

УДК 629.039.58

АЛГОРИТМ И БАЗОВЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА

*Сладкова К.Д., студент
кафедра «Экология и промышленная безопасность»
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Гоголь Я.В., студент
кафедра «Экология и промышленная безопасность»
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Переездчиков И.В., д.т.н., профессор
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
E9@mx.bmstu.ru*

При исследовании опасностей объектом изучения является система человек – машина – среда (СЧМС), в которой в единый комплекс, выполняющий определенную функцию, включаются технические объекты, люди и окружающая среда. Взаимодействие компонентов системы между собой может иметь нештатный характер и выражаться в виде чепе, таких как травмы, заболевания, летальные исходы, повреждение окружающей среды и т.д.

Исследование опасностей делает возможным идентифицирование потенциальных чепе, определение их частоты и степени опасности. Этим самым достигается определенный уровень безопасности и осуществляется контроль за выполнением СЧМС своих функций [1].

Этапы исследования риска

Риск – это сочетание вероятности события и его последствий [5]. Риск сопровождает любую деятельность человека и может относиться к здоровью и безопасности людей, экономическим показателям или окружающей среде. Для уменьшения последствий внедряют систему управления риском.

На начальном этапе исследования осуществляют предварительный анализ риска. Он является частью оценки риска и процесса управления риском, показанного на рисунке 1 [5]. Результаты анализа риска в дальнейшем могут быть использованы для принятия решения о его допустимости, а также для выбора потенциальных мер по снижению или устранению риска. Эти решения могут приниматься как часть более крупного процесса

управления рисками путем сравнения результатов анализа риска с критериями допустимого риска. Окончательное решение по риску принимается на последнем этапе исследования, после чего осуществляют реализацию выбранных ранее мер и контроль за их исполнением.

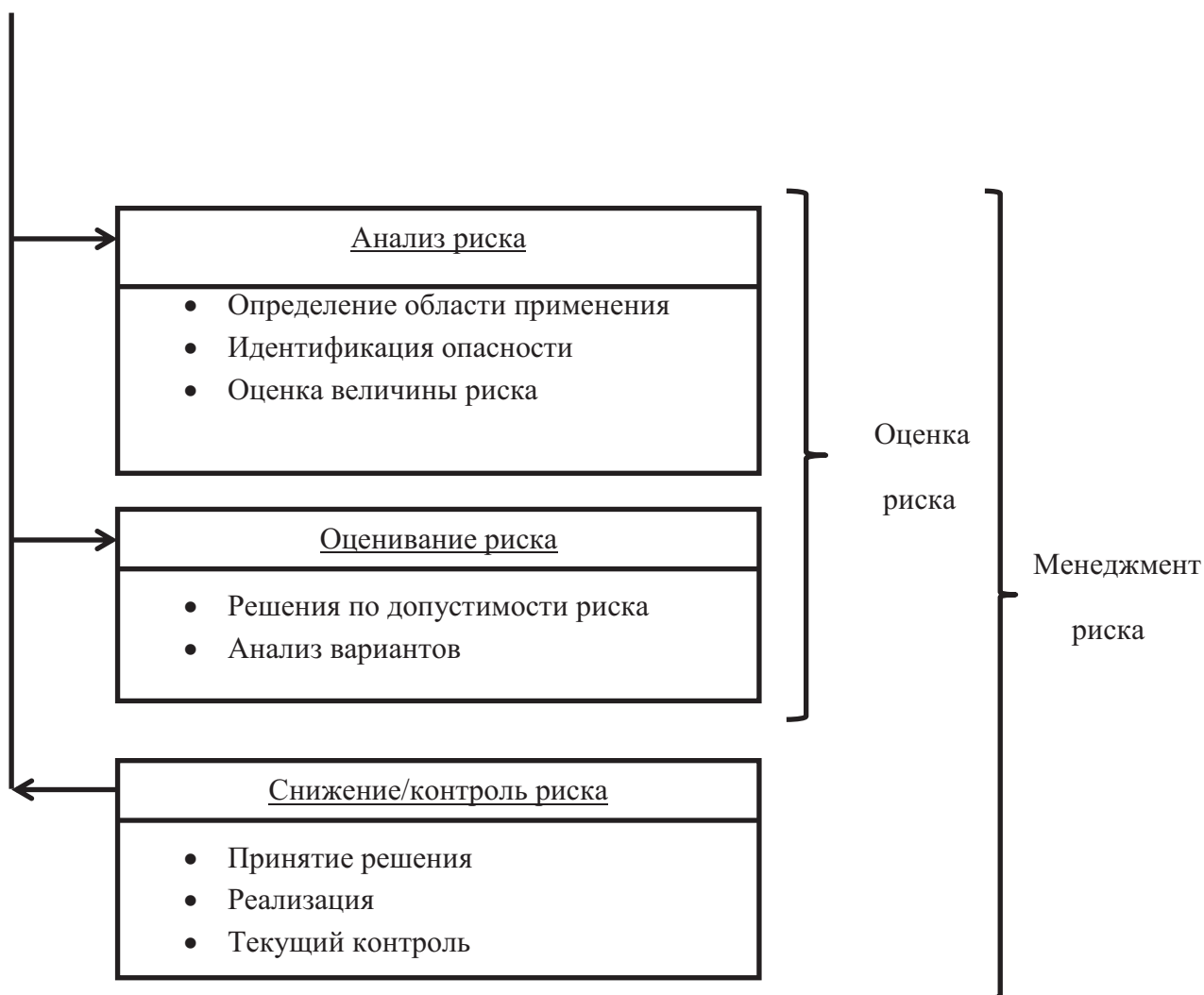


Рис. 1. Этапы исследования техногенного риска

Существуют различные методы анализа риска. Выбор того или иного метода должен осуществляться исходя из характеристик конкретной исследуемой системы. Базовыми методами являются [4]:

- Анализ видов и последствий отказов (АВиПО);
- Анализ опасности и работоспособности методом потенциальных отклонений (АОиР МПО).

Метод АОиР МПО

АОиР МПО определяет опасность как состояние или ситуацию с возможностью последствий в виде несчастного случая, повреждения собственности, причинения вреда природной среды или их сочетаний [3]. Схема процедуры АОиР МПО показана на рисунке 2.



Рис. 2. Схема процедуры АОиР МПО

АОиР МПО - метод структурированного систематического исследования планируемого или существующего процесса или действия с целью идентификации и оценивания состояний, которые могут создать риск для персонала или повредить оборудование или помешать эффективной работе. АОиР МПО используется для предварительного исследования опасностей новых или модифицированных систем. Он предполагает детальное исследование группой специалистов компонентов системы, чтобы

определить, что случится, если режим работы компонента отклонится от штатного. Метод первоначально предназначался для анализа систем с химическими процессами, но позднее был распространен на другие типы систем, а также на сложные операции и программное обеспечение.

Потенциальные отклонения системы от конструкторских целей выявляются с помощью ключевых (управляющих) слов: НЕ или НЕТ (полное отрицание целей проекта), БОЛЬШЕ или МЕНЬШЕ (увеличение или уменьшение количества), ЧАСТЬ (качественное изменение), РАНО или ПОЗДНО (относятся к времени), ПРЕЖДЕ или ПОСЛЕ (относятся к порядку или последовательности) и т.д. [7].

С одной стороны, этот метод рекомендуется использовать как можно раньше на стадии проектирования, чтобы оказывать влияния на создаваемую конструкцию. С другой стороны, для проведения анализа необходимо иметь законченную конструкцию. Поэтому, как компромисс, АОиР МПО используют в качестве окончательного контрольного метода после того как детальная конструкция разработана.

Метод АВиПО

В процессе проведения АВиПО:

- Выявляют возможные виды отказов, изучают их причины, механизмы и условия возникновения и развития;
- Определяют возможные негативные последствия выявленных отказов и степень их тяжести;
- Составляют перечень критичных элементов системы;
- Оценивают достаточность методов и средств контроля работоспособности, а также обосновывают необходимость внедрения дополнительных средств сигнализации, диагностирования и контроля;
- Разрабатывают предложения и рекомендации по внесению изменений в конструкцию составных частей системы с целью снижения тяжести последствий отказов;
- Оценивают достаточность существующих методов предупреждения отказов системы при ее эксплуатации, вырабатывают предложения по корректировке методов и периодичности технического обслуживания;
- Анализируют правила поведения персонала в аварийных ситуациях, обусловленных возможными отказами;
- Проводят анализ возможных ошибок персонала при эксплуатации, техническом обслуживании и ремонте системы, оценивают их возможные последствия [6].

АВиПО включает ранжирование рисков. Обычно ранжируют тяжесть последствия отказа и частоту потенциального чепе. В таблице 1 показано, как можно классифицировать частоту потенциальных чепе, а в таблице 2 дан пример качественной оценки тяжести последствий отказа.

Таблица 1

Оценка частоты потенциального чепе

Рейтинг частоты отказов	Описание частоты отказов
1	Подобные отказы на аналогах неизвестны
2; 3	Низкая частота (малое число отказов)
4; 5; 6	Умеренная частота (редкие отказы)
7; 8	Высокая частота (частые отказы)
9; 10	Очень высокая частота (отказ практически неизбежен)

Каждое последствие (эффект) можно характеризовать рейтингом тяжести (T) от 1 до 10 (см. табл.2). Если рейтинг тяжести 9 или 10, то необходимо внести изменения в конструкцию, чтобы устранить данный вид отказа, а при невозможности сделать это – обеспечить защиту оператора от последствий отказа. Обычно этими значениями характеризуют последствия чепе в виде несчастных случаев.

Таблица 2

Оценка тяжести последствий отказа

Рейтинг тяжести последствия отказа	Описание
1	Нет последствий
2	Очень незначительные последствия (едва заметные для разборчивого пользователя)
3	Незначительные последствия для системы, объекта (видны обычным пользователем)
4; 5; 6	Умеренные последствия (вызывают раздражение пользователя)
7; 8	Высокие последствия (неисполнение требуемой функции – пользователь разочарован)
9; 10	Очень высокие и опасные последствия (изделие неработоспособно, пользователь возмущен, отказ может привести

	к несчастному случаю)
--	-----------------------

Таблица 3 ранжирует отказы с точки зрения вероятности обнаружения. Каждая комбинация от предыдущих двух этапов получает рейтинг обнаружения *D*. Этим ранжируется способность устранения дефекта при ремонте или обслуживании. Высокий рейтинг указывает на большую возможность не обнаружения отказа.

Таблица 3

Оценка вероятности обнаружения отказа

Рейтинг обнаружения отказа	Описание
1	Несомненно отказ обнаружится при испытаниях
2	Почти несомненно отказ обнаружится
3	Высокая возможность обнаружения
4; 5; 6	Средняя возможность обнаружения
7; 8	Низкая возможность обнаружения
9; 10	Отказ не будет обнаружен, уйдет к пользователю

Из таблиц следует, что если в результате анализа опасностей чепе отнесено по тяжести последствий и по частоте возникновения к категории 10, то усилия должны быть сосредоточены на устранении опасности конструкторскими мерами. Если потенциальное чепе имеет категорию 10 тяжести последствий, то категория частоты должна быть 1, а при категории частоты 10 должна быть категория 1 тяжести последствий, тогда величина риска не будет большой.

Идею градации риска можно изобразить в виде треугольника (рисунок 3). Здесь термин «приемлемый риск» обычно означает, что вероятность летального исхода может считаться «разумно низкой» и не требует ее дальнейшего снижения. Термин «допустимый» означает, что менеджмент риска продолжает изучать опасности данного уровня в целях их снижения, а также рассматривает способы защиты от возможных чепе. При этом необходимо учитывать финансовую сторону вопроса, поскольку любое возможное снижение риска должно сопоставляться с необходимыми для этого затратами. Термин «неприемлемый» означает, что менеджмент не считает данный уровень допустимым и не участвует, а также не позволяет участвовать другим в управлении СЧМС при этом уровне риска. В зоне практически разумного риска должны приниматься все меры к его уменьшению до тех пор, пока стоимость дальнейшего уменьшения станет

нерациональной. Обычно это связано с так называемой «ценой спасенной жизни», которая различается в зависимости от страны и предприятия [1].

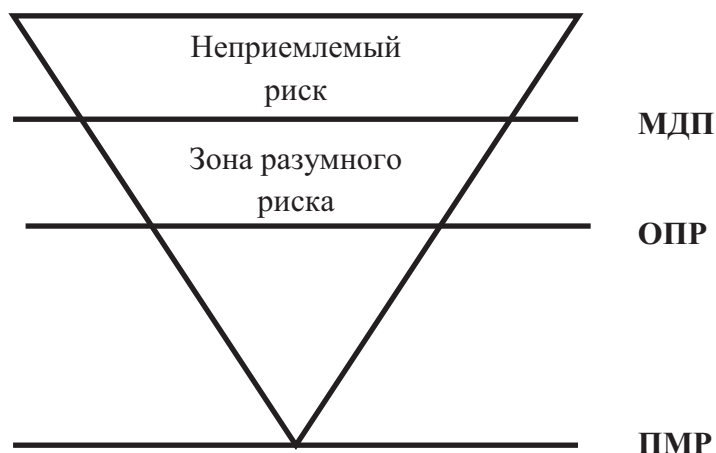


Рис. 3. Градация риска в виде треугольника: МДП – максимально допустимый риск; ОПР – обычно приемлемый риск; ПМР – пренебрежимо малый риск

Метод АВиПО заканчивается определением показателя приоритета риска (ППР). ППР играют важную роль при работе с потенциальными отказами. После ранжирования и получения рейтингов по частоте возникновения потенциального чепе (P), вероятности обнаружения (D) и тяжести последствий отказа (T), показатель приоритета риска рассчитывается по формуле:

$$R = P \cdot T \cdot D .$$

Рассчитав ППР для всех видов отказов изделия или процесса, определяют наиболее слабые места. Формула, в частности, указывает на, что ситуация с тяжелыми последствиями может не быть наиболее слабым звеном с приоритетным вниманием. Значение ППР может быть выше при менее тяжких последствиях, но при большей вероятности отказа и меньшей возможности его обнаружения.

АВиПО завершается рекомендациями с указанием необходимых действий, сроков и ответственных за исполнение. Действия могут включать инспектирование, испытания, проверку качества, изменения в конструкции (например, замена одних компонентов другими), повышение надежности, ограничение воздействия на природную среду. После внедрения рекомендаций или при внесении изменений в конструкцию или процесс, а также при изменении рабочих инструкций, внедрении новых нормативных правил или в случае возникновения проблем у пользователя АВПО выполняется заново [2].

Таким образом, базовые методы анализа опасностей позволяют определить виды чепе и отказов, дать им количественную характеристику, ранжировать опасности и предложить рекомендации по снижению последствий чепе.

Список литературы

1. Переездчиков И.В. Анализ опасностей промышленных систем человек – машина – среда и основы защиты. М.: Кнорус, 2011, 784 с.
2. Северцев Н.А. Метод количественного анализа опасности сложных систем на основе теории множеств // Вопросы теории безопасности и устойчивости систем. 2006 № 8. С. 5-17.
3. Переездчиков И.В. Методология анализа опасности сложных технических систем на базе четких и нечетких множеств // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2005. № 7. С. 39-41.
4. David J. Smith, Keneth G. L. Simpson. Safety Critical Systems Handbook. 2010, 288 p.
5. ГОСТ Р 51901.1-2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. М., 2003. 16 с.
6. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. М., 1996. 7 с.
7. ГОСТ Р 51901.11-2005. Менеджмент риска Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство. М., 2006. 33 с.