

Обзор методов оценки профессиональных рисков

**Методы оценки
рисков для
здоровья
работников**

```
graph TD; A[Методы оценки рисков для здоровья работников] --> B[Прямые]; A --> C[Косвенные]; B --> D[Количественные]; B --> E[Качественные];
```

The diagram is a hierarchical flowchart. At the top is a red box with the text 'Методы оценки рисков для здоровья работников'. Two arrows point downwards from this box to two orange boxes: 'Прямые' on the left and 'Косвенные' on the right. From the 'Прямые' box, two arrows point downwards to two yellow boxes: 'Количественные' on the left and 'Качественные' on the right. The 'Косвенные' box has no further arrows pointing to it.

Прямые

Косвенные

Количественные

Качественные

Применение прямых и косвенных методов оценки

Прямая количественная оценки риска возможна лишь в ограниченном числе случаев, когда в организации имеются накопленные данные о частоте случаев производственного травматизма (микротравмирования, профессиональных заболеваний) и их тяжести на объекте оценки рисков.

Прямые качественные методы используются, если данных недостаточно для применения статистического анализа.

Несмотря на то, что их результатом могут являться количественные характеристики риска, в основе лежат методы анализа, основанные на бальных оценках условий труда экспертами или оценочной командой

В случае затруднительности использования прямых методов оценивания рисков применяют косвенные методы

Прямой метод оценки

Риск R в общем случае количественно рассчитывают суммированием произведений возможных значений ущерба здоровью и жизни работника (тяжести последствий) S_i в результате несчастных случаев на производстве (микротравм, профессиональных заболеваний) на вероятности наступления этих событий P_i по каждой выявленной опасности (опасному или вредному производственному фактору)

$$R = \sum_{i=1}^n S_i P_i$$

где n – общее число опасностей, в результате воздействия которых может наступить несчастный случай (микротравма, профессиональное заболевание)

Количественное оценивание риска, проводимое по такой формуле, в реальных условиях производства затруднено. Только в очень ограниченном числе ситуаций, например, в случаях многолетнего контроля за состоянием условий труда на рабочих местах, возможно с высокой степенью достоверности говорить о значениях вероятности наступления несчастных случаев и зафиксированной тяжести их последствий для здоровья работников

Статистическая оценка

Чаще приходится иметь дело либо с ограниченными по объему и времени значений вероятности и ущерба, либо вообще с прогнозными показателями (когда на том объекте, где производится оценка рисков, не зафиксировано повреждений здоровья работников).

В этих случаях говорят о статистической оценке рисков R^* , которая производится на основе оценки или прогноза тяжести ущерба S_i^* и частоты наступления (оцененной по результатам учета травматизма и профессиональной заболеваемости или прогноза) случаев повреждения здоровья работников P_i^*

$$R^* = \sum_{i=1}^n S_i^* P_i^*$$

Примеры статистической оценки риска. Метод Файн-Кинни

R = Подверженность x Вероятность x Последствия

Подверженность от 0 = никогда до 10 = постоянная подверженность.

Вероятность от 0 = абсолютно невозможно до 10 = это случится.

Последствия от 1 = минимальные (повреждение) до 100 = катастрофа.

R = 0 – 20 небольшой риск, возможно приемлемый

R = > 400 очень высокий риск, немедленное прекращение деятельности

ТЯЖЕСТЬ		ВОЗДЕЙСТВИЕ ОПАСНОСТИ		ВЕРОЯТНОСТЬ	
Баллы	Описание тяжести последствий	Баллы	Характер воздействия опасности	Баллы	Прогноз вероятности несчастного случая
1	Микротравма	0	Никогда	0	Абсолютно невозможно
3	Несчастные случаи с легким исходом с оформлением листа временной нетрудоспособности	1	В среднем – 1 раз в год	0,2	Почти невозможно
7	Несчастные случаи с тяжелым исходом с оформлением листа временной нетрудоспособности. Установление групп инвалидности.	2	В среднем – 1 раз в месяц	1	Маловероятно
15	Групповые несчастные случаи с тяжелым исходом. Смертельные случаи	3	В среднем – 1 раз в неделю	3	Нехарактерно, но возможно
40	Гибель людей и материальных ценностей, разрушения оборудования зданий и сооружений	6	В среднем – 1 раз за рабочую смену	6	Очень возможно
100	Чрезвычайная ситуация с большим числом жертв	10	Постоянно в течение рабочей смены	10	Скорее всего произойдет

Оценка риска	Значимость риска	Приоритет мероприятий по снижению риска
0 - 20	Малый риск	Специальных мер не требуется. Следует контролировать уровень опасности
20 - 70	Умеренный риск	Следует спланировать и выполнить мероприятия по снижению риска
70 - 200	Значительный риск	Необходимо запланировать и выполнить мероприятия по снижению риска в сжатые сроки
200 - 400	Высокий риск	Необходимо принятие экстренных мер по снижению риска
Свыше 400	Сверхвысокий риск	Необходимо прекратить деятельность до устранения опасности или снижения риска

Марковский анализ

Краткий обзор

Марковский анализ применим в ситуации, когда будущее состояние системы зависит только от ее текущего состояния.

Данный метод обычно используют для анализа ремонтпригодных систем, которые могут работать во многих режимах, и в ситуациях, когда применение анализа надежности отдельных блоков системы нецелесообразно.

Метод может быть применен к более сложным системам, используя более высокий порядок процессов Маркова, и ограничен только моделью, математическими вычислениями и предположениями.

Процесс марковского анализа является количественным методом и может быть дискретным (использование вероятностей перехода между состояниями) или непрерывным (использование коэффициентов интенсивности перехода из состояния в состояние).

Марковский анализ может быть выполнен вручную, однако характеристики метода позволяют использовать для него компьютерные программы.

Марковский анализ

Область применения

Марковский анализ может быть использован для систем с различной структурой (ремонтпригодных и неремонтпригодных), включая:

- системы с параллельными независимыми компонентами;
- системы с последовательными независимыми компонентами;
- системы с распределенной нагрузкой;
- резервированные системы, включая случай, когда может произойти отказ функций переключения;
- деградирующие системы.

Марковский анализ может быть использован для расчета эксплуатационной готовности, включая расчет необходимых компонентов запчастей для ремонта.

Марковский анализ

Преимущества и недостатки

Преимуществом марковского анализа является возможность вычисления вероятностей состояний систем с восстановлением и множественными состояниями деградации.

Недостатками Марковского анализа являются следующие:

- Метод основан на предположении о постоянстве вероятностей перехода и наличием только двух возможных состояний элементов системы (отказа и восстановления).
- В методе использовано предположение, что все рассматриваемые события статистически независимы, т.е. будущие состояния не зависят от прошлых состояний, за исключением непосредственно предшествующего состояния.
- Для применения метода необходимо знать все вероятности перехода.
- Работа с методом невозможна без знания операций с матрицами.
- Полученные результаты трудны для понимания персоналом, не имеющим соответствующих технических знаний, навыков и опыта.

Ссылочные стандарты: МЭК 61078 Методы анализа надежности. Метод структурной схемы надежности

Моделирование методом Монте-Карло

Краткий обзор

Метод может быть применен в сложных ситуациях, которые трудны для понимания и решения с помощью аналитических методов. Модели систем могут быть разработаны с использованием таблиц и других традиционных методов.

Однако существуют и более современные программные средства, удовлетворяющие высоким требованиям, многие из которых относительно недороги.

Если модель разрабатывают и применяют впервые, то необходимое для метода Монте-Карло количество итераций может сделать получение результатов очень медленным и трудоемким.

Однако современные достижения компьютерной техники и разработка процедур генерации данных по принципу латинского гиперкуба позволяют сделать продолжительность обработки незначительной во многих случаях.

Моделирование методом Монте-Карло

Область применения

Метод Монте-Карло является способом оценки влияния неопределенности оценки параметров системы в широком диапазоне ситуаций.

Метод обычно используют для оценки диапазона изменения результатов и относительной частоты значений в этом диапазоне для количественных величин, таких как стоимость, продолжительность, производительность, спрос и др.

Моделирование методом Монте-Карло может быть использовано для двух различных целей:

- трансформирование неопределенности для обычных аналитических моделей;
- расчета вероятностей, если аналитические методы не могут быть использованы.

Моделирование методом Монте-Карло

Преимущества и недостатки

Преимуществами метода Монте-Карло являются следующие:

- Метод может быть адаптирован к любому распределению входных данных, включая эмпирические распределения, построенные на основе наблюдений за соответствующими системами.
- Модели относительно просты для работы и могут быть при необходимости расширены.
- Метод позволяет учесть любые воздействия и взаимосвязи, включая такие тонкие как условные зависимости.
- Для идентификации сильных и слабых влияний может быть применен анализ чувствительности.
- Модели являются понятными, а взаимосвязь между входами и выходами - прозрачной.
- Метод допускает применение эффективных моделей исследования многокомпонентных систем, таких как сеть Петри.
- Метод позволяет достичь требуемой точности результатов.
- Программное обеспечение метода доступно и относительно недорого.

Недостатки метода состоят в следующем:

- Точность решений зависит от количества итераций, которые могут быть выполнены (этот недостаток становится менее значимым с увеличением быстродействия компьютера).
- Метод предполагает, что неопределенность данных можно описать известным распределением.
- Большие и сложные модели могут представлять трудности для специалистов по моделированию и затруднять вовлечение заинтересованных сторон.
- Метод не может адекватно моделировать события с очень высокой или очень низкой вероятностью появления, что ограничивает его применение при анализе риска.

Бейсовский анализ

Краткий обзор

Метод Байеса – еще один метод оценивания рисков на основе математического аппарата теории вероятностей.

При использовании этого метода априорная (известная заранее) информация об источнике опасности и рисках (например, количество травм, зафиксированных в медицинском пункте организации, результаты инструментальных замеров параметров опасных и вредных производственных факторов, результаты производственного контроля, и т.д.) объединяется с последующими измерениями или оценками (апостериорная информация) для определения полной вероятности наступления несчастного случая или профессионального заболевания.

Данный метод также предполагает использование специальных компьютерных программ.

Бейсовский анализ

Область применения

Теории и сети Байеса широко применяют по причине их интуитивной понятности и благодаря наличию соответствующего программного обеспечения.

Сети Байеса применяют в различных областях: медицинской диагностике, моделировании изображений, генетике, распознавании речи, экономике, исследовании космоса и в современных поисковых системах. Они могут находить применение в любой области, где требуется установление неизвестных переменных посредством использования структурных связей и данных.

Сети Байеса могут быть применены для изучения причинных связей, углубления понимания проблемной области и прогнозирования последствий вмешательства в систему.

Бейсовский анализ

Преимущества и недостатки

Преимуществами метода являются следующие:

- Для использования метода достаточно знание априорной информации.
- Логически выведенные утверждения легки для понимания.
- Применение метода основано на формуле Байеса.
- Метод предоставляет собой способ использования субъективных вероятностных оценок.

Недостатками метода являются следующие:

- Определение всех взаимодействий в сетях Байеса для сложных систем не всегда выполнимо.
- Подход Байеса требует знания множества условных вероятностей, которые обычно получают экспертными методами. Применение программного обеспечения основано на экспертных оценках.

Пример прямого метода оценки риска – матричный метод (МОТ)

	Последствия		
	Незначительные	Вредные	Опасные
Вероятность			
Маловероятный	1 Мало значимый риск	2 Малый риск	3 Умеренный риск
Возможный	2 Малый риск	3 Умеренный риск	4 Значительный риск
Вероятный	3 Умеренный риск	4 Значительный риск	5 Недопустимый риск

Необходимость проведения мероприятий

Последствия

	Незначительные	Умеренно значимые	Серьезные
Вероятность			
Малая	Незначительная	Незначительная	Умеренная
Средняя	Незначительная	Умеренная	Значительная
Высокая	Умеренная	Значительная	Неотложная

Прямой метод оценки риска – Анализ «затраты-выгоды»

Анализ «затраты-выгоды» - используется для оценки риска, где общие ожидаемые затраты в сфере охраны труда сравниваются с общими ожидаемыми выгодами, следующими из реализации мероприятий по улучшению условий и охраны труда работающих.

Анализ может быть либо количественным (в денежном выражении), либо качественным – в случае, когда ожидаемые выгоды не поддаются финансовой оценке.

В силу ограниченности ресурсов организации, предусмотренных на цели охраны труда, метод является достаточно актуальным, поскольку позволяет выбрать наиболее оптимальный путь расходования финансовых средств, который позволит сократить расходы организации, которые могут иметь место в результате аварий и несчастных случаев на производстве (например, расходы на оказание первой помощи пострадавшим, их транспортировку в лечебной учреждение, надбавки к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, административные штрафы, налагаемые органами государственного надзора и контроля, реализация решений комиссии по расследованию несчастного случая и т.д.).

Основной задачей, решаемой при использовании данного метода, является определение четких критериев для объективной и явной оценки общей стоимости ряда вариантов мероприятий по охране труда.

Анализ «затраты-выгоды»

Часто совершаемая ошибка в методе состоит в использовании недисконтированных расчетов затрат и преимуществ.

Дисконтирование — это определение стоимости денежного потока путём приведения стоимости всех выплат к определённому моменту времени.

Часто возникающая проблема использования данного метода в том, что, как правило, затраты материальны, конкретны и выражаются финансовыми показателями, тогда как преимущества могут быть как конкретными и материальными, так и неконкретными и нематериальными.

Надо с осторожностью подходить к утверждениям, что «если вы не можете измерить что-то, то это не существует/не имеет никакой ценности». Особенно в стратегических инвестициях, часто нематериальные преимущества явно превосходят финансовые преимущества. Риск часто необходимо рассматривать как фактор в процессе принятия решения.

Прямой метод оценки риска – Метод оценки влияния человеческого фактора

Любой психически нормальный человек никогда не станет стремиться к получению травмы. Почему же тогда роль субъективных факторов производственного травматизма, по мнению специалистов, является доминирующей?

Существует комплекс причин, которые побуждают человека создавать опасные ситуации. Причины могут быть выделены в следующие классы:

- «не умеет» (работник не владеет необходимыми для данной работы знаниями);
- «не хочет» (не развита психологическая установка на соблюдение требований безопасности)
- «не может» (находится в таком психологическом и физическом состоянии, которое не позволит ему безопасно работать).

Метод оценки влияния человеческого фактора

Выделяют еще один класс причин, который отражает состояние производственной среды, однако его не рассматривают в контексте изучения человеческого фактора, так как считают внешним по отношению к работнику.

Такой подход представляется не совсем оправданным, поскольку производственные факторы могут оказывать самое непосредственное влияние на субъективные предпосылки трудовой деятельности.

Таким образом, можно предложить изучать проблему человеческого фактора в двух взаимосвязанных направлениях:

- анализ субъекта, работающего человека (его знаний, личности, здоровья и т. д.) в контексте возможности совершения им опасного действия;
- анализ производственной среды с позиции ее влияния на возможность реализации субъектом опасных действий.

Проблема человеческого фактора – это проблема мультидисциплинарная, прежде всего, педагогическая, психологическая и медицинская. Соответственно, подходы к ее изучению должны носить комплексный характер.

Косвенные методы оценки риска

Косвенные методы оценки рисков для здоровья и жизни работников используют показатели, характеризующие отклонение существующих (контролируемых) условий (параметров) от норм и имеющие причинно-следственную связь с рисками.

К таким показателям, например, относятся:

- превышение измеренных или рассчитанных значений вредных и (или) опасных производственных факторов предельно допустимых концентраций (ПДК), уровней (ПДУ), установленных гигиеническими критериями и нормативами;
- общее количество факторов производственной среды, отклоняющихся от нормальных;
- отношение выполненных на рабочем месте нормативных требований охраны труда к их общему количеству.

Косвенные методы оценки риска

Косвенные методы оценки рисков для здоровья и жизни работников используют показатели, характеризующие отклонение существующих (контролируемых) условий (параметров) от норм и имеющие причинно-следственную связь с рисками.

К таким показателям, например, относятся:

- превышение измеренных или рассчитанных значений вредных и (или) опасных производственных факторов предельно допустимых концентраций (ПДК), уровней (ПДУ), установленных гигиеническими критериями и нормативами;
- общее количество факторов производственной среды, отклоняющихся от нормальных;
- отношение выполненных на рабочем месте нормативных требований охраны труда к их общему количеству.

Примеры косвенных методов оценки риска

Метод контрольных листов («чек-листов»). Контрольный лист – это перечень опасностей и/или рисков, который формируется на основе данных производственного контроля, предыдущих оценок рисков. Организация, как правило, разрабатывает контрольные листы с учетом специфики своей деятельности, однако, имеются и типовые контрольные листы для определенных опасностей, профессий и видов работ.

Метод интервью. Отдельным группам работников (например, работающим в одном цехе, отделе, либо обслуживающим оборудование) задают ряд уже подготовленных вопросов относительно возможных опасностей (рисков), с которыми работники сталкиваются в ходе выполнения своей трудовой функции. Целями использования метода являются как выявление опасностей, с которыми сталкиваются работники, так и вовлечение работников в процесс оценки и управления рисками. Метод может применяться как в форме анкетирования, так и в форме так называемых «аудитов безопасного поведения».

Примеры косвенных методов оценки риска

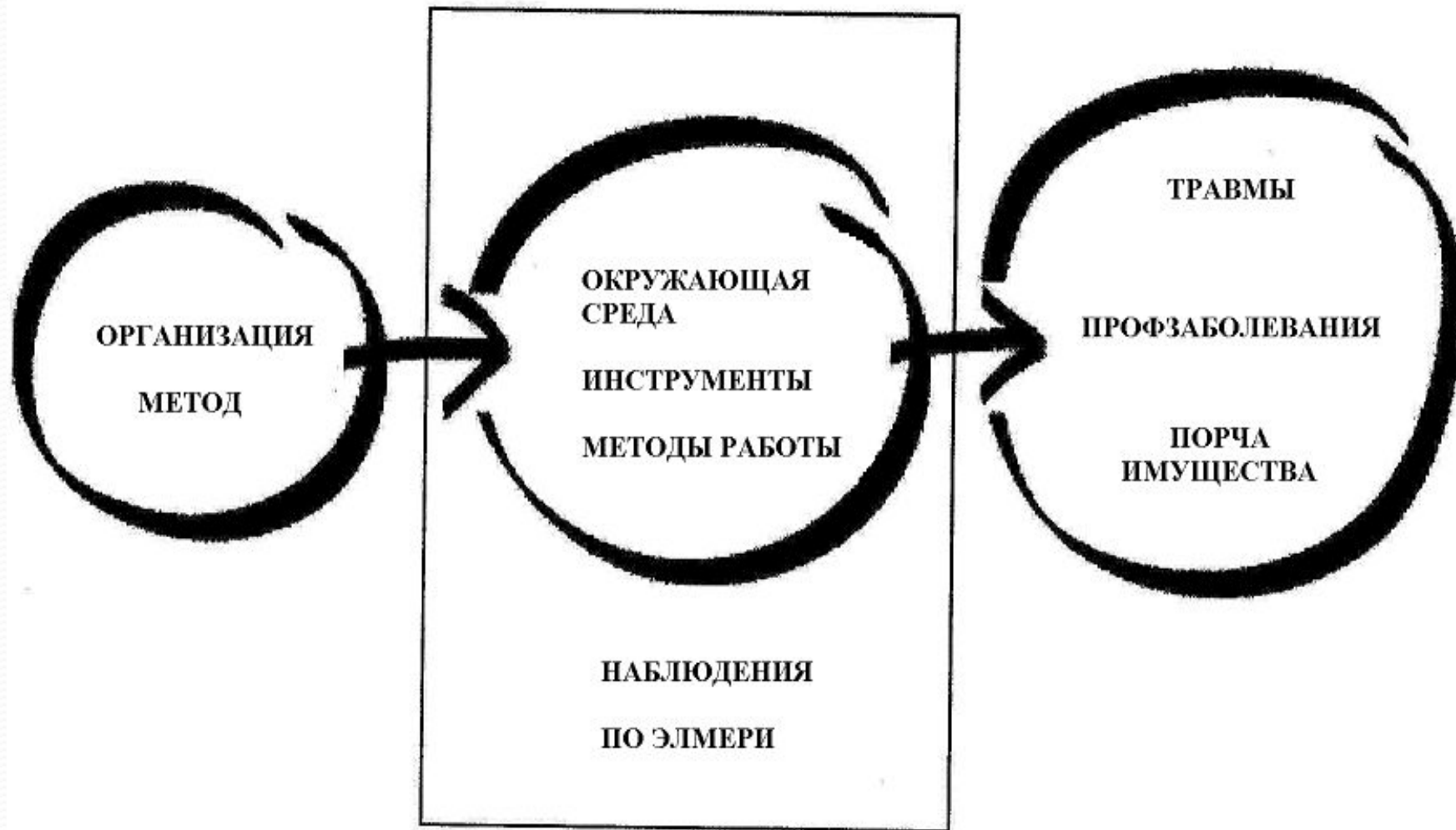
Предварительный анализ опасностей. Относительно простой метод анализа, нацеленный на идентификацию опасностей, возможных опасных ситуаций и событий, которые могут привести к травмированию работников. Объектом анализа могут являться инструкции по эксплуатации оборудования, результаты расследований произошедших несчастных случаев и профессиональных заболеваний, жалобы работников, результаты административно-общественного контроля и т.д.

Анализ корневых причин происшествий. Метод анализа произошедших несчастных случаев и микротравм с целью предупреждения их повторного появления. Метод нацелен на выявление самой корневой причины (опасности), в результате которой произошел несчастный случай, а не «симптомов» проявления опасности. Известной модификацией этого метода является метод «пять «почему это произошло», который позволяет оценочной команде на предприятии, последовательно задавая вопросы «почему?», приблизиться к выявлению корневой причины происшествия

Пример косвенного метода оценки риска - Метод Элмери. Наблюдение за производственной средой

Критерии наблюдений

- Производственный процесс
- Машины и оборудование
- Порядок и чистота на рабочем месте
- Факторы окружающей среды
- Эргономика
- Проходы и проезды
- Возможности для спасения и оказания первой помощи



Для кого предназначена система Элмери?

● Работники;



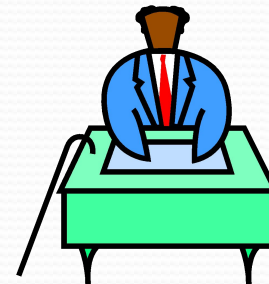
● Начальники цехов;



● Уполномоченный по охране труда;



● Инженер по охране труда;



● Службы гигиены труда на предприятии.



Карты наблюдений

Состояние объекта наблюдения (пункт) признается "хорошим" и ставится «+» в графу, если он отвечает минимальному уровню (по мнению наблюдателя) требований безопасности. Если состояние объекта не соответствует требованиям охраны труда, то ставится отметка "-".

Если по какой-либо причине нет возможности оценить данный показатель или методом наблюдения его нельзя определить, то в соответствующей графе карты наблюдений указывается отметка "отсутствует" или "0".

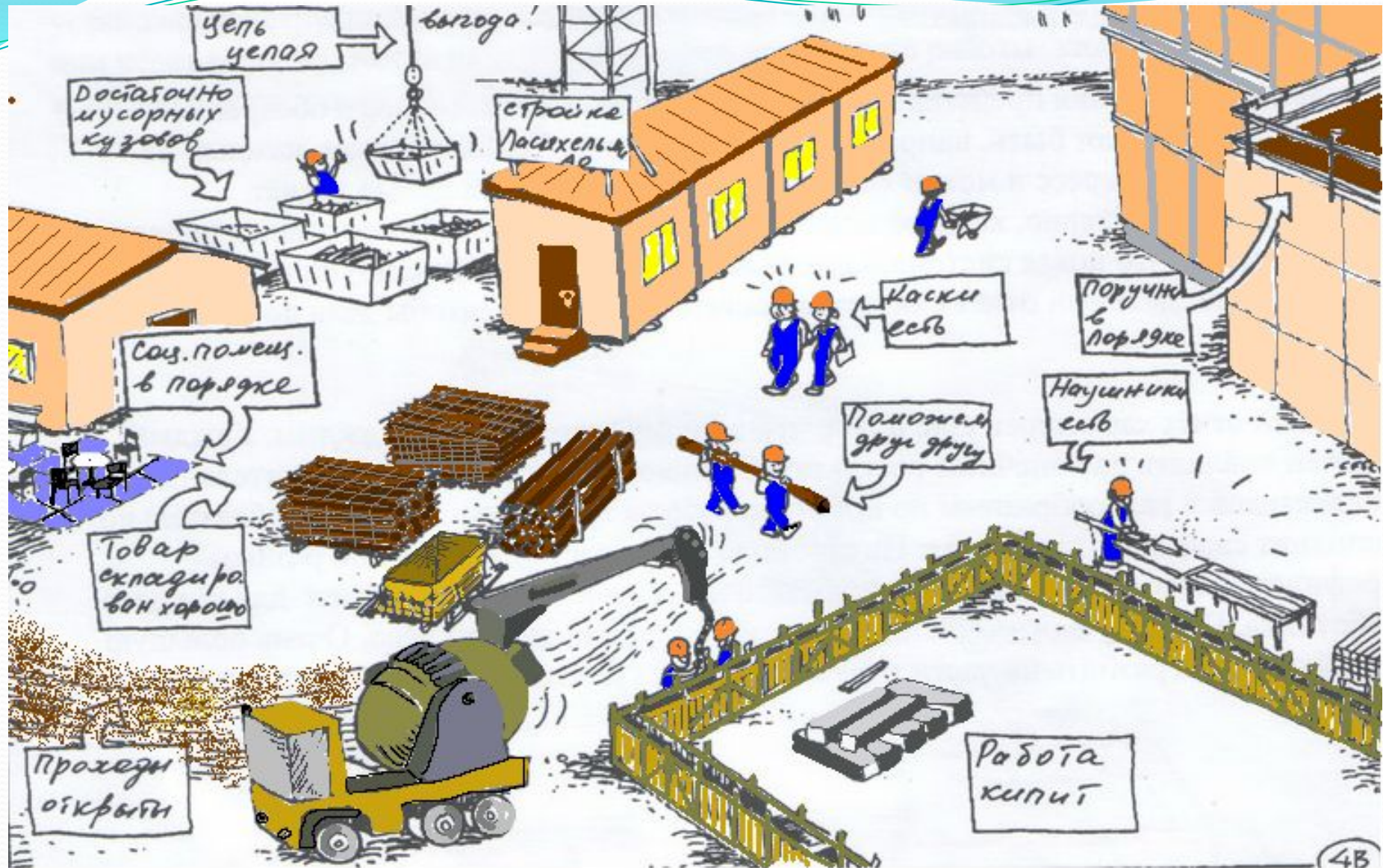
Индекс Элмери.

Характеризует уровень безопасности наблюдаемого участка (рабочего места)

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{пункты «хорошо»}}{\text{пункты «хорошо»} + \text{пункты «плохо»}} \times 100\%$$

Индекс обозначает процентное соотношение, значение которого может быть от 0 до 100.

Например, результат 60 % показывает, что 60 пунктов из 100 соответствует требованиям охраны труда



Работник 4:

Пользуется каской в зоне работы крана. **Отметка «правильно».**
Отметка «правильно».



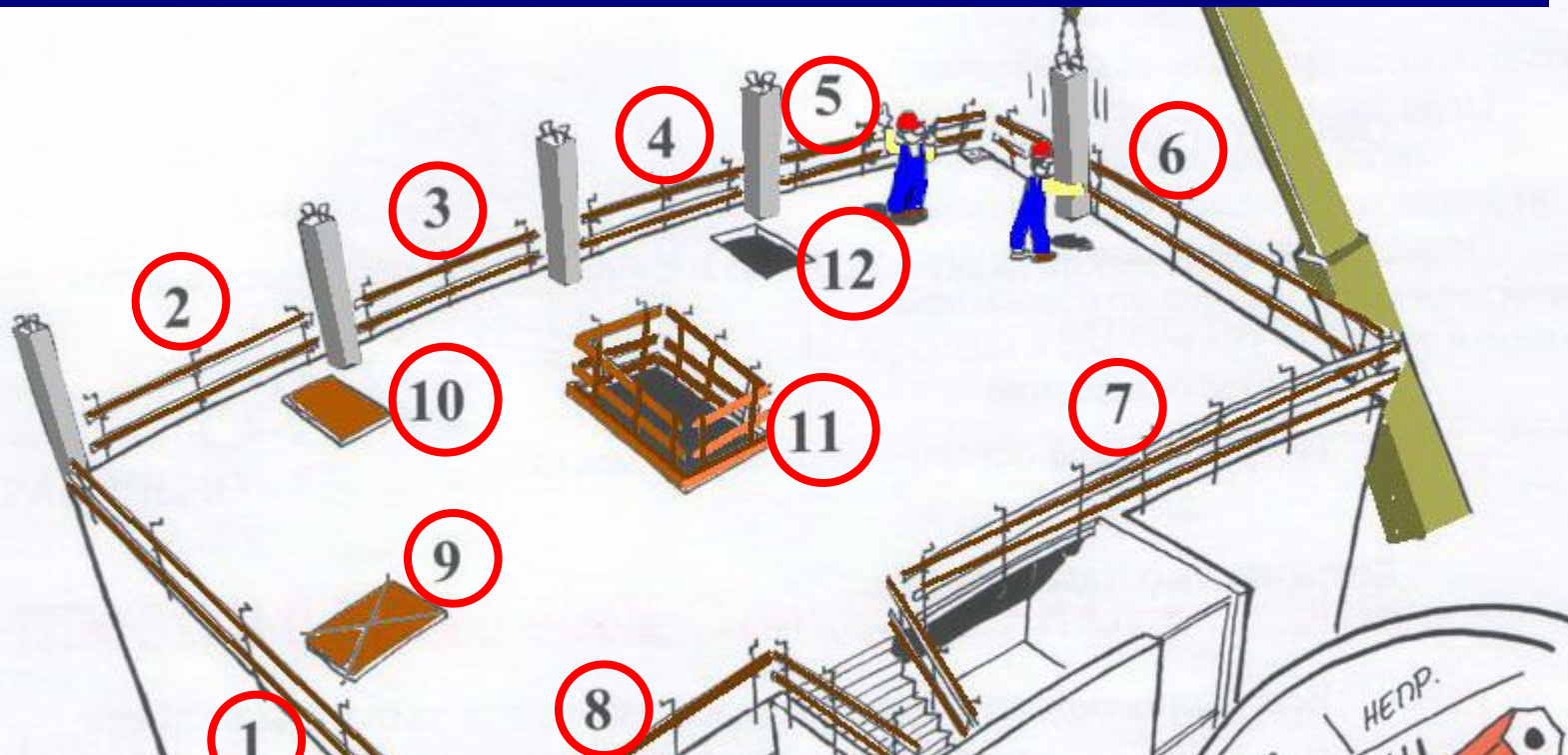
Работник 2:

Имеются требуемые средства защиты, но работник рискует, когда пользуется неисправным сварочным оборудованием. Отсутствует пожаротушительная перчатка при баллонах и огнетушитель. **Отметка «неправильно».**

Защита от падения 9:

Защитный щит отмечен и его передвижение невозможно. **Отметка - правильно.**

Отметка - **неправильно.**




Защита от падения 11:


Отверстие защищено с каждой стороны поручнями

Защита от падения 12:

Защитный щит отсутствует. **Отметка - неправильно.**




**Методические подходы к оценке
производственных рисков на основе анализа
выполнения нормативных требований**



Вся наша охрана труда построена на обеспечении соответствия условий труда государственным нормативным требованиям.

Оптимальные, допустимые и безопасные условия труда проистекают из доктрины нулевого риска, принятой в СССР.



**Управление рисками: от оценки
травмобезопасности к оценке
травмоопасности**

Травмобезопасность – соответствие техническим требованиям.

Травмоопасность – риск получить травму, работая на данном оборудовании



ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011


Менеджмент риска. Методы оценки риска

Характеристика применимости методов оценки риска

Наименование метода	Процесс оценки риска					
	Идентификация риска	Анализ риска			Сравнительная оценка риска	Номер приложения
		Последствия	Вероятность	Уровень риска		
Мозговой штурм	SA	NA	NA	NA	NA	B01
Анализ опасностей и критических контрольных точек (НАССР)	SA	SA	NA	NA	NA	B07
Структурный анализ сценариев методом «Что, если?» (SWIFT)	SA	SA	SA	SA	SA	B09
Анализ дерева решений	NA	SA	SA	A	A	B19

Факторы, влияющие на выбор методов оценки риска

Наименование метода	Описание	Значимость воздействующих факторов			Возможность получения количественных выходных данных
		Ресурсы и возможности	Неопределенность	Сложность	
Методы наблюдения					
Контрольные листы	Простая форма идентификации риска. ... Пользователи используют ранее разработанные перечни.	Низкие	Низкая	Низкая	Нет
Вспомогательный методы					
Структурный анализ сценариев методом «Что, если?» (SWIFT)	Система, помогающая группе специалистов идентифицировать риск. Применяют обычно вместе с методами анализа и оценки риска	Средние	Средняя	Любая	Нет



**Концепция приемлемого риска -
методологическая основа комплексной
безопасности производственной деятельности**

Приемлемый риск - это такой риск, который в данной ситуации (при данных обстоятельствах, при данном уровне развития науки и технологий) допустим при существующих общественных ценностях.

Социально приемлемый риск оценивает не только и не столько абсолютные значения риска с учетом многих аспектов жизнедеятельности, сколько существующие тенденции роста или снижения рисков различных консервативных и новых видов деятельности принимаемых обществом.

Приемлемый риск уместно определять на различных уровнях - от организации отрасли экономики до государства.

Необходимость формирования концепции приемлемого (допустимого) риска обусловлена невозможностью создания абсолютно безопасной деятельности (технологического процесса).

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты.

На практике это всегда компромисс между достигнутым в обществе уровнем безопасности (исходя из показателей смертности, заболеваемости, травматизма, инвалидности) и возможностями его повышения экономическими, технологическими, организационными и другими методами.

Экономические возможности повышения безопасности технических и социотехнических систем не безграничны.

Так, на производстве, затрачивая чрезмерные средства на повышение безопасности технических систем, можно ослабить финансирование социальных программ производства (сокращение затрат на приобретение спецодежды, медицинское обслуживание, санаторно-курортное лечение и др.).

Бывает так, что при увеличении затрат на совершенствование оборудования технический риск снижается, но растет социальный.

Суммарный риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферу.

Это обстоятельство надо учитывать при выборе приемлемого риска.

Подход к оценке приемлемого риска очень широк.

Главным остается в первом случае выбор приемлемого риска для общества, во втором - для коллектива организации.