



Леган Марина Валерьевна, к.б.н., доцент

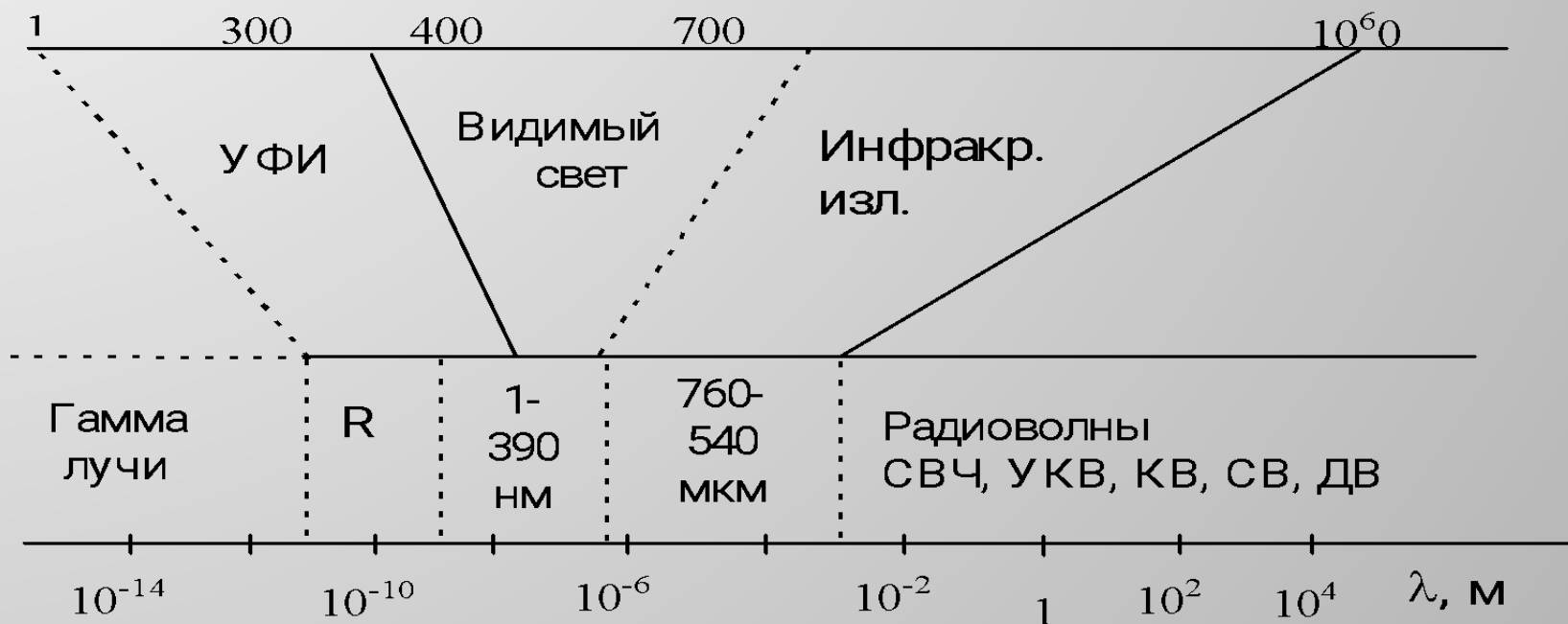


Безопасность жизнедеятельности

**ЗАЩИТА ОТ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ИЗЛУЧЕНИЙ
(УФ-, ИНФРАКРАСНОЕ, ЛАЗЕРНОЕ)**

- ▣ Часть электромагнитного спектра с λ от 10...340 000 нм называется оптической областью спектра, которая подразделяется на **инфракрасное излучение** (760...340 000), **видимое излучение** (380...770), **ультрафиолетовую область** – 10...380 нм.

Спектр электромагнитного излучения



Инфракрасное излучение (760 нм – 340 мкм).

- ▣ Подавляющее большинство производственных процессов на предприятиях сопровождается выделением **инфракрасного (теплового) излучения** как оборудованием, так и материалами.
- ▣ **Истинными ИФК-излучателями** являются нагретые поверхности ($> 0^{\circ}\text{C}$) плит, шкафов, печей.
Шкафы пекарные Плиты электрические с жарочным шкафом



Источники ИК-излучения

В зависимости от температуры поверхности можно разделить на **четыре группы:**

- ▣ 1. **С температурой поверхности до 500 °С** (паропроводы, сушила, наружные поверхности печей и др. В спектре излучения этих источников содержатся в основном инфракрасные лучи с длиной волны 3,7...9,3 мкм.
- ▣ 2. **С температурой поверхности от 500 до 1300°С** (открытые проемы нагревательных печей, открытое пламя, нагретые слитки, заготовки, расплавленный чугун)
- ▣ 3. **С температурой поверхности от 1300 до 1800 °С** (расплавленная сталь, открытые проемы плавильных печей и др.) Спектр излучения содержит инфракрасные лучи с 1,2...1,9 мкм и видимые лучи.
- ▣ 4. **С температурой поверхности свыше 1800 °С** (дуговые печи, сварочные аппараты. Спектр излучения таких источников содержит все виды лучистой энергии.

Мощность P излучения, испускаемого нагретым телом, пропорциональна площади излучающего тела A и четвертой степени температуры тела, и определяется по **Закону СТЕФАНА-БОЛЬЦМАНА** (с учетом излучательной способности серого тела):

$$P = \varepsilon \cdot \delta \cdot T^4 \cdot A$$

Одновременно излучающее тело поглощает излучение, испускаемое окружающей средой.

Если излучающее и поглощающее поверхности имеют одинаковую площадь, то закон СТЕФАНА- БОЛЬЦМАНА имеет вид:

$$P = \varepsilon \cdot \delta \cdot (T_1^4 - T_2^4) \cdot A$$

где P - мощность излучения, Вт/м²;

σ — универсальная постоянная Стефана-Больцмана
($5,67032 \cdot 10^{-8} \text{ К}^{-4}$)

ε – излучательная способность тела, например для стали $\varepsilon = 0,67$;

A – площадь излучающей поверхности, м²;

T_1 – температура излучающего тела, К;

T_2 – температура окружающей среды

Для практических расчетов и нормирования определяется интенсивность облучения на рабочем месте (I , Вт/м²).

$$I = \varepsilon \cdot \sigma \cdot T^4$$

Воздействие на организм человека

Эффект теплового действия ИК излучений на человека зависит от длины волны, обуславливающей глубину их проникновения. В связи с этим ИК излучение (согласно классификации Международной комиссии по освещению) подразделяется на **3 поддиапазона:**

Поддиапазоны:

A — коротковолновая область ИФ излучения 760 — 1500 нм (0,76-1,5 мкм).

B — длинноволновая область ИФ 1500 1,5-3 мкм

C — более 3 мкм

В области A ИФ излучение называется коротковолновым и обладает следующими вредными воздействиями :

- ▣ Большая проникающая способность через поверхность кожи.
- ▣ Действие на ЦНС и вегетативную нервную систему, у работников повышается температура тела, учащается дыхание, усиливается потоотделение.
- ▣ Воздействие на органы зрения (возможно помутнение хрусталика).

Интенсивное воздействие коротковолновых ИК-излучений может вызывать **ТЕПЛОВОЙ УДАР – головную боль, помутнение сознания, нарушение координации движений, менингит (поражение мозговых оболочек).**

При длительном пребывании работающего в зоне теплового лучистого потока, как и при длительном воздействии высокой температуры, происходит **РЕЗКОЕ** нарушение теплового баланса в организме, что ведет к **усилению деятельности сердечно-сосудистой системы, дыхательной системы, потоотделению, потери солей в организме.**



Нормирование излучения

Осуществляется по **интенсивности допустимых суммарных потоков** энергии с учетом длины волны, размера облучаемой поверхности, защитных свойств спецодежды и продолжительности воздействия в соответствии с **ГОСТ 12.1.005—88** и **СанПиН 2.2.4.548—96**

Интенсивность теплового излучения от нагретых до темного свечения поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов, материалов и т. д. на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать:

35 Вт/м² при облучении 50 % поверхности тела и более;

70 Вт/м² — при облучении от 25 до 50 %;

100 Вт/м² — при облучении не более 25 % поверхности тела.

Способы защиты от воздействия инфракрасного излучения

Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур, инфракрасного излучения принадлежит технологическим мероприятиям:

- **замена старых** и внедрение **новых** технологических процессов и оборудования, способствующих оздоровлению неблагоприятных условий труда.

СКЗ (средства коллективной защиты)

Санитарно-технических мероприятия:

Локализация тепловыделений, теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование источников рабочих мест; воздушное душирование, радиационное охлаждение, распыление воды; общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха.

Экранирование ИК излучения с применением теплоизомерных материалов

Основным требованием при выборе теплоизоляционного материала — **малый коэффициент теплопроводности** (не более 0,2 Вт/(м·К)) и **температуростойкость**.

Наиболее широкое применение нашли алюминиевая фольга, асбест, минеральная и шлаковая вата, перлитовые изделия, войлок и т. п.

Эффективность защиты от теплового излучения определяется долей задерживаемой теплоты и определяется по формуле: I_1 и I_2 — интенсивности облучения на рабочем месте соответственно до и после установки защитного устройства.

$$\eta = \frac{I_1 - I_2}{I_1} \cdot 100\%$$

Воздушное душирование применяют при воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью $350\text{Вт}/\text{м}^2$ и более.

Осуществляется *свободными и полуограниченными струями*, создаваемыми воздухораспределителями.



Организационные меры

- ▣ **Ограничение по времени** пребывания и организация рационального режима труда и отдыха (дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день, регламентированные перерывы, нормализация водно-солевого баланса в организме человека).
- ▣ **Средства индивидуальной защиты** (согласно ГОСТ 12.4.221—2002).

Костюм теплозащитный



Лицевой щиток



Приборы контроля ИФ

- **Актинометр (1 — 500) Вт/м²** - измеряется интенсивность теплового излучения
- **Радиометры.**
- **Спектрорадиометр, ИК-спектрометры типа ИКС-10, 12,14, Носкова).**
- **Радиометр оптического излучения.**
- **Дозиметр оптического излучения.**

Актинометры



Ультрафиолетовое излучение ($\lambda = 1 — 380$ нм).

По способу генерации относится к тепловому излучению, а по характеру воздействия на вещества к ионизирующим излучениям.

Диапазон разбивается на 3 области:

- ▣ УФ — А (400 — 315 нм)
- ▣ УФ — В (315 — 380 нм)
- ▣ УФ — С (280 — 200 нм)



Биологическое действие УФ-излучения

- ▣ **УФ — А и УФ — В** вызывает изменения в составе крови, кожи, воздействует на нервную систему.
- ▣ **УФ — С** действует на клетки. Вызывает коагуляцию белков. Действуя на слизистую оболочку глаз, приводит к электроофтальмии. Может вызвать помутнение хрусталика.
- ▣ **УФ-излучение** от производственных источников, например, электросварочных дуг, может стать причиной острых и хронических профессиональных поражений. Например, **поражение глаз** – хронический конъюнктивит (светобоязнь, ощущение песка в глазах, эритема кожи лица и век).
- ▣ **Действие УФ-излучения на кожу** проявляется в «старении» эпидермиса, возможны злокачественные новообразования.

Нормирование УФ излучения

- ▣ С учетом оптико-физиологических свойств глаза, а также областей УФ излучений (волновые) **установлены:**
- ▣ **Допустимая плотность потока энергии**, которой обеспечивают защиту поверхности кожи и органов зрения (отношение Е к ед. площади поверхности, м²)
- ▣ Для **УФ-А** не более 10; **УФ-В** не более 0,005; **УФ-С** не более 0,001 [Вт/м²]

Меры защиты от УФИ

- ▣ **Экранирование** источника УФИ.
- ▣ **Экранирование** рабочих.
- ▣ **Специальная окраска** помещений
(серый, желтый,...)
- ▣ **Рациональное расположение** рабочих мест.



Средства индивидуальной защиты

- ▣ **ткани:** хлопок, лен
- ▣ **специальные мази** для защиты кожи
- ▣ **очки** с содержанием свинца
- ▣ **Приборы контроля:** радиометры, дозиметры.



Лазерное излучение ($\lambda = 0,2 - 1000$ мкм)

- ▣ В промышленности все чаще применяется лазерная техника. При работе оптических квантовых генераторов (ОКГ) имеются вредные и опасные факторы: высокое напряжение зарядных устройств, ионизация воздуха, загрязнение воздушной среды при разрядке импульсных ламп накачки (O_3, NO_2, NO), ЭМП, радиочастот, акустический шум.
- ▣ **Основной источник - оптический квантовый генератор (лазер).** Он работает на принципе **индуцированного излучения**, получаемого при оптической накачке (например, воздействием импульсов света) термически неравновесной (активной) среды, в качестве которой служат диэлектрические кристаллы, стекло, газы, полупроводники и плазма.

**ГОСТ 24714-81 "Лазеры. Методы измерения параметров излучения. Общие положения";
ГОСТ 12.1.040-83 "Лазерная безопасность. Общие положения"**



- ▣ **Особенности лазерного излучения** – монохроматичность (общая длина волны); острая направленность пучка; когерентность (колебания происходят в одном направлении в пространстве), **высокая плотность энергии: 10^{10} - 10^{12} Дж/см²**, высокая плотность мощности: 10^{20} - 10^{22} Вт/см².

Виды лазерного излучения:

- ▣ **прямое** (в узком телесном угле); **самое опасное** из-за большой интенсивности, малой расходимости луча, создающей высокую плотность излучения.
- ▣ **рассеянное** (от вещества, через которое проходит лазерный луч);
- ▣ **зеркальное или диффузно отраженное** (от поверхности по всем возможным направлениям)

Биологическое действие 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:**
- ▣ **ближняя 0.75-1,4 мкм**
- ▣ **дальняя свыше 1.4 мкм**
- ▣ **Интенсивность излучения** определяет способность лазера **коагулировать, испарять или рассекать ткани**. Эта величина вычисляется по формуле:

$$p = P/S,$$

- ▣ где p - плотность мощности, (Вт/см²); P - мощность лазерного излучения, (Вт); S - площадь лазерного воздействия (см²).



Вредные воздействия лазерного излучения

- ▣ **термические воздействия (ожог)** преобладают при воздействии непрерывного лазерного облучения, при больших мощностях – испарение ткани.
- ▣ **энергетические воздействия** (большая мощность излучения)
- ▣ **фотохимические воздействия** – из ионов и возбужденных молекул образуются свободные радикалы, обладающие высокой способностью к химическим реакциям.
- ▣ **механическое воздействие** - при воздействии лазерного излучения в импульсном режиме, механизм воздействия связан с преобразованием энергии излучения в энергию механических колебаний)
- ▣ **электрострикция** (деформация молекул в поле лазерного излучения)
- ▣ **образование в пределах клеток микроволнового электромагнитного поля**



- ▣ Обычно различают **локальные** повреждения и **общие повреждения** организма.
- ▣ **Лазерное излучение** представляет опасность для тех тканей, которые непосредственно поглощают ЛИ, в основном, это - **органы зрения**, а также - **кожа**.
- ▣ Особенно опасно воздействие на глаза **импульсного лазерного облучения**.
- ▣ Сочетание механического и термического эффектов ведет к «взрыву» зерен пигмента (меланина). Сила воздействия так велика, что зерна **вбрасываются в стекловидное тело**.

Нормирование лазерного излучения.

СН 23- 92- 81

- ▣ **Нормируемый параметр** — предельно - допустимый уровень лазерного излучения при $\lambda = 0,2-20$ мкм (ПДУ).
- ▣ Регламентируется ПДУ на роговице, сетчатке, коже.
- ▣ **ПДУ** — отношение энергии (Е) излучения, падающей на определенные участки поверхности к площади этого участка [Дж/см²]

ПДУ зависит от:

Для постоянного режима:

- длительности воздействия [сек]
- длины волны лазерного излучения [мкм]

Для импульсного режима:

- продолжительности импульса [сек]
- частоты повторения импульса [Гц]

Меры защиты от воздействия лазерного излучения

Организационные

Рациональная организация режима труда и отдыха, дополнительный отпуск, сокращенный рабочий день

Технические

- **снижение плотности потока;**
- **экранирование:** генератор и лампа накачки заключаются в светонепроницаемый экран; луч лазера ограждается экраном или передается по световоду.

Экраны должны быть огнестойкими, не выделять токсичных веществ при нагреве, сделаны из материалов с **наименьшим коэффициентом отражения.**



Планировочные

- ▣ Помещения для установки лазеров предусматриваются отдельные, специально оборудованные.
- ▣ Установка размещается так, чтобы **луч лазера был направлен на капитальную огнестойкую стену.**
- ▣ **Все поверхности** в помещении должны иметь покрытия или окраску с малым коэффициентом отражения. На рабочих местах помещение и оборудование окрашиваются в **темные матовые тона**, чтобы убрать эффект отражения

Санитарно-гигиенические

- ▣ защитные очки со стеклами из сине-зеленого стекла; черные перчатки для рук и обычная спецодежда.

Для мощных лазерных установок – **ДИСТАНЦИОННОЕ управление**