Вредные производственные факторы. Нормирование. Защита (продолжение)

План лекции

4. Электромагнитные поля
5. Инфракрасное излучение
6. Ультрафиолетовое излучение (УФИ)
7. Лазерное излучение (ЛИ)
8. Ионизирующие излучения
9. Естественное и искусственное освещение

4. Электромагнитные поля

Основные характеристики ЭМП:

- Длина волны λ
- Частота колебаний f
- Скорость распространения ЭМВ c

$$c = \lambda \times f$$

- Вектор напряженности электрического поля E, $В/м$
- Вектор напряженности магнитного поля H, $А/м$
- Плотность потока энергии S

$$S = \frac{P}{4 \times \pi \times R^2}$$

Зоны ЭМП:

1. *Зона индукции I (ближняя зона) - радиус* $R \leq \lambda/2\pi$
2. *Зона интерференции II (промежуточная) - радиус* $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$
3. *Зона излучения III (дальняя) - радиус* $R \geq 2\pi\lambda$

Спектр электромагнитных излучений

Название ЭМИ		Диапазон частот, Гц	Длины волн, м
Статические	Постоянные ЭМП	0	-
Низкочастотные	Крайне- и сверхнизкие	3(10^0...10^2)	10^8... 10^6
	Инфра- и очень низкие, низкие	3(10^2...10^4)	10^6... 10^4
Радиочастотные	Длинные волны (ДВ)	3(10^4...10^5)	10^4... 10^3
	Средние волны (СВ)	3(10^5...10^6)	10^3... 10^2
	Короткие волны (КВ)	3(10^6...10^7)	10^2... 10^1
	Ультракороткие (УКВ)	3(10^7...10^8)	10^1... 10^0
	Микроволны (СВЧ)	3(10^8...10^{11})	10^0... 10^{-3}
Оптические	Инфракрасные	3(10^{11}...10^{14})	10^{-3}... 10-^{6}
	Видимые	3(10^{14})	(0,39…0,76)10^{-6}
	Ультрафиолетовые	3(10^{14}...10^{15})	10^{-6}... 10^{-7}
Ионизирующие	Рентгеновское излучение	3(10^{15}...10^{19})	10^{-7}... 10^{-11}
	Гамма-излучение	3(10^{19}...102^2)	10^{-11}... 10^{-14}

Источники ЭМП

Естественные:

- Атмосферное электричество
- Радиоизлучение Солнца и галактик
- Электрическое и магнитное поля Земли

Искусственные источники

Промышленной частоты (50 Гц):

- ЛЭП
- Высоковольтные установки пром. частоты

Радиочастот:

- радиостанции,
- антенны,
- установки индукционного нагрева,
- исследовательские установки,
- высокочастотные приборы и устройства, используемые в промышленности, в медицине и в быту.

Электростатического поля и электромагнитных излучений в широком диапазоне:

- ПЭВМ
- ВДТ на лучевых трубках

Действие электромагнитных полей от техногенных источников на организм человека

Степень воздействия ЭМП на человека зависит от:

- частоты,
- напряженности электрического и магнитного полей,
- интенсивности потока энергии,
- локализации излучения
- индивидуальных особенностей организма.

Возможные нарушения в организме человека:

- Нарушение функционального состояния нервной системы
- Нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы

Нормирование электромагнитных полей

1. СанПиН 2.2.4.3359-2016 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
2. ГОСТ ССБТ 12.1.002—84 Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах
3. ГОСТ ССБТ 12.1.006—84 — Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля
4. ГОСТ ССБТ 12.1.045-84 Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

Нормирование электромагнитных полей

электростатическое поле

- Допустимая напряженность поля на рабочих местах

$$E = \frac{60}{\sqrt{t}}$$

ЕПДУ - предельное значение напряженности поля, при которой допускается работать

- **в течение часа** ***ЕПДУ*** = 60 кВ/м.
- **в течение рабочей смены** (без специальных мер защиты) ***ЕПДУ*** = 20 кВ/м.

- Допустимое времени работы в электростатическом поле без защитных мер в зависимости от фактической напряженности

$$T_{\text{доп}} = \left(\frac{E_{\text{ПДУ}}}{E_{\text{факт}}}\right)^2$$

Нормирование электромагнитных полей промышленной частоты

Допускается пребывание персонала без специальных средств защиты в течение всего рабочего дня в электрическом поле напряженностью ***до 5 кВ/м***.

В интервале свыше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания определяется по формуле

$$T = \frac{50}{E} - 2$$

При напряженности поля свыше 20 до 25 кВ/м время пребывания персонала в поле не должно превышать 10 мин.

внутри **жилых зданий** $E_{ПДУ}$ = 0,5 кВ/м,
на **территории зоны жилой застройки** $E_{ПДУ}$ =1 кВ/м.

Нормирование электромагнитных полей

постоянных магнитных полей и магнитных полей промышленной частоты

Для **постоянных магнитных полей** в течение рабочей смены при работе с магнитными установками и магнитными материалами $H_{ПДУ}$ = 8 кА/м

Для **магнитных полей промышленной частоты** нормируется предельно допустимая напряженность поля $H_{ПДУ}$ в зависимости от характера воздействия (непрерывного или прерывистого), общего времени T воздействия в течение рабочего дня.

Методы и средства защиты от воздействия ЭМП

1. **Защита временем**
2. **Защита расстоянием**
3. **Уменьшение мощности излучения**
4. **Уменьшение излучения в источнике**
5. **Экранирование (*отражающие и поглощающие экраны*)**
6. **Рациональное размещение оборудования**

5. Инфракрасное излучение

- ***Тепловое излучение*** - перенос теплоты в виде электромагнитных волн с двойным взаимным превращением тепловой энергии в лучистую и обратно.
- Влияние теплового излучения от технологического оборудования на персонал называю ***тепловым облучением.***

5. Инфракрасное излучение

Спектральная характеристика различны х источников излучения

Источники излучения	Температура излучающей поверхности, °С	Диапазон длин волн, мкм	Спектр
Паропроводы, сушила, низкотемпературные печи	До 500	3,7...9,3	Длинные и инфракрасные лучи
Открытые проемы нагревательных печей, открытое пламя, нагретые слитки, заготовки, расплавленный чугун, бронза	500...1300	1,9...3,7	Преимущественно длинные лучи, слабое видимое излучение
Расплавленная сталь, открытые проемы плавильных печей	1300..1800	1,2.1,9	Инфракрасные и видимые лучи
Дуговые печи,	2000...4000	0,8... 1,2	Инфракрасные,

5. Инфракрасное излучение

Действие теплового облучения на организм человека

Факторы воздействия теплового облучения на организм человека:

- интенсивность и продолжительность облучения,
- площадь облученной поверхности организма,
- спектр излучения,
- углом падения лучистой энергии,
- температурой и скоростью движения воздуха,
- категорией выполняемой работы
- защитными свойствами спецодежды

Классификация инфракрасных излучений по характеру воздействия на организм человека

- коротковолновые лучи с длиной волны0 ,7 6 ... 1,5 мкм - *глубоко проникает в ткани и разогревает их, вызывая быструю утомляемость, понижение внимания, усиленное потовыделение, а при длительном облучении - тепловой удар.*
- длинноволновые с длиной волны более 1,5 мкм - *глубоко в ткани не проникают и поглощаются в основном в эпидермисе кожи. Они могут вызвать ожог кожи и глаз.*

Нормирование теплового излучения

- интенсивность теплового облучения Е, Вт/м2 - мощность лучистого потока, приходящегося на единицу облучаемой площади.
- экспозиционная доза (ДОЭ), Вт×ч

$$ДОЭ = E \times S \times т,$$

Доля (%) каждого участка тела при определении облучаемой поверхности тела

- голова и шея - 9,
- грудь и живот - 16,
- спина - 18,
- руки - 18,
- ноги - 39

5. Инфракрасное излучение

Классы условий труда по тепловом у облучению для производственных помещений

Показатель	Класс условий труда					
	допустимый	вредный				Опасный (экстремальный)
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Интенсивность, В т/м 2	140	1500	2000	2500	2800	>2800
Экспозиционная доза, Вт×ч	500	1500	2600	3800	4800	>4800

При этом облучению не должно подвергаться более 25 % поверхности тела и обязательным является использование средств индивидуальной защиты , в том числе средств защиты лица и глаз. С условием, обязательной регламентацией продолжительности непрерывного облучения и пауз

5. Инфракрасное излучение

Методы и средства защиты от тепловых излучений

1. теплоизоляция нагретых поверхностей,
2. экранирование тепловых излучений,
3. применение воздушного душирования
4. применение защитной одежды,
5. организация рационального отдыха в период работы

УФ-излучение – это электромагнитное излучение оптического диапазона с длиной волны λ= 400-100 нм и частотой 10^{13} - 10^{16} Гц.

Области УФИ

1. А – λ = 400-320 нм (длинноволновое - ближнее);
2. В – λ = 320-280 нм (средневолновое - загарная радиация);
3. С – λ = 280-200 нм (коротковолновое - бактерицидная радиация).

Источники УФ-излучения

- солнце,
- любой материал, нагретый до температуры 2500 К, газозарядные,
- флуоресцентные лампы,
- источники температурного (теплового) излучения, эксимерные лазеры.

Действие УФИ на организм человека

- УФИ области А - слабое биологическое действие, вызывающим преимущественно флуоресценцию.
- УФИ области В - вызывает основные изменения в коже (загарное и антирахитическое действие), крови, нервной системе, кровообращении и других органах.
- УФИ области С – обладает бактерицидным действием, вызывают коагуляцию белков

Нормирование интенсивности ультрафиолетового излучения

- СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»
- МУ 5046-89 Профилактическое ультрафиолетовое облучение людей (с применением искусственных источников ультрафиолетового излучения);
- Р 3.5.1904-04 Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздуха в помещениях.;
- МУ 2.3.975-00 Использование ультрафиолетового бактерицидного излучения для обеззараживания воздушной среды помещений организаций пищевой промышленности, общественного питания и торговли продовольственными товарами. Методические указания.

6. УФИ

В Методических указаниях МУ № 5046-89 наряду с перечнем требований к облучательным установкам длительного и кратковременного действия, контролю за УФ-излучением, проектированию и эксплуатации УФ-оборудования установлены нормы УФ-облученности и дозы за сутки в эффективных и энергетических единицах. Параметры УФ-облученности и суточной дозы подразделяются на минимальные, максимальные и рекомендуемые. В качестве одного из требований к облучательным установкам регламентируется диапазон УФ-излучения от 280 до 400 нм. Максимальные уровни УФ-облученности не должны превышать:

- 45мВт/м^2 – от люминесцентных ламп в рабочих помещениях промышленных и общественных зданий, в помещениях детских больниц и санаториев при продолжительности ежесуточного облучения 6-8 ч;
- 16,5 мВт/м^2 – от облучательных установок длительного действия с осветительно-облучательными лампами независимо от времени облучения, вида помещения и возраста облучаемых;
- 7,2 мВт/м^2 – для взрослых и 4,8 мВт/м^2 – для детей от облучательных установок кратковременного действия (в фотариях).

Основные методы и средства защиты от УФ-излучения:

- защитная одежда с длинными рукавами и капюшоном;
- противосолнечные экраны;
- окраска помещений водными составами (меловым и известковым);
- очки со стеклами, содержащими оксид свинца.

7. Лазерное излучение

- **Лазерное излучение** (ЭМИ с частотами от 30×10^{11} до $1{,}5\times10^{15}$ Гц) генерируют оптические квантовые генераторы (ОКГ) — лазеры.
- **Лазерное излучение (ЛИ)** — это узкий нефокусированный или фокусированный световой поток, сосредоточенный в основном в видимой области длин волн, а также в инфракрасной и ультрафиолетовой.

Классификация лазеров :

1-й класс — безопасные — выходное излучение не опасно для глаз;

2-й класс — малоопасные — опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;

3-й класс — среднеопасные — опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи;

4-й класс — высокоопасные — опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Критерии при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения:

- величина мощности (энергии),
- длина волны,
- длительность импульса
- экспозиция облучения.

7. Лазерное излучение

Защитные мероприятия:

- экранирование ОКГ;
- применение телевизионных систем наблюдения за ходом процесса;
- использование дистанционного управления процессом;
- сведение к минимуму отражающих поверхностей оборудования и стенок.

При эксплуатации лазеров должен производиться периодический дозиметрический контроль (не реже одного раза в год).

СИЗ:

- специальные противолазерные очки,
- фильтры,
- защищающие глаза оператора, щитки, маски,
- технологические халаты и перчатки.

8. Ионизирующие излучения

Ионизирующие излучения (ИИ) — излучения, взаимодействие которых со средой приводит к образованию ионов (электрически заряженных частиц) разных знаков из электрически нейтральных атомов и молекул.

Корпускулярные ИИ:

- *альфа (α)*-излучение — поток ядер атомов гелия;
- *бета (β)*-излучение — поток электронов, иногда позитронов («положительных электронов»);
- *нейтронное (n)* излучение — поток нейтронов, возникающий в результате ряда ядерных реакций.

Электромагнитные ИИ:

- *рентгеновское (ν) излучение* — электромагнитные колебания с частотой $3\times10^{17}...3\times10^{21}$ Гц, возникающие при резком торможении электронов в веществе;
- *гамма-излучение* — электромагнитные колебания с частотой 3×10^{22} Гц и более, возникающие при изменении энергетического состояния атомного ядра, при ядерных превращениях или аннигиляции («уничтожении») частиц.

Биологическое действие ИИ

Соматические эффекты

- локальные лучевые повреждения;
- острая лучевая болезнь;
- хроническая лучевая болезнь;
- лейкозы;
- опухоли органов и клеток;
- сокращение продолжительности жизни

Генетические эффекты

- врожденные уродства —в результате мутаций и других нарушений в половых клеточных структурах, ведающих наследственностью.

Облучение источниками ИИ:

- Внутренние
- Внешние

Нормирование ионизирующих излучений

СанПиН 2.6.1.2523-09 "Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009"

Категории облучаемых лиц:

- **категория А** — профессиональные работники, работающие непосредственно с источниками ИИ;
- **категория Б** — лица, которые не работают непосредственно с источниками ИИ, но по условиям проживания или размещения рабочих мест могут подвергаться промышленному облучению;
- третья категория — остальное население.

Основные пределы доз (ПД)

Нормируемые величины	Пределы доз	
	Персонал (группа А)	Население
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые последовательные 5 лет, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год: в хрусталике глаза коже кистях и стопах	 150 мЗв 500 мЗв 500 мЗв	 15 мЗв 50 мЗв

Дозы облучения, как и все остальные допустимые производные уровни персонала группы Б, не должны превышать 1 /4 значений для персонала труппы А.

Принципы обеспечения радиационной безопасности

- — **принцип нормирования** — не превышение допустимых пределов индивидуальных доз облучения граждан от всех источников ионизирующего излучения;
- — **принцип обоснования**—запрещение всех видов деятельности по использованию источников ионизирующего излучения, при которых полученная для человека и общества польза не превышает риск возможного вреда, причиненного дополнительным к естественному радиационному фону облучения;
- — **принцип оптимизации** — поддержание на возможно низком и достижимом уровне с учетом экономических и социальных факторов индивидуальных доз облучения и числа облучаемых лиц при использовании любого источника ионизирующего излучения.

8. Ионизирующие излучения

Защита от ионизирующих излучений

- Уменьшить активность источника ИИ («защита количеством»).
- Использовать в качестве источника излучения нуклид (изотоп) с меньшей энергией («защита мягкостью излучения»),
- Уменьшить время облучения («защита временем»);
- Увеличить расстояние от источника излучения («защита расстоянием»).
- Экранирование («защита экранированием»).
- Защита от внутреннего облучения
- Различные профилактических мероприятий

СИЗ от ИИ :

1) изолирующие пластиковые пневмокостюмы с принудительной подачей воздуха в них;

2) специальная одежда хлопчатобумажная

3) респираторы и шланговые противогазы для защиты органов дыхания;

4) специальная обувь

5) резиновые перчатки и рукавицы из просвинцованной резины с гибкими нарукавниками для защиты рук;

6) пневмошлемы и шапочки (хлопчатобумажные, из просвинцованной резины) для защиты головы;

7) щитки из оргстекла для защиты лица;

8) очки для защиты глаз

- Освещение – это использование световой энергии солнца и искусственных источников света для обеспечения зрительного восприятия окружающего мира

Показатели освещения количественные

Наименование	Обозначение, определяющая формула, размерность	Определение
Световым поток	**Ф (люмен, лм)**	**мощность лучистой энергии, воспринимаемая как свет, оцениваемая по действию на средний человеческий глаз.**
Сила света	$I = \frac{\Phi}{\Omega}$ **(кандела, кд)**	**пространственная плотность светового потока, заключённого в телесном угле Ω, который конической поверхностью ограничивает часть пространства.**
Освещённость	$E = \frac{\Phi}{S}$ **(люкс, лк)**	**поверхностная плотность светового потока, отнесённая к площади S, на которую он распределяется. Величина освещённости задаётся в нормах.**
Яркость	$L = \frac{I_\alpha}{S \cdot \cos\alpha}$ **(кд/м^2) -**	**это отношение силы света, к проекции светящейся поверхности на плоскость, перпендикулярную направлению распространения света.**

Показатели освещения количественные

- В интервале свыше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания определяется по формуле

$$T = \frac{50}{E} - 2$$

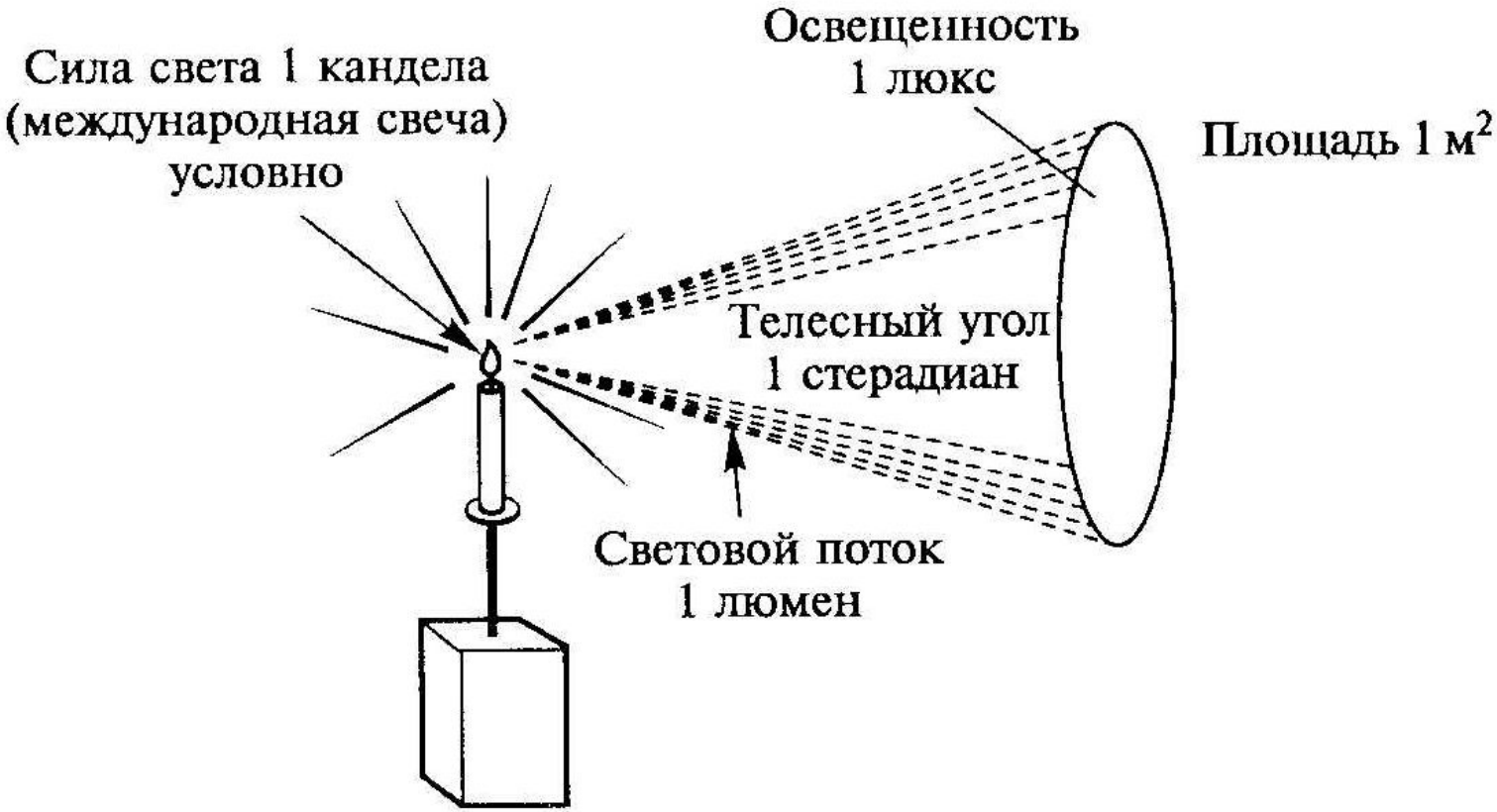


Схема зависимости световых величин

Показатели освещения качественные

Наименование	Обозначение, определяющая формула, размерность	Определение
Фон		*поверхность, непосредственно примыкающая к объекту различения, по отношению к которой он рассматривается.* При ρ > 0,4 фон считается **светлым;** при ρ = 0,2...0,4 – **средним** и при ρ < 0,2 – **темным**.
контраст объекта с фоном	$K = \frac{L_o - L_ф}{L_ф}$	*отношение абсолютной величины разности между яркостью объекта L_o и фона $L_ф$ к яркости фона.*
видимость	$V_д$	*универсальная характеристика качества освещения, которая характеризует способность глаза воспринимать объект.*
коэффициент пульсации		*критерий оценки относительной амплитуды колебаний яркости*

По принципу организации производственное освещение

- Естественное
- Искусственное
- Совмещенное

Естественное освещение по конструктивному исполнению

- Боковое – осуществляется через световые проемы в наружных стенах
- Верхнее – через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания
- Комбинированное – сочетание верхнего и бокового освещения

Искусственное освещение по конструктивному исполнению

- Общее освещение – общее равномерное и общее локализированное
- Комбинированное освещение- к общему освещению добавляется местное

По функциональному назначению искусственное освещение бывает

- Рабочее
- Аварийное
- Охранное
- Дежурное

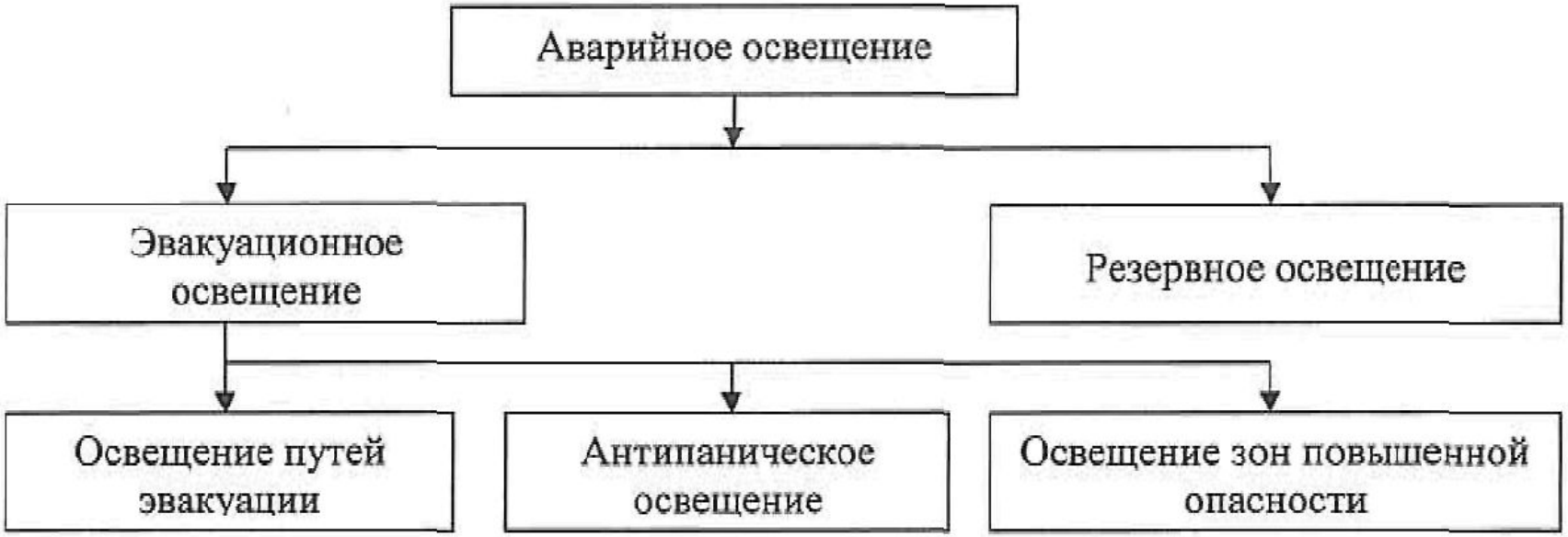


Рисунок 7.1 **— Виды аварийного освещения**

Источники света

Основные характеристики

1. Рабочее напряжение **U** (В) и электрическая мощность **N**(Вт).
2. Световой поток лампы **Ф** (лм).
3. Характеристика спектра излучения.
4. Срок службы лампы **t**, час.
5. Конструктивные параметры (форма колбы лампы, тела накала; наличие и состав газа, заполняющего колбу).
6. Световая отдача или экономичность **φ** (лм/Вт), то есть отношение светового потока к мощности лампы.

$$\varphi = \frac{\Phi}{N}$$

Источники света (продолжение 2)

2. Галогенные лампы накаливания

Наличие в колбе паров йода повышает температуру накала спирали; образующиеся пары вольфрама соединяются с йодом и вновь оседают на вольфрамовую спираль, препятствуя распылению вольфрамовой нити.

Преимущества галогенных ламп: более высокая, чем у ламп накаливания световая отдача (до 40 лм/Вт), срок службы 3000ч, спектр излучения близок к естественному.

3. Газоразрядные лампы

Излучают свет в результате электрических разрядов в парах газов. Слой люминофора преобразует электрические разряды в видимый свет. **Различают газоразрядные лампы низкого (люминесцентные) и высокого давления.**

Люминесцентные лампы (ЛЛ)

Марки ламп: ЛБ - лампа белого света, **ЛД** - лампа дневного света, **ЛТБ** - лампа тёпло-белого света, **ЛХБ** - лампа холодного света, **ЛДЦ** - лампа с улучшенной цветопередачей.

Преимущества ЛЛ: значительная световая отдача (40-80 лм/Вт), большой срок службы (8000ч), спектр излучения близок к естественному свету.

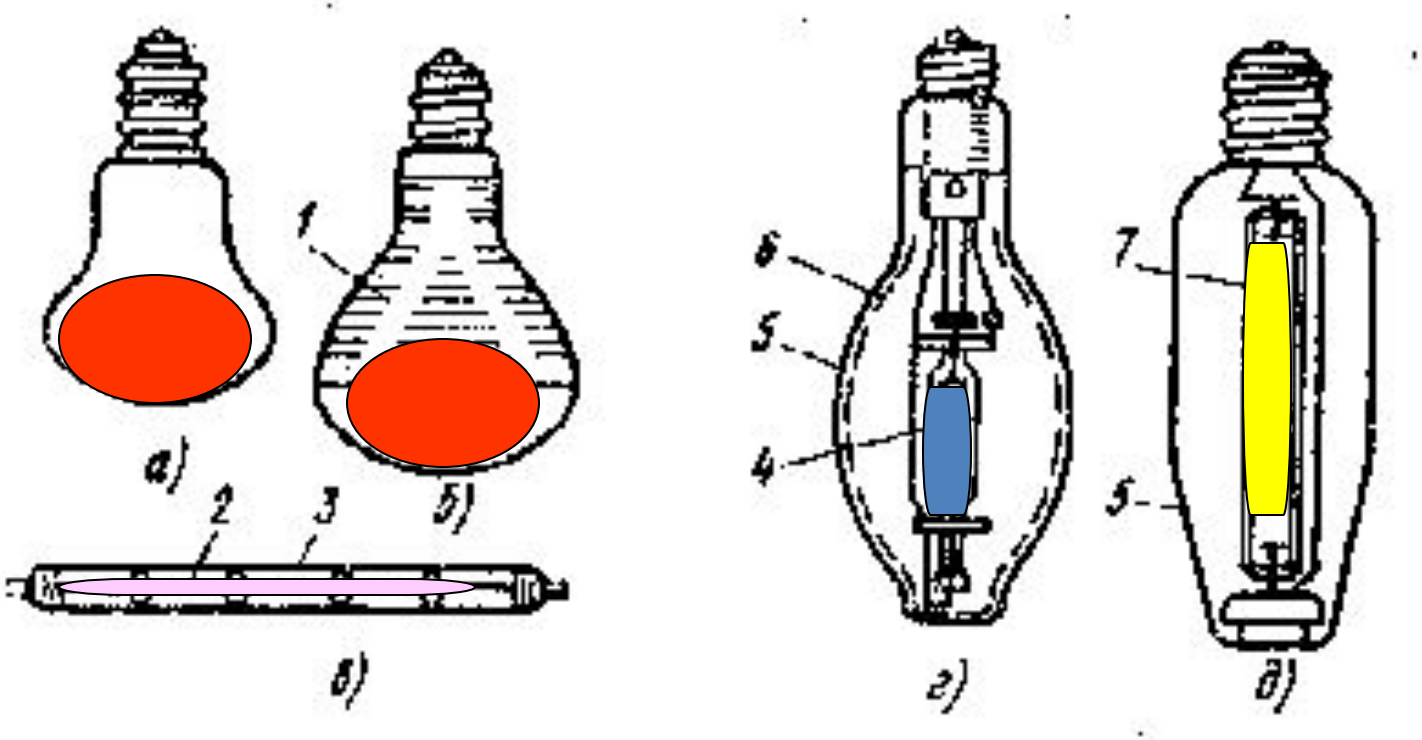
Недостатки ЛЛ: большие габариты, чувствительность к низкой температуре, пульсация светового потока, высокая стоимость.

Газоразрядные лампы высокого давления

Марки ламп: ДРЛ - дуговая ртутная люминесцентная, **ДКсТ** - дуговая ксеноновая трубчатая, **ДНаТ** - дуговая натриевая трубчатая.

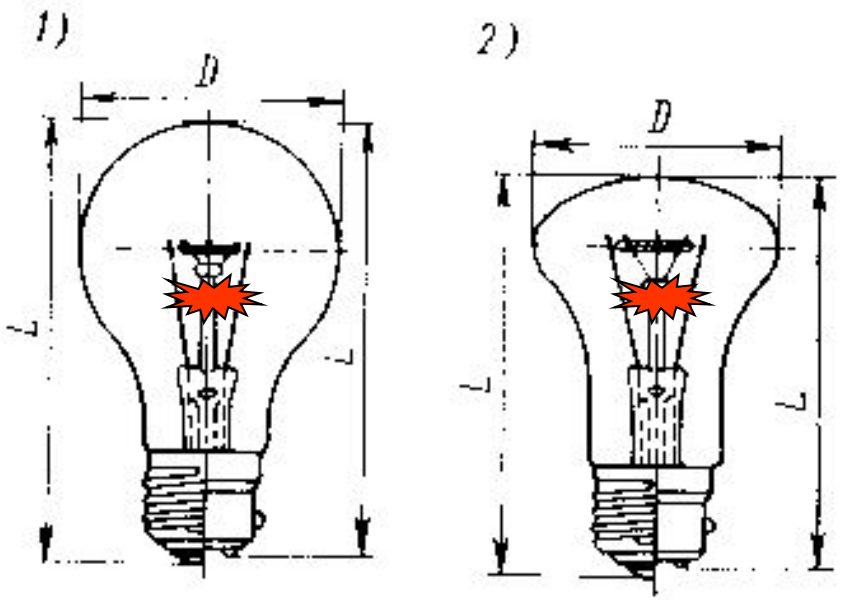
Преимущества: эти лампы работают при любой температуре.

Применение: для открытых площадок и в высоких помещениях.



Некоторые типы ламп (масштабы разные)

а - криптоновая; б - зеркальная; в - галогенная; г - ДРЛ; д - ДНаТ; 1 - отражающий слой; 2 - нить накала; 3 - кварцевая колба; 4 - ртутная кварцевая лампа; 5 - внешняя стеклянная колба; 6 - люминофор; 7 - горелка, заполненная парами натрия.



Лампы накаливания общего назначения

1. **НБ 220 - 100** - накаливания биспиральная, световой поток - 1240 лм, световая отдача - 12,4 лм/Вт;

2. **НБК 220 -100** - накаливания биспиральная криптоновая, световой поток - 1380 лм; световая отдача - 13,8 лм/Вт.

Осветительные приборы

Осветительные приборы включают источник света и арматуру. Их делят на светильники и прожекторы.

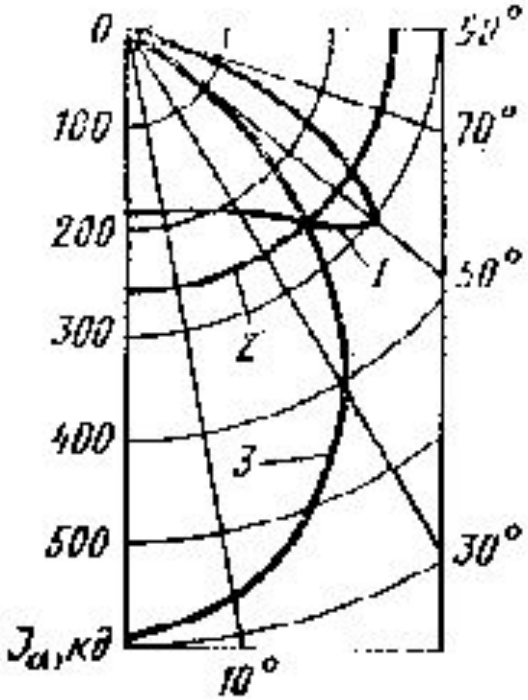
<u>Характеристики светильников:</u> 1 - кривые распределения силы света; 2 - защитный угол (от ослепления), 3 - КПД светильника, как отношение светового потока светильника к световому потоку источника света.

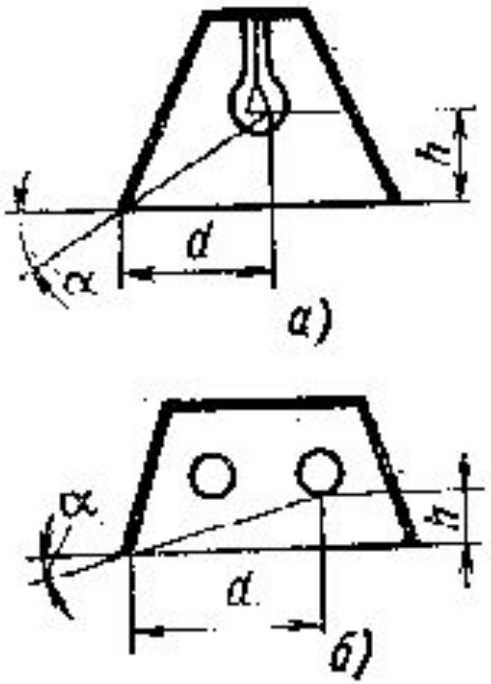
По распределению светового потока светильники делят:

- **прямого света;**
- **преимущественно прямого света;**
- **рассеянного света;**
- **отражённого света.**

По исполнению светильники делят:

- **открытые;**
- **защищённые;**
- **брызгозащищённые;**
- **взрывозащищённые и др.**





Кривые силы света светильника

1 - широкая;

2 - равномерная;

3 - глубокая.

Защитный угол светильника

а - с лампой накаливания

б - с люминесцентными лампой.

Нормирование искусственного освещения

- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- Нормируемые параметры искусственного освещения:
- Освещенность рабочей поверхности
- Показатель ослепленности
- Коэффициент пульсации освещенности