

УДК 331.57; 378.12; 37.08

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ РИСКОВ**

**Мардонова Анастасия Андреевна**

магистрант

Мичуринский государственный аграрный университет,

г. Мичуринск, Россия

e-mail: [ribina.nas@yandex.ru](mailto:ribina.nas@yandex.ru)

**Криволапов Иван Павлович**

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет,

г. Мичуринск, Россия

e-mail: [ivan0068@bk.ru](mailto:ivan0068@bk.ru)

**Фокин Алексей Анатольевич**

кандидат технических наук, доцент

Мичуринский государственный аграрный университет,

г. Мичуринск, Россия

**Аннотация:** В статье рассматриваются методики идентификации опасностей и оценки рисков.

**Ключевые слова:** оценка риска, идентификация риска.

Профессиональный риск имеет крепкую связь с неопределенностью и характеристиками вероятности, такими как:

- влияние рабочей деятельности на персонал;
- физическое состояние работника и влияние рисков на его здоровье, а также на его эмоциональное восприятие;
- уровень охраны и медицины труда, страхования работников и реабилитационное обеспечение.

Такие сферы как: техническая система, профессиональная классификация сотрудников, техника безопасности, охрана и профилактика условий труда работников, медицинское страхование, необходимо изучать как по отдельности, так и комплексно [1-3].

Медицина труда обращает внимание на количественную закономерность возникновения профзаболеваний и реализует механизмы по их предупреждению.

При этом рассматривают [4]:

а) факторы производственной среды:

- шум;
- вибрация;
- химические и биологические вещества и другие виды воздействия;

б) трудовой процесс:

- монотонность труда;
- тяжесть труда;
- темп работы.

Факторы рабочей деятельности считаются источниками отрицательного воздействия на состояние здоровья человека [4, 5].

Факторами риска при этом являются:

- оборудование и технологический процесс;
- тип производства;
- мероприятия по обеспечению эффективного трудового процесса;
- аттестационная подготовка работников;
- организация мероприятий по обеспечению профилактики ОТ.

Практически все организации сталкиваются с необходимостью оценки риска для снижения количества опасных событий и достижения поставленных целей.

Оценка риска — процесс, объединяющий идентификацию, анализ и сравнительную оценку риска.

Риск может быть оценен для всей организации, ее подразделений, отдельных проектов, деятельности или конкретного опасного события. Поэтому в различных ситуациях могут быть применены различные методы оценки риска.

Оценка риска позволяет ответить на следующие основные вопросы [6]:

- какие события могут произойти и их причина (идентификация опасных событий);
- каковы последствия этих событий; - какова вероятность их возникновения;
- какие факторы могут сократить неблагоприятные последствия или уменьшить вероятность возникновения опасных ситуаций.

Кроме того, оценка риска помогает ответить на вопрос: является уровень риска приемлемым, или требуется его дальнейшая обработка.

Оценка риска обеспечивает [1, 6, 7]:

- понимание потенциальных опасностей и воздействия их последствий на достижение установленных целей организации;
- получение информации, необходимой для принятия решений;
- понимание опасности и ее источников;
- идентификацию ключевых факторов, формирующих риск, уязвимых мест организации и ее систем;
- возможность сравнения риска с риском альтернативных организаций, технологий, методов и процессов;
- обмен информацией о риске и неопределенностях;
- информацию, необходимую для ранжирования риска;
- предотвращение новых инцидентов на основе исследования последствий произошедших инцидентов;
- выбор способов обработки риска;
- соответствие правовым и обязательным требованиям;

- получение информации, необходимой для обоснованного решения о принятии риска в соответствии с установленными критериями;
- оценку риска на всех стадиях жизненного цикла продукции.

Процесс оценки риска.

Оценка риска является процессом, объединяющим идентификацию, анализ риска и сравнительную оценку риска. Процесс оценка риска представлены на рисунке 1. [8]

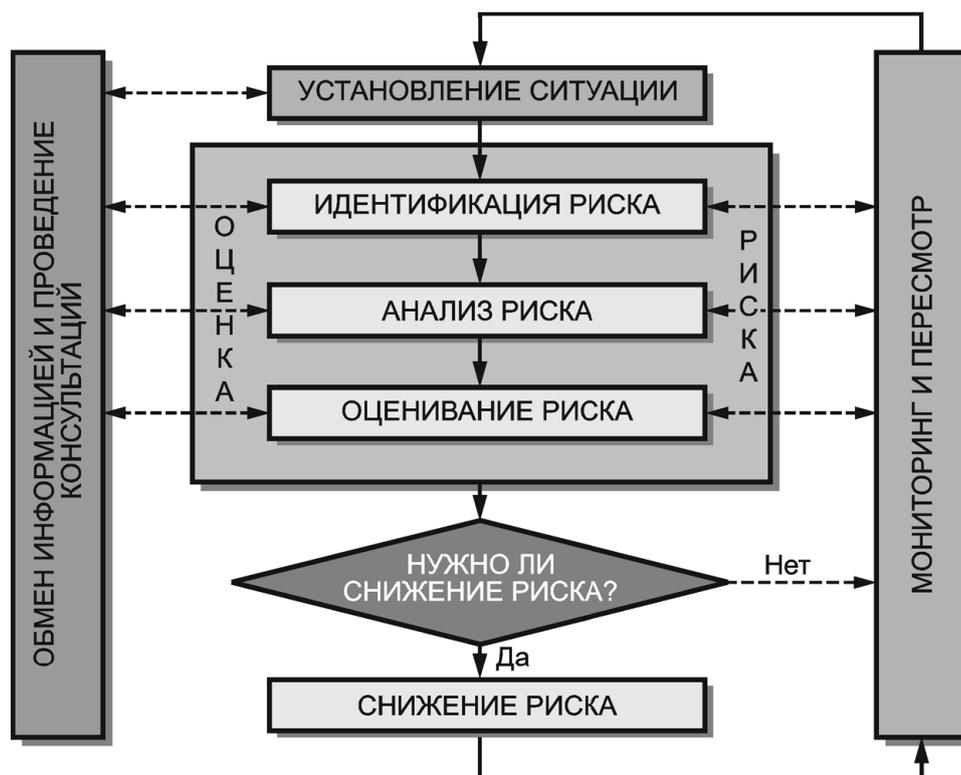


Рисунок 1 – Процесс оценки риска

Методы идентификации риска могут включать в себя [1, 4, 9]:

- методы оценки риска на основе документальных свидетельств, примерами которых являются анализ контрольных листов, анализ экспериментальных данных, а также данных и событий, произошедших в прошлом;

- подход, в соответствие с которым группа экспертов следует установленному процессу идентификации риска посредством структурированного множества подсказок или вопросов;

- индуктивные методы.

Идентификация опасностей в процессе производственной деятельности – это процесс обнаружения, выявления и распознавания опасных и вредных производственных факторов и установления их количественных, временных, пространственных и других характеристик, необходимых и достаточных для разработки профилактических мероприятий (предупреждающих и корректирующих действий), обеспечивающих безопасность труда [9].

В процессе идентификации составляется номенклатура опасности и вредности рабочей среды и трудового процесса, проводится ранжирование негативных факторов, выявляются вероятность, частота и условия их проявления, причины, пространственная локализация, возможный ущерб здоровью людей и окружающей среде и другие параметры, необходимые для выработки защитных мер.

При качественной оценке риска [10] определяют последствия, вероятность и уровень риска по шкале «высокий», «средний» и «низкий»; оценка последствий и вероятности может быть объединена; сравнительную оценку уровня риска в этом случае проводят в соответствии с качественными критериями.

В смешанных методах используют числовую шкалу оценки последствий, вероятности и их сочетания для определения уровня риска по соответствующей формуле. Шкалы могут быть линейными, логарифмическими или могут быть построены по другим принципам. Используемые формулы соответственно могут быть различными.

При количественном анализе [10] оценивают практическую значимость и стоимость последствий, их вероятности и получают значение уровня риска в определенных единицах, установленных при разработке области применения менеджмента риска. Полный количественный анализ не всегда может быть возможен или желателен из-за недостаточной информации об анализируемой системе, видах деятельности организации, недостатка данных, влияния человеческого фактора и т. п. или потому, что такой анализ не требуется, или трудозатраты на количественный анализ слишком велики. В таком случае

ранжирование рисков высококвалифицированными специалистами может быть более эффективно.

Если применен качественный анализ риска, четкие объяснения всех используемых терминов и принципов, лежащих в основе критериев, должны быть зарегистрированы в виде записей [11].

В случае применения количественного анализа необходимо помнить, что уровни вычисленного риска являются только оценками. Необходимо обеспечить согласованность неопределенностей полученных оценок с уровнем точности и используемых методов и данных.

Уровни риска должны быть выражены в соответствующих терминах для конкретного вида риска в наиболее удобной форме. В некоторых случаях значение риска может быть выражено в виде распределения вероятностей диапазона последствий.

ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» [2] раскрывает предложения, содержащие подбор и использование методов оценки риска, и сами методы оценки риска. В стандарте показаны 31 метод оценки, перечислим некоторые из них:

- мозговой штурм;
- метод Дельфи;
- оценка токсикологического риска;
- анализ дерева неисправностей;
- причинно-следственный анализ;
- исследование опасности и работоспособности (HAZOR);
- анализ «галстук-бабочка»;
- марковский анализ;
- моделирование Методом Монте-Карло.

Методы анализа риска описаны в таблице 3.1.

Перечень наиболее распространенных методов, используемых при анализе риска [1,

11]

Метод	Описание и применение метода
Ведомости проверок	Составление перечней типовых опасных веществ и/или источников потенциальных аварий, которые нуждаются в рассмотрении. С их помощью можно оценивать соответствие законам и стандартам
Общий анализ отказов	Метод, предназначенный для определения того, возможен ли случайный отказ (авария) ряда различных частей или компонентов в рамках системы, и оценки его вероятного суммарного эффекта
Модели описания последствий	Оценка воздействия события на людей, имущество или окружающую среду. Используются как упрощенные аналитические подходы, так и сложные компьютерные модели
Классификация групп риска по категориям	Классификация видов риска по категориям в порядке приоритетности групп риска
Метод Делфи	Способ комбинирования экспертных оценок, которые могут обеспечить проведение анализа частоты, моделирования последствий и/или оценивания риска
Метод Монте Карло и другие методы моделирования	Совокупность приемов анализа частоты, в которых используется модель системы для оценки вариаций в исходных условиях и допущениях
Индексы опасности	Совокупность приемов по идентификации/оценке опасности, которые могут быть использованы для ранжирования различных вариантов системы и определения менее опасных вариантов
Обзор данных по эксплуатации	Совокупность приемов, которые могут быть использованы для выявления потенциально проблемных областей, а также для анализа частоты, основанного на данных об авариях, данных о надежности и прочее
Парные сопоставления	Способ оценки и ранжирования совокупности рисков путем попарного сравнения

Мозговой штурм	Обсуждение проблемы группой специалистов в доброжелательной манере, целью которого является идентификация возможных видов отказов и соответствующих опасностей, риска, критериев принятия решений и способов обработки риска. Однако в процессе классического мозгового штурма применяют специальные методы, когда утверждения одних участников обсуждения способствуют возникновению у остальных участников мозгового штурма новых оригинальных идей. Метод предполагает стимулирование обсуждения, периодическое направление обсуждения группы в смежные области и обеспечение охвата проблем, выявленных в результате обсуждения.
Причинно-следственный анализ	Структурированный метод идентификации возможных причин нежелательного события или проблемы. Данный метод позволяет скомпоновать возможные причинные факторы в обобщенные категории так, чтобы можно было исследовать все возможные гипотезы. Однако применение этого метода позволяет идентифицировать фактические причины. Причины могут быть определены только на основе эмпирических данных или эмпирическим путем. Информацию представляют в виде диаграммы "рыбьего скелета" или иногда в виде древовидной схемы
Анализ «галстук-бабочка»	Метод следует применять в ситуации, когда сложно провести полный анализ дерева неисправностей или когда исследование в большей мере направлено на создание барьеров или средств управления для каждого пути отказа. Метод может быть полезен в ситуации, когда существуют точно установленные независимые пути, приводящие к отказу. Анализ "галстук-бабочка" часто значительно более прост для понимания, чем анализ дерева событий или дерева неисправностей, и, следовательно, он может быть полезен для обмена информацией при использовании более сложных методов.

Качественное ранжирование сценариев по тяжести последствий и вероятности событий в определенном диапазоне. При этом учитывается

характер вредного воздействия на организм рабочего персонала от легкого до тяжелого, а также смертельного повреждения [12].

В таком методе риски определяют по матрице «вероятность-ущерб». Основой метода является то, что эксперт для конкретного события выявляет ранг вероятности начала, и соответственный этому событию потенциальный ущерб. Пересечение соответственно столбца и строки показывает нам условную величину риска. Величина риска также может представлять количественную меру.

Матрица риска показана в таблице 2

Таблица 2

Матрица риска

		Тяжесть последствий (Т)				
		Незначительные повреждения, требующие оказания первой помощи	Оказание медицинского лечения/временное ограничение трудоспособности	Травма с потерей трудоспособности < 30 дней	Травма с потерей трудоспособности > 30, дней/инвалидность	Травма со смертельным исходом
		1	2	3	4	5
Вероятность (В)	Высокая	1				
	Вероятная	2				
	Возможная	3				
	Отдаленная	4				
	Маловероятная	5				
	Невозможная	6	Опасность устранена в источнике/ устранены опасные факторы			

Данный метод часто используется в развитых странах из-за своей простоты. Использование такого метода позволяет работодателю исполнить государственно-нормативные требования ОТ с малыми затратами.

В данной методике риск принимает такие значения как: «приемлемый», «неприемлемый», «высокий».

Значение риска определяется точкой пересечений вероятности и последствий. Если точка пересечения попадает в зеленую зону, то риск - «приемлемый», в желтую – «высокий», в красную – «неприемлемый».

Пять категорий тяжести последствий:

- Травма, которая привела к смерти одного работника, группы работников;
- Травма с потерей трудоспособности, которая привела к постоянной инвалидности;
- Травма с потерей трудоспособности без долгосрочных последствий;
- Травма, требующая медицинского обслуживания без потери трудоспособности;
- Травма, которая требует оказания первой помощи.

После того, как тяжесть последствий известна, следует определить вероятность наступления опасного события. Они указаны в таблице 3.3 [3, 9]

Таблица 3

Вероятность наступления события

Высокая	5	Отсутствуют какие-либо меры управления риском
Вероятная	4	Применяются только административные меры управления риском: письменные процедуры, инструкции по ОТ, планы оповещения/реагирования, проводятся контрольные проверки/инспекции, применяются необходимые СИЗ.
Возможная	3	Организационные меры управления риском: обучение и аттестация персонала, допуск к работе только уполномоченного персонала, ограничение и контроль доступа персонала к опасным факторам, система нарядов-допусков, использование предупредительных устройств (разметка, оградительная лента, знаки, таблички, бирки наклейки)
Отдаленная	2	Разработаны и используются безопасные методы работы: инструменты дистанционного доступа (крюки стропальщиков), точки анкерного крепления, площадки для безопасного доступа и работы на высоте, устройства изоляции энергии и т.д.
Маловероятная	1	Применены инженерно-технические меры управления риском

		направленные на физическую защиту работника от опасных производственных факторов: защитные ограждения/ барьеры/экраны, блокировочные устройства, устройства дистанционного управления.
Невозможная	0	Опасность устранена в источнике/ устранены опасные факторы.

Косвенным методом количественной оценки риска является метод Элмери.

Уровень риска оценивается по индексу безопасности (индекс Элмери):

$$\text{Индекс Элмери} = \frac{\text{пункты "хорошо"}}{\text{пункты "хорошо"} + \text{пункты "плохо"}} \times 100, \quad (1)$$

Значение индекса варьируется от 0 до 100. Примером является то, что 50% - 50 пунктов из 100 соответствуют требованиям.

Существенным минусом метода является то, что воздействующие на работника факторы производства одинаковы, то есть работа на высоте при отсутствии ограждений и нарушение сигнального окраса на кнопке «Стоп», будут иметь одинаковые баллы.

Методика расчета индивидуального профессионального риска определяет его во взаимосвязи с состоянием трудовой деятельности и здоровья.

Методика основана на показаниях, которые применяются в нормативно-правовой литературе и процедуре по безопасному управлению ОТ [12].

Метод рассматривает воздействия совокупной вредности условий труда на рабочем месте, состояния здоровья сотрудника, учитывая возраст, стаж, зафиксированные случаи травм и профзаболеваний.

Формулы для расчета:

$$\text{ИПР} = \text{SUM} \times \text{Пт} \times \text{Пз}, \quad (2)$$

$$\text{SUM} = V_i \times \text{ИОУТ} + V_1 \times 3 + V_3 \times B + V_4 \times C, \quad (3)$$

где SUM – сумма взаимных значений параметров ИОУТ, 3, B, C; ИОУТ – интегральная оценка условий труда на рабочем месте; 3 – интегральный показатель состояния здоровья работника; B – показатель возраста работника; C – показатель трудового стажа работника во вредных и опасных условиях труда; Пт – показатель травматизма на рабочем месте; Пз – показатель

профзаболеваемости на рабочем месте;  $V_i$  – коэффициенты, учитывающие значимость параметров и обеспечивающие перевод параметров в относительные величины [1, 9].

Для того чтобы рассчитать показатель ИПР, нужно объединить несколько источников сведений таких как:

- сведения об интегральной оценке условий труда по итогам спецоценки;
- сведения о данных по здоровью персонала вследствие проведения медосмотров;
- вспомогательная система индивидуальных особенностей сотрудников, которая помогает добавить в ИПР поправочные коэффициенты, которые определяются стажем и возрастом работника.

Правильный расчет профессионального риска помогает определить необходимые меры по снижению рисков, а также предупредить наступление неблагоприятных событий.

Для идентифицированных опасностей определяются существующие меры управления, такие, например, как:

- средства коллективной защиты – ограждение машин, блокировки, сигнализация, предупредительные огни, сирена;
- административные меры управления – надписи о соблюдении безопасности, предупреждения, маркировка опасных зон, маркировка пешеходных дорожек, процедуры обеспечения безопасности, проверка оборудования, контроль доступа, системы обеспечения безопасности работы, наряды-допуски на проведение работ, инструктажи по ОТ и т.д.;
- организационные меры: замена оборудования, машин и механизмов, модернизация существующего оборудования, машин и механизмов и т.д.;
- средства индивидуальной защиты.

## Список литературы

1. ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем // Справочно-правовая система «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200030153>
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска // Справочно-правовая система «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200090083>
3. Малышев Д. В. Метод комплексной оценки профессионального риска // Проблемы анализа риска. – 2008. – Т. 5. – №. 3. – С. 40-59
4. Бондарь Е.А. О методах оценки профессиональных рисков и путях их совершенствования // Безопасность жизнедеятельности. 2010. № 3. С. 31-35.
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска // Справочно-правовая система «Техэксперт» [Электронный ресурс]. – URL:<http://docs.cntd.ru/document/1200090083>
6. Оценка уровня обеспеченности и повышение пожарной безопасности на складах хранения нефтепродуктов предприятий АПК / С.Ю. Щербаков, А.В. Аксеновский, И.П. Криволапов, В.Б. // В сборнике: СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 85-ЛЕТИЮ МИЧУРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА в 4 т.. Мичуринск, - 2016. – С. 110-114.
7. Экспериментальные исследования определения освещенности и коэффициентов пульсации при использовании люминесцентных ламп и ламп накаливания / С.Ю. Щербаков, В.Б. Куденко, А.В. Аксеновский, И.П. Криволапов, В.С. Тимофеева // В сборнике: СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ, ПОСВЯЩЕННЫЙ 85-ЛЕТИЮ МИЧУРИНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА в 4 т.. Мичуринск, - 2016. – С. 106-110
8. Determination of the air purification efficiency when using a biofilter // I.P. Krivolapov, A.Yu. Astapov, D.V. Akishin, A.A. Korotkov, S.Yu. Shcherbakov // Journal of Ecological Engineering. – 2019. – Т. 20. – № 11. – С. 232-239

9. Совершенствование физической защиты объектов хранения и распределения нефтепродуктов в сельском хозяйстве / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, А.А. Заборских, Н.Г. Фролов, Д.И. Стрельников // Наука и Образование. – 2019. – № 2. С. 232.

10. Подготовка инженерных кадров в области техносферной безопасности в разрезе аграрного университета / И.П. Криволапов, С.Ю. Щербаков, К.А. Манаенков, А.А. Заборских, В.С. Новикова // В сборнике: Техносферная безопасность как комплексная научная и образовательная проблема. – 2018. – С. 177-181.

11. Сравнительный анализ существующих подходов к оценке травмоопасности / С.Ю. Щербаков, И.П. Криволапов, С.А. Петрушенко, А.П. Коробельников // Наука и Образование. – 2019. – № 4. – С. 252.

12. Характеристика методов проведения анализа риска / С.Ю. Щербаков С.Ю., И.П. Криволапов, Д.И. Стрельников, А.П. Коробельников // Наука и Образование. – 2019. – № 4. – С. 253.

## **ANALYSIS OF RISK ASSESSMENT METHODS**

**Mardonova Anastasiya Andreevna**

master's student

Michurinsk state agrarian University,

Michurinsk, Russia

e-mail: [ribina.nas@yandex.ru](mailto:ribina.nas@yandex.ru)

**Krivolapov Ivan Pavlovich**

candidate of technical Sciences, associate Professor

Michurinsk state agrarian University,

Michurinsk, Russia

e-mail: [ivan0068@bk.ru](mailto:ivan0068@bk.ru)

**Fokin Alexey Anatolyevich**

candidate of technical Sciences, associate Professor

Michurinsk state agrarian University,

Michurinsk, Russia

**Abstract:** the article discusses methods of hazard identification and risk assessment.

**Key words:** risk assessment, risk identification.