

# **Безопасность жизнедеятельности**

## **Лекция 3**

Кулигин А.П., Доцент, к.ф.-м.н.

## **2. 3. Системный анализ безопасности**

## 2.3.1. Методические подходы к изучению риска

### 4 подхода.

**1. Инженерный** – опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности (ВАБ) с использованием графо-аналитических методов и расчета т.н. деревьев отказов и деревьев событий.

С помощью первых предсказывают, во что может развиваться тот или иной отказ техники. Исследователь графически представляет возможные сценарии развития опасной, начиная от исходного события – отказа того или иного элемента системы. В этом случае используется прямая (индуктивная) логика от частного к общему.

Во втором случае проводится анализ того, какие исходные события могут привести к **венчающему событию**.

Когда деревья построены, рассчитываются вероятности реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем – общая вероятность аварии на объекте.

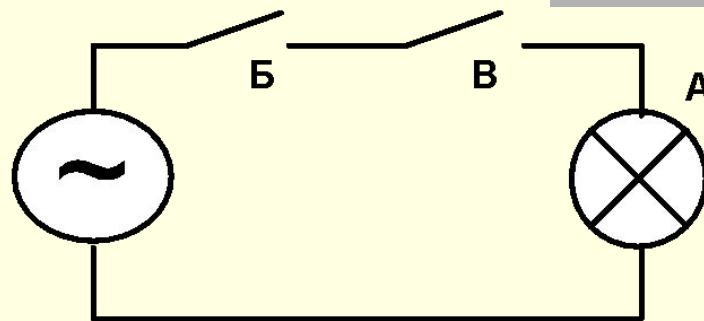
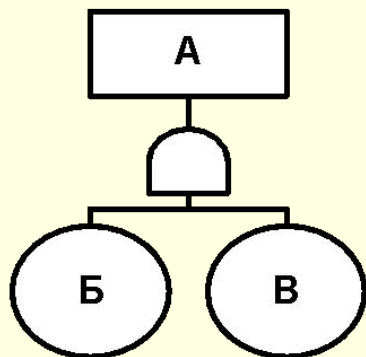
- 
- 2. Модельный** – построение моделей воздействия вредных факторов на человека и ОС. Эти модели могут описывать последствия как обычной работы предприятия, так и аварий.
  - 3. Экспертный** – вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов. Особенно эффективен, когда для двух первых способов мало данных.
  - 4. Социологический** – исследуется отношение населения к разным видам риска, например, с помощью социологических опросов.

## 2.3.2. Построение дерева причин и дерева отказов

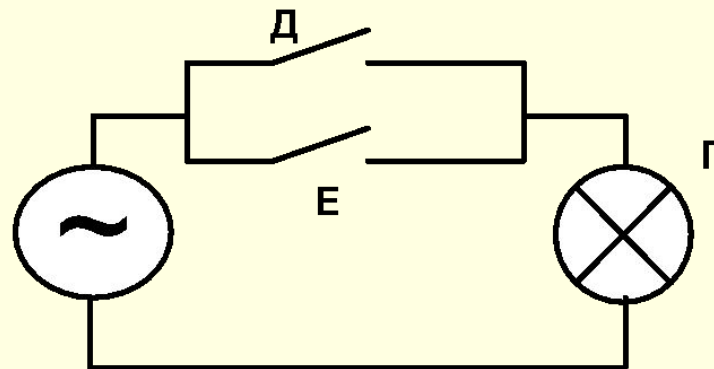
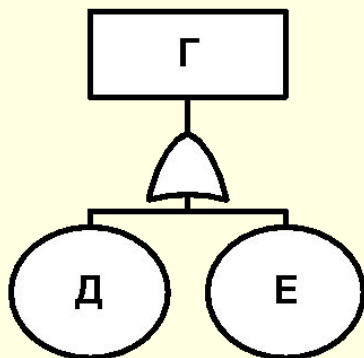
---

- Любая опасность может быть реализована в нежелательное событие благодаря какой - то причине или нескольким причинам, которые, в свою очередь, являются следствием других причины.
- Причины и опасности образуют цепные структуры или системы. Графическое изображение таких зависимостей напоминает ветвящееся дерево.
- Для построения и анализа деревьев используют символы событий (логические символы) и логические операции. Чаще всего употребляются "И" и "ИЛИ"

## Рис. 2.4. Логические операции для анализа методом дерева отказов

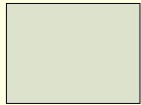


Вероятность события А:  $P(A) = P(B) * P(V)$

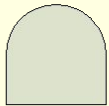


Вероятность события Г:  $P(G) = P(D) + P(E) + P(D) * P(E)$

# Символы для построения дерева событий



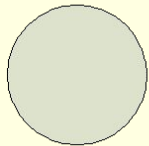
**Символ какого-либо события**



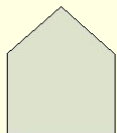
**Символ «И»**



**Символ «ИЛИ»**



**Исходное событие, обеспеченное достаточными данными**



**Домик, событие, которое может случиться или не случиться**

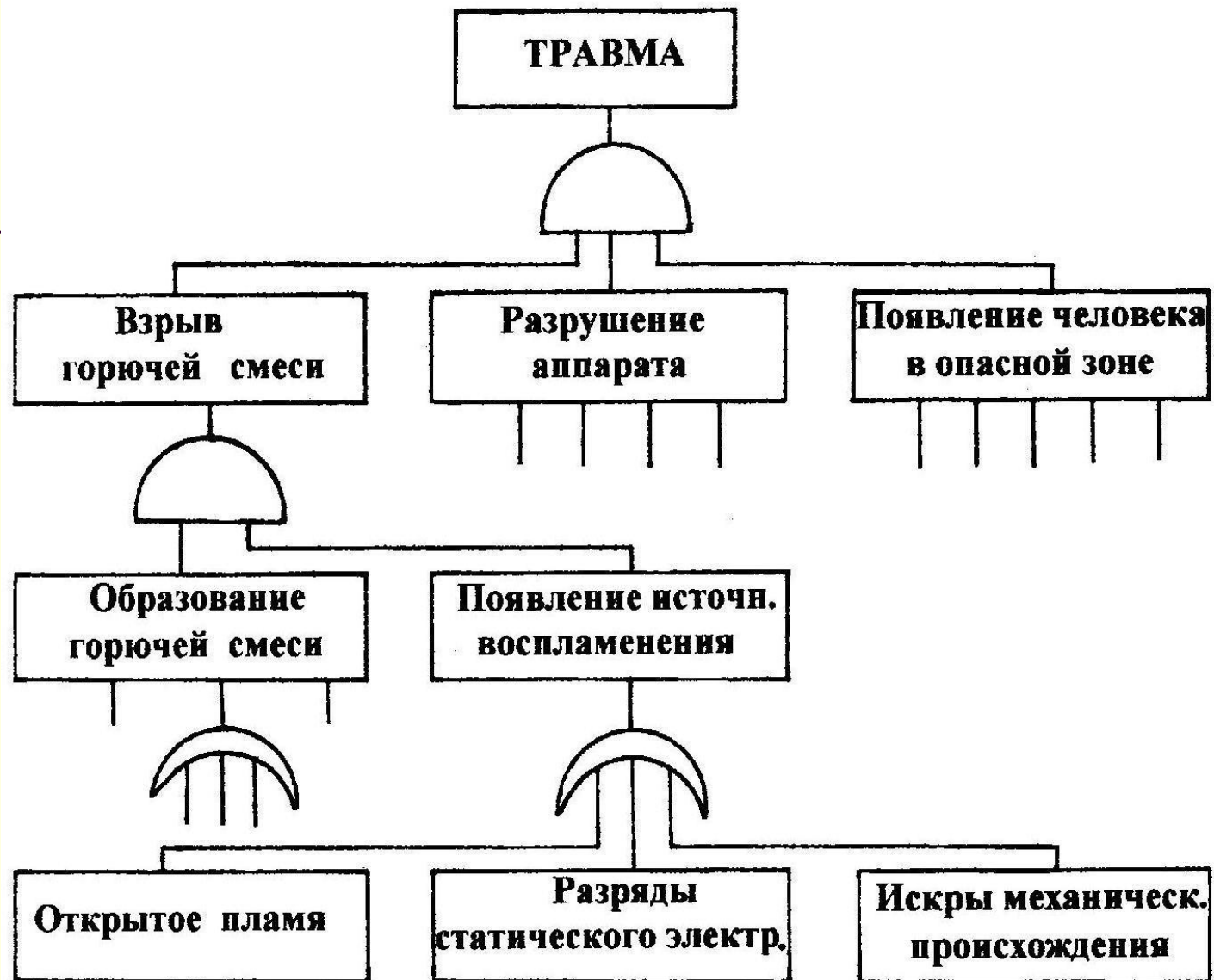


Рис. 2.4. Дерево событий на примере полученной травмы



- 
- **Комментарии к схеме?**
  - **Каких распространенных элементов не хватает?**

## 2.3.3. Методы анализа безопасности

---

**Априорный** - до появления нежелательного события.

Исследователь выбирает потенциально возможные для данной системы события и пытается составить набор ситуаций, приводящих к их появлению.

Априорный анализ особенно эффективен, когда анализируются системы или оборудование, у которых есть аналоги, т. е. продолжительный опыт эксплуатации аналогичных систем и механизмов.

---

**Апостериорный – выполняется** после проявления нежелательного события.

При анализе сложных систем, новой техники (и тем более отсутствии опыта их эксплуатации) используют апостериорный анализ - определяют причину после свершившегося нежелательного события (подводная лодка «Курск», ракета-носитель «Прогресс», ЯК-42).

---

## **Раздел 3. Человек как элемент системы «Человек – среда обитания»**

### **3.1. Основные характеристики анализаторов человека**

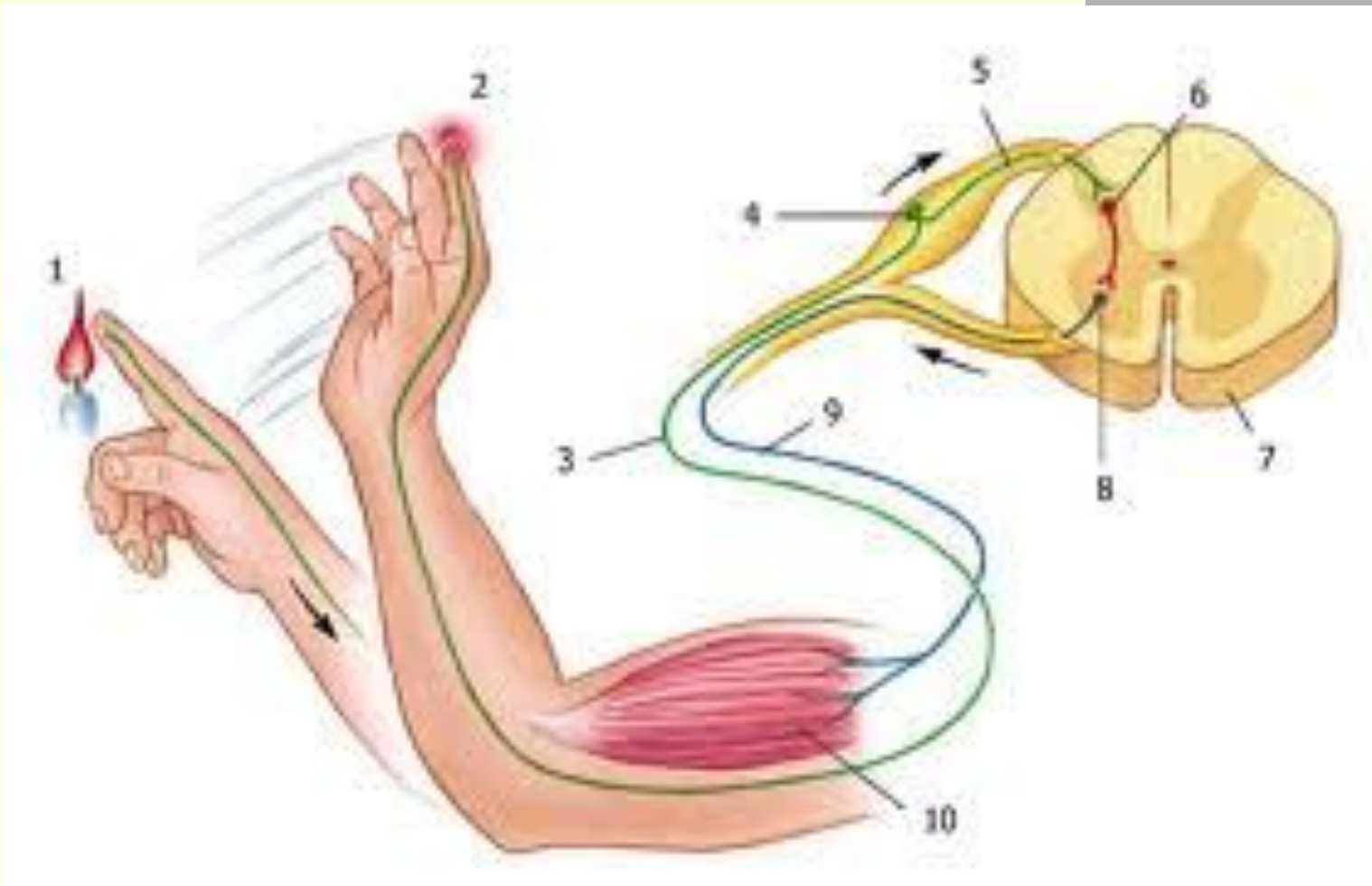
## 3.1.1. Рефлекторный характер деятельности человека

---

Деятельность нервной системы носит рефлекторный (отражательный) характер.

Рефлекс - это цепь событий, включающая передачу сигнала с помощью нервной системы от какого-либо органа чувств, с развитием ответной автоматической реакции. Путь, по которому проходит нервное возбуждение при внешнем раздражении называется рефлекторной дугой и состоит из следующих этапов.

1. Передача вызванного раздражителем возбуждения в центр - спинной и головной мозг. Передача осуществляется клеткой чувствительного нерва. Эта часть рефлекса называется чувствительной, афферентной.
2. Центральная (мозговая) часть, где происходит передача возбуждения от клетки чувствительного нерва к клетке двигательного нерва.
3. Передача нервного возбуждения в мышцы или в железы клеткой двигательного нерва. Эта часть рефлекса называется двигательной, эфферентной.



- 
- **Рефлексы: безусловные и условные.**

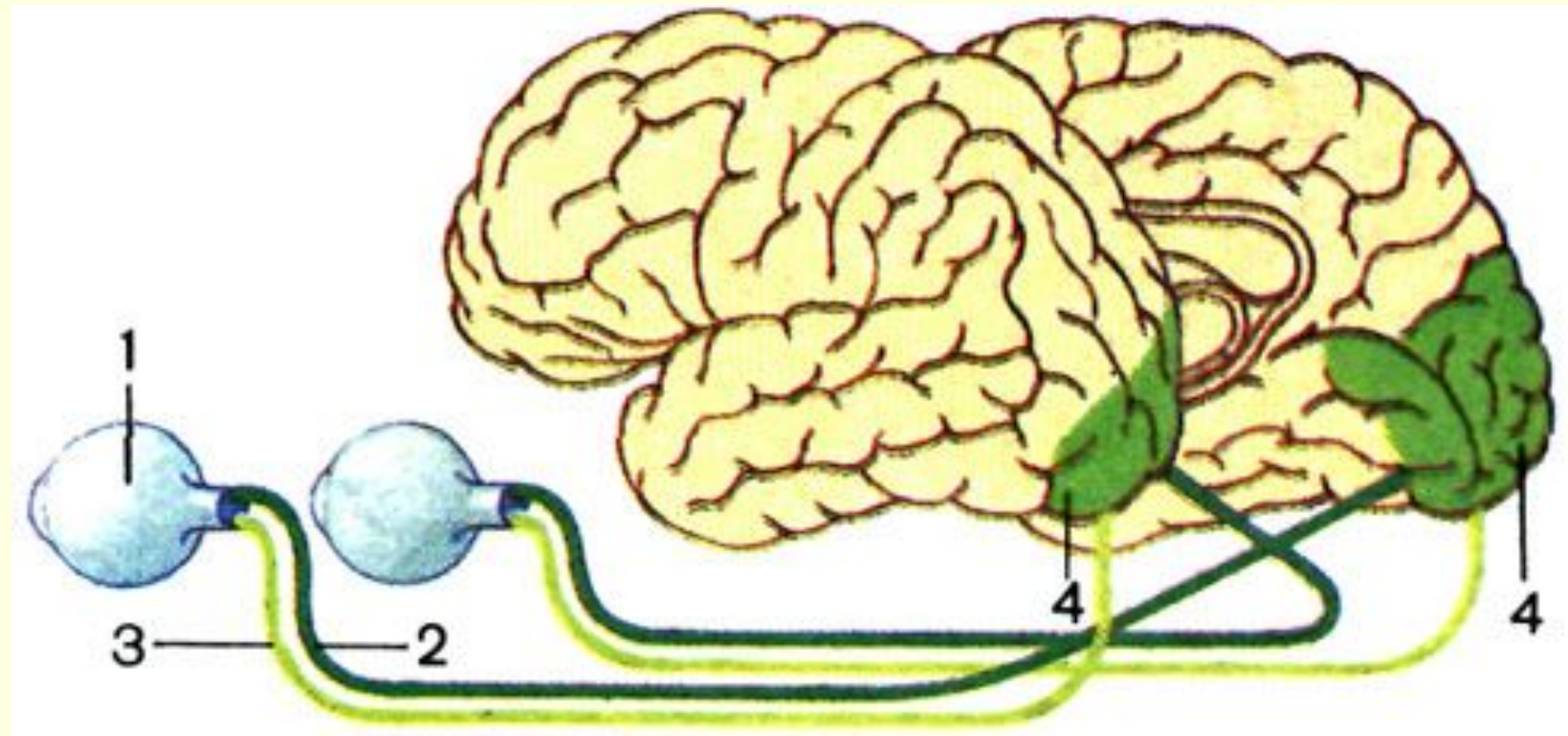
**Изучить самостоятельно**



## 3.1.2. Анализаторы человека. Строение.

Анализатор человека — подсистема центральной нервной системы, обеспечивающая приём и первичный анализ информации. В составе каждого анализатора - 3 отдела:

- 1) периферический, состоящий из рецепторов и специальных образований, способствующих работе рецепторов (например, органы чувств - слуха, зрения и т.д.).
- 2) проводниковый - проводящие пути и подкорковые нервные центры
- 3) корковый - области коры больших полушарий, воспринимающие информацию от соответствующих рецепторов.



---

Все части анализатора действуют как единое целое.  
Нарушение одной из них вызывает нарушение  
функции всего анализатора.

Основная функция анализаторов - разложение  
сложностей внешнего и внутреннего мира на  
отдельные элементы и их анализ.

# Рецепторы

У человека выделяют следующие рецепторы:

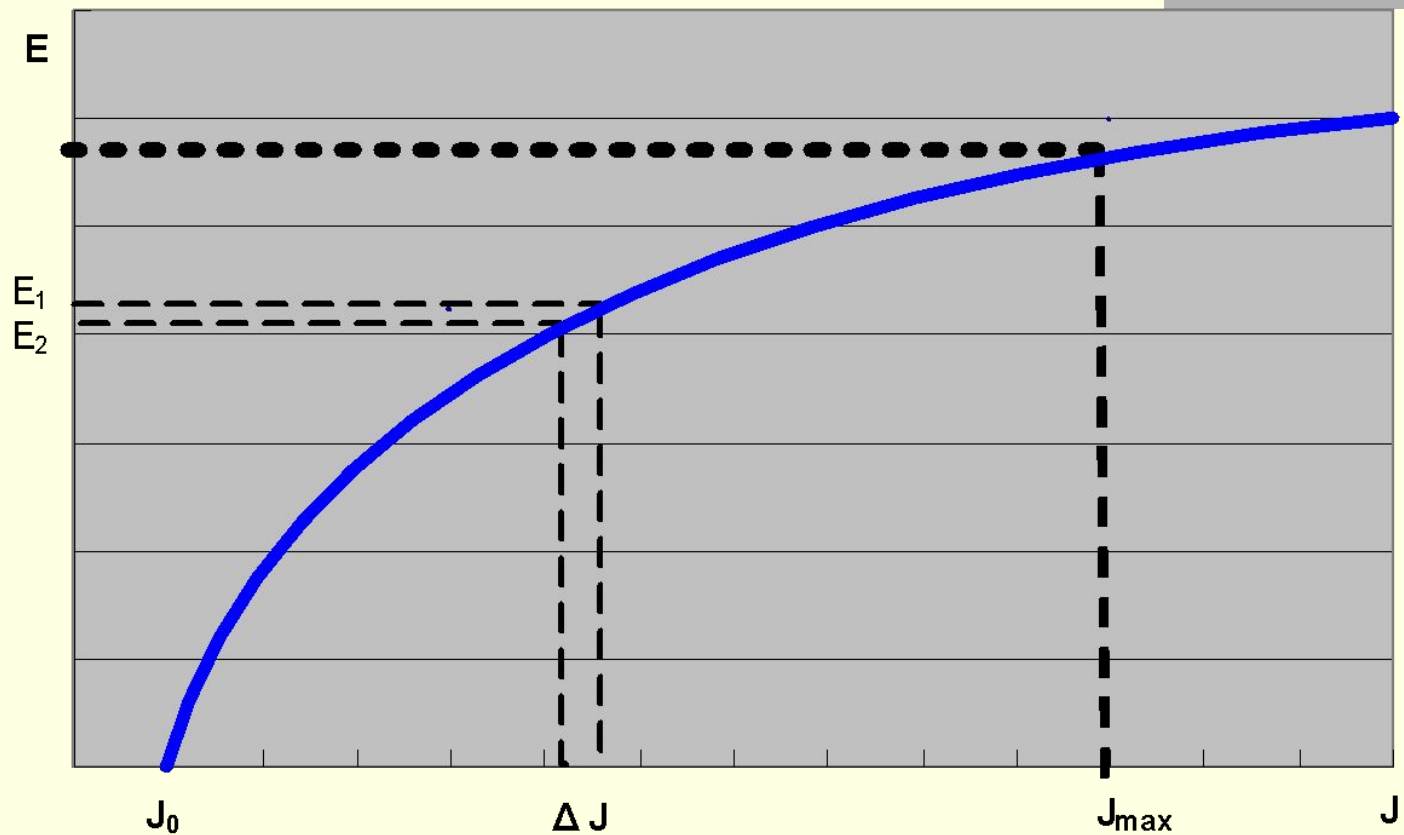
1. **внешние**

- зрительный
- слуховой
- тактильный
- болевой
- температурный
- обонятельный
- вкусовой

2. **внутренние**

- давления
- кинетический
- вестибулярный

### 3.1.3. Основные характеристики анализаторов



$J$     Величина раздражителя  
 $E$     Интенсивность ощущений

# Характеристики анализаторов

## 1. Абсолютная чувствительность к интенсивности сигнала

- $J_0$  – **Нижний порог чувствительности** - минимальная величина раздражителя, вызывающая едва заметное ощущение. Сигналы, интенсивность которых меньше  $J_0$ , человеком не ощущаются.
- $J_{\max}$  - **Верхний порог чувствительности** (болевого порог) - максимальная величина раздражителя, которую способен адекватно воспринимать анализатор
- Интервал ( $J_0, J_{\max}$ ) - **диапазон чувствительности**.

## 2. Дифференциальный, разностный порог -

наименьшая величина различий между раздражителями ( $\Delta J$ ), когда они еще ощущаются как различные

$$E_1 \neq E_2$$

### ■ Закон Вебера:

- Величина  $\Delta J$  пропорциональна интенсивности сигнала  $J$ :  $\Delta J/J = K$
- Для зрительного анализатора  $K = 0,01$ , для слухового -  $K = 0,1$ .

3. **Оперативный порог различимости сигналов** - та величина различия между сигналами, при которой точность и скорость различения достигают максимума. Оперативный порог в 10-15 раз выше дифференциального порога.

4. **Интенсивность ощущения (E)** прямо пропорциональна логарифму силы раздражителя J (**закон Вебера-Фехнера**)

$$E = k \log J + c$$

Коэффициенты k и c являются характеристиками отдельного индивида и определяют его меру чувствительности



**5. Минимальная длительность** воздействия раздражителя, необходимая для возникновения ощущений – своя для каждого анализатора.

**Латентный период реакции** - промежуток времени от момента подачи сигнала до момента возникновения ощущения. После окончания воздействия раздражителя ощущения исчезают не сразу, а постепенно, т.е. характерна **инерция восприятия**. (инерция зрения = 0,1 - 0,2 сек).

Время действия сигнала и интервал между появляющимися сигналами должны быть не меньше времени сохранения ощущений, равного 0,2-0,5 сек. В противном случае будет замедляться скорость и точность реагирования, поскольку во время прихода нового сигнала еще будет оставаться образ предыдущего сигнала.

---

В вопросах защиты от опасностей большое значение имеет время реакции организма на раздражители.

Для различных людей и разных анализаторов время реакции на раздражители не одинаково, поэтому при решении задач в области безопасности труда обычно учитывают среднее время реакции.

---

6. **Пространственный порог** - определяется минимальным размером едва ощутимого раздражителя. Он специфичен для каждого анализатора

7. **Адаптация (привыкание) и сенсбилизация (повышение чувствительности)**. Характеризуются определенным временем и присущи каждому типу анализаторов.

# 3.1.4. Характеристика сенсорных систем с точки зрения безопасности

---

## *А. Зрительный анализатор*

- Примерно от 70 до 90% информации о внешнем мире человек получает через зрение.
- Глаз - обладает высокой чувствительностью. Изменение размера зрачка от 1,5 до 8 мм позволяет глазу менять чувствительность в сотни тысяч раз.
- Аккомодация – способность зрения приспособляться к расстоянию до предмета
- Адаптация – способность приспособляться к световым условиям окружающей среды

---

При обеспечении безопасности необходимо учитывать время, требуемое для адаптации глаза.

- Световая адаптация: приспособление зрительного анализатора к большей освещённости - требует от 1 до 10 минут.
- Темновая адаптация: приспособление зрительного анализатора к плохой освещённости - требует от 40 до 80 минут.

В период адаптации глаз деятельность человека связана с опасностью.

---

Для исключения необходимости адаптации или уменьшения её влияния, в производственных условиях не разрешается использовать только одно местное освещение.

Необходимо применять меры для защиты человека от слепящего действия источников света и различных блестящих поверхностей, устраивать тамбуры при переходе из тёмного помещения в нормально освещённое (например, в фотолабораториях) и др.

# Характеристики зрения

---

**Острота** - минимальный угол, под которым две точки ещё видны как отдельные). Острота зрения зависит от освещённости, контрастности и других факторов.

***Пространственный порог остроты зрения*** - у людей с нормальным зрением равен 1 угл. Мин.

Минимально допустимые размеры элементов отображения, предъявляемые человеку, должны быть на уровне оперативного порога и составлять не менее 15'. Это справедливо только для предметов простой формы.

Для сложных предметов, опознание которых ведется по внешним и внутренним признакам, оптимальные условия будут в том случае, если их размеры составляют не менее 30-40'.



- **Стробоскопический эффект** — зрительная иллюзия, возникающая в случаях, когда наблюдение какого-либо предмета или картины осуществляется не непрерывно, а в течение отдельных периодически следующих один за другим интервалов времени.
- Стробоскопический эффект может быть опасным. Например, вследствие своей безынерционности, опасную ситуацию могут создать газоразрядные лампы освещения. Колебания электрического напряжения создают колебания светового потока. Кажущаяся остановка вращающегося предмета наблюдается при равенстве частот вращения объекта и колебаний света. Когда частота вспышек света больше числа оборотов вращающегося предмета, создаётся иллюзия вращения в противоположную от реальности сторону.

- С позиции безопасности должны учитываться все отклонения от нормы в восприятии цвета. К этим отклонениям относятся: цветовая слепота, дальтонизм и гемералопия ("куриная слепота").
- Человек, страдающий цветовой слепотой, воспринимает все цвета как серые.
- Дальтонизм - частный случай цветовой слепоты. Дальтоники не различают красный и зелёный цвета, а иногда жёлтый и фиолетовый.
- Люди, страдающие дальтонизмом, не могут работать там, где в целях безопасности используются сигнальные цвета (например, водителями).
- Человек, страдающий гемералопией, теряет способность видеть при ослабленном (сумеречном, ночном) освещении.

---

Цвета оказывают на человека различное психофизиологическое воздействие, что необходимо учитывать при обеспечении безопасности и в технической эстетике.

**Конец лекции 3**