблица 5.

ПДУ лазерного излучения в зависимости от длины волны

|  |
| --- |
|  |
| Длина волны, мкм | Нуф, Дж/см2 |  |
| от 0,200 до 0,210 |  |  |
| от 0,210 до 0,215 |  |  |
| от 0,215 до 0,290 |  |  |
| от 0,290 до 0,300 |  |  |
| от 0,300 до 0,370 |  |  |
| свыше 0,370 |  |  |
|  |  |  |

Принятие мер лазерной безопасности зависит от класса лазера. Все лазеры должны быть промаркированы знаком лазерной опасности с надписью “Осторожно! Лазерное излучение!”.

Лазеры должны размещаться в специально оборудованных помещениях, а на дверях помещений лазеров II, III и IV классов должны быть установлены знаки лазерной опасности.

Лазер IV класса опасности должны располагаться в отдельных помещениях, стены и потолки должны быть отделаны покрытиями с матовой поверхностью (с высоким коэффициентом поглощения), в помещении не должно быть зеркальных поверхностей.

При размещении лазеров II, III, IV классов с лицевой стороны пультов и панелей управления должно быть свободное пространство шириной не менее 1,5м при однорядном расположении лазеров и шириной не менее 2,0 м при двухрядном. С боковых и задних стенок лазеров при наличии открывающихся дверей, съемных панелей должно быть свободное расстояние не менее 1 м.

Инженерно-технические и планировочные методы защиты предусматривают уменьшение мощности применяемого лазера и надежную экранировку, правильную установку оборудования (луч лазера должен быть направлен на капитальную не отражающую огнестойкую стену), исключение блеска отражающих поверхностей и предметов, создание обильного освещения, чтобы зрачок глаза всегда имел минимальные размеры.

Лазеры IV класса обязательно должны иметь дистанционное управление, а дверь в помещение должна иметь защитную блокировку со звуковой и световой сигнализацией.

Излучение лазеров II, III, IV классов не должно попадать на рабочие места. Материалы для экранов и ограждений должны быть не горючими с минимальными коэффициентами отражения по длине волны генерирующего лазера. Под воздействием лазера материалы не должны выделять токсических веществ.

Периодический дозиметрический контроль лазерного излучения заключается в измерении параметров излучения в заданной точке пространства и сравнении полученных значений плотностей мощности непрерывного излучения, энергии импульсного или импульсно-модулированного излучения, энергетической плотности рассеянного излучения со значениями соответствующих ПДУ (проводится не реже 1 раза в год при эксплуатации лазеров II, III и IV классов).

Контроль проводится обязательно при введении в эксплуатацию лазеров II, III и IV классов, а также при внесении изменений в конструкцию лазеров, при изменении конструкции средств защиты, при организации новых рабочих мест.

Порядок проведения дозиметрического контроля и требования к измерительной аппаратуре должны соответствовать ГОСТ 12.1.031-81 “ССБТ. Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения”. Измерение энергетических характеристик лазерного излучения проводится приборами типа ИЛД-2.

К обслуживанию лазеров допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие противопоказаний (приказ № 700 от 19.06.84 г. Минздрава СССР). Персонал проходит инструктаж и обучение методам безопасной работы и подвергается при принятии на работу и периодическим (1 раз в год) медицинским осмотрам с участием терапевта, невропатолога и окулиста.

Оптические квантовые генераторы должны соответствовать эксплуатационной документации. В паспорте должны быть указаны: длина волны (мкм); мощность энергии (Вт, Дж); длительность импульса (с); частота импульса (Гц); начальный диаметр (см); расходимость пучка (ряд); класс лазера (I - IV).

Кроме паспорта на лазер должны быть инструкции по эксплуатации, технике безопасности, производственной санитарии для лазеров II - IV классов; протокол наладки лазера, проверки изоляции и заземления, протокол измерения уровней лазерного излучения, протокол измерения интенсивности электромагнитного и ионизирующего излучения на рабочих местах, протокол анализов воздушной среды рабочей зоны на содержание токсических и агрессивных химических веществ для лазеров, журнал оперативной записи по ремонту и эксплуатации установки для лазеров II - IV классов, приказ о назначении ответственного лица, обеспечивающего исправное состояние и безопасную эксплуатацию лазеров.

Работа с лазерными установками должна проводиться с ярким общим освещением.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ в момент работы лазерной установки:

\* осуществлять визуальный контроль степени излучения, генерацией;

\* направлять излучение лазера на человека;

\* персоналу носить блестящие предметы (серьги, украшения);

\* обслуживать лазерную технику одним человеком;

\* находиться посторонним лицам в зоне излучения;

\* размещать в зоне луча предметы, вызывающие зеркальное отражение.

Рабочие места должны быть оборудованы вытяжной вентиляцией.

При недостаточном обеспечении безопасности коллективными средствами защиты применяются индивидуальные СИЗ. К средствам индивидуальной защиты относятся специальные противолазерные очки (светофильтры), щитки, маски, технологические халаты и перчатки (черного цвета из обычных хлопчатобумажных тканей).

Ношение защитных очков со светофильтрами (табл. 2.6.8) обеспечивает интенсивное снижение облучения глаз лазерным облучением. Светофильтры должны соответствовать специальной оптической плотности, спектральной характеристике и максимально допустимому уровню излучения.

**Заключение**

Важнейшим звеном в организации безопасности жиз­недеятельности является

*образование.* Специалистов, способных решать эти проблемы, явно недостаточно.

Сейчас уже сформировалось устойчивое понимание того, что низкий уровень

безопасности в нашей стране обус­ловлен необразованностью и некомпетентностью,

грани­чащей с невежеством должностных лиц и населения в целом. Доказано, что

все люди, независимо от професси­ональной ориентации, места работы и обитания,

подвер­гаются воздействию потенциальных опасностей. Следо­вательно, все

обучающиеся, из гуманных и социально-экономических соображений, должны изучать

предмет безопасность жизнедеятельности.

Неоднократно преподаватели вузов коллективно об­ращали внимание на

необходимость включения в учеб­ные планы всех специальностей без какого-либо-

исклю­чения дисциплин по безопасности (безопасность жизнеде­ятельности,

охрана труда и др.). Несмотря на очевидность этого требования, во многих

университетах такие дис­циплины не преподаются, нет этих предметов и во

мно­гих учебных планах (особенно для экономических специ­альностей). Без

качественного образования невозможно поднять уровень культуры и

компетентности в области безопасности. Нужна четко функционирующая система

непрерывного образования всего населения и подготовка дипломированных

специалистов в сфере безопасности.

В настоящее время благодаря передовой части спе­циалистов высшей школы в

нашей стране сложились благоприятные условия для создания системы

непре­рывного образования. Необходимы дальнейшие усилия по наполнению ее

соответствующим содержанием. Ос­новным нерешенным вопросом является

недостаток ква­лифицированных специалистов, преподавателей, особен­но в

общеобразовательных школах. Только повышением квалификации здесь не обойтись.

Прежде всего нужно иметь квалификацию. Проблема образования в области

безопасности столь важна, что для решения необходимо в законодательном

порядке разработать соответствующую федеральную программу

Потенциальные опасности, угрожающие жизни и здо­ровью человека, существовали

всегда. Но к концу XX в. экономический и социальный ущерб от них приобрел

угрожающие масштабы. Последствия опасностей стали ощутимым моральным и

материальным бременем для государств и народов. Проблема безопасности

преврати­лась в важнейшую доминанту деятельности человечес­кого сообщества.

Совокупные людские и материальные потери от природных, техногенных,

антропогенных, эко­логических и социальных опасностей поставили вопрос о

выживании человечества. Тенденции защиты от на­висшей угрозы нашли отражение

в интенсификации на­учных исследований, создании национальных и

между­народных организаций, объединений усилий государств. (ЮН объявила 90-е

гг. десятилетием борьбы со стихий­ными и иными бедствиями. Наряду с

материалистичес­ким мировоззрением средства массовой информации ста­ли

пропагандировать средневековый оккультизм и шар­латанство, что представляет

серьезную опасность для людей. Объективно сформировались условия для новой

научной дисциплины, изучающей опасности и защиту от них. Чтобы устранить

дефицит знаний в области безо­пасности, общество обратило свои взоры к самому

могу­чему средству — образованию, вспомнив слова о том, что решение любых

проблем необходимо начинать с образо­вания тех людей, которые будут решать

эти проблемы.

Роль и значение образования в предупреждении и защите от опасностей

признается однозначно. Более того, ведется в этом направлении активная

деятельность в системе учреждений образования, высшей школы, на предприятиях

и в других структурах. Однако содержа­тельный анализ этой деятельности

позволяет отметить ряд существенных дефектов. Опасности по своей приро­де

носят перманентно-тотальный характер, а образова­тельная деятельность имеет

явный дискретный, строго говоря, бессистемный вид. Необходимость создания

адек­ватной образовательной системы в области безопаснос­ти, интуитивно

ощущавшаяся давно, в настоящее время стала настоятельной потребностью,

диктуемой импера­тивом времени.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Э.А.Арустамов «Безопасность жизнедеятельности» Москва 2000г.

2. С.В.Белов «Безопасность жизнедеятельности» Москва высшая школа.

3. О.Русак Н.Занько «Безопасность жизнедеятельности.Учебное пособие.»

4. Файн С., Клейн Э., Биологическое действие излучения лазера, пер. с англ., М., 1968;

Лазеры в биологии и медицине, К., 1969;

Гамалея Н. Ф., Лазеры в эксперименте и клинике, М., 1972;

<http://tele-conf.ru/zhiznedeyatelnost-organizma-i-zdorove-chelovka/mehanizmyi-deystviya-infrakrasnogo-lazernogo-izlucheniya-na-biol.-tkani-v-molekulyarno-kletochnom-aspekte.html>

<http://laserfaq.ru/sam/laserfaq_ru.htm#faqtoc>

<http://www.neuch.ru/referat/38566.html>