



# Безопасность технологических процессов и оборудования

Лекция 4 по безопасности жизнедеятельности  
лектор д.х.н. проф. кафедры «Безопасность и  
здоровье» Подолина Елена Алексеевна



# План лекции



Методология инженерной охраны труда;  
Методы и средства повышения безопасности технологических процессов;

Опасные зоны;

Оградительные и предупредительные средства опасных зон, системы дистанционного управления, блокировочные и сигнализирующие устройства;

Эргономические и эстетические средства к оборудованию;

Освидетельствование и испытание сосудов, работающих под давлением, а также грузоподъёмных машин и механизмов.



# §1. Методология инженерной охраны труда.

Объектом анализа опасностей является система «человек – машина – окружающая среда». Основными компонентами такой системы являются человек, машина, среда, а сложные процессы, происходящие между основными компонентами, нуждаются в управлении.

Опасности – негативные свойства среды обитания, приводящие человека к потере здоровья или к гибели.

Различают:

реальные (которые реальны в данный момент времени или на протяжении какого-либо периода времени негативно воздействуют на человека)

потенциальные, т.е. скрытые (несущие скрытую угрозу).

Реализованная опасность – факт воздействия реальной опасности на человека и (или) среду обитания, приведший к потере здоровья, летальному исходу, материальным потерям.



## Разделяют:

**Происшествия** - события с причинением ущерба людским, материальным и природным ресурсам

**Чрезвычайные происшествия** - событие, происходящее кратковременно и обладающее высоким уровнем негативного воздействия

**Аварии** - происходит в технической системе, не сопровождающееся гибелью людей, при котором восстановление технических средств невозможно или экономически нецелесообразно

**Катастрофы** - происшествия в технической системе, сопровождаемое гибелью людей

**Стихийные бедствия** - стихийные явления на Земле, приведшие к разрушению биосферы, техносферы к гибели (или потере здоровья) людей



# Риск

Частота возникновения реализованных опасностей подчиняется законам математической статистики и имеет вероятностный характер

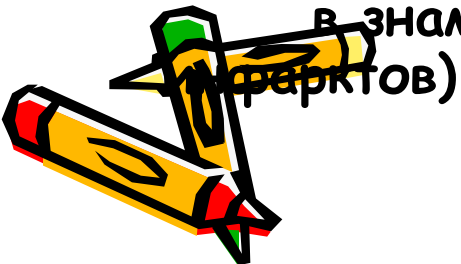
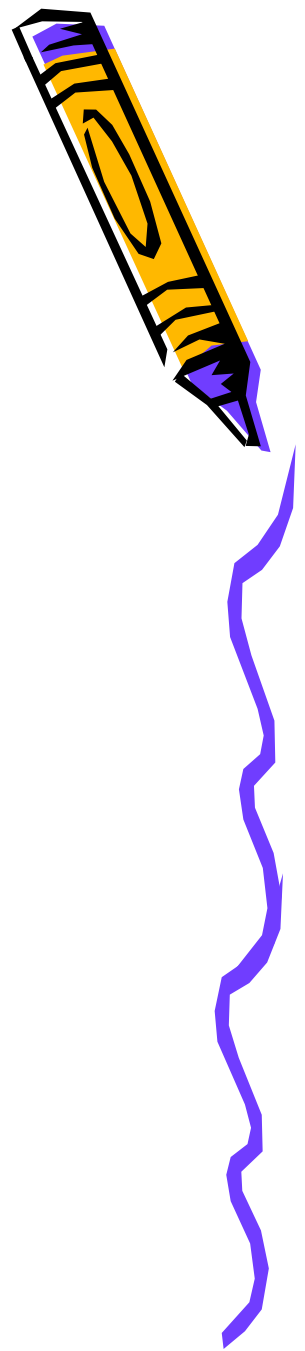
*Риск* - вероятность реализации негативного воздействия (опасности) за определенный период времени (например, год)

При использовании статистических данных величину риска определяют по формуле:

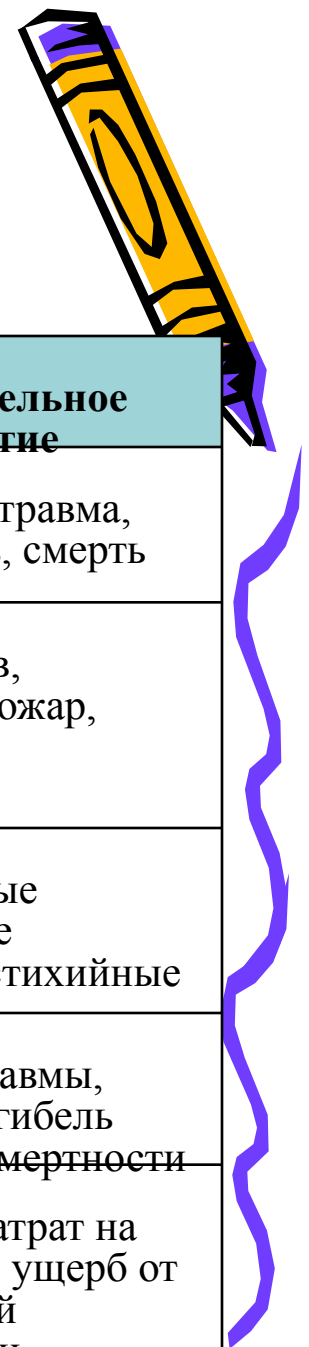
$$R = \frac{N_{nc}}{N_o}$$

в числителе - число негативных событий в год (например, смерти от инфаркта)

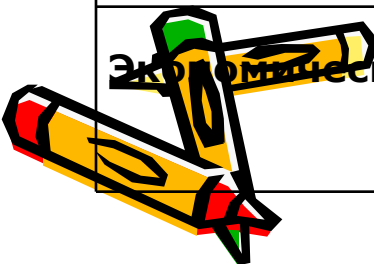
в знаменателе - общее число событий (инфарктов)



# Классификация и характеристика видов риска:



Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
<b>Индивидуальный</b>	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
<b>Технический</b>	Технические системы и объекты	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов	Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение
<b>Экологический</b>	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные ЧС	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
<b>Социальный</b>	Социальные группы	ЧС, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности
<b>Экономический</b>	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства или природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности



# Разновидности профессионального риска:

с позиции медицины труда - индекс профессиональных заболеваний

$$I_{ПЗ} = (K_p * K_T)^{-1}$$

где  $K_p$  - категория риска;

$K_T$  - коэффициент тяжести профзаболеваний.

с позиции социального страхования - интегральный показатель профессионального риска

$$I_{II} = 100 \left( \frac{\sum_{BB}}{\sum_{ФОТ}} \right),$$

где  $\sum_{BB}$  - суммарные затраты на возмещение вреда;  
 $\sum_{ФОТ}$  - размер оплаты труда в отрасли

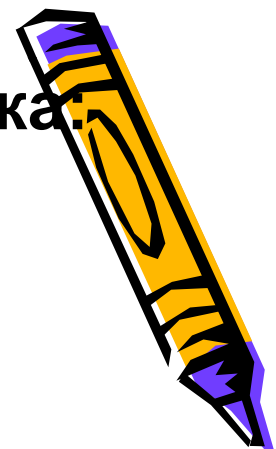
с позиции ОТ - величина профессионального риска

$$R = r_1 * r_2 * r_3,$$

где  $r_1$  - показатель характера и тяжести повреждений;

$r_2$  - частота возникновения травм и аварий;

$r_3$  - материальные последствия происшествий



## Приемлемый риск

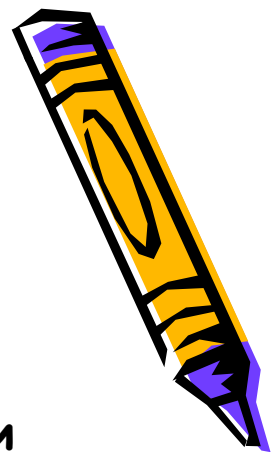
**Приемлемый (допустимый) риск**— это риск, уровень которого допустим и обоснован, исходя из социально-экономических соображений.

Риск эксплуатации объекта является приемлемым, если ради выгоды, получаемой от эксплуатации объекта, общество готово пойти на этот риск. Таким образом, приемлемый риск представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями его достижения.

Величина приемлемого риска для различных обществ, социальных групп и отдельных людей - различная. Например для европейцев и индусов, женщин и мужчин, богатых и бедных, работников физического и умственного труда, занятых в сфере с.х. и космонавтов, и т.д.

В настоящее время принято считать, что для действия техногенных опасностей в целом индивидуальный риск считается приемлемым, если его величина не превышает

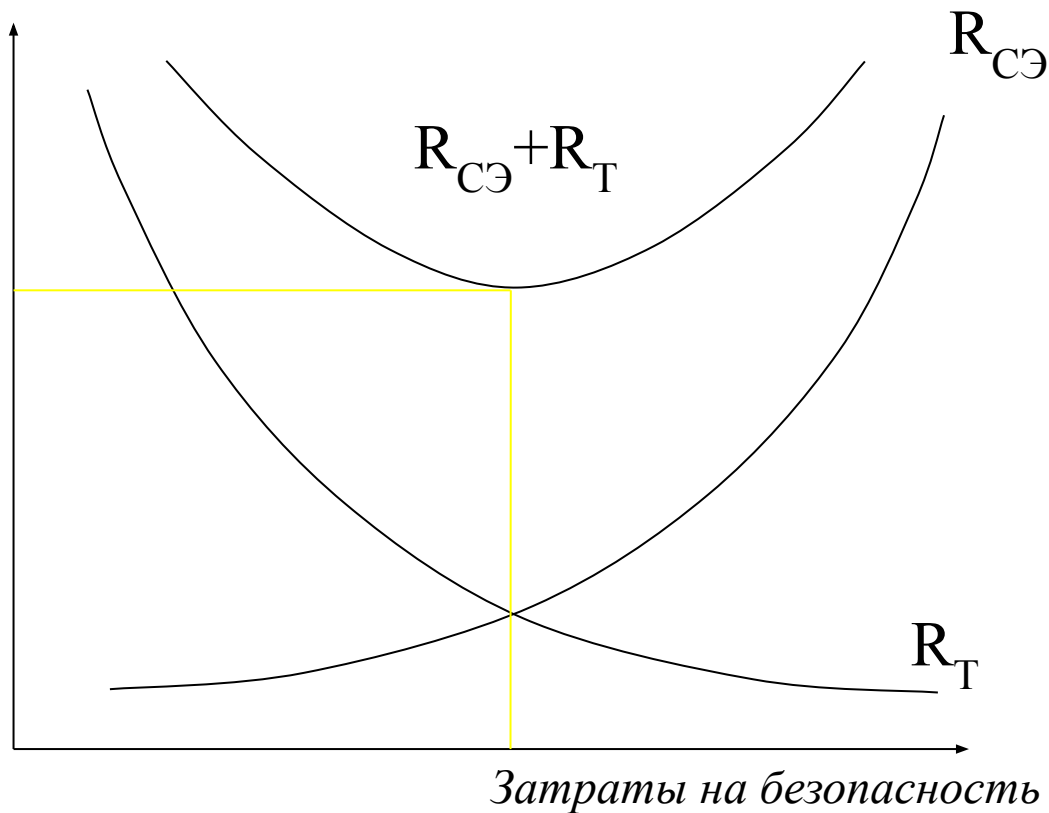
$$10^{-6}$$



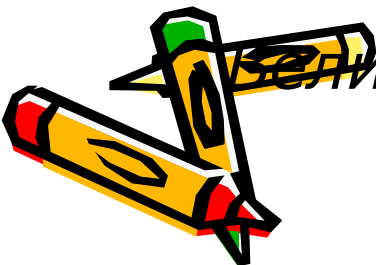


# Понятие приемлемого риска

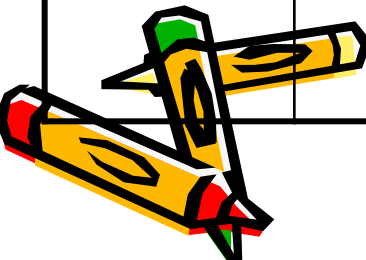
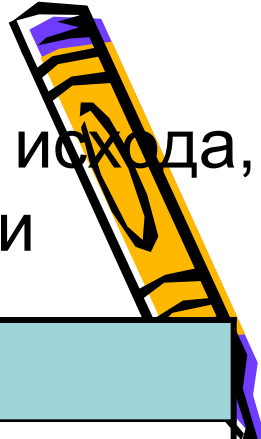
*Риск гибели человека за год*



*величина приемлемого индивидуального риска  
гибели -  $10^{-6}$  в год.*



# Величины индивидуального риска летального исхода, обусловленного различными причинами



<b>R</b>	<b>Область распространения</b>	<b>Зоны</b>
$10^{-2}$ $10^{-3}$	<b>Сердечно-сосудистые заболевания</b> <b>Злокачественные опухоли</b>	<b>Зона неприемлемого риска (<math>R &gt; 10^{-3}</math>)</b>
$10^{-4}$ - $10^{-6}$	<b>Автомобильные аварии</b> <b>Н/с на производстве</b> <b>Аварии на ж/д и воздушном транспорте</b> <b>Пожары и взрывы</b>	<b>Переходная зона значений риска (<math>10^{-6} &lt; R &lt; 10^{-3}</math>)</b>
$10^{-7}$	<b>Стихийные бедствия</b>	<b>Зона приемлемого риска (<math>R &lt; 10^{-6}</math>)</b>

# Ущерб - это

- результат негативного изменения состояния объекта, выражающегося в нарушении его целостности или ухудшения каких-либо свойств в результате воздействия событий, явлений, действий;
- физические или возможные социальные и экономические потери (отклонение здоровья человека от среднестатистического значения);
- нарушение процесса нормальной хоз. деятельности;
- утрата того или иного вида собственности, др. материальных, культурных, исторических или природных ценностей и т.д.)
- и/или ухудшение ОПС или среды обитания человека

**Ущерб можно оценить в денежном эквиваленте**



## §2. Методы и средства повышения безопасности технологических процессов



Анализ опасностей позволяет определить источники опасностей, последовательности развития событий, величину риска, величину последствий, пути предотвращения чрезвычайного происшествия и смягчения последствий. На практике анализ опасностей начинают с грубого исследования, позволяющего идентифицировать в основном источники опасностей.

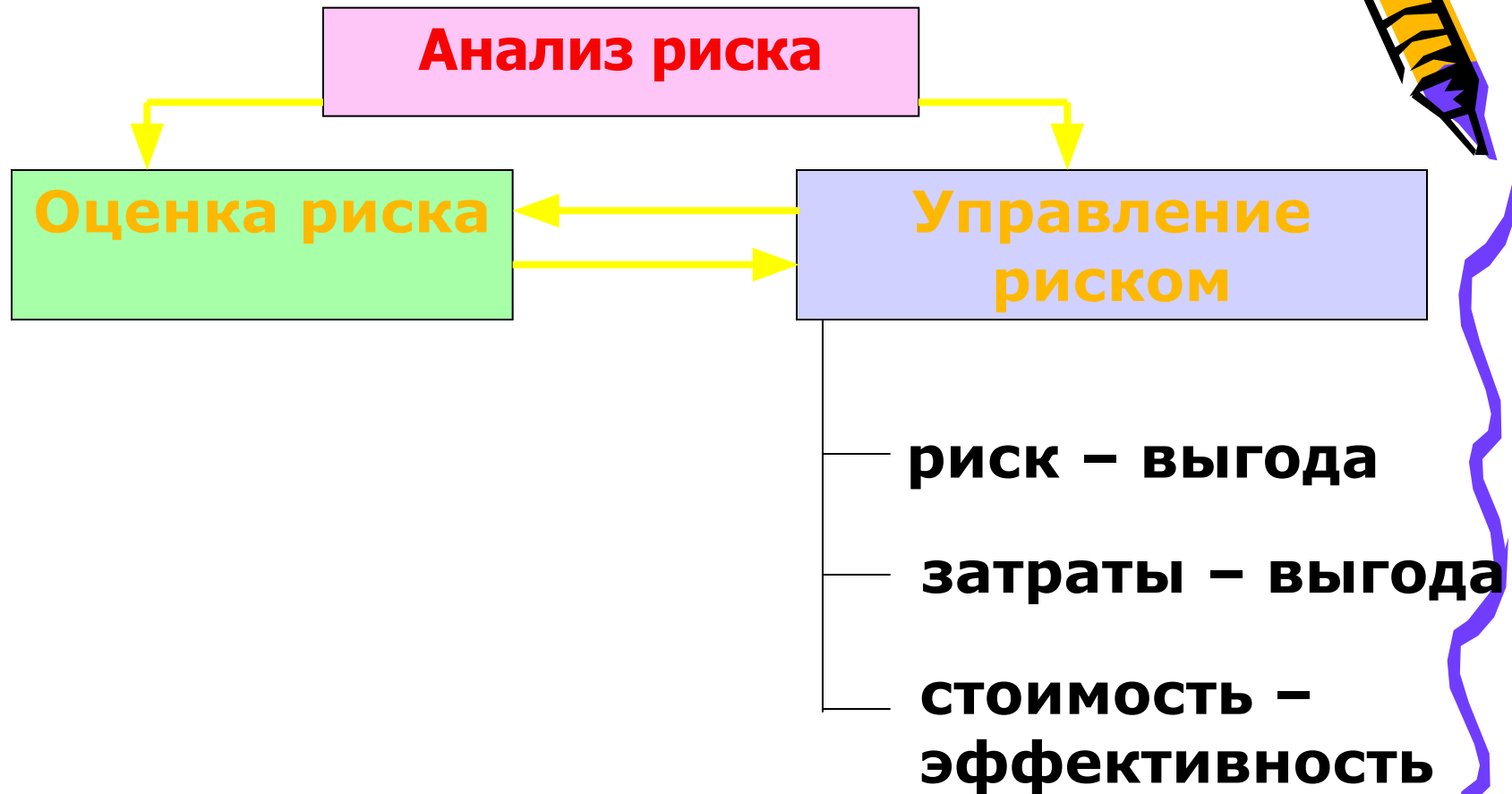
Различают качественные и количественные методы анализа опасностей.

Качественные методы анализа опасностей включают:

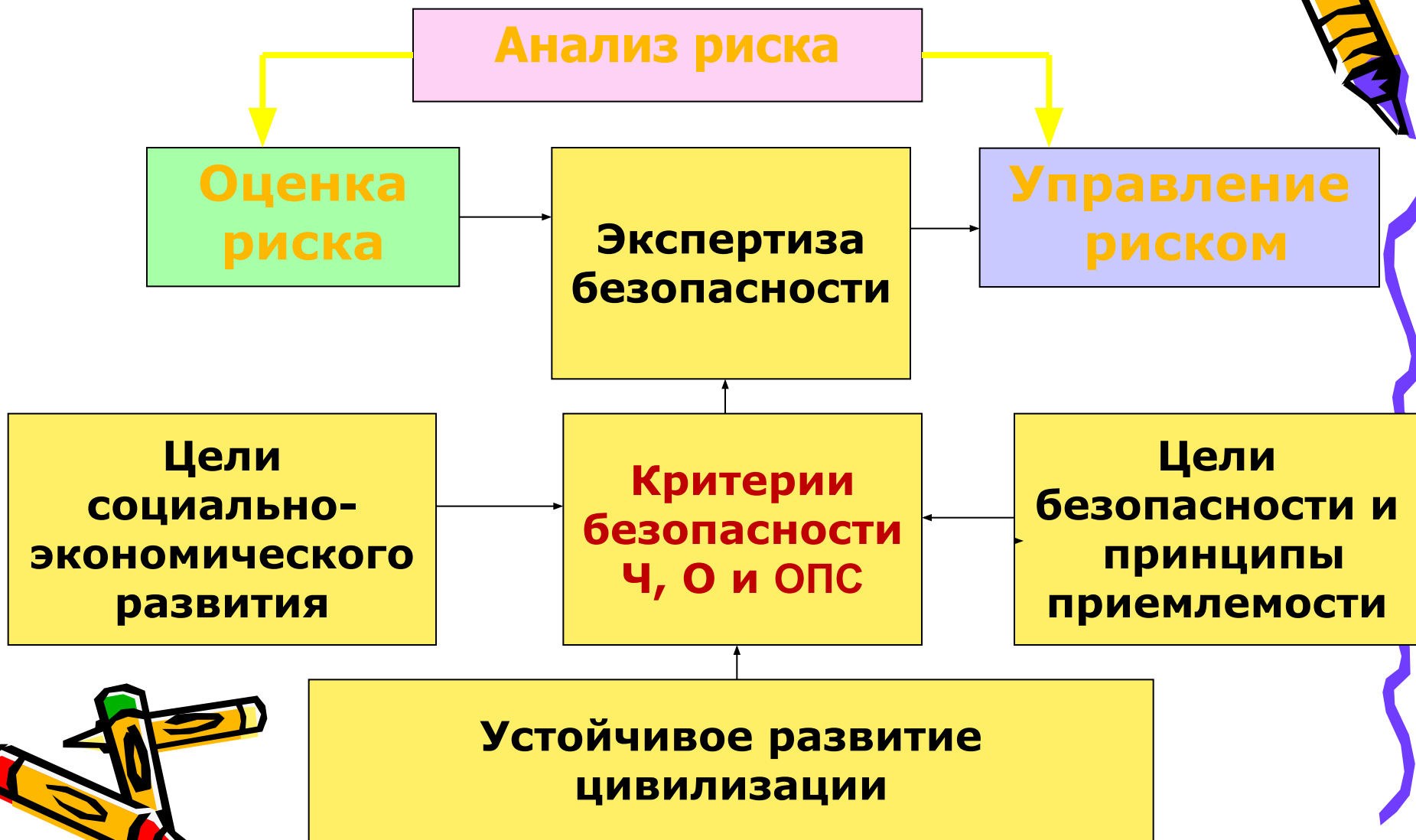
- предварительный анализ опасностей,
- анализ последствий отказов,
- анализ опасностей с помощью древа причин,
- анализ опасностей с помощью древа последствий,
- анализ опасностей методом потенциальных отклонений,
- анализ ошибок персонала,
- причинно-следственный анализ



# Метод количественного анализа «от субъекта опасности»



# Метод количественного анализа «от объекта опасности»



К средствам защиты от механического травмирования относятся:

предохранительные,

тормозные,

оградительные устройства,

средства автоматического контроля и сигнализации,

знаки безопасности,

системы дистанционного управления.

Системы дистанционного управления и автоматические сигнализаторы на опасную концентрацию паров, газов, пылей применяют чаще всего во взрывоопасных производствах и производствах с выделением в воздух рабочей зоны токсичных веществ.

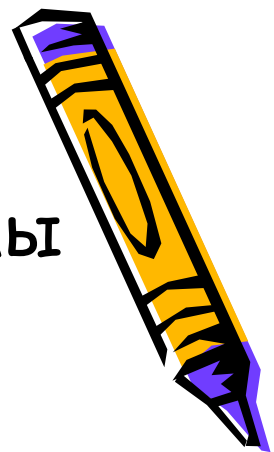


### §3. Опасные зоны

Опасные зоны - движущиеся механизмы оборудования, попадание в них может привести к травме.

Опасные зоны могут быть и вне машины при наличии вращающихся частей, а также при возможности разлета стружки или окалины.

Наиболее опасны вращающиеся части с винтовой нарезкой и особенно если части механизмов вращаются навстречу одна другой, создавая захватывающую и втягивающую зону.





#### §4. Оградительные и предупредительные средства опасных зон, системы дистанционного управления, блокировочные и сигнализирующие устройства

Оградительные устройства – класс средств защиты, препятствующих попаданию человека в опасную зону.

Оградительные устройства применяют для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки заготовок на станках, прессах, штампах, оголенных токоведущих частей, зон интенсивных излучений.

Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений.

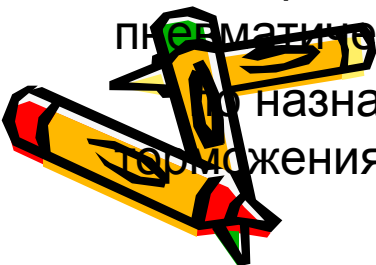
Тормозные устройства подразделяются:

по конструктивному исполнению – на колодочные, дисковые, конические и клиновые;

по способу срабатывания – на ручные, автоматические и полуавтоматические;

по принципу действия – на механические, электромагнитные, пневматические, гидравлические и комбинированные;

по назначению – на рабочие, резервные, стояночные и экстренного торможения.



Блокировочные устройства по принципу действия подразделяют на механические, электронные, электрические, электромагнитные, пневматические, гидравлические, оптические, магнитные и комбинированные.

Блокировочные устройства препятствуют проникновению человека в опасную зону либо во время пребывания его в этой зоне устраняют опасный фактор.

Механическая блокировка представляет собой систему обеспечивающую связь между ограждением и тормозным устройством - при снятом ограждении агрегат невозможно пустить в ход.

Электрическую блокировку применяют на электроустановках с напряжением от 500 В и выше.

Электромагнитную блокировку применяют для предотвращения человека в опасную зону - высокочастотный генератор подает импульс тока к электромагнитному усилителю и поляризованному реле. Контакты электромагнитного реле обеспечивают схему магнитного пускателя, что обеспечивает электромагнитное торможение привода за десятые доли секунды.

Оптическая блокировка - световой луч, попадающий на фотоэлемент, обеспечивает постоянное протекание тока в обмотке блокировочного электромагнита, при попадании человека в опасную зону, падение светового тока на фотоэлемент прекращается и обмотка блокировочного магнита обесточивается.



Электронную блокировку применяют для защиты в опасных зонах в прессах, гильотинных ножницах и других видах технологического оборудования. Преимуществом блокировки радиационными датчиками является то, что они позволяют производить бесконтактный контроль, так как не связаны с контролируемой средой.

Пневматическая схема блокировки применяется в агрегатах, где рабочие тела находятся под повышенным давлением: турбинах, компрессорах и воздуходушках.

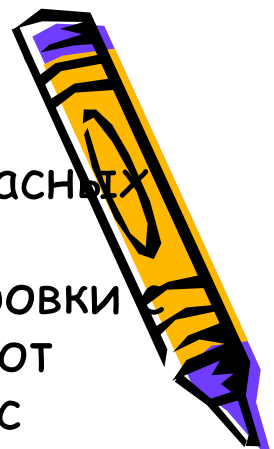
Устройства автоматического контроля и сигнализации подразделяют:

по назначению - на информационные, предупреждающие, аварийные и ответные;

по способу срабатывания - на автоматические и полуавтоматические;

по характеру сигнала - на звуковые, световые, цветовые, знаковые и комбинированные;

по характеру подачи сигнала - на постоянные и импульсные.



## §5. Эргономические и эстетические средства к оборудованию

Агрегаты, машины, аппараты и другое оборудование должно изготавливаться с учетом особенностей человеческого организма и его физических возможностей. Материалы, используемые в производственном оборудовании, должны быть безопасными и безвредными, а движущиеся части оборудования должны быть ограждены и снабжены запрещающими знаками.

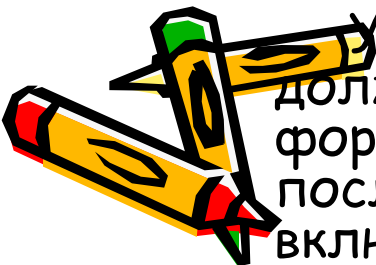
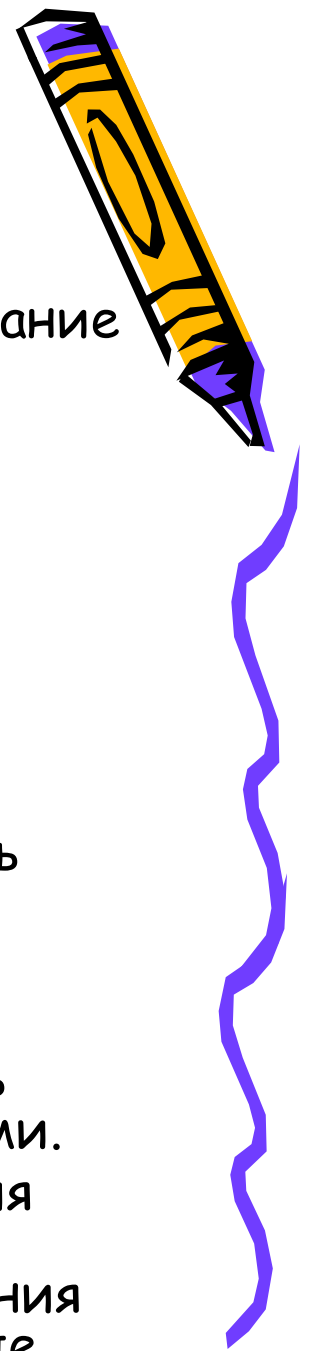
Части оборудования не должны иметь: углов; неровностей;

температура поверхностей не должна превышать нормируемого значения;

рабочие места должны быть удобными и безопасными;

при необходимости передвижения должны быть снабжены специальными мостиками или проходами.

Управляющие системы агрегатов и оборудования должны иметь безопасные и удобные для работы форму, размеры и поверхности, исключать нарушения последовательности операций и самопроизвольные включения.



## § 7. Освидетельствование и испытание сосудов, работающих под давлением, а также грузоподъемных машин и механизмов.

Для исключения возможности эксплуатации оборудования, не соответствующего требованиям безопасности, производится проверка оборудования как перед его вводом в эксплуатацию, так и в процессе ее эксплуатации. Применительно к оборудованию повышенной опасности проводятся специальные освидетельствования и испытания.

При поступлении нового оборудования и машин на предприятие они проходят входную экспертизу на соответствие требованиям безопасности. Она проводится отделом главного механика (главным механиком) с привлечением механика того подразделения (цеха), где его планируют использовать.

В случае энергетических систем в проверке участвуют также главный энергетик и энергетик указанного выше подразделения. Если оборудование не соответствует предъявляемым требованиям, оно не допускается к использованию, при этом составляется рекламация в адрес завода-изготовителя.

Основное оборудование электроустановок перед вводом в эксплуатацию подлежит испытаниям под нагрузкой не менее 24 ч, если нет других требований завода-изготовителя. При выявлении дефектов необходимо их устранение и проведение повторных испытаний.

При первом пуске или в случае изменения режима работы компрессорной установки, а также при пуске после капитального ремонта или другой длительной остановки производится определение ее характеристик и сравнение их с характеристиками, прилагаемыми к паспорту машины и заводской инструкции.



При необходимости производится соответствующая регулировка. По инструкции завода-изготовителя кроме того необходимо периодически снимать индикаторные диаграммы с компрессорных и силовых цилиндров поршневых компрессорных установок. Указанный контроль проводится мастером, дежурным инженером или техником.

Вновь установленные грузоподъемные машины должны быть подвергнуты до пуска в работу полному техническому освидетельствованию.

Техническое освидетельствование грузоподъемной машины производится предприятием-владельцем и возлагается на инженерно-технического работника по надзору за грузоподъемными машинами и проводится при участии лица, ответственного за исправное их состояние.

При техническом освидетельствовании грузоподъемной машины должны быть осмотрены и проверены в работе ее механизмы и электрооборудование, приборы безопасности, тормоза и аппараты управления, а также проверены освещение, сигнализация и габаритные размеры.

Кроме того, при техническом освидетельствовании грузоподъемной машины должны быть проверены состояние ее металлоконструкций и сварных (заклепочных) соединений, а также кабины, лестниц, площадок и ограждений:

- крюка, деталей его подвески;

- канатов и их крепления; состояние блоков, осей и деталей их закрепления,

- а также элементов подвески стрелы у стреловых кранов;

- заземление электрического крана с определением сопротивления растеканию тока;

- соответствие массы противовеса и баланса у стрелового крана значениям, указанным в паспорте;

- состояние кранового пути на соответствие его требованиям безопасности.

Статическое испытание грузоподъемных кранов производится нагрузкой, на 25 % превышающей их грузоподъемность, и имеет целью проверку прочности крана и отдельных его элементов, а у стреловых кранов - проверку грузовой их устойчивости.



Сосуды и аппараты, работающие под давлением, перед пуском в эксплуатацию подвергаются техническому освидетельствованию. Последнее включает в себя внешний (а если возможно, и внутренний) визуальный осмотр и испытания на прочность, а в случае токсичных или дурно пахнущих рабочих тел - и на герметичность.

Цель осмотра - выявление внешних дефектов конструкции и особенно сварных соединений, а также покрытий.

Испытания на прочность проводят водой, давление которой превышает рабочее. Степень превышения зависит от конструкции сосуда (сварной или литой), величины рабочего давления и отношения пределов прочности материала емкости на растяжение при нормальной температуре и при температуре эксплуатации. Время испытаний составляет от 10 до 60 мин в зависимости от толщины стенки емкости.

Осмотр сосудов, зарегистрированных в органах Госгортехнадзора, проводят самостоятельно представители Госгортехнадзора и ответственный по надзору организации, а испытания - представители надзорного органа. Освидетельствование не зарегистрированных сосудов проводится ответственным по надзору за их безопасной эксплуатацией организации.

Испытание газопроводов на прочность и плотность производится согласно Правилам безопасности систем газораспределения и газопотребления. Величина давления при испытаниях и их длительность регламентируются указанными правилами в зависимости от вида газопроводов с учетом величины рабочего давления.

Подземный газопровод считается выдержавшим испытание на герметичность, если фактическое падение давления в период испытания не превысит величины, определяемой по формуле:

где:  $\Delta p$  - допускаемое падение давления, кПа;  $t$  - продолжительность испытания, ч;  $d$  - внешний диаметр газопровода, мм.

Испытаниям подвергаются также стыки газопроводов после проведения сварочно-обжимных работ. Нормы контроля определяются видом газопроводов и давлением в них.

