

**ПРОМЫШЛЕННАЯ
САНИТАРИЯ
И ГИГИЕНА ТРУДА**

Гигиена труда

Производственная санитария – система организационных, санитарно-гигиенических мероприятий, технических средств и методов, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих ВПФ, до значений не превышающих допустимые.

Физиология труда

Инженерная психология

Эргономика

Классификация опасных и вредных производственных факторов

Опасные и вредные производственные факторы подразделяются по природе действия на следующие группы:

- физические;
- химические;
- биологические;
- психофизиологические.

Физические опасные и вредные производственные факторы

- движущиеся машины и механизмы;
- подвижные части производственного оборудования;
- передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
- разрушающиеся конструкции;
- обрушивающиеся горные породы;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей среды;
- повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования (материалов);
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень вибрации;
- повышенный уровень инфразвуковых колебаний;
- повышенный уровень ультразвука;
- повышенное или пониженное барометрическое давление в рабочей зоне и его резкое изменение;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;

Физические опасные и вредные производственные факторы

- повышенная или пониженная подвижность воздуха;
- повышенная или пониженная ионизация воздуха;
- повышенный уровень ионизирующих излучений в рабочей зоне;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- повышенная напряженность электрического поля;
- повышенная напряженность магнитного поля;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- пониженная контрастность;
- прямая или отраженная блескость;
- повышение пульсации светового потока;
- повышенный уровень ультрафиолетовой радиации;
- расположение рабочего места на значительной высоте относительно земли (пола).

Химические опасные и вредные производственные факторы

Химические опасные и вредные производственные факторы подразделяются по характеру воздействия на организм человека на:

- токсические;
- раздражающие;
- сенсibiliзирующие;
- канцерогенные;
- мутагенные;
- влияющие на репродуктивную функцию.

Биологические опасные и вредные производственные факторы

Биологические опасные и вредные производственные факторы включают следующие биологические аспекты:

- патогенные микроорганизмы (вирусы, бактерии и т.п.) и продукты их жизнедеятельности;
- макроорганизмы (растения, животные).

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие:

- физические перегрузки;
- нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки подразделяются на:

- статические;
- динамические.

Нервно-психические перегрузки подразделяются на:

- умственное напряжение;
- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- ЭМОЦИОНАЛЬНЫЕ.

Вредные вещества

Вредное вещество – это вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызвать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в последующие сроки жизни настоящего и будущего поколений.

Типы действия

- типы действия вредных веществ:
 - 1) Местное действие
 - 2) Резорбтивное действие
- Типы действия по характеру:
 1. общетоксическое действие;
 2. специфическое действие;
 3. политропное действие

При любой форме отравления характер действия вредного вещества определяется степенью его физиологической активности
— **ТОКСИЧНОСТЬЮ.**

- Все дозы или концентрации ядов, вызывающие тот или иной эффект при воздействии на организм, условно делят на:
- смертельные дозы или концентрации
- не смертельные или эффективные.

Пороговые дозы — наименьшие концентрации или дозы вызывающие тот или иной эффект.

Подпороговая концентрация — максимальная концентрация, не оказывающая вредного действия на организм экспериментальных животных

Показатель	Норма для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1 – 1,0	1,1 – 10	более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	менее 15	15 – 150	151 – 5000	более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	менее 100	100 – 500	501 – 2500	более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	менее 500	500 – 5000	5001 – 50000	более 50000
Порог острого действия, мг/м ³	менее 10	10 – 100	101 – 1000	более 1000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления	более 300	30–300	3,0–29	менее 3,0
Зона острого действия	менее 6,0	6,0 – 18,0	18,1 – 54,0	более 54
Порог хронического действия	менее и равно 1	1,1 – 10,0	10,1 – 100	более 100
Зона хронического действия	более 10	10,0 – 5,0	4,9 – 2,5	менее 2,5
Зона биологического действия	50000	5001–50000	501–5000	менее 500

Предельно допустимые концентрации

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – концентрации, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Классификация вредных веществ по степени воздействия на организм человека

- 1-й класс - вещества *чрезвычайно опасные* (ртуть, свинец и его соединения, озон и др.) ПДК менее 0,1 мг/м³ .
- 2-й класс - вещества *высокоопасные* (оксиды азота, марганец, медь, серная и соляная кислоты, сероводород, сероуглерод, формальдегид, хлор, растворы едких щелочей и др.) ПДК 0,1 – 1,0 мг/м³.
- 3-й класс - вещества *умеренноопасные* (ксилол, спирт метиловый, толуол, фенол, сернистый ангидрид и др.) ПДК 1,1 – 10,0 мг/м³ .
- 4-й класс - вещества *малоопасные* (аммиак, ацетон, бензин, керосин, нафталин, спирт этиловый, оксид углерода и др.) ПДК более 10,0 мг/м³.

Токсический эффект вредных веществ

Токсический эффект вредных веществ неодинаков в отношении:

- пола
- возраста
- индивидуальной чувствительности организма
- характера и тяжести выполняемой работы
- метеорологических условий
- проишествия многих лет и даже десятилетий (отдаленные последствия).
- других производственных факторов

Токсичные свойства вредных веществ

Токсичные свойства определяются большим числом факторов, из которых основными являются:

- физико-химические свойства,
- внешние условия,
- концентрация,
- продолжительность действия на человека,
- растворимость,
- летучесть,
- агрегатное состояние.

Нормирование вредных веществ в воздухе рабочей зоны

- При обосновании **ПДК** вредных веществ в атмосферном воздухе учитываются рефлекторное и резорбтивное действия.
- максимально-разовая ПДК.
- среднесуточные и среднегодовые ПДК.
- Для ряда вредных веществ нормируется **предельно допустимый уровень (ПДУ) загрязнения кожи работающих** — количество вредного вещества для всей поверхности кожного покрова, которое при ежедневной работе (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Способы защиты от действия вредных веществ

- внедрение средств механизации и автоматизации производственных процессов;
- замена вредных веществ на менее вредные или полностью безвредные;
- модернизация технологического оборудования;
- вентиляция производственных помещений;
- установка газоанализаторов для контроля предельно допустимых концентраций вредных веществ;
- светозвуковая сигнализация, оповещающая о наличии опасных концентраций;
- устройство бытовых помещений типа санпропускников с обязательной очисткой спецодежды;
- дегазация помещений;
- использование средств индивидуальной защиты работающих

Противогазы

При работе в условиях загазованности воздушной среды применяются следующие виды противогазов:

- фильтрующие
- изолирующие

Производственная пыль

Производственная пыль – тонкодисперсные частицы, образующиеся при различных производственных процессах и способные длительное время находиться в воздухе во взвешенном состоянии.

Основными источниками образования пыли являются следующие процессы:

- механическое измельчение твердых тел – дробление, размалывание, резание;
- обработка поверхности материала – шлифовка, полировка; транспортировка, перемешивание, упаковка.

Физико-химические свойства пыли:

- Дисперсность
- Электростатическая зарядность.
- Электростатические свойства пыли.
- Способность некоторых видов пыли к самовоспламенению.
- Способность к адсорбции, с последующей десорбцией.
- Способность к рассеиванию, преломлению, отражению света.
- Термоферез.
- Способность к задержке в дыхательных путях

Классификация производственной пыли

В зависимости от происхождения пыль подразделяется на:

- *органическую* - растительная и животная пыль, а также ПЫЛЬ ОТДЕЛЬНЫХ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ;
- *неорганическую* - металлическая, минеральная.
- *смешанную*.

Пыль по степени ее измельчения (дисперсности) делят на группы:

- *видимую*, с размером частиц более 50 мкм;
- *микроскопическую* – 10 – 50 мкм;
- *ультрамикроскопическую* – менее 10 мкм.

По вредности пыль может быть:

- *инертной* (сажа, сахарная пыль и др.) - состоит из веществ, не оказывающих токсического воздействия на организм человека;
- *агрессивной* (пыль свинца, мышьяка и др.) - обладает токсическими свойствами

Пути проникновения пыли в организм человека

- через органы дыхания;
- через желудочно-кишечный тракт;
- через кожу.

Гигиеническое нормирование запыленности воздуха

При гигиенической оценке загрязнения воздуха пылью учитываются следующие показатели:

- количество пыли мг/м³ (весовой и счетный методы);
- дисперсный состав пыли;
- физико-химические свойства пыли (морфологическое строение, химический состав, электрическое состояние).

Средства защиты от действия пыли

- максимальная механизация и автоматизация производственных процессов;
- применение герметичного оборудования, герметичных устройств для транспорта пылящих материалов;
- использование увлажненных сыпучих материалов;
- применение эффективных аспирационных установок;
- тщательная и систематическая пылеуборка помещений с помощью вакуумных установок;
- очистка от пыли вентиляционного воздуха при его подаче в помещения и выбросе в атмосферу;
- применение в качестве индивидуальных средств защиты от пыли респираторов (лепестковых, шланговых и др.), очков и противопыльной спецодежды

Вентиляция

- По способу побуждения:
 - С механическим побуждением (применение вентиляторов, воздуходувок, компрессоров)
 - С естественным побуждением (действие ветра и разных плотностей ветра).
- По степени охвата помещения
 - общая (вытяжная и приточная);
 - местная (вытяжная и приточная).

Метеорологические условия (микроклимат) воздуха рабочей зоны

Метеорологические условия производственной среды – температура, относительная влажность и скорость движения воздуха определяют интенсивность теплообмена между организмом человека и окружающей средой и оказывают существенное влияние на функциональное состояние различных систем организма, самочувствие, работоспособность, производительность труда, здоровье.

Микроклимат производственных помещений – метеорологические условия внутренней среды этих помещений, которые определяются действующими на организм человека сочетаниями температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Показатели, характеризующие микроклимат производственных помещений

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

Оптимальные и допустимые показатели микроклимата

Оптимальные микроклиматические условия – сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают сохранение нормального теплового состояния организма без напряжения механизмов терморегуляции. Они обеспечивают ощущение теплового комфорта и создают предпосылки для высокого уровня работоспособности.

Допустимые микроклиматические условия – сочетание количественных показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека могут вызывать преходящие и быстро нормализующиеся изменения теплового состояния организма, сопровождающиеся напряжением мышц терморегуляции, не выходящим за пределы физиологических приспособительных возможностей. При этом не возникает повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут наблюдаться дискомфортные теплоощущения, ухудшение самочувствия и понижение работоспособности.

Микроклимат производственных помещений СанПиН № 9-80-98 «Гигиенические требования к параметрам микроклимата производственных помещений»

Параметры микроклимата помещений зависят от:

- избытков явного тепла в помещении (характера тепловыделений);
- периода года (акклиматизации организма);
- интенсивности выполняемых работ (степени тяжести, энергозатрат).

Параметры микроклимата устанавливаются на два периода года:

- теплый
- холодный

Категория работ – разграничение работ по тяжести на основе общих энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

Различают:

- легкие физические работы (категория I);
- средней тяжести физические работы (категория II);
- тяжелые физические работы (категория III).

Легкие физические работы

Легкие физические работы (категория I) – виды деятельности с расходом энергии не более 150 ккал/ч (174 Вт).

Различают легкие физические работы:

- категории Ia – энергозатраты до 120 ккал/ч (139 Вт);
- категории Ib – энергозатраты от 121 до 150 ккал/ч (140 – 174 Вт).

Средней тяжести физические работы

Средней тяжести физические работы (категория II) – виды деятельности с расходом энергии в пределах 151 – 250 ккал/ч (175 – 290 Вт).

Различают физические работы средней тяжести:

- категории IIа – энергозатраты 151 – 200 ккал/ч (175 – 232 Вт);
- категории IIб – энергозатраты 201 – 250 ккал/ч (233 – 290 Вт).

Тяжелые физические работы

Тяжелые физические работы (категория III) – виды деятельности с расходом энергии более 250 ккал/ч (290 Вт).

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (температура)

При благоприятных сочетаниях параметров микроклимата человек испытывает состояние теплового комфорта, что является важным условием высокой производительности труда и предупреждения заболеваний.

Значительное отклонение микроклимата рабочей зоны от оптимального может быть причиной ряда физиологических нарушений в организме работающих, привести к резкому снижению работоспособности и даже к профессиональным заболеваниям.

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (температура)

При температуре воздуха более 30 °С и значительном тепловом излучении от нагретых поверхностей наступает нарушение терморегуляции организма, что может привести к :

- перегрев
- тепловой удар
- солнечный удар
- судорожная болезнь
- профессиональная катаракта

Длительное и сильное воздействие низких температур может вызвать различные неблагоприятные изменения в организме человека:

- местное и общее охлаждение организма
- отморожение
- обморожение
- смерть

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (влажность)

Абсолютная влажность (A) – это масса водяных паров, содержащихся в данный момент в определенном объеме воздуха.

Максимальная (M) – максимально возможное содержание водяных паров в воздухе при данной температуре (состояние насыщения).

Относительная влажность (B) определяется отношением абсолютной влажности A к максимальной M и выражается в %

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (влажность)

Оптимальной является относительная влажность в пределах
40 – 60 %.

Повышенная влажность воздуха (более 75 – 85%) в сочетании с низкими температурами оказывает значительное охлаждающее действие, а в сочетании с высокими способствует перегреванию организма.

Относительная влажность менее 25 % также неблагоприятна для человека, так как приводит к высыханию слизистых оболочек и снижению защитной деятельности верхних дыхательных путей.

Классификация производственных помещений в зависимости от относительной влажности

- **сухие** – относительная влажность не превышает 60 %;
- **влажные** – относительная влажность от 60 до 75 %;
- **сырые** – относительная влажность более 75 %;
- **особо сырые** – относительная влажность приближается к 100 %.

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (подвижность воздуха)

Человек начинает ощущать движение воздуха при его скорости примерно 0,1 м/с.

Легкое движение воздуха при обычных температурах способствует хорошему самочувствию.

Большая скорость движения воздуха, особенно в условиях низких температур, вызывает увеличение теплопотерь и ведет к сильному охлаждению организма.

Особенно неблагоприятно действует сильное движение воздуха при работах на открытом воздухе в зимних условиях.

Способы нормализации микроклимата производственных помещений

- механизация и автоматизация тяжелых и трудоемких работ;
- дистанционное управление теплоизлучающими процессами и аппаратами;
- рациональное размещение и теплоизоляция оборудования, аппаратов, коммуникаций и других источников, излучающих на рабочем месте конвекционное и лучистое тепло;
- рациональные объемно-планировочные и конструктивные решения производственных зданий;
- внедрение более рациональных технологических процессов и оборудования;
- рационализация режимов труда и отдыха;
- использование средств индивидуальной защиты.

Аэроионизация воздуха

Техногенная аэроионизация - воздействием на воздушную среду радиоактивного, рентгеновского, ультрафиолетового излучений, термоэмиссии, фотоэффекта, наличия высоких уровней электрического напряжения в производственном оборудовании и других технологических процессов.

Нормируемые показатели уровней аэроионизации

Концентрация аэроионов,

Коэффициент униполярности.

В воздушной среде устанавливаются регламентированные показатели ионизации:

- максимально необходимый уровень;
- оптимальный уровень;
- максимально допустимый уровень;
- показатель полярности.

Оценка уровня аэроионизации воздушной среды производится в помещениях:

1. замкнутых, с искусственной средой обитания;
2. в отделке и оснащении которых используются синтетические материалы или покрытия, способные накапливать электростатический заряд;
3. в которых эксплуатируется оборудование, способное создавать электростатические поля.
4. оснащенных системами принудительной вентиляции, очистки и (или) кондиционирования воздуха;
5. в которых осуществляются технологические процессы плавки или сварки металлов;
6. в которых эксплуатируются рентгеновские установки, диагностическое и другое медицинское оборудование, способное изменить ионный состав воздуха;
7. в которых эксплуатируется технологическое оборудование по производству полимерных, пленочных и листовых материалов.

СанПиН «Гигиенические требования к аэроионному составу воздуха производственных и общественных помещений» от 2010 № 104

Уровни	Число ионов в 1 см ³ воздуха		П
	n+	n-	
Минимально необходимый	400	600	-0,2
Оптимальный	1500 – 3000	3000 – 5000	от -0,5 до 0
Максимально допустимый	50000	50000	от -0,05 до +0,05

Инфракрасное излучение

- Производственные источники лучистой теплоты по характеру излучения можно разделить группы:
 - первая группа - с температурой излучающей поверхности до 500°C (наружная поверхность печей и др) = инфракрасные лучи с длиной волны 1,9-3,7 мкм;
 - вторая группа - с температурой до 1800°C (расплавленная сталь и др.) = инфракрасные лучи вплоть до коротких.
 - третья группа - с температурой выше 1800°C (пламя электродуговых печей, сварочных аппаратов и др) = ультрафиолетовые лучи.

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (тепловое излучение)

Тепловое воздействие облучения на организм человека зависит от:

- длины волны
- интенсивности потока излучения
- величины облучаемого участка тела
- длительности облучения
- угла падения лучей
- вида одежды человека

Влияние неблагоприятных метеорологических условий на организм человека (тепловое излучение)

Наибольшей проникающей способностью обладают лучи видимого спектра и короткие инфракрасные лучи.

При длинноволновом ИК-излучении повышается температура поверхности тела, а при коротковолновом — изменяется температура лёгких, головного мозга, почек и некоторых других органов человека

Воздействие инфракрасного излучения может быть:

- общим;
- локальным.

Допустимый для человека уровень интенсивности теплового облучения на рабочих местах составляет 0,35 кВт/м².

Неблагоприятные проявления и заболевания, связанные с воздействием повышенного ИК-излучения

Острая гипертермия — характеризуется повышением температуры тела до 38-40°С

Тепловой удар

Тепловой отек

Нормирование интенсивности инфракрасного излучения

Интенсивность теплового облучения работающих от нагретых поверхностей технологического оборудования, осветительных приборов на постоянных и непостоянных рабочих местах не должна превышать 35 Вт/м², при облучении 50 % поверхности тела и более; 70 Вт/м² – при величине облучаемой поверхности от 25 до 50 % и 100 Вт/м² – при облучении не более 25 % поверхности тела.

УФ- ЭМИ оптического диапазона с длиной волны от 0,00136 до 0,4 мкм

- УФИ по спектру:
 1. Длинноволновое (400-320 нм);
 2. Средневолновое (320-280 нм);
 3. Коротковолновое (280-200 нм).

Для биологической оценки используют следующие показатели:

- Эритемное действие, (эр) – величина характеризующая действие УФИ благоприятное на чел.;
- Эритемная освещенность, эр/м²;
- Доза излучения, эр·ч/м² .

Нормирование СН 4533-88

Площадь до 0,2 м² с общим временем облучения не более 60 мин:

- А 50 Вт/м²;
- В 0,05 Вт/м²;
- С 0,001 Вт/м²;

Площадь > 0,2 м² с общим временем облучения не 50% рабочей смены:

- А 10 Вт/м²;
- В 0,01 Вт/м²;

Мероприятия по защите

- Защита расстоянием;
- Экранирование;
- Рациональное расположение рабочих мест;
- Использование СИЗ;
- Специальная окраска помещений.

Освещенность рабочих помещений

Под *производственным освещением* понимают систему устройств и мер, обеспечивающих благоприятную работу зрения человека и исключаящую вредное и опасное влияние на него в процессе труда.

Производственное освещение характеризуется следующими показателями:

- **количественными:**

- световой поток,
- сила света,
- освещенность,
- яркость,
- коэффициент отражения;

- **качественными:**

- объект различения,
- фон, контраст объекта с фоном,
- видимость,
- показатель ослепленности,
- коэффициент пульсации освещенности.

Виды освещения

В зависимости от источника света различают:

- *Естественное освещение* — это освещение помещения светом неба (прямым или отраженным), проникающим через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях;
- *Искусственное освещение* — создается электрическими лампами, светильниками, установленными в помещении;
- *Смешанное освещение* — представляет собой сочетание естественного и искусственного освещения.

Естественное освещение

Естественное освещение обеспечивается солнцем и рассеянным светом небосвода, проникающим и через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях.

Естественное освещение подразделяется на:

- *боковое* - через световые проемы в наружных стенах;
- *верхнее* - через фонари, световые проемы в стенах в местах перепада высот здания.
- *комбинированное* - сочетание верхнего и бокового естественного освещения.

Искусственное освещение

Искусственное освещение создается искусственными источниками света (лампами накаливания или газоразрядными лампами).

Искусственное освещение бывает:

- общее (равномерное, локализованное);
- комбинированное

Искусственное освещение подразделяется на:

- рабочее;
- эвакуационное (аварийное);
- охранное;
- дежурное.

Общие принципы освещенности производственных помещений:

- достаточная и постоянная во времени освещенность поверхностей;
- необходимое распределение яркостей в окружающем пространстве;
- отсутствие слепящего действия источника света;
- благоприятный спектральный состав;
- правильное направление светового потока;
- экономичность.

Освещенность рабочих помещений

При выборе требуемого уровня освещенности рабочего места сначала устанавливается

разряд (характер) выполняемой зрительной работы.

В соответствии с **СНБ 2.04.05-98** все зрительные работы, проводимые в производственных помещениях, делятся на **8 разрядов** в зависимости от размера объекта различения и условий зрительной работы.

Табл. - Разряд зрительной работы рабочих мест, расположенных
вне здания

Разряд зрительной работы	Отношения минимального размера объекта различения к расстоянию от этого объекта до глаз работающего	Минимальная освещённость в горизонтальной плоскости, лк
IX	Менее $0,5 \cdot 10^{-2}$	50
X	От $0,5 \cdot 10^{-2}$ до $1 \cdot 10^{-2}$	30
XI	Свыше $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^{-2}$	20
XII	Свыше $2 \cdot 10^{-2}$ до $5 \cdot 10^{-2}$	10
XIII	Свыше $5 \cdot 10^{-2}$ до $10 \cdot 10^{-2}$	5
XIV	Свыше $10 \cdot 10^{-2}$	2

Нормирование естественного освещения

Нормирование естественного освещения осуществляется с помощью коэффициента естественной освещенности КЕО, %.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) e определяется как отношение освещенности естественным светом какой-либо точки внутри помещения к значению наружной освещенности горизонтальной поверхности, освещаемой диффузным светом полностью открытого небосвода (не прямым солнечным светом), %:

$$e = (E_{вн}/E_{нар}) \cdot 100 \%,$$

где $E_{вн}$ – освещенность какой-либо точки внутри помещения;

$E_{нар}$ – освещенность точки вне помещения.

Расчет естественного освещения

Расчет естественного освещения заключается в *определении площади световых проемов (окон и фонарей) в соответствии с нормированным значением КЕО.*

Для зданий, расположенных в различных районах местности, нормированные значения КЕО или e_N определяют по формуле:

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

где e_H – значения КЕО, приведенные в табл. СНБ 2.04.05-98;

m_N – коэффициент светового климата для соответствующего номера группы районов;

N – номер группы административного района стран СНГ по ресурсам светового климата.

Нормирование искусственного освещения

Нормирование искусственного освещения осуществляется в соответствии с СНБ 2.04.05-98 и оценивается непосредственно по освещенности рабочей поверхности E , лк.

Тип источника освещения (ИО)	Принцип действия	Срок службы, ч	Преимущества использования	Недостатки при использовании
Лампы накаливания Типы: вакуумные (В), газонаполненные (Г) (наполнитель смесь аргона и азота), биспиральные (Б), с криптоновым наполнением (К).	свечение возникает в результате нагрева вольфрамовой нити до высокой температуры.	800-1000	<ul style="list-style-type: none"> – просты в изготовлении; – удобны в эксплуатации; – не требуют дополнительных устройств для включения в сеть. 	<ul style="list-style-type: none"> – непрерывный спектр, с преобладанием желтых и красных лучей, что искажает цветовосприятие; – малая световая отдача от 7 до 20 лм/Вт; – неэкономичность; – небольшой срок работы; – значительная температура нагрева поверхности
Галогенные лампы Типы: Обозначение ламп накаливания общего назначения состоит из букв (от 1 до 4): В – вакуумная, Г – газонаполненная; Б – биспиральная и тд.	содержат в колбе пары того или иного галогена (например, иода), который повышает температуру накала нити и практически исключает испарение.	до 3000	<ul style="list-style-type: none"> – простотой их устройства и надежностью в эксплуатации. 	<ul style="list-style-type: none"> – низкая светоотдача (до 30 лм/Вт).
Газоразрядные лампы Типы: Люминисцентные и люминисцентные высокого давления.	излучают свет в результате электрических разрядов в парах газа, слой светящегося вещества—люминофора, трансформирует электрические разряды в видимый свет.	до 14000	<ul style="list-style-type: none"> – светоотдача (40 – 110 лм/Вт); – спектр практически любого спектрального диапазона: красный, зеленый, желтый и т.д.; – спектральный состав света близок к солнечному; – низкая потребляемая мощность; – сложная схема включения. 	<ul style="list-style-type: none"> – пульсация светового потока (искажение зрительное восприятие и отрицательное влияние на зрение); – длительность их разгорания; – зависимость работоспособности от температуры окружающей среды, создания радиопомех; – возможность возникновения стробоскопического эффекта (заключается в неправильном восприятии скорости направления движения предметов).

- При выборе нормы освещённости, кроме характера (разряда) зрительной работы, необходимо ещё **учесть контраст объекта различения с фоном и характеристику фона**, на котором рассматривается этот объект, т.е. определить **подразряд** зрительной работы (а, б, в, или г).

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения, мм	Разряд зрительной работы	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Характеристика фона	Искусственное освещение					Естественное освещение	Совмещенное освещение		
						освещенность, лк			сочетание нормируемых величин показателя ослепленности и коэффициента пульсации		КЕО, ед, %			
						при системе комбинированного освещения		при системе общего освещения			при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении	при верхнем или комбинированном освещении	при боковом освещении
						всего	в том числе от общего		Р	Кн, %				
								7			8	9	10	11
Наивысшей точности	Менее 0,15	I	а	Малый	Темный	5000	500	-	20	10	-	-	6,0	2,0
						4500	500	-	10	10				
			б	Малый Средний	Средний Темный	4000	400	1250	20	10				
						3500	400	1000	10	10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2500	300	750	20	10				
						2000	200	600	10	10				
			г	Средний Большой	Светлый Средний	1500	200	400	20	10				
						1250	200	300	10	10				
Очень высокой точности	От 0,15 до 0,30	II	а	Малый	Темный	4000	400	-	20	10	-	-	4,2	1,5
						3500	400	-	10	10				
			б	Малый Средний	Средний Темный	3000	300	750	20	10				
						2500	200	600	10	10				
			в	Малый Средний Большой	Светлый Средний Темный	2000	200	500	20	10				
						1500	200	400	10	10				
			г	Средний Большой	Светлый Средний	1000	200	300	20	10				
						750	200	200	10	10				
а	Малый	Темный	2000	200	500	40	15							
			1500	200	400	20	15							

Методы расчета искусственного освещения

- метод светового потока;
- точечный метод.

Метод светового потока

Метод светового потока предназначен для расчета общего равномерного освещения горизонтальных поверхностей.

Световой поток лампы Φ_l , лм, рассчитывают по формуле:

$$\Phi_l = E_n \cdot K \cdot S \cdot z / N \cdot \eta$$

где E_n – нормированная минимальная освещенность, лк;

S – площадь освещаемого помещения, м²;

K – коэффициент запаса;

z – коэффициент минимальной освещенности (для ламп накаливания $z = 1,15$, для люминесцентных ламп $z = 1,1$);

N – число светильников в помещении;

η – коэффициент использования светового потока лампы,

Метод светового потока

Коэффициент вычислен в зависимости от показателя помещения i , коэффициентов отражения стен, потолка и рабочей поверхности и определяется по табл. СНБ 2.04.05-98:

$$i = AB / H_p \cdot (A + B)$$

где A – длина помещения, м;

B – ширина помещения, м;

H_p – расчетная высота подвеса светильников над рабочей поверхностью, м;

$$H_p = h - H_0$$

где h – высота подвеса светильников;

H_0 – высота рабочей поверхности.

Метод светового потока

При равномерном распределении светильников по всей площади помещения число светильников N определяют по формуле:

$$N = Sn/L^2$$

где Sn – площадь помещения, м²;

L – расстояние между светильниками, м.

По полученному в результате расчета световому потоку лампы подбирают ближайшую стандартную лампу и определяют электрическую мощность всей осветительной системы.

Отклонение светового потока выбранной лампы от расчетного допускается не более чем на $-10 - +20$ %.

Если такое приближение не реализуется, то корректируется число светильников.

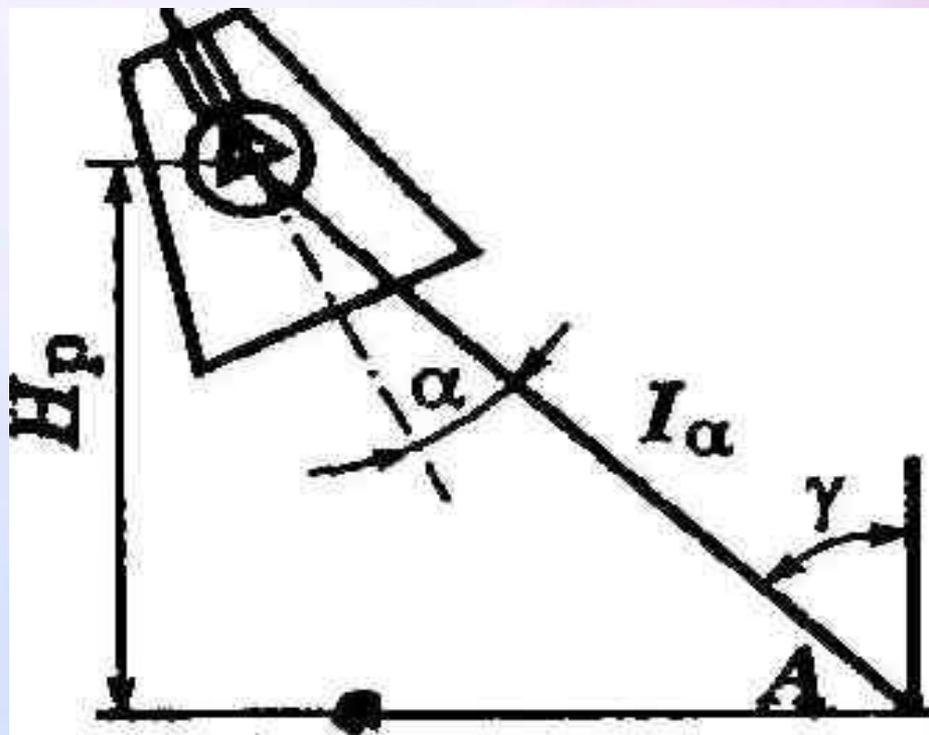
Точечный метод

В основу **точечного метода** положена формула

где I_a - сила света в направлении от источника света к расчетной точке A рабочей поверхности, кд

γ – угол между нормалью к рабочей поверхности и направлением светового потока от источника.

Схема расчета точечным методом



Точечный метод

При необходимости расчета в точке освещенности, создаваемой несколькими светильниками, подсчитывают освещенность от каждого из них, а затем полученные значения складывают.

Должно выполняться условие $E_n < E_\Sigma$.

Влияние освещенности рабочих поверхностей на производительность труда

- при плохом освещении человек быстро устает, работает менее продуктивно, возрастает потенциальная опасность ошибочных действий и несчастных случаев;
- плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (например, близорукости);
- у лиц, которые по характеру работы частично или полностью лишены естественного света, может возникнуть «световое голодание»;
- недостаточная освещенность рабочей зоны может явиться причиной травматизма в результате плохо освещенных опасных зон.
- неправильная эксплуатация осветительных установок в зданиях с пожаро- и взрывоопасными условиями, могут привести к пожару, взрыву и несчастным случаям.
- загрязнение остекленных поверхностей световых проемов, а также загрязнение стен и потолков значительно снижает уровень освещенности.
- пульсация яркости рабочих поверхностей вызывает зрительное утомление и снижает производительность труда.
- освещение не должно создавать блескостности (чрезмерно слепящей яркости)