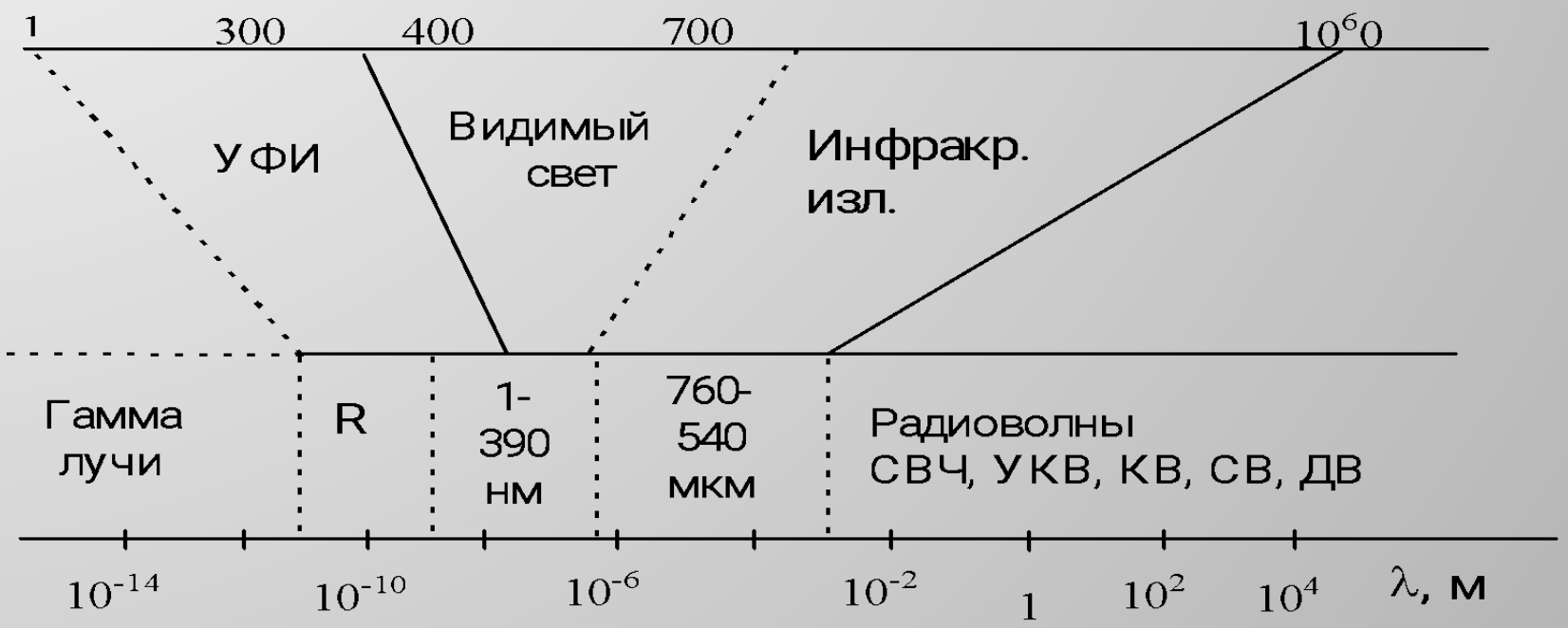
Леган Марина Валерьевна, к.б.н., доцент

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°С) 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 ^{0}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 ^{0}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 ^{0}С (дуговые печи, сварочные аппараты. Спектр излучения таких источников содержит все виды лучистой энергии.**

Мощность Р излучения, испускаемого нагретым телом, пропорциональна площади излучающего тела А 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 поглащающее поверхности имеют одинаковую площадь, то закон СТЕФАНА- БОЛЬЦМАНА имеет вид:

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

где Р - мощность излучения, Вт/м^2;

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

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

А – площадь излучающей поверхности, м^2;

T_1 – температура излучающего тела, К;

T_2 – температура окружающей среды

Для практических расчетов и нормирования определяется интенсивность облучения на рабочем месте (I, вт/м^2).

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

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:

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

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

С — более 3 мкм

В области А 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/м^2 при облучении 50 % поверхности тела и более;

70 Вт/м^2 — при облучении от 25 до 50 %;

100 Вт/м^2 — 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.

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

© Леган М. В. Безопасность жизнедеятельности, НГТУ, 2011

Воздушное душирование применяют при воздействии на работающего теплового облучения интенсивностью 350Вт/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/м^2 - измеряется интенсивность теплового излучения**
- **Радиометры.**
- **Спектрорадиометр, ИК-спектрометры типа ИКС-10, 12,14, Носкова).**
- **Радиометр оптического излучения.**
- **Дозиметр оптического излучения.**

Актинометры

Ультрафиолетовое излучение (λ = 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 электроофтамии. Может вызвать помутнее хрусталика.**
- **УФ-излучение от производственных источников, например, электросварочных дуг, может стать причиной острых и хронических профессиональных поражений. Например, поражение глаз – хронический коньюктивит (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, $м^2$)**
- **Для УФ-А не более 10; УФ-В не более 0,005; УФ-С не более 0,001 [$Вт/м^2$]**

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 (λ = 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 (O3,NO2,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/см^2**, высокая плотность мощности: 10^{20}-10^{22} **Вт/см^2.**

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 **λ = 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/см^2]

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 заключается 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