

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ДИЗАЙНА»**

---

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ**

**С.В. Анискин**

**БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Часть 1. Оценка безопасности на рабочем месте**

**Учебное пособие**

**Санкт-Петербург**

**2019**

УДК 331.45(075)  
ББК 65.9(2)248я7  
А674

Анискин С.В. Безопасность жизнедеятельности. Часть 1. Оценка безопасности на рабочем месте: учебное пособие / ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб., 2019. -58 с.

В учебном пособии изложены теоретические основы и практические способы оценки безопасности на рабочем месте, необходимые для курса лекций и лабораторных работ учебной дисциплины «Безопасность жизнедеятельности».

Учебное пособие предназначено для студентов всех направлений, специальностей, компетенций и форм обучения, составлено в соответствии с программой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и может быть использовано для теоретической и практической подготовки студентов, а также их самостоятельной работы и повышения квалификации руководителей производства первичных подразделений.

Рецензенты:

профессор РГПУ им. А.И. Герцена,  
действительный член, академик МАНЭБ  
д-р геогр. наук Д.М. Белов

доцент ВШТЭ СПбГУПТД  
канд. техн. наук В.А. Кучмин

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД в качестве учебного пособия.

© Высшая школа технологии и  
энергетики СПбГУПТД, 2019

© Анискин С.В., 2019

# ЧАСТЬ 1

## Оценка безопасности на рабочем месте

### 1. Общее представление о науке безопасности жизнедеятельности и её задачах

Науки бывают фундаментальными и прикладными. *Безопасность жизнедеятельности (БЖД) является прикладной наукой о средствах и методах безопасной деятельности людей.* Она имеет непосредственное отношение к практике и направлена на решение конкретных задач, для чего используются все фундаментальные области знания, и в первую очередь такие, как физика и биология.

Задачи безопасности возникают вследствие взаимодействия человека с окружающей средой. Схема этого взаимодействия представлена на рис.1.

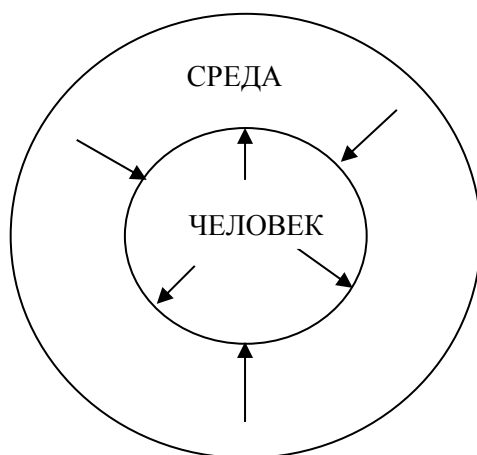


Рис. 1. Схема взаимодействия человека с окружающей средой

Из схемы следует, что опасность для человека может возникать в двух случаях: 1 - при воздействии среды на человека, 2 - при воздействии человека на окружающую среду.

Описание механизмов воздействия среды широко представлено в фундаментальных науках. Например, в науке о сопротивлении материалов, где решаются задачи прочности зданий, сооружений и конструкций. В

термодинамике и теплофизике даётся представление о тепловом воздействии; в акустике и механике – о воздействии шума и вибрации; в токсикологии – о воздействии отравляющих веществ; в фотометрии – о воздействии освещения; в электричестве – о воздействии электрического тока; в ядерной физике - о воздействии ионизирующего излучения. Задачи опасного воздействия внешней среды на человека решаются на стыке наук с участием физиологов.

Во внешней среде существует множество различных источников опасности, которые могут одновременно воздействовать на каждое рабочее место. По этой причине исследуется как влияние отдельных источников, так и их совместное воздействие с учётом особенностей производственного предприятия. Результаты исследований представлены в монографиях, учебниках по охране труда и безопасности жизнедеятельности для различных отраслей промышленности.

Для обеспечения безопасности персонала на производстве возводятся здания, строятся системы отопления и вентиляции, системы освещения, безопасного электропитания и многое другое. В настоящее время большую часть стоимости предприятия составляют системы, обеспечивающие безопасность персонала.

Опасность воздействия человека на окружающую среду заключается в изменении её свойств, которое может приводить к возникновению новых источников опасности или увеличению интенсивности имеющихся. Например, воздействие среды изменяется при перемещении персонала внутри производственного помещения или при нарушении технологических операций. Такого рода опасности называют «человеческий фактор». Для решения задач снижения опасности человеческого фактора недостаточно применения технических средств. Основным способом решения является разработка правил поведения персонала на рабочем месте, которые называют правилами техники безопасности.

В данном курсе лекций рассматривается только опасность внешнего воздействия окружающей среды на персонал. Опасные источники воздействия внешней среды можно разделить на две категории. Те, которые человек не ощущает собственными органами, и те, которые человек ощущает. Результаты исследования ощущений человека представлены в психофизике и психофизиологии.

## 2. Закон Вебера – Фехнера

**Эрнст Генрих Вебер** — немецкий психофизиолог и анатом, брат физика Вильгельма Вебера.

*Вебер определил закон, что наименьшее, едва заметное различие в ощущении интенсивности физических воздействий на человека изменяется прямо пропорционально величине этого воздействия.*

$$\Delta I = kI, \quad (1)$$

где  $\Delta I$  - едва заметное различие в ощущении интенсивности физического воздействия на человека,  $I$  – интенсивность физического воздействия,  $k$  – константа.

Величина константы  $k$  составляет для изменения тона – 0,003, яркости – (0,02 – 0,08), веса – 0,02, длины линий – 0,03. Ощущения человека достаточно детальны, поэтому  $\Delta I \ll I$ . Запишем закон Вебера в виде конечной разности.

$$I_2 - I_1 = kI_1 . \quad (2)$$

Преобразуем уравнение (2) к следующему виду:

$$I_2 = (k + 1)I_1 . \quad (3)$$

Из уравнения (3) следует, что границы интенсивности физического воздействия, соответствующие едва заметному различию в ощущении, составляют геометрическую прогрессию.

Например, для ощущения тона принято деление частотных интервалов на октавы также в геометрической прогрессии. Используя константу для тона, можно определить, что внутри каждой октавы содержится 231 интервал едва заметных ощущений тональности, что значительно больше 12 полутонов (нот), используемых в современном равномерно-темперированном строе.

**Густав Теодор Фехнер** — немецкий психолог, один из первых экспериментальных психологов, основоположник психофизиологии и психофизики.

*Фехнер предположил, что наше сенсорное пространство состоит из очень маленьких дискретных элементов силы субъективного ощущения  $\Delta F$ , которые равны друг другу:*

$$\Delta F = c, \quad (4)$$

где  $c$  – константа.

Далее Фехнер рассмотрел систему из двух уравнений (1) и (4) при условии, что конечные разности достаточно малы, чтобы их считать дифференциалами:

$$\frac{\partial I}{I} = k \quad ; \quad (5)$$

$$\partial F = c \quad (6)$$

с начальным условием  $I = I_0$  при  $F=0$  . (7)

Решая систему уравнений (5, 6), Фехнер получил следующее уравнение:

$$F = A \cdot \lg \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad , \quad (8)$$

где  $A$  – константа,  $I_0$  - порог ощущения (значение минимальной интенсивности воздействия, при которой возникает ощущение, что соответствует условию  $F=0$  при  $I=I_0$ ).

*Уравнение (8) называется законом Вебера–Фехнера. Закон определяет нелинейную зависимость субъективной силы ощущения  $F$  от объективной величины интенсивности физического воздействия в виде логарифмической функции.*

В настоящее время в ряде случаев, кроме закона Вебера – Фехнера, используют другие, степенные функции ощущений, впервые предложенные Стенли Стивенсом на основе изменения в уравнении (4). Основным преимуществом закона Вебера – Фехнера является вытекающий из него факт наличия порога ощущения. Уравнение (8) используют в качестве оценочного параметра при исследовании воздействия шума и вибрации. Закон Вебера-Фехнера – эмпирический, занимает такое же важное место в психофизиологии, как, например, уравнение состояния для идеальных газов в молекулярной физике.

### **3. Типология задач БЖД**

Несмотря на большое разнообразие задач о безопасности персонала на рабочем месте, они могут быть разделены на три основных типа:

1. Оценка безопасности.
2. Обеспечение безопасности.
3. Ликвидация опасной ситуации.

#### **3.1. Общее представление о задаче оценки безопасности**

В общем случае, для решения первой задачи по оценке безопасности персонала, находящегося в определённом месте рабочего помещения, необходимо провести работу, методику которой можно представить в виде выполнения отдельных операций следующего содержания:

- 1) Определить все возможные источники опасного воздействия и особенности их воздействия.
- 2) Установить вид оценочных параметров источников опасного воздействия.
- 3) Определить количественное значение этих параметров в области нахождения персонала и установить ошибки определения.
- 4) Определить значения норм безопасности с учётом возможных поправок их значений на совместное воздействие разных источников.
- 5) Сравнить значения оценочных параметров и значений норм безопасности с учётом ошибок измерения.
- 6) Сделать вывод из сравнения, в котором должны быть выявлены источники нарушения норм безопасности.

#### **3.2. Общее представление о задаче обеспечения безопасности**

Второй тип задач по обеспечению безопасности обычно возникает в проектной работе. Необходимым условием их решения является выполнение норм безопасности, исходя из которых проектируются здания и сооружения, выбирается технологическое оборудование и устанавливается таким образом, чтобы его воздействие на персонал было

безопасно. Особое внимание уделяется расположению и обустройству рабочих мест.

Решение задач второго типа начинается с оценки безопасности некоторого заранее выбранного проекта по пунктам 1 – 6 раздела 3.1, после чего необходимо выполнить четыре следующих пункта:

1) Снизить интенсивность опасного воздействия источников нарушения норм безопасности, определённых в пункте 6 раздела 3.1. Решение находят путём изменения их расположения, заменой источников (например, если это вид оборудования, то заменой на другой существующий аналог) или устройством специальной защиты.

2) Повторить оценку безопасности по пунктам 1 – 6 раздела 3.1 после мероприятий по снижению интенсивности опасного воздействия источников.

3) В случае несоответствия нормам безопасности вновь повторить работу по пунктам 1, 2.

4) В случае соответствия нормам безопасности внести необходимые изменения в проект.

### **3.3. Общее представление о задаче ликвидации опасной ситуации**

Опасная ситуация на рабочем месте может возникнуть из-за нарушений правил эксплуатации зданий, сооружений, износа технологического оборудования или из-за внешней опасности. В этих случаях возникает задача ликвидации опасной ситуации. Решение такой задачи зависит от её масштаба, уровня. Рассмотрим три уровня решения.

*Первый уровень – это наиболее простые задачи, которые можно решить собственными силами и средствами.* Например, перегорела электрическая лампочка на рабочем месте. Условия освещения для зрительной работы стали недопустимыми. В этом случае задача ликвидации опасной ситуации решается путём замены лампочки. Лампочку можно поменять самостоятельно или вызвать электрика.

*Второй уровень – это задачи, требующие проведения ремонтных работ.* Для проведения ремонта могут потребоваться проектные, строительные и монтажные работы. Как показано в предыдущем разделе,



при проектировании всегда проводится оценка безопасности. Организацией ремонта занимается руководитель подразделения. Он составляет план-график, в котором указывается вид, место и время проведения работ, участвующие организации. План-график согласуется с руководством предприятия, выделяется финансирование. Ответственным исполнителем плана-графика назначается руководитель подразделения.

*Третий уровень – это задачи по ликвидации чрезвычайно опасных ситуаций.* К ним относятся взрывы, пожары, обрушения зданий и сооружений, утечки ядовитых веществ, наводнения, землетрясения, обледенения, террористическая или военная деятельность.

Ликвидация чрезвычайной ситуации – это аварийно-спасательные и другие неотложные работы (АСДНР), проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций (ЧС) и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов [1].

Ликвидация чрезвычайной ситуации включает следующие мероприятия: 1 – разведка, с целью выявления вида ЧС; 2 - обнаружение источников опасности; 3 - определение масштаба и границы зоны ЧС; 4 - непрерывное наблюдение и контроль за изменением обстановки в зоне ЧС; 5 - анализ данных разведки, включающий оценку безопасности; 6 - принятие решения на проведение АСДНР; 7 – проведение АСДНР; 8 - обеспечение процесса ликвидации ЧС; 9 - жизнеобеспечение населения и сил ликвидации ЧС.

Планирование, подготовку и осуществление мероприятий по ликвидации чрезвычайной ситуации организуют соответствующие органы управления в территориальных и ведомственных подсистемах Российской единой системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и в их звеньях, к которым относятся комиссии по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации (КЧС), органы управления гражданской обороной и чрезвычайными ситуациями (ГОЧС).

Планирование осуществляется заблаговременно на основе прогнозирования и анализа обстановки, которая может сложиться на конкретной территории при возникновении чрезвычайной ситуации, а также учета местных условий, особенностей и возможностей, влияющих на организацию защиты населения. Основным документом планирования является план действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайной

ситуации, который служит руководящим документом по выполнению мероприятий при угрозе и возникновении чрезвычайной ситуации.

В целом ликвидация ЧС – это организационно-технические задачи. Важным организационным элементом их решения является работа с людьми в экстремальных условиях. Важным техническим элементом их решения является работа по оценке безопасности. Такая работа возникает на этапе подготовки плана действий по предупреждению и ликвидации ЧС, и при корректировке плана после разведки при возникновении ЧС.

### 3.4. Выводы

Разделение задач БЖД на три основных типа позволяет определить важную особенность методологии их решения. Задача оценки безопасности является составной частью решения более сложных задач обеспечения безопасности и ликвидации как опасных, так и чрезвычайно опасных ситуаций. Это наиболее распространённая задача. Обучение оценке безопасности на рабочем месте является основой общеобразовательного курса БЖД.

## 4. Понятие об оценочном параметре и области безопасности

Физиологами установлены количественные функциональные связи между состоянием человека, его ощущениями и определёнными физическими параметрами внешней среды. Установлены такие значения внешних параметров среды, которые являются безопасными или приводят к снижению трудоспособности, заболеванию и гибели человека.

*Область безопасности – это область физического параметра среды ограниченная областью опасных значений этого параметра для человека (областью риска).*

В общем виде результаты этих исследований можно представить в математической форме в виде схемы расположения области безопасности (рис. 2). Введём обозначение некоторого, выбранного параметра внешней среды –  $X$ . Обозначим область изменения параметра  $X$  буквой  $E$ . Область  $E$  разделим на две части:  $S$  – область безопасных значений и  $R$  - область опасных значений (область риска). Из определений следует равенство:

$$E = S \cup R \quad . \quad (9)$$

Границей раздела между областью безопасных и опасных значений могут быть как один, так и два значения параметра  $X_1$  или  $X_1$  и  $X_2$ . Будем называть их нормами безопасности.

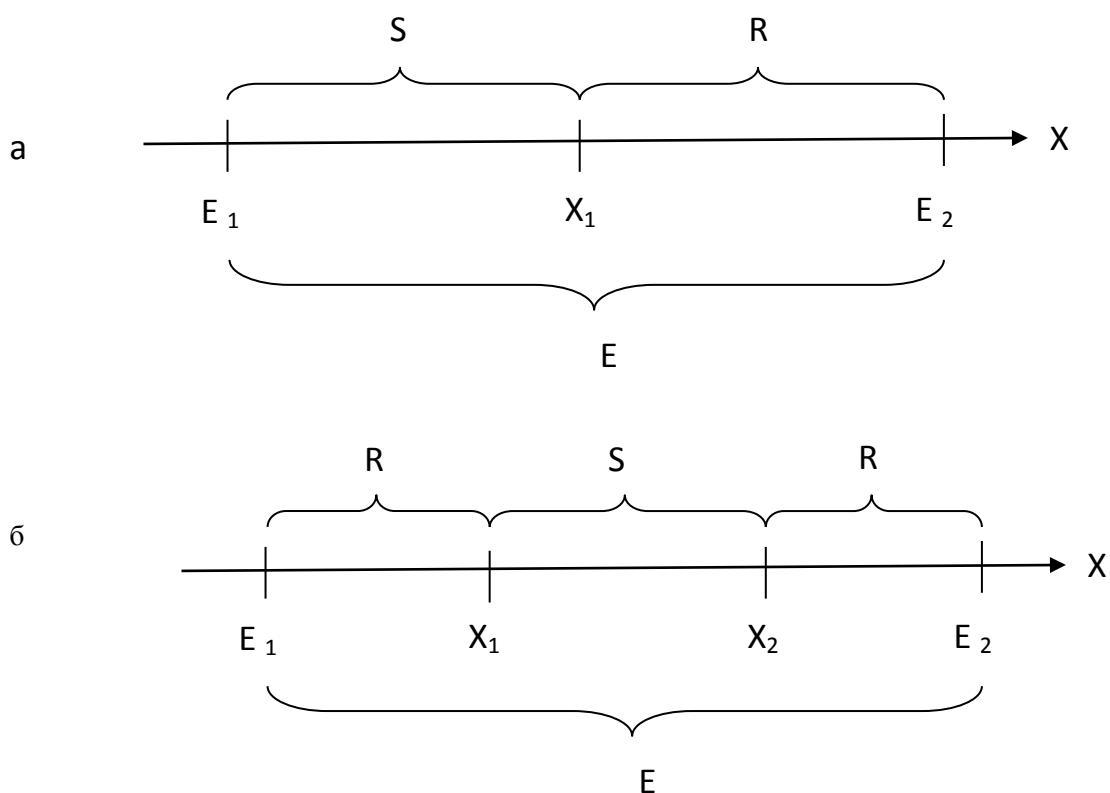


Рис. 2. Схема расположения области безопасности: а – одна граница с областью риска, б - две границы с областью риска.

Если установлена только одна норма безопасности (рис. 2а), то вторая граница области безопасных значений определяется границей области изменения  $E$  параметра  $X$ . В данном случае это значение  $E_1$ . Возможны случаи, когда область безопасных значений определяется вторым значением области изменения  $E_2$ .

На рис. 2б представлен случай, когда область  $R$  имеет разрыв. В этом случае границы области безопасных значений определяются двумя нормами безопасности  $X_1$  и  $X_2$ . Бывают другие случаи, когда область  $S$  имеет разрыв.

Зная нормы безопасности и границы области изменения оценочного параметра  $X$ , можно определить область безопасных значений.

Понятие «оценочный параметр» введено в связи с тем, что физическое воздействие окружающей среды каждого источника характеризуется множеством параметров, но не все параметры используются для оценки безопасности.

*Оценочный параметр – это параметр, на который установлены нормы безопасности.* Оценочный параметр часто называют нормативным.

## 5. Относительность понятия безопасности

Абсолютной безопасности для человека не существует. *Безопасность всегда рассматривают относительно заранее установленного критерия, который определяет уровень безопасности.*

Когда люди говорят о безопасности, всегда следует уточнить, о какой именно безопасности идёт речь.

Рассмотрим три основных критерия - уровня относительной безопасности.

1) Безопасность относительно возможности летального исхода (смертельного случая) называют «безопасность выживания».

2) Безопасность относительно возможности выполнения персоналом своих обязанностей на рабочем месте без ущерба для здоровья, называют «безопасность допустимая».

3) Безопасность относительно условий, которые являются максимально благоприятными для работы персонала и позволяют повысить производительность (эффективность) труда, называют «безопасность комфортная» или «безопасность оптимальная».

Для каждого уровня безопасности устанавливаются свои нормы и свои области безопасных значений. Обозначим эти области: L, D, K – соответственно для первого, второго и третьего уровней, а области риска:  $R_L$ ,  $R_D$ ,  $R_K$ . Схема взаимосвязи между этими областями и областями риска представлена на рис. 3. Предполагается, что все области риска имеют разрыв (аналог схемы 2б предыдущего раздела).

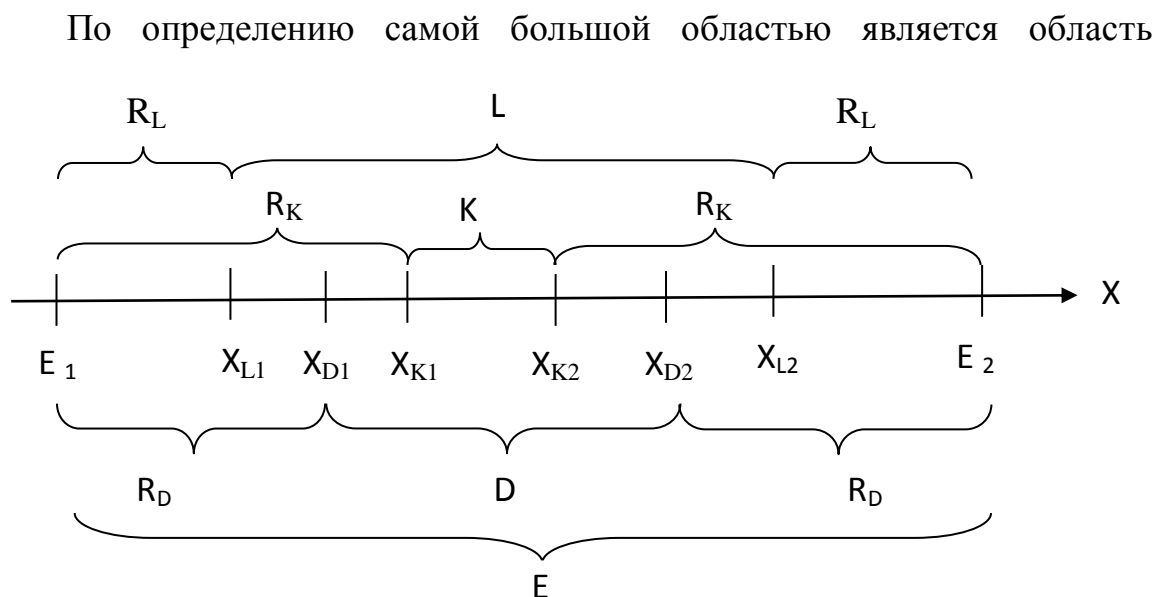


Рис.3. Схема взаимосвязи областей относительной безопасности

изменения параметра  $E$ , внутри которой располагаются все области относительной безопасности. Их расположение таково, что всегда область  $K$  расположена внутри области  $D$ , а область  $D$  расположена внутри области  $L$ .

Относительное положение рассматриваемых областей можно записать в виде следующей формулы:

$$K \subset D \subset L \subset E \quad (10)$$

Кроме того, всегда должны соблюдаться следующие равенства:

$$L \cup R_L = D \cup R_D = K \cup R_K = E \quad . \quad (11)$$

## 6. Вероятностная оценка безопасности

Оценка безопасности включает измерение оценочного параметра. Известно, что процедура измерения любого параметра имеет погрешность случайного характера. Повторение измерений позволяет получить статистическую выборку результатов измерений. Наиболее вероятное значение -  $X_m$  (центр распределения) определяют усреднением полученных значений по формуле (12).

$$X_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad , \quad (12)$$

где  $X_i$  - измеренное значение параметра  $X$ ,  $i$  - порядковый номер измеренного значения,  $i=1 \dots n$ .

Наиболее вероятное значение не является истинным значением. Разница между этими понятиями очень существенна. В отличие от наиболее вероятного, истинное значение измеряемого параметра определить невозможно, всегда существует ошибка измерения [2].

Если величина  $X$  измерена с высокой точностью, то есть практически совпадает с его истинным значением, то процедура количественного оценивания достаточно проста, определяется алгебраическим сравнением с нормами безопасности.

В реальных условиях необходимо учитывать ошибку измерения при оценке безопасности. Это усложняет процедуру оценивания, поскольку всегда есть вероятность, что истинное значение может оказаться в любой точке области изменения измеряемого параметра. Например, наиболее вероятное значение находится внутри безопасной области, а истинное находится в области риска. В этом случае неверно и невозможно оценивать безопасность алгебраическим сравнением наиболее вероятного

значения с нормами безопасности. Возможна только вероятностная оценка безопасности. Она позволяет определить вероятность принадлежности результатов измерения к области безопасных значений или области риска [3]. Вероятность должна в первом случае превышать достаточно высокую, заранее заданную вероятность, а во втором случае быть достаточно малой.

Для определения вероятности принадлежности результатов измерений (выборки) к заданной области необходима их интерполяция в виде функции распределения плотности вероятностей этих результатов в области изменения оценочного параметра. В этом качестве часто используют функцию Гаусса нормального распределения случайных величин, которая определена в области  $-\infty \leq X \leq +\infty$ .

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} , \quad (13)$$

где  $\mu = X_M$ , наиболее вероятное значение измеряемого параметра;  $\sigma$  - среднее квадратическое отклонение (относительная ошибка измерения).

Пользуясь функцией Гаусса (13), можно определить вероятность принадлежности результатов измерения к области безопасных значений  $S$  (рис.2) по следующей формуле:

$$P_S\{x \in S\} = \int_S \varphi(x) dx . \quad (14)$$

Применительно к рис.2а уравнение (14) имеет следующий вид:

$$P_S\{x \in S\} = \int_{E_1}^{X_1} \varphi(x) dx . \quad (15)$$

Так же можно определить вероятность принадлежности результатов измерения к области риска  $R$ :

$$P_R\{x \in R\} = \int_R \varphi(x) dx . \quad (16)$$

Применительно к рис.2а уравнение (16) имеет следующий вид:

$$P_R\{x \in R\} = \int_{X_1}^{E_2} \varphi(x) dx . \quad (17)$$

Поскольку области риска и область безопасных значений составляют всю область изменения оценочного параметра, верно следующее тождество:

$$P_S + P_R = 1 . \quad (18)$$

Для вероятностной оценки необходимо устанавливать величину приемлемого риска или величину приемлемой безопасности.

## 7. Понятие о приемлемом риске

В общем случае риском для людей называют вероятность нежелательного события, а для техники – вероятность отказа. Вероятность риска определяется отношением количества нежелательных событий к общему количеству событий одного вида за достаточно длительное время. Время определяется частотой нежелательных событий и величиной статистической выборки. Вероятность риска можно определить эмпирически по следующей формуле:

$$P_R = \frac{N_H}{N_{об}} , \quad (19)$$

где  $N_H$  - количество нежелательных событий,  $N_{об}$  - общее количество событий одного вида.

Рассмотрим риск летального исхода. Такому риску человек подвергается каждый день как на рабочем месте, так и вне работы. Необходимо, чтобы на рабочем месте риск летального исхода был сведён к минимуму. Для определения такого минимума рассмотрим статистику несчастных случаев, приведённую в табл. 1.

Таблица 1

### Индивидуальный риск летального исхода

№	Область анализа статистики несчастных случаев	$P_R$
1	Автомобильный транспорт	$3 \cdot 10^{-4}$
2	Падения на дороге	$9 \cdot 10^{-5}$
3	Пожар и ожог	$4 \cdot 10^{-5}$
4	Утопление	$3 \cdot 10^{-5}$
5	Отравление	$2 \cdot 10^{-5}$
6	Огнестрельное оружие	$1 \cdot 10^{-5}$
7	Станочное оборудование	$1 \cdot 10^{-5}$
8	Водный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
9	Воздушный транспорт	$9 \cdot 10^{-6}$
10	Падающие предметы	$6 \cdot 10^{-6}$
11	Электрический ток	$6 \cdot 10^{-6}$
12	Железная дорога	$4 \cdot 10^{-6}$
13	Молния	$5 \cdot 10^{-7}$
14	Все прочие	$4 \cdot 10^{-5}$
15	Ядерная энергетика	$2 \cdot 10^{-10}$

На основании статистических данных, приведённых в табл. 1, для снижения опасности летального исхода и оценки величины риска введено нормативное значение приемлемого риска. В настоящее время в России и за рубежом величина приемлемого риска принята равной  $10^{-6}$  как для людей, так и для технических средств.

$$P_{Rпр} = 10^{-6} . \quad (20)$$

Из сравнения с табличными данными следует, что большинство несчастных случаев, как на рабочем месте, так и за пределами производства превосходят величину приемлемого риска.

Учитывая равенство (11) и уравнение (18), определим величину приемлемой безопасности:

$$P_{Spr} = 1 - 10^{-6} = 0,999999 . \quad (21)$$

Приемлемая безопасность является величиной близкой к единице, что неудобно для расчётов, поэтому оценку безопасности выживания определяют по величине риска летального исхода, сравнивая его с приемлемым риском.

## **8. Оценка допустимой безопасности с использованием доверительного интервала**

Оценка допустимой безопасности, так же как и безопасности выживания, производится путём сравнения вероятности принадлежности результатов измерения к области допустимых значений оценочного параметра  $X$  с приемлемой, наперёд заданной вероятностью  $P_3$  принадлежности результатов измерения к этой области. Такое сравнение удобно делать с помощью доверительного интервала.

*Доверительным интервалом  $I_m$  называют интервал параметра  $X$ , в котором вероятность принадлежности результатов измерения  $P_3$  параметра  $X$  задана заранее. Эту вероятность называют надёжностью или уровнем доверия. Метод доверительных интервалов, применяемый в статистике, разработал Ежи Нейман.*

Для определения доверительного интервала необходимо по выборке результатов измерения построить интерполирующую функцию по частоте их повторения  $\varphi(x)$ , как это показано на рис.4. Функцию выбирают



по наилучшему совпадению с результатами измерения и областью изменения оценочного параметра. В данном разделе (рис.4) для интерполяции результатов измерения используется функцией Гаусса, уравнение (13), где  $X_m$  - наиболее вероятное значение,  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение (ошибка измерения).

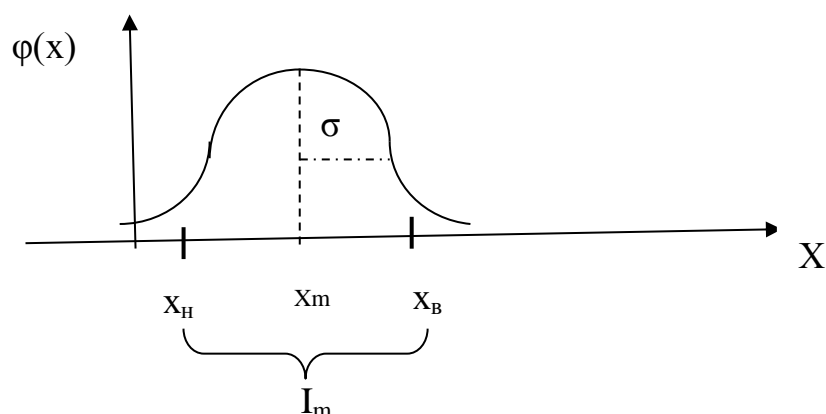


Рис.4. Схема определения доверительного интервала  $I_m$  по функции распределения плотности вероятностей Гаусса  $\varphi(x)$

Вычисление доверительного интервала производится по следующей формуле:

$$P_3 = \int_{X_H}^{X_B} \varphi(x) dx \quad . \quad (22)$$

В уравнении (22) искомым является доверительный интервал  $I_m$ , в данной формуле - это интервал интегрирования функции Гаусса (рис. 4), ограниченный нижним  $X_H$  и верхним  $X_B$  пределами.

$$I_m = \{X_H; X_B\} \quad (23)$$

Значения  $X_H$  и  $X_B$  вычисляют по известной, наперёд заданной вероятности  $P_3$ , при условии их симметрии относительно наиболее вероятного значения  $X_m$ , с использованием уравнений (24) и (25).

$$X_H = X_m(1 - k \cdot \sigma) \quad (24)$$

$$X_B = X_m(1 + k \cdot \sigma) \quad , \quad (25)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от величины наперёд заданной вероятности, уровня доверия. При  $P_3=0,95$  коэффициент  $k=1,96$ ; при  $0,99$  –  $2,58$ ; при  $0,999$  –  $3,29$ .

При оценке допустимой безопасности необходимо сравнить друг с другом два интервала: доверительный интервал с интервалом области допустимых значений.

Интервал допустимых значений  $I_d$  определяется по нормам допустимой безопасности (разделы 1.4 и 1.5). Если даны две нормы, нижняя и верхняя, то интервал определяется формулой (26).

$$I_d = \{X_{d1}; X_{d2}\} \quad . \quad (26)$$

Если дана только одна норма, то второе значение, ограничивающее область допустимых значений, определяют по нижней или верхней границе области изменения  $E$  оценочного параметра  $X$ :

$$I_d = \{X_{E1}; X_d\} \quad \text{или} \quad I_d = \{X_d; X_{E2}\} \quad (27)$$

Выбор формулы зависит от физического смысла оценочного параметра. Например, если это концентрация вредного вещества, то выбирается нижняя граница области изменения параметра концентрации  $X_{EH} = 0$ , если это средняя скорость воздушного потока в сечении окна вытяжного шкафа, то верхняя граница  $X_{EV} = \infty$ .

При сравнении двух интервалов возможны только три варианта:

1 - *доверительный интервал внутри области допустимых значений.*

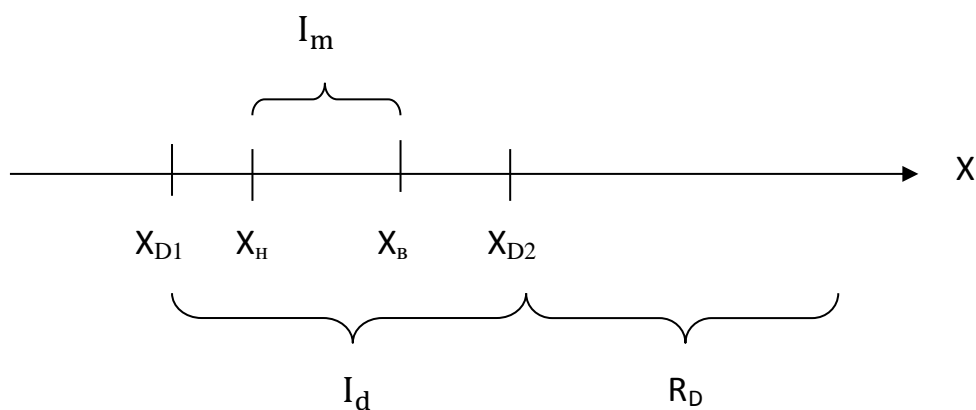


Рис. 5. Схема расположения доверительного интервала внутри области допустимых значений

Из сравнения двух интервалов на рис.5 следует, что вероятность принадлежности результатов измерения к области допустимых значений

больше наперёд заданной. Вывод: безопасность допустимая с вероятностью  $P > P_3$ .

2 - доверительный интервал внутри области риска.

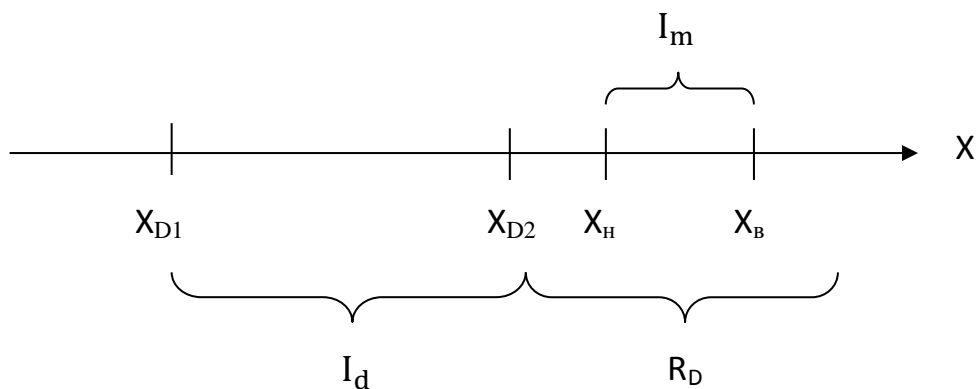


Рис. 6. Схема расположения доверительного интервала внутри области риска

Из сравнения двух интервалов на рис.6 следует, что вероятность принадлежности результатов измерения к области риска (недопустимых значений) больше наперёд заданной. Вывод: безопасность недопустимая с вероятностью  $P > P_3$ .

3 - доверительный интервал в области допустимых значений и в области риска.

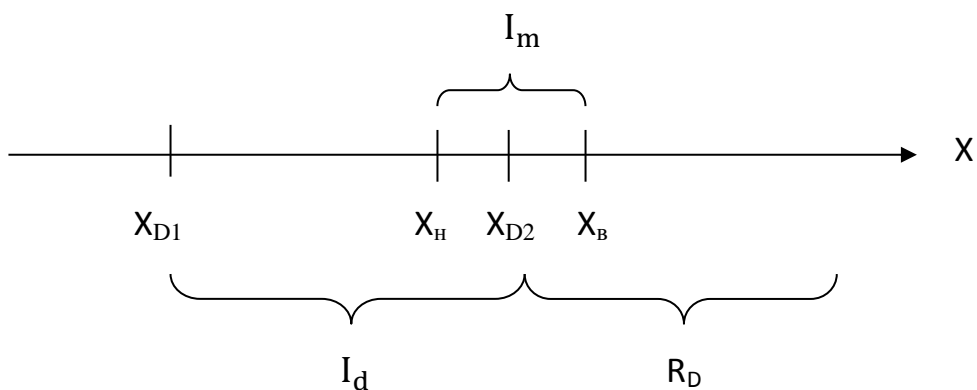


Рис. 7. Схема расположения доверительного интервала у границы: в области допустимых значений и в области риска

Из сравнения двух интервалов на рис.7 следует, что вероятность принадлежности результатов измерения к области допустимых значений меньше наперёд заданной вероятности. Вывод: безопасность недопустимая с вероятностью  $P < P_3$ .

## 9. Система оценки безопасности на предприятии

Оценка производится по допустимым нормам безопасности. Используется простое сравнение результатов измерения с нормами безопасности. Ошибка измерения учитывается системным подходом как к самому процессу измерения, так и к контролю результатов измерения.

Допускаются к измерению только люди (лаборанты), прошедшие специальное обучение и имеющие свидетельство об этом. Организация, которая занимается измерением, должна иметь лицензию на этот вид трудовой деятельности. Измерения производят только по утверждённым методикам, которые разрабатываются в научных организациях и утверждаются на министерском уровне.

В методиках обязательно представлены расчёты ошибок измерения. Нормы безопасности устанавливаются с учётом ошибок измерения с высокой вероятностью. Результаты измерения обрабатываются инженером по охране труда, сводятся в стандартные таблицы и даётся оценка безопасности на рабочих местах. Используют только те приборы и такое оборудование, которое указано в этих методиках. Приборы должны проходить периодическую поверку в организациях имеющих соответствующую лицензию, и иметь отметку о пройденной поверке с указанием даты. Все документы по обучению персонала, качеству оформления, использованию утверждённых методик, поверке приборов и результаты оценивания безопасности (аттестации рабочих мест) проверяются контрольными органами (инспекцией), независимыми от проверяемого предприятия.

Работа по оценке безопасности на предприятии разделена на части между разными специалистами, образуя взаимосвязанную систему. Такая система позволяет учитывать ошибки измерения, подобно тому, как это делается при вероятностной оценке. Основное преимущество системного подхода заключается в том, что это позволяет существенно упростить процедуру измерения и оценки безопасности. Последнее обстоятельство очень важно для предприятия, поскольку оценке безопасности подлежит каждое рабочее место по всем параметрам, влияющим на безопасность. Оценка безопасности на производстве требует очень большого количества измерений, которые периодически необходимо повторять.

## 10. Обязанности руководителей первичных подразделений по обеспечению безопасности персонала

Безопасность персонала на производстве должны поддерживать все его работники.

Каждый руководитель подразделения несёт ответственность за безопасность своих подчинённых. Эта работа включает следующие направления:

1. Обучение и проверку знаний правил техники безопасности.
2. Контроль систем и оборудования, обеспечивающих безопасность на рабочих местах.
3. Планирование ремонтных работ по ликвидации источников опасных воздействий.
4. Каждый руководитель должен иметь доступ к документации по обследованию рабочих мест.
5. Каждый руководитель обязан уметь самостоятельно оценивать безопасность.

В этой работе помощь руководителю оказывают следующие подразделения:

1. Инженер (отдел) по охране труда – несёт ответственность за контроль условий труда, предоставляет результаты обследования рабочих мест.
2. Уполномоченный по гражданской обороне и чрезвычайным ситуациям (ГО ЧС) – несёт ответственность за подготовку персонала подразделений к ЧС мирного и военного времени.
3. Инженер (отдел) по экологии – несёт ответственность за контроль каждого подразделения по газовым выбросам, сбросам сточных вод, вывозу твёрдых отходов и других воздействий на окружающую среду за пределами санитарно-защитной зоны предприятия.

## 11. Понятие о микроклимате

Введём основные определения.

**Клі́мат** (др.-греч. κλίμα (род. п. κλίματος) — наклон; (имеется в виду наклон солнечных лучей к горизонтальной поверхности) — многолетний (несколько десятилетий) режим *погоды*. Погода, в отличие от климата, — это мгновенное состояние некоторых характеристик (*температура, влажность, атмосферное давление*).

**Микрокли́мат** (греч. μικρός (*mikros*) + κλίμα (*klimatos*)) — особенности *климата* на небольших пространствах, обусловленные особенностями местности (*лес, поле, поляна, болото, берег, водоём, направление склона, защищённость от ветров* и т. п.).

Определение, применительно к персоналу в помещениях и на открытых площадках производства отличается от физико-географического определения.

**Микроклимат** – это состояние среды внутри производственного объекта.

Среда, в которой находится персонал, включает воздух, содержащий тепло, влагу, пыли и аэрозоли, токсичные газы, электрические и электромагнитные поля, акустическое давление, радиоактивные элементы, ионизирующее излучение. Оценка микроклимата в учебной дисциплине БЖД является промежуточной задачей измерения отдельных параметров. Разнообразные параметры микроклимата используются для оценки безопасности персонала на рабочем месте. Такая работа является составной частью производственной санитарии.

## 12. Понятие о производственной санитарии

*Производственная санитария - это область знаний, которая рассматривает различные вопросы, связанные с условиями труда, влиянием производственных факторов на работоспособность и состояние здоровья персонала.* Основные факторы микроклимата, влияющие на состояние персонала, представлены на рис. 8.

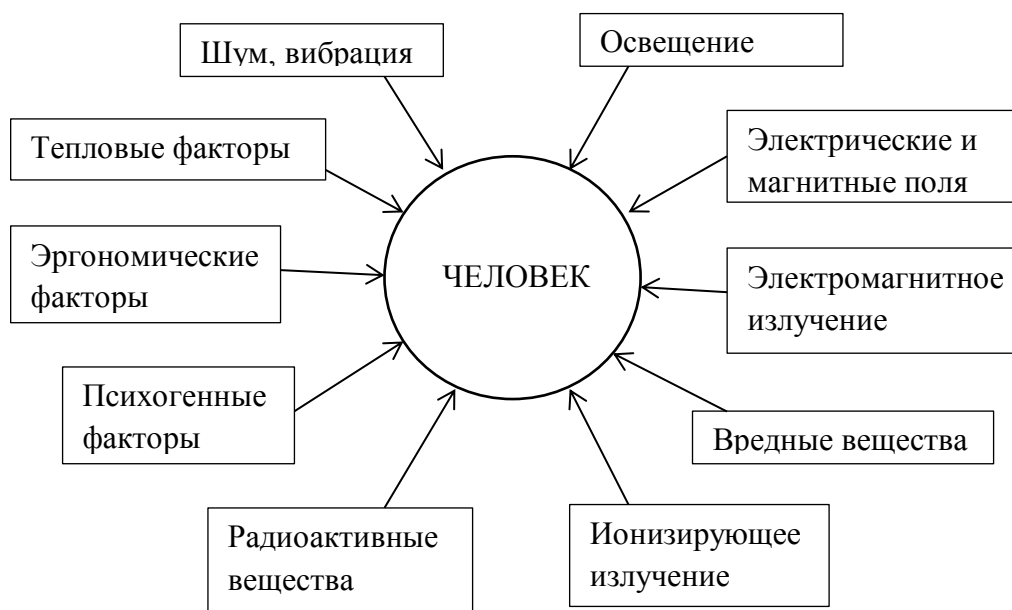


Рис. 8. Основные факторы микроклимата, влияющие на состояние персонала

Условия труда зависят от технологии производства, организации рабочего процесса и санитарно-гигиенической обстановки, в которой он проходит. Гигиена труда на производстве основывается на изучении среды (микроклимата) и ее влияния на трудовые условия.

Гигиенические нормативы воздействия физических факторов в условиях производственной среды определяются как предельно допустимые уровни факторов, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч, но не более 40 ч в неделю, в течение всего рабочего стажа не вызывают заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений.

Оценка фактических уровней производственных физических факторов должна проводиться с учетом неопределенности измерений [4,5.6].

В следующих разделах представлены сведения, необходимые для оценки безопасности персонала, находящегося под воздействием факторов микроклимата производственных помещений.

### **13. Оценка теплового состояния персонала на рабочем месте**

#### **13. 1. Понятие о тепловом обмене персонала**

Человек всегда находится в состоянии теплового обмена с окружающей средой, которая характеризуется микроклиматом в рабочем помещении. При теплообмене происходит перенос тепла. Существует четыре основных способа переноса тепла: 1- теплопроводность (перенос происходит при градиенте температуры); 2- конвекция (перенос происходит при перемещении вещества); 3 – испарение или конденсация паров воды на поверхности тела (перенос тепла происходит в результате диффузии и фазового перехода); 4 – тепловое излучение электромагнитных волн в миллиметровом диапазоне. Обеспечивая постоянство температуры тела, человеческий организм вынужден контролировать интенсивность всех четырёх способов переноса тепла.

Такой контроль можно установить с помощью измерений приборами четырёх параметров микроклимата, которые определяют интенсивность переноса тепла каждым из указанных способов. В соответствии с порядком перечисления способов переноса тепла, этими параметрами являются: температура воздуха, подвижность воздуха, относительная влажность воздуха и интенсивность теплового облучения. *Тепловое состояние персонала считается допустимым, если все четыре оценочных параметра теплового воздействия на персонал являются допустимыми.*

Часто оценку теплового состояния персонала на рабочем месте называют оценкой микроклимата, подменяя задачу оценивания. В этом случае термин «микроклимат» употребляют в качестве профессионального жаргона, поскольку оценивается воздействие только тепловых факторов на рабочем месте, а не воздействие всех факторов микроклимата в целом.

### **13.2. Оценочные параметры теплового обмена персонала**

Для оценки теплового состояния персонала используют четыре параметра:

1) Температура  $T$  была введена для оценки теплового равновесия, которое наступает в термодинамической системе, образованной соприкасающимися телами, находящимися в состоянии покоя. Температура является мерой нагретости тела при термодинамическом равновесии.

Температуру можно измерить только косвенно, оценивая изменение свойств веществ, зависящих от температуры. Например, в обычном ртутном термометре для измерения температуры используется свойство ртути изменять свой объём при изменении температуры. В других термометрах измеряют величины давления, сопротивления электрическому току, цвета теплового излучения и т.п.

Для определения температуры по косвенным измерениям необходима температурная шкала. В настоящее время используют несколько шкал: Цельсия (размерность  $^{\circ}\text{C}$ ), Кельвина (размерность  $\text{K}$ ), Фаренгейта (размерность  $^{\circ}\text{F}$ ), Реомюра (размерность  $^{\circ}\text{R}$ ). Все шкалы строятся по реперным точкам. В качестве реперных точек обычно используют точки фазовых переходов различных веществ.



2) Относительную влажность воздуха  $\varphi$  определяют в процентах двумя способами.

*Первый способ* - это отношение абсолютной влажности воздуха  $\rho$  к плотности  $\rho_0$  насыщенного пара при той же температуре:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_0} 100 \% . \quad (28)$$

*Второй способ* - это отношение парциального давления  $P$  пара в воздухе к давлению  $p_0$  насыщенного пара при той же температуре:

$$\varphi = \frac{P}{p_0} 100 \% . \quad (29)$$

Эти определения тождественны для идеального газа, учитывая, что из уравнения Менделеева – Клапейрона следует их линейная взаимосвязь.

$$P = \rho R_v T, \quad (30)$$

где  $R_v$  - газовая постоянная для водяного пара,  $T$  - абсолютная температура.

Для реальных газов паровоздушной смеси производственных помещений ошибка расчёта по уравнению (30) незначительна. При необходимости учёта для реальных газов предпочтительным является определение по формуле (29), через парциальное давление. Причина в том, что испарение является диффузионным процессом переноса паров воды, который возникает при отсутствии термодинамического равновесия.

Дополнительно следует отметить, что относительная влажность, определённая уравнениями (28 и 29) не может превышать 100 %, поскольку влажность воздуха в рабочем помещении не может превышать влажность насыщенного пара при той же температуре. Даже незначительное превышение влажности насыщенного пара приводит к конденсации пара с образованием воды в виде капелек или водяной плёнки на поверхностях.

3) Подвижность воздуха  $U$  - это абсолютное значение скорости воздушного потока на рабочем месте, является скалярной величиной, определяется по следующей формуле:

$$U = |V| \quad \text{м/с} , \quad (31)$$

где  $V$  - векторная скорость.

Из формулы (31) следует, что при оценке влияния скорости воздушного потока не учитывается его направление относительно

расположения персонала, оценивается максимально возможное воздействие конвективного переноса тепла. Кроме того, предполагается возможность движения персонала на рабочем месте и изменение его расположения относительно направления воздушного потока.

4) Интенсивность теплового облучения  $I$  – это количество энергии электромагнитных волн  $E$ , облучающих единичную поверхность  $S$  за единицу времени  $t$ .

$$I = \frac{E}{St} = \frac{N}{S} \quad \text{Вт/м}^2, \quad (32)$$

где  $N$  – мощность теплового излучения,  $S$  – площадь облучаемой поверхности.

Тепловое излучение тел относится к инфракрасному диапазону электромагнитных волн. Впервые такое излучение было открыто английским астрономом Вильямом Гершелем. В 1865 английский физик Дж. Максвелл доказал, что ИК - излучение имеет электромагнитную природу и представляет собой волны длиной от 760нм до 1-2мм. Чаще всего весь диапазон ИК - излучения делят на области: ближнюю (750нм-2.500нм), среднюю (2.500нм – 50.000нм) и дальнюю (50.000нм-2.000.000нм).

Тепловое излучение возникает за счет энергии вращательного и колебательного движения атомов и молекул в составе вещества. Тепловое излучение характерно для всех тел, которые имеют температуру, превышающую абсолютный ноль. Вещество может как излучать, так и поглощать тепловое излучение. Поглощение теплового излучения при облучении человек воспринимает как нагрев.

Интенсивность теплового излучения в соответствии с законом Стефана-Больцмана пропорциональна температуре в четвёртой степени, поэтому при температуре тела 37 °С оно мало и охлаждением тела человека таким способом обычно пренебрегают.

### **13. 3. Нормативные ограничения оценочных параметров микроклимата**

Человек всегда находится в состоянии теплового обмена с окружающей средой. При этом температура его тела может оставаться постоянной в достаточно широкой области изменения интенсивности теплообмена. Обеспечивать постоянство температуры позволяют

источники тепла, распределённые внутри организма, структура тела и механизмы потоотделения, расположенные на поверхности.

Допустимым называется тепловое состояние организма, когда температура тела остаётся постоянной. При изменении температуры тела тепловое состояние считается недопустимым. При увеличении температуры тела тепловой режим среды называют нагревающим, а при снижении температуры тела – охлаждающим.

В настоящее время при оценке допустимой безопасности используют нормы для оптимального микроклимата [7,8].

Оптимальные микроклиматические условия (табл. 2) установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные величины показателей микроклимата необходимо соблюдать на рабочих местах производственных помещений, на которых выполняются работы операторского типа, связанные с нервно-эмоциональным напряжением (в кабинах, на пультах и постах управления технологическими процессами, в залах вычислительной техники и др.).

Таблица 2

Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Iа (до 139)	22-24	21-25	60-40	0,1
	Iб (140-174)	21-23	20-24	60-40	0,1
	IIа (175-232)	19-21	18-22	60-40	0,2
	IIб (233-290)	17-19	16-20	60-40	0,2
	III (более 290)	16-18	15-19	60-40	0,3
Теплый	Iа (до 139)	23-25	22-26	60-40	0,1
	Iб (140-174)	22-24	21-25	60-40	0,1
	IIа (175-232)	20-22	19-23	60-40	0,2
	IIб (233-290)	19-21	18-22	60-40	0,2
	III (более 290)	18-20	17-21	60-40	0,3

Таблица 3

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах  
производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С
		диапазон ниже оптимальных величин	диапазон выше оптимальных величин	
Холодный	Ia (до 139)	20,0-21,9	24,1-25,0	19,0-26,0
	Iб (140-174)	19,0-20,9	23,1-24,0	18,0-25,0
	IIa (175-232)	17,0-18,9	21,1-23,0	16,0-24,0
	IIб (233-290)	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0
	III (более 290)	13,0-15,9	18,1-21,0	12,0-22,0
Теплый	Ia (до 139)	21,0-22,9	25,1-28,0	20,0-29,0
	Iб (140-174)	20,0-21,9	24,1-28,0	19,0-29,0
	IIa (175-232)	18,0-19,9	22,1-27,0	17,0-28,0
	IIб (233-290)	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0
	III (более 290)	15,0-17,9	20,1-26,0	14,0-27,0

Период года	Категория работ по уровню энерготрат, Вт	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	15-75*(2)	0,1	0,1
	Iб (140-174)	15-75	0,1	0,2
	IIa (175-232)	15-75	0,1	0,3
	IIб (233-290)	15-75	0,2	0,4
	III (более 290)	15-75	0,2	0,4
Теплый	Ia (до 139)	15-75*(2)	0,1	0,2
	Iб (140-174)	15-75*(2)	0,1	0,3
	IIa (175-232)	15-75*(2)	0,1	0,4
	IIб (233-290)	15-75*(2)	0,2	0,5
	III (более 290)	15-75*(2)	0,2	0,5

Допустимые микроклиматические условия (табл. 3) установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека на период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, но могут приводить к возникновению

общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия, понижению работоспособности.

Допустимые величины интенсивности теплового облучения персонала на рабочих местах от производственных источников, нагретых до темного свечения (материалов, изделий и др.) должны соответствовать значениям, приведенным в табл.4.

Таблица 4

Допустимые величины интенсивности теплового облучения поверхности тела персонала от производственных источников

Облучаемая поверхность тела, %	Интенсивность теплового облучения, Вт/м <sup>2</sup> , не более
50 и более	35
25-50	70
не более 25	100

Допустимые величины интенсивности теплового облучения персонала от источников излучения, нагретых до белого и красного свечения (раскаленный или расплавленный металл, стекло, пламя и др.) не должны превышать 140 Вт/кв.м. 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.

При наличии теплового облучения работающих температура воздуха на рабочих местах не должна превышать в зависимости от категории работ следующих величин:

- 25°C - при категории работ Ia;
- 24°C - при категории работ Ib;
- 22°C - при категории работ IIa;
- 21°C - при категории работ IIб;
- 20°C - при категории работ III.

Гигиенические требования к оценке условий труда при расследовании случаев профессиональных заболеваний представлены в СанПиН 2.2.2776-10.

## 14. Оценка воздействия шума на рабочем месте

### 14.1. Понятие о шуме

В рабочем помещении шум – это механические колебания воздуха, это звук в пределах частотного диапазона, слышимого человеческим ухом.

При наличии шума в воздухе происходят колебания его давления и плотности. Колебания мембраны уха, возникающие под давлением воздуха, вызывают ощущения громкости и тона звука. На рис.9

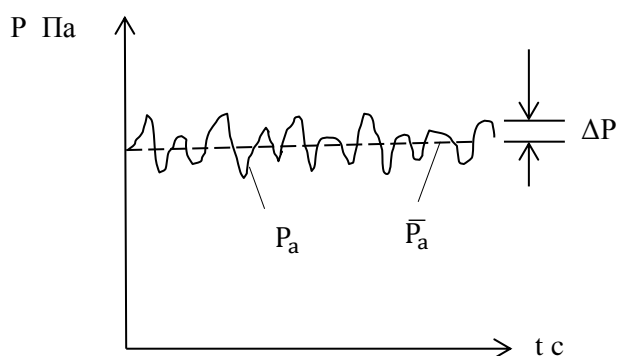


Рис. 9. Схема изменения атмосферного давления со временем

представлена схема изменения атмосферного давления со временем при наличии шума в рабочем помещении. Вызванные шумом отклонения атмосферного давления  $\Delta P$  от его среднего значения  $\bar{P}_a$  малы по сравнению с атмосферным.

$$\Delta P = P_a - \bar{P}_a \ll \bar{P}_a \quad \text{Па} . \quad (33)$$

Звуковое давление  $P$  определено как среднеквадратическое отклонение атмосферного давления  $\Delta P$  по времени:

$$P = \sqrt{\frac{1}{(t_2 - t_1)} \int_{t_1}^{t_2} (\Delta P)^2 dt} \quad \text{Па} . \quad (34)$$

Звуковые волны перемещаются от источника шума по всему рабочему помещению, они несут с собой определённую энергию в направлении своего движения. При перемещении их энергия и воздействие на персонал изменяется. Количество энергии, переносимой звуковой волной за единицу времени через единичную площадку, перпендикулярную направлению движения волны, называется интенсивностью или силой звука, обозначается  $I$ , размерность - Вт/м<sup>2</sup>. Интенсивность — это скалярная физическая величина, количественно характеризующая мощность, переносимую волной, она определяется по следующей формуле:

$$I = \frac{N}{S} \quad \text{Вт/м}^2 , \quad (35)$$

где  $N$  – мощность, переносимая волной в направлении распространения,  $S$  – площадь пересекаемого сечения.

Значения интенсивности и мощности звука пропорциональны квадрату звукового давления:

$$I = \frac{P^2}{2\rho c} \text{ Вт/м}^2, \quad (36)$$

где  $\rho$  – плотность воздуха,  $c$  – скорость звука в воздухе.

#### 14.2. Амплитудная характеристика воздействия шума (громкость)

Человек ощущает шум ухом нелинейно. Закон Вебера – Фехнера применительно к ощущению шума записывается в следующем виде.

$$G = A \cdot \lg\left(\frac{I}{I_0}\right), \quad (37)$$

где  $G$  – громкость;  $A$  – константа, зависящая от частоты звуковых колебаний;  $I$  – интенсивность шума;  $I_0$  – порог слышимости (значение интенсивности шума при возникновении минимального ощущения, при  $G=0$ ).

Нелинейность позволяет человеку слышать шум в очень большом диапазоне его интенсивности. От порога слышимости, который на частоте 1000 Гц составляет  $10^{-12}$  Вт/м<sup>2</sup>, до шума, вызывающего болевые ощущения –  $10^2$  Вт/м<sup>2</sup>. Соотношение между этими величинами составляет  $10^{14}$ . Это соотношение гораздо больше, чем для других органов чувств.

Определение верхнего предела слышимости относится к порогу дискомфорта или болевому порогу, что приводит к нарушению слуха, контузии и т. д. Этот предел зависит от того, как долго мы слушаем звук. Ухо способно переносить кратковременное повышение громкости до 120 дБ без последствий, но длительное восприятие звуков громкостью более 80 дБ может вызвать потерю слуха.

Кроме того, шум при высокой интенсивности может непосредственно воздействовать на другие органы человека. Под действием шума изменяется ритм дыхания и сердцебиения, повышается кровяное и внутричерепное давление, нарушается работоспособность головного мозга. У человека может понижаться кислотность в желудке, уменьшаться количество желудочного сока, замедляться пищеварение, возможно образование язвы желудка.

Шум, действуя на центральную нервную систему, последовательно вызывает ослабление внимания, головокружения и, в конечном итоге, раздражительность, что оказывает влияние на выполнение рабочих обязанностей, приводит к снижению производительности труда и травмам.

### 14.3. Понятие об уровне звукового давления

Учитывая большой диапазон интенсивности слышимого звука (закон Вебера – Фехнера), на основе уравнения (37), для субъективного ощущения громкости, введено определение объективного параметра, который назван уровнем звукового давления, обозначается  $L_p$ , размерность - децибел (дБ).

$$L_p = 10 \cdot \lg \left( \frac{P}{P_0} \right)^2 \quad \text{дБ}, \quad (38)$$

где  $P$  - звуковое давление, Па;  $P_0$  – константа, порог слышимости, определённая на частоте 1000 Гц.  $P_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па. Как следует из уравнения (38), уровень звукового давления – это безразмерная величина. Децибелы не являются физической размерностью. По определению *децибел - это десятая часть Бела*, который определён как десятичный логарифм десяти.

$$1 \text{ Б} = \lg(10) = \lg \left( \frac{10 \cdot P_0^2}{P_0^2} \right) \quad (39)$$

Из определения десятичного логарифма следует тождество:

$$\lg(10) = 1 \quad . \quad (40)$$

Из формул (39) и (40) следует, что под размерностью Бел понимают десятичный логарифм безразмерного соотношения физических параметров одной размерности. Из формул (38) и (39) следует, что уровень 1 Бел соответствует случаю, когда

$$P = P_0 \sqrt{10} \quad \text{Па} \quad . \quad (41)$$

### 14.4. Частотная характеристика воздействия шума (тон)

Воздействие интенсивности шума зависит от частоты звуковых колебаний. Область звукового восприятия представлена на рис.10. Человек номинально слышит звуки в диапазоне от 16 до 20 000 Гц. Верхний предел имеет тенденцию снижаться с возрастом. Большинство взрослых людей не могут слышать звук частотой выше 16 кГц.



Ухо само по себе не реагирует на частоты ниже 20 Гц, но они могут ощущаться через органы осязания.

Более тщательные исследования нижней границы слуха показали,

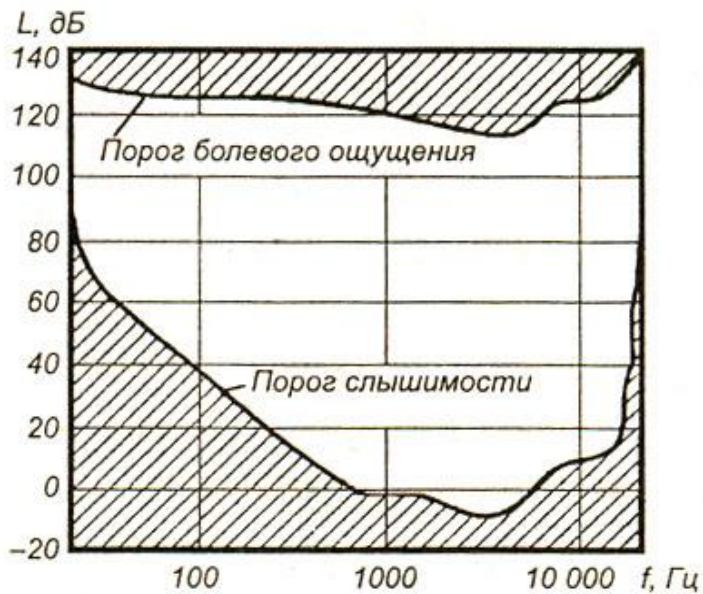


Рис. 10. Область звукового восприятия человека.

что минимальный порог, при котором звук остаётся слышен, зависит от частоты. График этой зависимости получил название «порог слышимости». В среднем он имеет участок наибольшей чувствительности в диапазоне от 1 кГц до 5 кГц, хотя с возрастом чувствительность понижается в диапазоне выше 2 кГц.

Кривая абсолютного порога слышимости является частным случаем более

общих — кривых равной громкости, изофонов: значения звукового давления на разных частотах, при котором человек ощущает звуки одинаково громкими (рис. 11). Кривые были впервые получены Флетчером

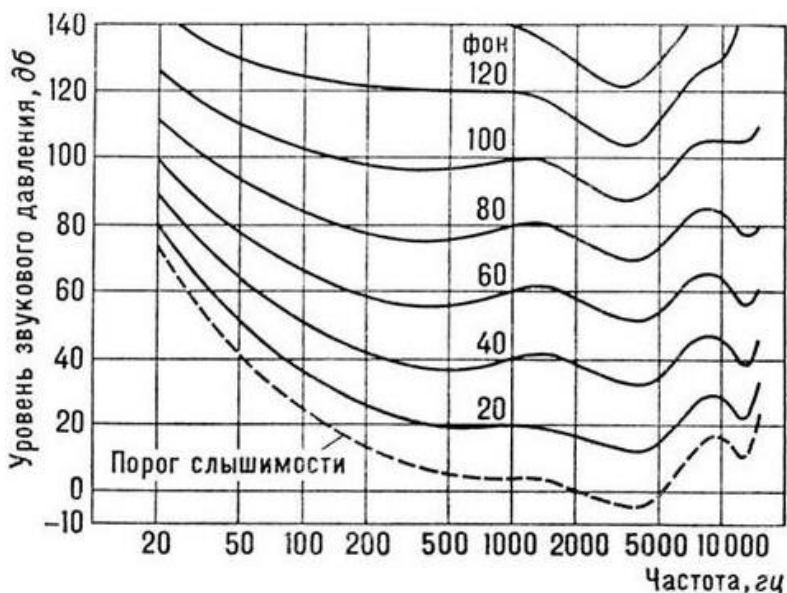


Рис. 11. Зависимость уровня звукового давления от частоты при ощущении одинаковой громкости во всём слышимом диапазоне

и Мансоном (H. Fletcher and W. A. Munson) и опубликованы в 1933 году в труде «Loudness, its definition, measurement and calculation». Позже более точные измерения выполнили Робинсон и Датсон (D. W. Robinson and R. S. Dadson), которые легли в основу стандарта ISO 226 в 1986 г. [9].

Кривые равной громкости показывают, насколько значительно может зависеть громкость звука от частоты. Например, голос типичного взрослого мужчины имеет фундаментальную частоту (без обертонов) от 85 до 155 Гц, типичной взрослой женщины - от 165 до 255 Гц. Отчётливо слышно человека на уровне 50 дБ. Из кривых рис. 11 следует, что если женщина и мужчина говорят с одинаковой силой на уровне 50 дБ (горизонтальная линия), то женский голос слышнее примерно на 10 дБ.

#### 14.5. Классификация шумов

Спектральный состав шума разделён на октавы. Октавой называется интервал частот, в котором верхняя частота в два раза больше нижней. Средняя геометрическая частота октавы определяется по формуле:

$$\bar{f} = \sqrt{f_{\text{в}} f_{\text{н}}} = f_{\text{н}} \sqrt{2} \quad \text{Гц}, \quad (42)$$

где  $f_{\text{н}}$  и  $f_{\text{в}}$  - соответственно, нижняя и верхняя частота октавы.

Шумы классифицируют по характеру спектра на *широкополосные* и *тональные*.

*Широкополосные шумы* имеют непрерывный диапазон более одной октавы.

*Тональный шум* имеет в спектре выраженные тоны. Тональные шумы имеют непрерывный диапазон менее одной октавы или несколько диапазонов шириной менее трети октавы.

Тональный характер шума устанавливается измерением уровней звукового давления в 1/3-октавных полосах частот в диапазоне частот 25 - 10 000 Гц по превышению уровня в одной из 1/3-октавных полос над соседними не менее чем на 10 дБ или по превышению суммарного уровня двух соседних 1/3-октавных полос, уровни которых отличаются менее чем на 3 дБ, а над соседними не менее чем на 12 дБ;

По временным характеристикам шумы разделяют на *постоянные*, *непостоянные* и *импульсные*.

*Постоянный* – это шум, изменение которого за 8 часов составляет не более 5 дБ.

*Непостоянный* - это шум, изменение которого за 8 часов составляет более 5 дБ.

*Импульсный* - это шум, состоящий из одного или нескольких звуковых событий, каждое длительностью менее 1 с, при этом уровни звука, измеренные соответственно с временными коррекциями I (импульс) и S (медленно), отличаются не менее, чем на 7 дБ.

#### 14.6. Оценочные параметры шума

Методика оценки шума представлена в санитарных нормах и правилах [8, 10].

В настоящее время используется три оценочных параметра шума: эквивалентный уровень звука A за рабочую смену; максимальные уровни звука A, измеренные с временными коррекциями S и I; пиковый уровень звука C.

**1** - эквивалентный уровень звука A за рабочую смену -  $L_{p,Aeq,8h}$ , дБА, эквивалентный уровень звука A, измеренный или рассчитанный за 8 ч рабочей смены, с учетом поправок на импульсный и тональный шум, который рассчитывается по формуле:

$$L_{p,Aeq,8h} = 10 \lg \left( \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n T_i 10^{0,1(L_{p,Aeq,T_i} + K_i)} \right) \text{ дБА}, \quad (43)$$

где T - продолжительность рабочей смены (8 ч);

$T_i$  - продолжительность i-го интервала воздействия шума, ч;

$L_{p,A,eq,T_i}$  - эквивалентный уровень звука или звукового давления, измеренный на i-м интервале воздействия шума, дБА;

$K_i$  - поправка на характер шума, равная 5 дБ в случае тонального и (или) импульсного шума (применяется при  $> 75$  дБА, во всех других случаях принимается  $K = 0$  дБ).

**2** - максимальный уровень звука A,  $L_{p,Amax}$ , дБА - это наибольшая величина уровня звука с частотной коррекцией A, измеренная на заданном интервале времени шумомером с временными коррекциями S (медленно) или I (импульс).

Уровень звука с частотной коррекцией A (уровень звука A), дБА – это десять десятичных логарифмов отношения квадрата среднеквадратичного звукового давления, измеренного с использованием стандартизованной частотной коррекции A, к квадрату опорного звукового давления. Для определения характера шума уровни

звука А измеряют с временными коррекциями S (медленно,  $\phi = 1$  с) и I (импульс,  $\phi = 40$  мс);

Частотная коррекция позволяет использовать ряд значений порога слышимости для разных частот. Коррекция (табл.5) производится шумомером в режиме измерения по шкале "А", в соответствии с кривой порога слышимости на графике равной громкости (рис.11); уровень давления обозначается  $L_{pA}$ , размерность – дБА.

Таблица 5

Частотные коррекции звукового давления шумомера по шкале "А" и "С"

Номинальная частота октав $f_i$ , Гц	Поправка уровня звукового давления $\Delta L_{Ai}$ , дБА	Поправка уровня звукового давления $\Delta L_{Ci}$ , дБС
31.5	-39,4	-3,0
63	-26,2	-0,8
125	-16,1	-0,2
250	-8,6	0
500	-3,2	0
1000	0	0
2000	+1,2	-0,2
4000	+1,0	-0,8
8000	-1,1	-3,0

Коррекция в  $i$ -й октавной полосе частот вычисляется по формуле:

$$L_{pAi} = L_{pi} + \Delta L_{Ai} \text{ дБА} . \quad (44)$$

Суммарный уровень шума (уровень громкости) со сложным спектральным составом  $L$  определяется по уровням звукового давления составляющих во всех октавных полосах частот по формуле дБА:

$$L_{pA} = 10 \cdot \lg\left(\sum_{i=1}^n 10^{0,1L_{pAi}}\right) \text{ дБА} . \quad (45)$$

*Корректированный по шкале А уровень звукового давления называется акустическим уровнем шума с единицей измерения дБ(А) (или дБА).*

**З** - пиковый уровень звука С - это десять десятичных логарифмов отношения квадрата пикового звукового давления, измеренного с

использованием стандартизованной частотной коррекции, к квадрату опорного звукового давления, размерность – дБС (децибелы по шкале С).

Коррекция С лучше соответствует частотной характеристике человеческого уха при высоких уровнях звука (сильных шумов). Уровень звука с частотной коррекцией С определяется формулами (44) и (45) с той разницей, что используются поправки уровня звукового давления  $\Delta L_{Ci}$  из табл. 5.

#### **14.7. Нормативные ограничения уровня шума**

В качестве допустимых норм устанавливают такие уровни шума, которые в течение длительного времени не вызывают снижения остроты слуха и обеспечивают удовлетворительную разборчивость речи на расстоянии 1,5 м от говорящего.

Уровни звукового давления в октавных интервалах со среднегеометрическими частотами 31,5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000 Гц не являются нормируемыми параметрами; рассматриваются как справочные параметры, которые могут использоваться для подбора средств индивидуальной защиты, разработки мер профилактики, решения экспертных вопросов связи заболевания с профессией и так далее; могут измеряться и отражаться в протоколе измерения.

Нормативные ограничения уровня шума установлены в следующей последовательности.

1. Нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах (за исключением рабочих мест, указанных в п. 3.2.6), является 80 дБА.

2. Эквивалентные уровни звука на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести трудового процесса представлены в табл. 5.

3. При сокращенном рабочем дне (менее 40 ч в неделю) предельно допустимые уровни применяются без изменения.

4. Максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S и I, не должны превышать 110 дБА и 125 дБА соответственно. Пиковый уровень звука С не должен превышать 137 дБС.

Таблица 6

Эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий напряженности и тяжести, дБ(А)

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса		
	Легкая и средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1-й степени	тяжелый труд 2-й степени
Напряженность легкой степени	80	75	75
Напряженность средней степени	70	65	65
Напряженный труд 1-й степени	60	-	-
Напряженный труд 2-й степени	50	-	-

5. Для отдельных отраслей (подотраслей) экономики допускается эквивалентный уровень шума на рабочих местах от 80 до 85 дБ А при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам проведения оценки профессионального риска здоровью работающих, а также выполнения комплекса мероприятий, направленных на минимизацию рисков здоровью работающих.

В случае превышения уровня шума на рабочем месте выше 80 дБА, работодатель должен провести оценку риска здоровью работающих и подтвердить приемлемый риск здоровью работающих.

Работы в условиях воздействия эквивалентного уровня шума выше 85 дБА не допускаются.

При воздействии шума в границах 80 - 85 дБА работодателю необходимо минимизировать возможные негативные последствия путем выполнения следующих мероприятий:

а) подбор рабочего оборудования, обладающего меньшими шумовыми характеристиками;

б) информирование и обучение персонала таким режимам работы с оборудованием, которые обеспечивают минимальные уровни генерируемого шума;

в) использование всех необходимых технических средств (защитные экраны, кожухи, звукопоглощающие покрытия, изоляция, амортизация);

г) ограничение продолжительности и интенсивности воздействия до уровней приемлемого риска;

д) проведение производственного контроля виброакустических факторов;

е) ограничение доступа в рабочие зоны с уровнем шума более 80 дБА работающих людей, не связанных с основным технологическим процессом;

ж) обязательное предоставление персоналу средств индивидуальной защиты органа слуха;

з) ежегодное проведение медицинских осмотров для лиц, подвергающихся воздействию шума выше 80 дБ.

## **15. Оценка воздействия вибрации на рабочем месте**

### **15.1. Понятие о вибрации**

Вибрация – это сложный колебательный процесс, возникающий при периодическом смещении центра тяжести тела или системы тел от положения равновесия, а также при периодическом изменении формы тела, которую оно имело в статическом положении. В качестве источника вибрации обычно рассматривают механические колебания твёрдой поверхности, которая соприкасается с телом человека.

Вибрацию наблюдают по колебаниям поверхности вибрирующего тела. При каждом колебании происходит смещение точек поверхности с некоторой скоростью и некоторым ускорением.

Человек может воспринимать вибрацию либо всем телом, либо отдельно конечностями. В соответствии с этими ощущениями вибрацию разделяют на общую и локальную.

Общей называют вибрацию, которая вызывает сотрясение всего тела. Она передаётся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. Такая вибрация обычно возникает в транспорте.

Локальная вибрация передаётся через руки, а в некоторых случаях через ноги сидящего человека и через предплечья. Локальная вибрация обычно возникает при работе с ручным электрическим или пневматическим инструментом.

Действие вибрации зависит от её направления относительно тела человека. На этом основании вибрацию рассматривают и соответственно разделяют по направлению действия вдоль трёх осей ортогональной системы координат  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  тела человека для общей и локальной вибрации (рис.12).

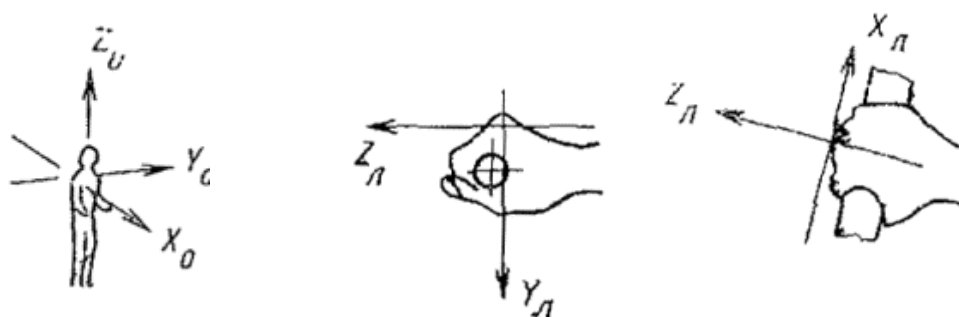


Рис.12. Направление координатных осей при действии общей и локальной вибрации

## 15.2. Воздействие вибрации на человека

Тело человека рассматривается как сочетание масс с упругими элементами, имеющими собственные частоты, которые для плечевого пояса, бедер и головы относительно опорной поверхности (положение "стоя") составляют 4—6 Гц, головы относительно плеч (положение "сидя") — 25—30 Гц. Для большинства внутренних органов собственные частоты лежат в диапазоне 6—9 Гц. Общая вибрация с частотой менее 0,7 Гц, определяемая как качка, хотя и неприятна, но не приводит к вибрационной болезни. Следствием такой вибрации является морская болезнь, вызванная нарушением нормальной деятельности вестибулярного аппарата по причине резонансных явлений.

При частоте колебаний рабочих мест, близкой к собственным частотам внутренних органов, возможны механические повреждения или даже разрывы. Систематическое воздействие общих вибраций,



характеризующихся высоким уровнем виброскорости, приводит к вибрационной болезни, которая характеризуется нарушениями физиологических функций организма, связанными с поражением центральной нервной системы. Эти нарушения вызывают головные боли, головокружения, нарушения сна, снижение работоспособности, ухудшение самочувствия, нарушения сердечной деятельности.

Влияние вибрации на организм человека зависит от её амплитуды и частоты и при определенных величинах вызывает вибрационную болезнь (табл. 1).

Таблица 7

Влияние вибрации на организм человека

Амплитуда колебаний вибрации, мм	Частота вибрации, Гц	Результат воздействия
До 0,015	Различная	Не влияет на организм
0,016—0,050	40—50	Нервное возбуждение с депрессией
0,051—0,100	40—50	Изменение в центральной нервной системе, сердце и органах слуха
0,101—0,300	50—150	Возможно заболевание
0,101—0,300	150—250	Вызывает виброболезнь

Особенности воздействия вибрации определяются частотным спектром и расположением в его пределах максимальных уровней энергии колебаний. Местная вибрация малой интенсивности может благоприятно воздействовать на организм человека, восстанавливать трофические изменения, улучшать функциональное состояние центральной нервной системы, ускорять заживление ран и т. п.

При увеличении интенсивности колебаний и длительности их воздействия возникают изменения, приводящие в ряде случаев к развитию профессиональной патологии — вибрационной болезни, которая относится к группе заболеваний, лечение которых возможно только на ранней стадии. Восстановление нарушенных функций протекает очень медленно.

### 15.3. Оценочные параметры вибрации

Учитывая сложность воздействия вибрации, для оценки вибрации используют множество разнообразных параметров. В качестве исходных оценочных параметров используют виброскорость  $v$  и виброускорение  $a$ , которые, подобно звуковому давлению, определены как среднеквадратические значения, усреднённые по времени:

$$v = \sqrt{((\Delta v)^2)_t} \quad \text{м/с} , \quad (46)$$

$$a = \sqrt{((\Delta a)^2)_t} \quad \text{м/с}^2 . \quad (47)$$

Кроме виброскорости и виброускорения, используют уровни виброскорости и виброускорения, в форме закона Вебера – Фехнера по следующим формулам:

$$L_v = 20 \cdot \lg\left(\frac{v}{v_0}\right) \quad \text{дБ} , \quad (48)$$

где  $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$  м/с – опорное значение, аналог порога чувствительности виброскорости;

$$L_a = 20 \cdot \lg\left(\frac{a}{a_0}\right) \quad \text{дБ} , \quad (49)$$

где  $v_0 = 1 \cdot 10^{-6}$  м/с – опорное значение, аналог порога чувствительности виброускорения.

Подобно оценке воздействия шума, для оценки вибрации используют интегральные параметры.

В соответствии с документом «СанПиН 2.2.4.3359-16» [8] *оценочными параметрами вибрационной нагрузки на оператора на рабочих местах являются интегральные параметры, скорректированные по частоте.*

Учитывая аналогию в форме записи параметров для виброскорости и виброускорения, введено их обобщённое обозначение –  $U$ .

При интегральной оценке по частоте оценочными параметрами являются скорректированные значения виброскорости и виброускорения ( $U$ ) или их логарифмические уровни ( $L_U$ ), измеряемые с помощью корректирующих фильтров виброметра или вычисляемые по формулам:

$$\tilde{U} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (U_i K_i)^2} \quad (50)$$

$$L_{\tilde{U}} = 10 \cdot \text{Lg} \sum_{i=1}^n 10^{0,1(L_{U_i} + L_{K_i})} \quad \text{дБ}, \quad (51)$$

где  $U_i$  и  $L_{U_i}$  - среднее квадратическое значение контролируемого параметра вибрации (виброскорости или виброускорения) и его логарифмический уровень в  $i$ -й частотной полосе;  $n$  - число частотных полос в нормируемом диапазоне;  $K_i$  и  $L_{K_i}$  - весовые коэффициенты  $i$ -й частотной полосы для среднего квадратического значения контролируемого параметра или его логарифмического уровня. Они представлены в табл. 8 и 9.

Таблица 8

Значения весовых коэффициентов  $K_i$  и  $L_{K_i}$  (дБ) для локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Значения весовых коэффициентов			
	для виброускорения		для виброскорости	
	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$
8	1,0	0	0,5	- 6
16	1,0	0	1,0	0
31,5	0,5	- 6	1,0	0
63	0,25	- 12	1,0	0
125	0,125	- 18	1,0	0
250	0,063	- 24	1,0	0
500	0,0315	- 30	1,0	0
1000	0,016	- 36	1,0	0

Гигиеническая оценка воздействующей на работника *непостоянной* вибрации (общей, локальной) проводится методом интегральной оценки по эквивалентному (по энергии) уровню нормируемого параметра.

Эквивалентный (по энергии), скорректированный уровень параметра непостоянной вибрации – это скорректированный уровень параметра постоянной вибрации, который имеет такое же среднее квадратическое скорректированное значение, что и данная непостоянная вибрация в течение определённого интервала времени.

При интегральной оценке вибрации с учетом времени ее воздействия с использованием эквивалентного (по энергии) уровня, оценочным (нормируемым) параметром является эквивалентное скорректированное значение виброскорости или виброускорения ( $U_{\text{ЭКВ}}$ ) или

Таблица 9

Значения весовых коэффициентов  $K_i$  и  $L_{K_i}$ , дБ для общей вибрации

Среднегеометрические частоты полос, Гц	Общая вибрация															
	для виброускорения								для виброскорости							
	в 1/3 октаве				в 1/1 октаве				в 1/3 октаве				в 1/1 октаве			
	$Z_o$		$X_o, Y_o$		$Z_o$		$X_o, Y_o$		$Z_o$		$X_o, Y_o$		$Z_o$		$X_o, Y_o$	
	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$	$K_i$	$L_{K_i}$
0,8	0,45	-7	1,0	0					0,04	-	0,4	-8				
									5	27						
1,0	0,5	-6	1,0	0	0,5	-6	1,0	0	0,06	-	0,5	-6	0,04	-	0,5	-6
									3	24			5	25	5	
1,25	0,56	-5	1,0	0					0,09	-	0,6	-4				
										21	3					
1,6	0,63	-4	1,0	0					0,12	-	0,8	-2				
									5	18						
2,0	0,71	-3	1,0	0	0,71	-3	1,0	0	0,18	-	1,0	0	0,16	-	0,5	-1
									8	15			16	9		
2,5	0,8	-2	0,8	-2					0,25	-	1,0	0				
										12						
3,15	0,9	-1	0,63	-4					0,35	-9	1,0	0				
4,0	1,0	0	0,5	-6	1,0	0	0,5	-6	0,5	-6	1,0	0	0,45	-7	1,0	0
															0	
5,0	1,0	0	0,4	-8					0,63	-4	1,0	0				
6,3	1,0	0	0,315	-					0,8	-2	1,0	0				
				10												
8,0	1,0	0	0,25	-	1,0	0	0,25	-	1,0	0	1,0	0	0,9	-1	1,0	0
				12				12							0	
10,0	0,8	-2	0,2	-					1,0	0	1,0	0				
				14												
12,5	0,63	-4	0,16	-					1,0	0	1,0	0				
				16												
16,0	0,50	-6	0,125	-	0,5	-6	0,125	-	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0
				18				18							0	
20,0	0,4	-8	0,1	-					1,0	0	1,0	0				
				20												
25,0	0,31	-	0,08	-					1,0	0	1,0	0				
	5	10		22												
31,5	0,25	-	0,063	-	0,25	-	0,063	-	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0
				24		12		24							0	
40,0	0,2	-	0,05	-					1,0	0	1,0	0				
				26												
50,0	0,16	-	0,04	-					1,0	0	1,0	0				
				28												
63,0	0,12	-	0,031	-	0,12	-	0,031	-	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0
	5	18	5	30	5	18	5	30							0	
80,0	0,1	-	0,025	-					1,0	0	1,0	0				
				32												

Примечание: при оценке общей вибрации категории 2,3 значения весовых коэффициентов для направлений  $X_o, Y_o$  принимаются равными значениям для направления  $Z_o$ .

их логарифмический уровень ( $L_{U_{\text{ЭКВ}}}$ ), измеренные или вычисленные по формулам:

$$U_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tilde{U}_i^2 \cdot t_i)}{T}}, \quad (52)$$

$$L_{U_{\text{ЭКВ}}} = 10 \cdot \text{Lg} \left[ \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n (t_i \cdot 10^{0,1 \cdot L_{\sigma_i}}) \right] \text{ дБ}, \quad (53)$$

где  $U_i$  – скорректированное по частоте значение контролируемого параметра виброскорости ( $V, L_V$ ) или виброускорения ( $a, L_a$ );  $t_i$  – время действия вибрации, ч;

$$T = \sum_{i=1}^n t_i \quad \text{ч}, \quad (54)$$

где  $n$  – общее число интервалов действия вибрации.

#### 15.4. Нормирование вибрации

Нормы вибрационной нагрузки оператора обеспечивают отсутствие вибрационной болезни [8, 12,13, 14].

Нормируемый диапазон частот устанавливается:

- для локальной вибрации в виде 12-ти октавных полос, начиная со среднегеометрической частоты 1 Гц до 1000 Гц,

Таблица 10

Предельно допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	* Предельно допустимые значения по осям $X_d, Y_d, Z_d$			
	виброускорения		виброскорости	
	м/с <sup>2</sup>	дБ	м/с · 10 <sup>-2</sup>	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные скорректированные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

\* Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо активной полосе, не допускается.

- для общей вибрации в виде 21 октавной треть – октавной полосы с частотами, начиная с 0,8 Гц до 80 Гц.

Для локальной вибрации значения норм зависят только от частоты октавы (таб.10).

Для общей вибрации значения норм зависят не только от частоты октавы, но ещё и от характеристик условий труда, разделённых на три категории по мере ужесточения норм до условий относительного комфорта.

*Категория 1 - транспортная вибрация*, воздействующая на человека на рабочих местах подвижного состава железнодорожного транспорта, членов экипажей воздушных судов, самоходных и прицепных машин, транспортных средств, при движении по местности, агрофонам и дорогам (в том числе при их строительстве).

К источникам транспортной вибрации относят: тракторы сельскохозяйственные и промышленные, самоходные сельскохозяйственные машины (в том числе комбайны); автомобили грузовые (в том числе тягачи, скреперы, грейдеры, катки и так далее); снегоочистители, самоходный горно-шахтный рельсовый транспорт.

*Категория 2 - транспортно-технологическая вибрация*, воздействующая на человека на рабочих местах машин, перемещающихся по специально подготовленным поверхностям производственных помещений, промышленных площадок, горных выработок.

К источникам транспортно-технологической вибрации относят: экскаваторы (в том числе роторные), краны промышленные и строительные, машины для загрузки (завалочные) мартеновских печей в металлургическом производстве; горные комбайны, шахтные погрузочные машины, самоходные бурильные каретки; путевые машины, бетоноукладчики, напольный производственный транспорт;

*Категория 3 – технологическая вибрация*, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин или передающаяся на рабочие места, не имеющие источников вибрации.

К источникам технологической вибрации относят: станки металло- и деревообрабатывающие, кузнечно-прессовое оборудование, литейные машины, электрические машины, стационарные электрические и энергетические установки, насосные агрегаты и вентиляторы,

оборудование для бурения скважин, буровые станки, машины для животноводства, очистки и сортировки зерна (в том числе сушилки), оборудование промышленности стройматериалов (кроме бетоноукладчиков), установки химической и нефтехимической промышленности и другое оборудование.

*Категорию 3 условий труда дополнительно делят по месту действия на три типа:*

1) на постоянных рабочих местах производственных помещений предприятий;

2) на рабочих местах складов,

труда. в столовых, бытовых, дежурных и других производственных помещениях, где нет машин, генерирующих вибрацию;

3) на рабочих местах в помещениях заводоуправления, конструкторских бюро, лабораторий, учебных пунктов, вычислительных центров, здравпунктов, в конторских помещениях, рабочих комнатах и других помещениях для работников умственного

По соответствующим категориям в нормативных документах представлены предельно допустимые величины нормируемых параметров вибрации рабочих мест при длительности вибрационного воздействия 480 мин (8 ч).

## **16. Оценка воздействия освещения на рабочем месте**

### **16.1. Понятие о свете и фотометрических параметрах**

Область физики, которая изучает физиологическое воздействие света на человека, называется фотометрией.

В фотометрии светом называют электромагнитное излучение, которое воздействуя на глаза человека, вызывает у него ощущения светлоты и цвета.

Светлота и цвет являются субъективными понятиями. Эти ощущения возникают вследствие фотохимических реакций вещества, заполняющего сетчатку глаза.

Ощущения цвета зависят от частоты (длины) электромагнитных волн. Ощущение светлоты зависит от интенсивности потока электромагнитных волн, достигающих сетчатки глазного дна.

Все фотометрические параметры введены на основе связи между ощущениями светлоты и цвета с физическими параметрами электромагнитного излучения, вызывающего эти ощущения. Связь между ощущением цвета и частоты определена введением эталонов цвета. Связь между ощущением светлоты и мощностью излучения введена через эталон силы света.

Основной мерой света считается световой поток, обозначаемый буквой  $\Phi$ . *Световой поток — это мощность светового излучения, измеренная не в привычных ваттах, а в специальных единицах, называемых люменами, обозначение— лм. Люмен — это 1/683 ватта светового монохроматического, то есть строго одноцветного, излучения с длиной волны 555 нм.*

Световой поток, вызванный источником света, распространяется сферически во всех возможных направлениях. Для учёта неравномерности распределения излучения в разных направлениях, введён параметр - сила света, обозначается  $I$ , размерность - кандела (кд). *Сила света — это поток видимого излучения, приходящийся на единицу телесного угла, в пределах которого он распространяется.*

$$I = \frac{\Phi_{\Omega}}{\Omega} \quad \text{кд} \quad , \quad (55)$$

где  $\Phi_{\Omega}$  - световой поток источника внутри телесного угла,  $\Omega$  - телесный угол в радианах (рис. 13).

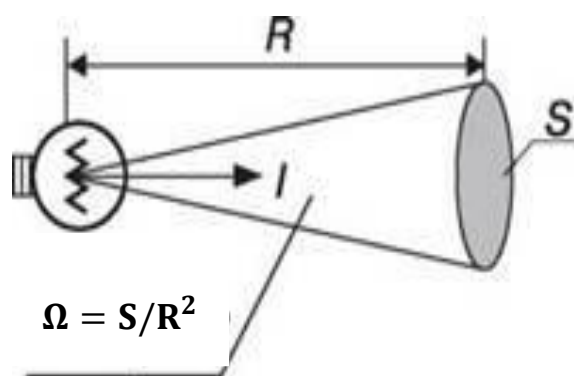


Рис.13. Телесный угол

В качестве эталона светового излучения 1 кд используется излучение плоской поверхности затвердевающей платины площадью  $1/60 \text{ см}^2$ , при температуре  $2042,5 \text{ К}$  в направлении перпендикулярном к её плоскости.

## 16.2. Понятие о воздействии света на человека

Ощущение интенсивности светового потока органами зрения человека нелинейно, подобно закону Вебера – Фехнера , что расширяет



диапазон ощущения. Нелинейность позволяет органам чувств человека действовать без перенапряжения в окружающих условиях, которые изменяются в значительных пределах.

То, что мы видим, представляет собой обработанную и отредактированную картинку. Редактирование зрительной информации происходит в силу приспособления зрительной системы к определенным задачам.

Весь диапазон яркостей, которые наш зрительный механизм способен воспринять, огромен: от  $10^{-6}$  кд·м<sup>-2</sup> для глаза, полностью адаптированного к темноте, до  $10^6$  кд·м<sup>-2</sup> для глаза, полностью адаптированного к свету.

Частотную характеристику спектральной чувствительности человеческого глаза к воздействию монохроматического света обычно представляют в виде двух графиков для дневного и ночного зрения, рис. 14, обозначают  $V$ , размерность - лм/вт. Спектральная чувствительность глаза тождественна таким понятиям, как спектральная световая эффективность монохроматического излучения и кривая видности глаза.

Кривая спектральной чувствительности глаза, полностью адаптированного к дневному свету, имеет максимум на длине волны в

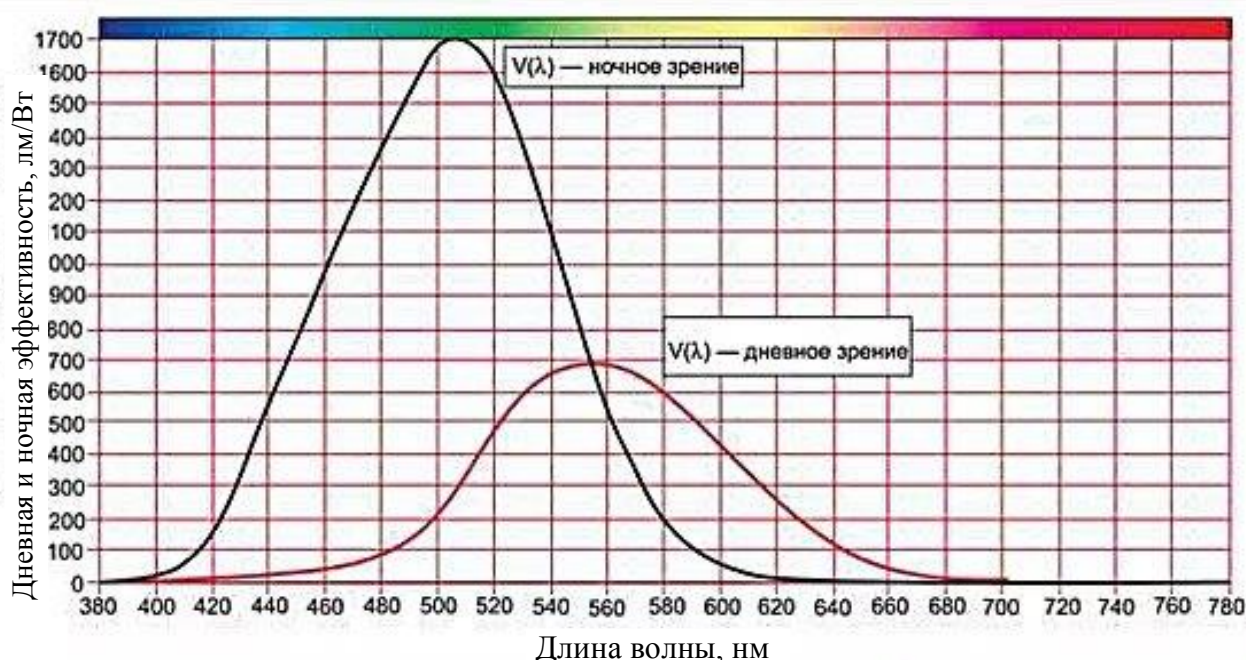


Рис. 14. Спектральная чувствительность глаза для дневного и ночного зрения. Максимум чувствительности при дневном зрении находится на длине волны 555 нм, а к ночному - 507 нм. Она смещается от жёлто-зелёного к насыщенно зелёному цвету при снижении освещённости в вечернее время суток.

Из графиков рис.14 следует, что наилучшие условия для зрения зависят от комбинации освещённости и цвета.

Такое исследование провёл голландский физик Ари Андрикс Крюитоф. Результаты представлены на рис. 15 в виде изображения зоны комфорта в координатах освещённость – цветовая температура. Цветовая температура определяется по температуре абсолютно чёрного тела, является параметром цвета излучения этого тела, спектр которого определён законом Планка.

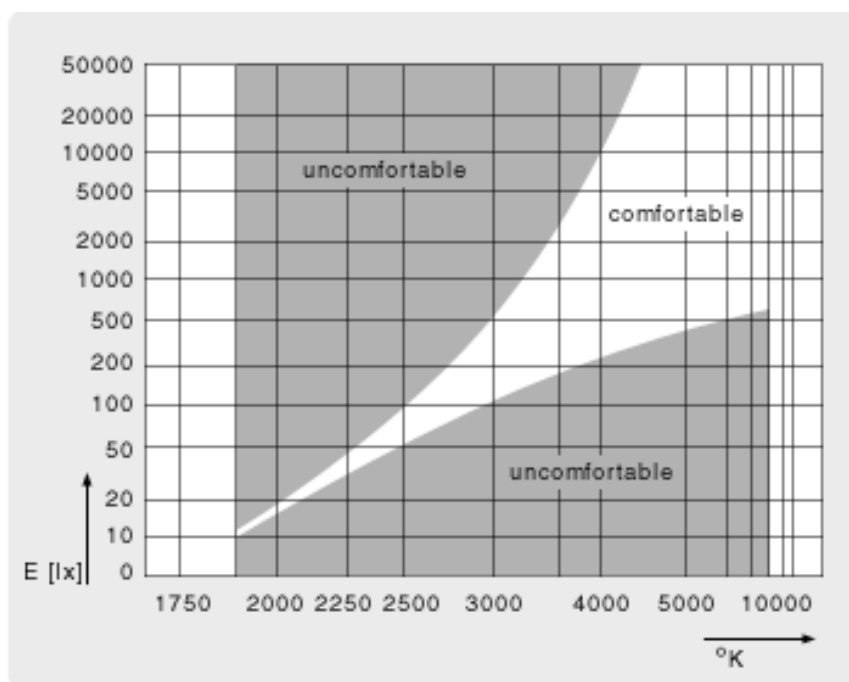


Рис.15. Зона комфортного освещения Крюитофа

Из диаграммы следует, что свет воспринимается белым только в средней части. В левой области свет воспринимается жёлтым, а в правой - тусклым или холодным.

Недостаточная освещённость или слишком высокая яркость на рабочем месте, дискомфорт спектрального состава способствуют снижению качества зрения, негативно влияют на весь человеческий организм.

Это проявляется в усталости, сонливости, частых головных болях, повышении артериального давления, и как результат – снижается работоспособность. Комфортный свет действует на человека тонизирующе, способствует хорошему настроению, улучшает работу нервной системы.

### 16.3. Воздействия пульсаций света на человека

Типичный уровень пульсаций уличных натриевых светильников — около 30 %. Типичный уровень пульсаций светильников с люминесцентными трубчатыми лампами 4×18 с «классическим» ЭМПРА, стоящих в большинстве учреждений и учебных заведений — более 40 %. Компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) пульсируют примерно вдвое меньше ламп накаливания (6-10 % против 15-20 %). Сегодня уровень пульсаций светодиодного светильника выше 10 % вызывает удивление. Значения до 3 % — фактическая норма. Пульсация яркости ЛСД мониторов и экранов вызвана ШИМ-регулировкой подсветки, поэтому на 100 % яркости обычно её пульсация равна нулю, и при уменьшении яркости растёт, достигает 100%.

Широко распространено мнение, что человеческий глаз чувствует световые пульсации, частота которых не превышает нескольких десятков герц. На этом допущении построено воспроизведение видеоизображений в кино и телевидении – там частота смены кадров составляет 25 Гц, 50Гц и более, что воспринимается глазом человека как целостное во времени, плавно изменяющееся изображение. Дело в том, что мозг человека перестает полноценно успевать обрабатывать ту часть поступающей ему от органов зрения информации, которая изменяется с частотой выше нескольких десятков герц.

Несмотря на кажущуюся плавность видеоизображения, медицинские исследования показали, что органы зрения и мозг человека продолжают воспринимать и реагировать на изменения воспринимаемой зрительной информации вплоть до частоты 300Гц. Такие изменения в воспринимаемой органами зрения информации оказывают уже не визуальное воздействие на гипоталамус, что влияет на гормональный фон: циркадные, суточные ритмы, эмоции, работоспособность и т.п. Человек ощущает чувства дискомфорта, усталости или недомогания во, вроде бы, хорошо и ярко освещённых помещениях или при работе с компьютером.

Самое опасное в невизуальном воздействии света – это то, что мы не чувствуем напрямую его влияния на наш организм и не можем принять меры для уменьшения опасных последствий такого воздействия на наше здоровье. Невизуальное воздействие света может приводить к расстройству биологических ритмов человека и к "циркадным стрессам", которые, в свою очередь, могут приводить к развитию таких заболеваний,

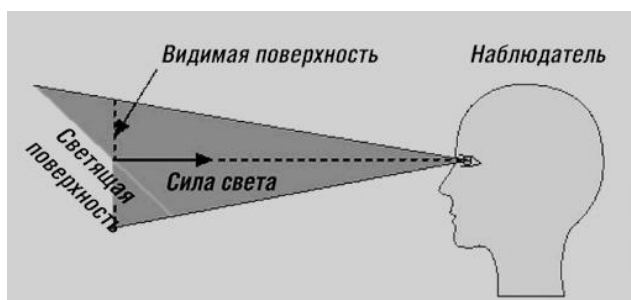
как депрессии, бессонница, патологии сердечно-сосудистой системы и рак. По-видимому, невизуальное воздействие света на организм человека, заметно более глубокое, чем визуальное, хотя, оно ещё очень мало изучено.

Для светового потока, пульсация которого превышает частоту 300Гц, какого-либо заметного воздействия на организм человека выявлено не было, ввиду того, что на такие быстрые изменения интенсивности светового потока перестает уже реагировать сетчатка глаза человека.

## 16.4. Оценочные параметры освещения

Для оценки освещения на рабочем месте используют 6 параметров.

**1 – яркость.** Яркостью называют отношение силы света (формула 1) к площади видимой поверхности, обозначают  $V$  или  $L$ , размерность кандела на метр квадратный, сокращённо  $\text{кд}/\text{м}^2$ .



$$V = \frac{I}{S_B} = \frac{I}{S_{CB} \cos(\alpha)} \quad \text{кд}/\text{м}^2, \quad (56)$$

где  $I$  – сила света,  $S_B$  – площадь видимой поверхности,  $S_{CB}$  – площадь светящейся поверхности,  $\alpha$  – угол наклона светящейся поверхности.

Рис.16. Определение яркости

Параметр «яркость» применяют для оценки безопасности воздействия светящихся поверхностей и отражённого света от рабочих поверхностей [17].

**2 – освещённость.** Освещённостью называют отношение светового

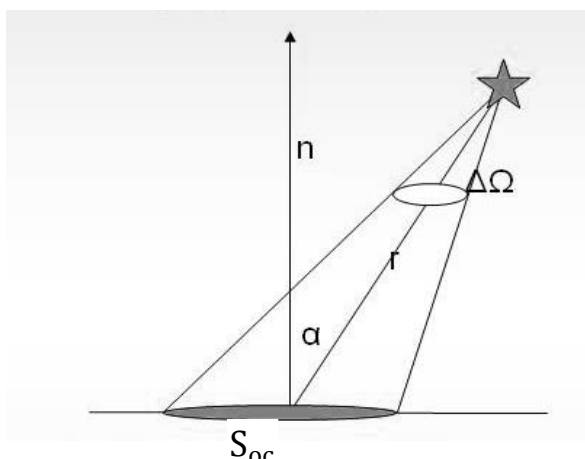


Рис.17. Определение освещённости

потока к площади освещаемой поверхности, обозначают  $E$ , размерность – люкс, сокращённая запись – лк.

$$E = \frac{\Phi}{S_{oc}} \quad \text{лк} \quad (57)$$

где  $\Phi$  – световой поток,  $S_{oc}$  – площадь освещаемой поверхности. Когда лучи света падают наклонно к освещаемой поверхности,

освещённость уменьшается пропорционально **косинусу** угла падения лучей.

Освещённость применяют для оценки безопасности освещения рабочих мест искусственным и совмещённым светом.

**3** – *коэффициент естественной освещённости*, сокращённо КЕО. КЕО называют отношение естественной освещённости в помещении к одновременно замеренной горизонтальной освещённости на открытом месте вне помещения, обозначается «е», размерность - проценты. Для определения КЕО необходимо измерить освещённость в помещении (на рабочем месте) и снаружи в одно и то же время и подсчитать процентное отношение. Наиболее точные величины КЕО получаются при проведении измерений при рассеянном естественном освещении.

$$e = 100 \frac{E}{E_n} \% , \quad (58)$$

где  $E$  – освещённость на рабочем месте через окна или другие световые проёмы светом неба,  $E_n$  – освещённость рабочего места светом полностью открытого небосвода вне здания.

Применяется для оценки безопасности естественного освещения на рабочем месте.

**4** - *объединенный показатель дискомфорта*, обозначается UGR, безразмерный, определяется по следующей формуле [15]:

$$UGR = 8 \cdot \text{Lg} \left[ \frac{0,25}{B_a} \sum_{i=1}^N \left( \frac{B_i^2 \Omega_i}{P_i^2} \right) \right] \quad (59)$$

где  $B_a$  – яркость адаптации (фона),  $\text{кд/м}^2$ , рассчитываемая  $B_a = \frac{E_{\text{ind}}}{\pi}$ , где  $E_{\text{ind}}$  - отраженная составляющая вертикальной освещённости на уровне глаз стандартного наблюдателя. Она принимается равной отраженной вертикальной освещённости стен на данной высоте:  $E_{\text{ind}} = E_{\text{wid}}$ ,  $B_i$  - яркость блёсткого источника,  $\text{кд/м}^2$ ,  $\Omega_i$  - угловой размер блёсткого источника (светильника) из точки наблюдения,  $\text{стер}$ ,  $P_i$  - индекс позиции блёсткого источника относительно линии зрения.

Объединенный показатель дискомфорта применяется для оценки дискомфорта общего и комбинированного освещения.

**5** - *коэффициент пульсации освещённости*, обозначается  $K_p$ , размерность – проценты %. Является критерием оценки относительной

глубины колебаний освещенности в результате изменения во времени светового потока источников света при питании их переменным током [16], определяется следующей формулой:

$$K_{\text{п}} = 100\% (E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}) / 2E_{\text{ср}}, \quad (60)$$

где  $E_{\text{макс}}$  и  $E_{\text{мин}}$  - максимальное и минимальное значения освещенности за период ее колебания, лк;  $E_{\text{ср}}$  - среднее значение освещенности за тот же период, лк;

Среднее значение освещенности определяется по следующей формуле:

$$E_{\text{ср}} = \frac{1}{T} \int_0^T E \cdot dt, \quad (61)$$

где  $T$  - период колебаний.

Коэффициент пульсации освещенности применяется для оценки глубины пульсаций.

**6** - *индекс цветопередачи*, или colour rendering index – CRI, обозначается  $R_a$ , размерность – проценты, %. Индекс цветопередачи — это относительная величина, которая может принимать значения от 0 до 100, характеризующая степень соответствия цвета тела его естественному цвету при освещении его определенным источником света [18]. По методике CIE (1995), разработанной Международной комиссией по освещению, CRI рассчитывается из разницы в цветности, возникающей при сравнительном освещении восьми стандартных цветов тестируемым образцом и эталонным источником света, имеющим ту же цветовую температуру. Чем меньше средняя разница, тем выше значение CRI. *Цветопередача не определяется цветовой температурой освещения.*

Применяется для оценки естественности освещения на рабочих местах, где предъявляются требования к качеству цветопередачи (текстильные, радиоэлектронные, полиграфические производства и т.п.).

## 16.5. Нормативные требования к освещению

Искусственное освещение - это освещение от электрических источников света. Искусственное освещение подразделяется на общее, местное и комбинированное.

Существует два способа определения норм искусственного освещения на рабочем месте. В первом способе нормируемые значения освещенности необходимо применять в точках ее *минимального* значения

на рабочей поверхности [15]. В настоящее время предпочтительным является другой способ определения норм освещённости по *среднему* значению освещённости, при этом необходимо выполнить условие, чтобы неравномерность освещённости рабочей поверхности светильниками общего освещения не превышала 10% от среднего значения [8].

Светильники для общего и местного освещения должны быть установлены под углом к направлению зрения работника, исключая попадание в поле зрения прямого излучения.

Помещения, в которых работающий находится большую часть (более 50%) или более двух часов непрерывно своего рабочего времени, должны иметь естественное освещение.

Помещение, в котором коэффициент естественной освещённости (КЕО) в точке нормирования ниже 0,1%, классифицируется как помещение без естественного света.

Значения норм искусственного и естественного освещения определяют в зависимости от разряда и подразряда зрительной работы.

Разряд установлен в зависимости от расстояния до объектов различения. При расстоянии не более 0,5 м от глаз работающего разряд зависит от наименьшего размера объекта различения. При расстоянии до глаз работающего более 0,5 м разряд работ зависит от углового размера объекта различения, определяемого отношением минимального размера объекта различения  $d$  к расстоянию  $L$  от этого объекта до глаз работающего.

Подразряд зрительной работы установлен в зависимости от значений контраста объекта различия по отношению к фону и характеристики фона.

Нормативные значения яркости относятся к средним значениям светящейся поверхности мониторов, экранов, в том числе поверхности рабочего стола, который светится в результате отражения направленного на него светового потока.

При питании источников света частотой свыше 300 Гц коэффициент пульсации освещённости на рабочих местах не нормируется.

Яркость рабочих поверхностей должна обеспечивать нормативные показатели дискомфорта UGR от общего искусственного освещения, которые не измеряются, а определяются расчётом по формуле (59).

На рабочих местах, где предъявляются требования к цветопередаче (текстильные, радиоэлектронные, полиграфические

производства и т.п.) для искусственного освещения следует применять источники света с индексом цветопередачи  $R_a \geq 85 \%$ . В табл. 11 приведены примеры различных источников света и типовые значения цветопередачи.

Таблица 11

Типовые значения цветопередачи различных источников света

Характеристика цветопередачи	Степень цветопередачи	Коэффициент цветопередачи $R_a$	Примеры ламп
Очень хорошая	1А	Более 90	Серная лампа, Лампы накаливания, Галогенные лампы, Люминесцентные лампы с пятикомпонентным люминофором, Лампы МГЛ (Металлогалогенные)
Очень хорошая	1В	80-89	Люминесцентные лампы с трехкомпонентным люминофором, светодиодные лампы
Хорошая	2А	70-79	Люминесцентные лампы ЛБЦ, ЛДЦ, светодиодные лампы
Хорошая	2В	60-69	Люминесцентные лампы ЛД, ЛБ, светодиодные лампы
Посредственная	3	40-59	Лампы ДРЛ (ртутные), НЛВД с улучшенной цветопередачей
Плохая	4	Менее 39	Лампы ДНат (натриевые)

Эталонным является источник белого света с показателем цветопередачи  $R_a=100$  (дневной, белый свет), который излучает свет, оптимально отображающий все цвета. Белым светом называют спектральное распределение излучения чёрного тела при температуре  $\sim 5200$  К. Чем ниже значения  $R_a$ , тем хуже передаются цвета освещаемого объекта.



## Оглавление

1. Общее представление о науке БЖД и её задачах.....	3
2. Закон Вебера – Фехнера.....	5
3. Типология задач БЖД.....	7
3.1. Общее представление о задаче оценки безопасности.....	7
3.2. Общее представление о задаче обеспечения безопасности.....	7
3.3. Общее представление о задаче ликвидации опасной ситуации...8	
3.4. Выводы.....	10
4. Понятие об оценочном параметре и области безопасности.....	10
5. Относительность понятия безопасности.....	12
6. Вероятностная оценка безопасности.....	13
7. Понятие о приемлемом риске.....	15
8. Оценка допустимой безопасности с использованием доверительного интервала.....	16
9. Система оценки безопасности на предприятии.....	20
10. Обязанности руководителей первичных подразделений по обеспечению безопасности персонала.....	21
11. Понятие о микроклимате.....	21
12. Понятие о производственной санитарии.....	22
13. Оценка теплового состояния персонала на рабочем месте.....	23
13.1. Понятие о тепловом обмене персонала.....	23
13.2. Оценочные параметры теплового обмена персонала.....	24
13.3. Нормативные ограничения оценочных параметров микроклимата.....	26
14. Оценка воздействия шума на рабочем месте.....	30
14.1 Понятие о шуме.....	30
14.2. Амплитудная характеристика воздействия шума (громкость)..31	
14.3. Понятие об уровне звукового давления.....	32
14.4. Частотная характеристика воздействия шума (тон).....	32
14.5. Классификация шумов.....	34
14.6. Оценочные параметры шума.....	35
14.7. Нормативные ограничения уровня шума.....	37
15. Оценка воздействия вибрации на рабочем месте.....	39
15.1. Понятие о вибрации.....	39
15.2. Воздействие вибрации на человека.....	40
15.3. Оценочные параметры вибрации.....	42
15.4. Нормирование вибрации.....	45
16. Оценка воздействия освещения на рабочем месте.....	47
16.1. Понятие о свете и фотометрических параметрах.....	47
16.2. Понятие о воздействии света на человека.....	48
16.3. Воздействия пульсаций света на человека.....	51
16.4. Оценочные параметры освещения.....	52
16.5. Нормативные требования к освещению.....	54

## Библиографический список

1. Источник: <https://fireman.club/inseklodepia/likvidaciya-chrezvychajnoj-situacii/> При копировании материалов, ссылка на источник обязательна © fireman.club
2. ГОСТ Р 54500.1-2011/Руководство ИСО/МЭК 98-1:2009 Неопределенность измерения.
3. Протодьяконов И.О. Анискин С.В. Слепцов И.Е. Количественное оценивание уровня безопасности объектов: методические указания к выполнению лабораторно-расчётной работы для студентов всех специальностей и форм обучения.-СПб, 2000.-25 с.
4. РМГ 91-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Совместное использование понятий погрешность измерения и неопределенность измерения. - М.: Стандартинформ, 2009. — 8 с.
5. Введение в руководство по неопределенности измерения. - М.: Стандартинформ, 2012.
6. ГОСТ Р ИСО 10576-1-2006 "Руководство по оценке соответствия установленным требованиям" - М.: Стандартинформ, 2006; ИУС, N 7, 2011.
7. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
8. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
9. ГОСТ Р ИСО 226-2009. Акустика. Стандартные кривые равной громкости.
10. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96."Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"
11. Руководство 2.2.013-94 "Гигиенические критерии оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести, напряженности трудового процесса".
12. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность.
13. СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы.
14. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность.
15. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение.
16. ГОСТ Р 54945-2012 "Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности".
17. ГОСТ Р 52870-2007. Средства отображения информации коллективного пользования. Требования к визуальному отображению информации и способы измерения.
18. ГОСТ ИСО 8995-2002 Принципы зрительной эргономики. Освещение рабочих систем внутри помещений.

*Учебное издание*

Сергей Васильевич Анискин

## БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Часть 1. Оценка безопасности на рабочем месте

Учебное пособие

Редактор и корректор В.А.Басова

Техн. редактор Л.Я.Титова

Темплан 2019 г., поз.20

---

Подп. к печати 28.03.2019

Формат 60x84/16

Бумага тип. №1

Печать офсетная.

Объем 3,75 печ.л.;

3,75 уч.-изд.л.

Тираж 70 экз.

Изд. №20

Цена «С». Заказ

---

Ризограф Высшей школы технологии и энергетики СПбГУПТД, 198095,  
Санкт-Петербург, ул. Ивана Черных, 4.