

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Методические указания
к выполнению практических работ
для студентов направления 20.03.01

Курган 2022

Кафедра: «Экология и безопасность жизнедеятельности»

Дисциплина: «Основы теории риска», «Теоретические основы экологической и техносферной безопасности».

Составил: канд. с.-х. наук, доцент М. Н. Коновалов.

Печатается в соответствии с планом издания, утвержденным методическим советом университета «10» декабря 2020 г.

Утверждены на заседании кафедры «01» декабря 2021 г.

Содержание

1 Матрица приоритетов.....	4
2 Качественная оценка риска.....	7
3 Диаграмма Парето	13
4 «Пять ПОЧЕМУ»	15
Библиографический список	18
Приложения	19

1 Матрица приоритетов

Матрица приоритетов (матрица критериев) – это инструмент, с помощью которого можно ранжировать по степени важности данные и информацию, полученную в результате *мозгового штурма* или матричных диаграмм. Ее применение позволяет выявить важные данные в ситуации, когда нет объективных критериев для определения их значимости или когда люди, вовлеченные в процесс принятия решения, имеют различные мнения по поводу приоритетности данных.

Основное назначение матрицы приоритетов – это распределение различных наборов элементов в порядке значимости, а также установление относительной важности между элементами за счет числовых значений. Матрица приоритетов может быть построена тремя способами. Варианты построения зависят от метода определения критериев, по которым оценивается приоритетность данных: аналитический метод, метод определения критериев на основе консенсуса и матричный метод.

Аналитический метод применяется, когда относительно невелико число критериев (не больше 6). Необходимо получить полное согласие всех экспертов, принимающих участие в оценке, число экспертов не превышает 8 человек. Возможны большие потери в случае ошибки с расстановкой приоритетов.

ПРИМЕР

1 Определяем цель составления матрицы приоритетов: уменьшить количество дефектов в изделии.

2 Формируем команду экспертов: для примера состав команды экспертов будет состоять из 3 человек. Каждый из них знаком с методом выработки решений на основе *мозгового штурма*.

3 Составляем список возможных решений проблемы (список решений поставленной проблемы, сформированный командой экспертов):

- изменить технологию изготовления;
- увеличить число точек контроля;
- провести обучение мастеров;
- изменить конструкцию изделия;

4 Определяем состав критериев (состав критериев для оценки приоритетности решений):

- требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения;
- низкая стоимость реализации решения;
- количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.;
- снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза.

5 Назначаем весовой коэффициент для каждого критерия. Рассмотрим назначение критериев для каждого из 3 методов: аналитического, метода консенсуса и матричного метода (таблица 1, 2, 3).

Таблица 1 – Данные для аналитического метода

<i>Критерий</i>	<i>Весовой коэффициент</i>
Требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения	3
Низкая стоимость реализации решения	9
Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	1
Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	9

Устанавливаем, что каждый эксперт может распределить между критериями 4 балла.

Таблица 2 – Данные для метода консенсуса

<i>Критерий</i>	<i>Эксперт 1</i>	<i>Эксперт 2</i>	<i>Эксперт 3</i>	<i>Весовой коэффициент</i>
Требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения	1	0	0	1
Низкая стоимость реализации решения	2	3	1	6
Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	0	1	0	1
Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	1	0	3	4

Таблица 3 – Данные для матричного метода

<i>Критерии</i>	требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения	низкая стоимость реализации решения	количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	<i>Итого</i>
Требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения	x	0	1	0	1
Низкая стоимость реализации решения	2	x	2	1	5
Количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	1	0	x	0	1
Снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	2	1	2	x	5

6 Определяем наиболее значимые критерии (так как количество выбранных для примера критериев составляет всего 4, то оставляем все критерии).

7 Выбираем метод подсчета значимости каждого из предложенных ранее (на шаге 3) решений. Для определения значимости воспользуемся шкалой «1» –

«3» – «9», где 9 – наиболее значимое решение, 3 – значимое решение, 1 – мало-значимое решение.

8 Проведем оценку значимости каждого решения по отношению к каждому критерию: для оценки значимости решений воспользуемся аналитическим методом (таблица 4). Весовые коэффициенты критериев определены на шаге 5.

Таблица 4 – Оценка зависимости решения по отношению к каждому критерию

<i>Решения</i>	<i>Критерии</i>			
	требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения	низкая стоимость реализации решения	количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза
	весовой коэффициент =3	весовой коэффициент =9	весовой коэффициент =1	весовой коэффициент =9
изменить технологию изготовления	3	1	1	9
увеличить число точек контроля	9	3	9	3
провести обучение мастеров	9	9	1	1
изменить конструкцию изделия	3	3	9	3

9 Определяем приоритетность каждого решения: оценка каждого решения перемножается на весовой коэффициент каждого критерия и значения суммируются.

10 Распределяем решения по порядку приоритетности:

- 1) провести обучение мастеров – 118;
- 2) изменить технологию изготовления – 100;
- 3) увеличить число точек контроля – 90;
- 4) изменить конструкцию изделия – 72.

Матрица приоритетов, по сравнению с другими методами ранжирования, дает возможность более объективно оценить значимость данных и установить величину этой значимости.

Вместе с тем очевиден и *недостаток* этого инструмента качества – он достаточно трудоемкий, особенно когда необходимо провести ранжирование большого количества данных по большому количеству критериев (таблица 5).

Таблица 5 – Матрица приоритетов

<i>Решения</i>	<i>Критерии</i>				<i>Итого</i>
	требуется не более 100 чел.\час на реализацию решения	низкая стоимость реализации решения	количество вовлекаемого персонала не более 50 чел.	снижение затрат на брак не менее чем в 1,5 раза	
	весовой коэффициент =3	весовой коэффициент =9	весовой коэффициент =1	весовой коэффициент =9	
изменить технологию изготовления	9	9	1	81	100
увеличить число точек контроля	27	27	9	27	90
провести обучение мастеров	27	81	1	9	119
изменить конструкцию изделия	9	27	9	27	72

ЗАДАНИЕ

Описать и классифицировать опасное событие (на выбор) с использованием матрицы приоритетов. Опасные события содержатся в приложении А.

2 Качественная оценка риска

Введение

Опасные события, инциденты, аварии и бедствия, как правило, приводят к существенным социально-экономическим потерям для организаций и государства в целом. Они включают:

- причинение вреда инфраструктуре, оборудованию и другому имуществу организации;
- финансовые затраты и косвенные экономические потери;
- травмирование и/или гибель людей, распространение заболеваний;
- нарушение экосистем, включая флору и фауну;
- социальные и культурные потери и т. д.

Применение единого метода оценки риска опасных событий для их включения в реестр риска направлено на:

- исследование возникающих опасных событий, проведение необходимой обработки риска и обеспечение обоснованных (нерискованных) инвестиций;

- стандартизацию оценки риска и разработку альтернативных предложений по снижению риска;
- повышение прозрачности процессов оценки риска, улучшение возможности их проверки или изменения в связи с получением новых знаний, информации или опыта;
- стандартизацию данных реестров риска различных организаций;
- повышение сопоставимости данных по различным регионам и/или классам опасности.

Цели оценки риска

Понимание риска опасных событий крайне важно для минимизации их последствий. В соответствии с ГОСТ Р 51897 оценка риска – это процесс, охватывающий идентификацию риска, анализ риска и сравнительную оценку риска. Исходя из этого, оценка риска – это процесс, используемый для описания опасных событий, их ранжирования и разработки действий по управлению риском на основе результатов сравнительной оценки риска.

Оценка риска является основным элементом процесса менеджмента риска. В рамках этого процесса вероятность последствий опасных событий должна быть оценена с учетом вероятности возникновения события, воздействия опасностей на элементы процесса менеджмента риска и деятельность организации и последствий этих опасностей. Информацию о вероятности воздействия опасных событий на элементы процесса организации и её уязвимости к этим опасностям следует рассматривать как часть процесса менеджмента риска. Оценка риска позволяет объединениям, организациям и регулирующим органам исследовать потенциальные виды опасных событий и разрабатывать мероприятия по управлению риском.

Целью оценки риска являются систематические действия по идентификации опасных событий, анализу и сравнительной оценке риска. Модели оценки риска опасных событий можно классифицировать по сложности и целям анализа. Сложность оценки может изменяться от простых оценок, в которых применяют в основном качественные методы для целей отбраковки (скрининга), до сложных количественных моделей, которые включают пространственный анализ данных об опасных событиях и моделирование. Более сложные методы часто применяют в дополнение к качественным методам.

Базовая скрининговая оценка используется для осуществления предварительной идентификации рисков. Она включает в себя относительно простые процедуры и обеспечивает возможность выявления приоритетных рисков, представляющих интерес для последующего детального анализа. В процессе

проведения скринингового анализа критерии риска определяются в соответствии с рекомендациями стандарта ГОСТ Р 51901.23-2012.

Детальный анализ направлен на повышение достоверности оценки риска и/или обоснование разработки, оценки и внедрения стратегий обработки риска. Проведение этого анализа может потребовать привлечения к оценке технических экспертов (например, при использовании сложных моделей описания основных опасностей или событий), способных выполнить эту работу и сравнить полученные результаты с результатами базовой оценки.

Область применения

Для установления области применения оценки риска необходимо определить требуемые данные, включая прогнозируемые данные. Поскольку менеджмент риска опасных событий может включать в себя множественные опасности, при определении области применения следует исследовать весь диапазон опасностей: от отдельных событий до множественных опасностей, а также подверженные воздействию опасные события сообщества и территории, включая рассмотрение географических, региональных или ведомственных границ, а также ограничений по времени. Необходимо определить:

- исследуемое опасное событие;
- источники опасного события;
- анализируемый класс воздействий.

Оценку риска следует проводить последовательно для каждого ключевого элемента исследуемого опасного события. Следует определить подмножество ключевых элементов, охватывающих идентификацию всех основных видов риска.

Критерии риска

Для анализа и оценки идентифицированных видов риска обычно применяют критерии риска, включая:

- определение последствий (исследование возможных воздействий опасного события на деятельность организации);
- определение вероятности последствий;
- классификацию риска (по необходимости его обработки);
- классификацию оценки риска (определение приемлемости или допустимости риска).

Критерий риска обычно определяют в соответствии с перечнями данных, которые должны применять все пользователи:

- таблица последствий (таблица 6);
- таблица объектов воздействия опасного события (таблица 7);

– таблица оценки вероятности опасного события в течение года (таблица 8);

– матрица качественной оценки риска (таблица 9).

Задание

1 Осуществить идентификацию классов воздействий опасного (катастрофического) события.

2 Произвести оценку риска для каждого ключевого элемента исследуемого опасного события.

3 Составить матрицу качественной оценки риска для каждого ключевого элемента.

4 Сформулировать выводы по работе.

Таблица 6 – Последствия

Последствия	Объект воздействия опасного события					
	Люди	Экология	Экономика	Управление организацией	Социальная среда	Инфраструктура
Катастрофические	Массовые случаи гибели людей (одного на десять тысяч), здоровье человека не справляется с нагрузками, необходимость эвакуации людей, не способных передвигаться самостоятельно	Массовое нанесение вреда и/или нарушение функционирования экосистемы, катастрофическое воздействие на растительный и животный мир или ландшафт, наносящее серьезные необратимые повреждения экосистеме	Невосполнимые финансовые потери, нанесение ущерба производству и потере активов, приводящие к банкротству организации и увольнению всего персонала	Руководство не способно управлять организацией, массовые волнения со стороны персонала. Распоряжения руководства не выполняются или неэффективны, неподконтрольное и широкое освещение событий в СМИ	Отсутствует необходимое социальное обслуживание, масштабные потери объектов социально-культурного назначения, разрушительное эмоционально-психологическое воздействие на персонал и всех вовлеченных людей	В течение продолжительного времени нарушение работоспособного состояния критической инфраструктуры и коммунальных услуг, которое приводит к длительным сбоям в работе организации, а также предъявлению серьезных претензий к работе организации со стороны причастных сторон
Значительные	Множественные случаи гибели людей (одного на сто тысяч), здоровье человека подвергается постоянному стрессу, часто необходима	Серьезное повреждение или нарушение функционирования экосистемы, воздействие на растительный и животный мир или ландшафт, которое в будущем может вызвать серьезное	Значительные финансовые потери, необходимость кардинального пересмотра стратегии организации, возмещения ущерба; нанесение ущерба производству, которое приводит к	Руководство в значительной мере не выполняет управления критически важными направлениями деятельности, полная потеря доверия высшему руководству со	Снижение уровня социального обслуживания и качества жизни персонала, нанесение существенного ущерба объектам социально-культурного назначения, суще-	В течение продолжительного времени нарушение работоспособного состояния критической инфраструктуры и значительные сбои в обеспечении коммуналь-

Продолжение таблицы 6

	эвакуация людей (больше чем на 24 часа)	повреждение экосистемы	банкротству по нескольким направлениям деятельности и значительным увольнениям персонала	стороны персонала, освещение событий региональными СМИ	ственное эмоционально-психологическое воздействие на большие группы людей	ми услугами, которые приводят к значительным неудобствам и сбоям в работе персонала, а также предъявлению претензий к работе организации со стороны причастных сторон
Умеренные	Единичные случаи гибели людей (одного на миллион), на здоровье человека оказывается значительная нагрузка, в единичных случаях необходима эвакуация людей (меньше чем на 24 часа)	Единичные случаи существенного воздействия на окружающую среду и потеря функций экосистем, активные действия по восстановлению окружающей среды	Средние финансовые потери, необходимо изменение стратегии организации для возмещения ущерба; нанесение ущерба производству, потери в бизнесе приводят к единичным случаям банкротства по отдельным направлениям деятельности и значительным увольнениям персонала	Руководство осуществляет свою деятельность в аварийном режиме, при этом допускаются значительные отступления от принятой политики организации, выполнение некоторых функций руководства со значительными нарушениями, недоверие высшему руководству со стороны персонала, освещение событий местными и региональными СМИ	Продолжительное снижение уровня обслуживания, нанесение ущерба объектам социально-культурного назначения, неблагоприятное эмоционально-психологическое воздействие на группы людей	Временное нарушение работоспособного состояния критической инфраструктуры и серьезные сбои в обеспечении коммунальными услугами, которые приводят к значительным неудобствам и сбоям в работе персонала
Небольшие	Единичные случаи серьезного травмирования людей. Здоровье человека находится в пределах нормы	Единичные случаи нанесения вреда окружающей среде, разовые действия по восстановлению окружающей среды	Небольшие финансовые потери, необходимо использование резервов для возмещения ущерба, потери в бизнесе приводят к единичным увольнениям персонала	Руководство осуществляет свою деятельность в аварийном режиме, выполнение функций руководства персоналом с небольшими нарушениями, единичные случаи недоверия высшему руководству со стороны персонала, небольшое освещение событий местными СМИ	Отдельные, краткосрочные случаи снижения уровня обслуживания, небольшой ущерб объектам социально-культурного назначения, который можно устранить с помощью ремонта, небольшое неблагоприятное эмоционально-психологическое воздействие на людей	Единичные случаи нарушения работоспособного состояния инфраструктуры и сбои в обеспечении коммунальными услугами, которые приводят к неудобству и сбоям в работе персонала

Продолжение таблицы 6

Малозначительные	Незначительные травмы или ситуации, в которых человек может быть травмирован, но по каким-то причинам этого не произошло. В целом негативное воздействие на здоровье человека отсутствует	Небольшие инциденты без последствий для окружающей среды или ситуации, в которых окружающей среде мог быть нанесен ущерб, но по каким-то причинам этого не произошло, не требуются усилия по восстановлению окружающей среды	Незначительные финансовые потери, управление в рамках стандартных финансовых условий, несущественные потери в бизнесе	Руководство осуществляет свою деятельность в штатном режиме, выполнение функций руководством персонала без нарушений, доверие высшему руководству со стороны персонала, отсутствует внимание СМИ	Несущественное краткосрочное снижение уровня социального обслуживания, отсутствует ущерб объектам социально-культурного назначения, отсутствует неблагоприятное эмоционально-психологическое воздействие на людей	Несущественное краткосрочное нарушение работоспособного состояния инфраструктуры и небольшие сбои в обеспечении коммунальными услугами
------------------	---	--	---	--	---	--

Таблица 7 – Объекты воздействия опасного события

Объекты воздействия	Вид воздействия
Люди	Воздействие на здоровье и благосостояние людей
Окружающая среда	Воздействие на экосистемы, включая флору и фауну
Экономика	Воздействие на экономическую деятельность организации
Управление	Воздействие на способность руководства управлять организацией
Социальная среда	Воздействие на уровень обслуживания населения, объекты социально-культурного назначения и эмоционально-психологическое состояние людей
Инфраструктура	Воздействие на инфраструктуру и способность к обеспечению коммунальными услугами

Таблица 8 – Оценка вероятности опасного события в течение года

Качественная оценка вероятности	Частота появления события	Средний интервал повторения события	Вероятность появления события в течение года
Почти наверняка	Один или несколько раз в год	3 года	0,3
Очень вероятно	Один раз в десять лет	3–30 лет	0,031–0,3
Возможно	Один раз в сто лет	31–300 лет	0,0031–0,03
Маловероятно	Один раз в тысячу лет	301–3000 лет	0,00031–0,003
Редко	Один раз в десять тысяч лет	3001–30000 лет	0,000031–0,0003
Очень редко	Один раз в сто тысяч лет	30001–300000 лет	0,0000031–0,00003
Почти невозможно	Меньше чем один раз в миллион лет	300000 лет	0,0000031

Таблица 9 – Матрица качественной оценки риска

Качественная оценка вероятности	Последствия				
	Незначительные	Небольшие	Умеренные	Значительные	Катастрофические
Почти наверняка	Риск средний	Риск средний	Риск высокий	Риск экстремально высокий	Риск экстремально высокий
Очень вероятно	Риск низкий	Риск средний	Риск высокий	Риск высокий	Риск экстремально высокий
Возможно	Риск низкий	Риск низкий	Риск средний	Риск высокий	Риск высокий
Маловероятно	Риск низкий	Риск низкий	Риск средний	Риск средний	Риск высокий
Редко	Риск низкий	Риск низкий	Риск низкий	Риск средний	Риск средний
Очень редко	Риск низкий	Риск низкий	Риск низкий	Риск низкий	Риск средний
Почти невозможно	Риск низкий	Риск низкий	Риск низкий	Риск низкий	Риск низкий

3 Диаграмма Парето

Диаграмма Парето – это столбчатая диаграмма, на которой интервалы (столбики) упорядочены по нисходящей линии. На такой диаграмме интервалы могут представлять виды дефектов, их локализацию, ошибки и пр. А высота интервалов (высота столбиков) – частоту возникновения дефектов, их процентное соотношение, стоимость, время и пр.

Диаграмма Парето является графическим отображением правила Парето. В менеджменте качества применение этого правила показывает, что значительное число несоответствий и дефектов возникает из-за ограниченного числа причин. Коротко правило Парето формулируется как 80 на 20. Например, если применить это правило по отношению к дефектам, то окажется, что 80 процентов дефектов возникает из-за 20 процентов причин.

Используется диаграмма Парето при выявлении наиболее значимых и существенных факторов, влияющих на возникновение несоответствий или брака. Это дает возможность установить приоритет действиям, необходимым для решения проблемы. Кроме того, диаграмма Парето и правило Парето позволяют отделить важные факторы от малозначимых и несущественных.

Строится диаграмма Парето в следующем порядке.

1 Определяется проблема, которую необходимо решить (например, дефектные изделия, стоимость потерь от брака и т. п.), и выбирается временной интервал для изучения проблемы.

2 Выбирается тип данных (фактор) для анализа, который наиболее полно сможет охарактеризовать проблему (например, дефекты, их локализация, объем потерь, затраты и пр.). Выбранный тип данных должен быть разбит на подтипы.

Например, если в качестве типа данных выбраны дефекты, то подтипом будут являться виды дефектов – деформация, царапины, трещины и пр.

3 Определяется единица измерений, соответствующая типу данных (например, количество дефектов, их частота, процент затрат и т. п.).

4 Собираются статистические данные и выполняется их систематизация. Для сбора и регистрации данных можно применять другие инструменты качества, например контрольный листок. Систематизацию статистических данных лучше представить в виде таблицы.

5 Выполняется подсчет и упорядочивание данных по убыванию.

6 При необходимости назначаются веса для каждого из подтипов данных. Установление весов может оказать существенное влияние на результат, который покажет диаграмма Парето. Веса перемножаются на подсчитанные значения по каждому из подтипов данных, что приводит к изменению соотношения их значимости.

7 Строится столбчатая диаграмма, на которой отмечаются подтипы данных и их величина. В прямоугольной системе координат по горизонтали откладываются равные отрезки, соответствующие подтипам данных, а по вертикали отмечается величина этих данных в порядке по убыванию.

8 Вычисляется и отображается на диаграмме линия суммарных значений (например, накопленных процентов).

9 Выполняется анализ полученных результатов для разработки необходимых действий по решению проблемы.

ПРИМЕР

Исследуется проблема дефектных изделий – печатных плат. В качестве типа данных для анализа выбраны дефекты, которые детализированы по видам. Единица измерений дефектов – процент от общего числа дефектов (таблица 10).

Таблица 10 – Исходные данные

<i>Вид дефектов на печатной плате</i>	<i>Процент от общего числа дефектов</i>
Недостаток припоя	58
Трещины	20
Царапины	10
Пятна припоя	6
Тепловая деформация	3
Расслоение платы	2
Прочее	1
Итого:	100

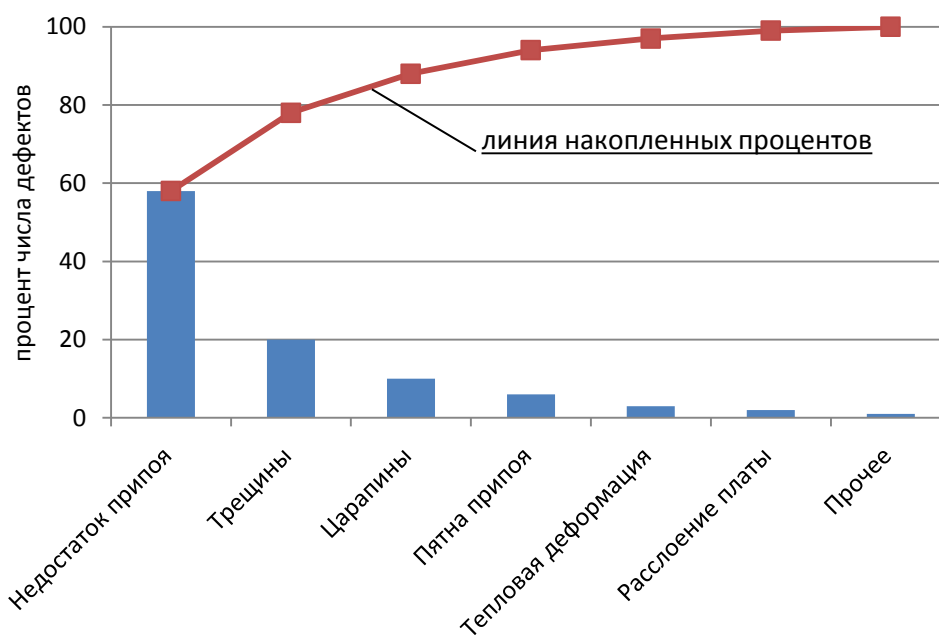


Рисунок 1 – Диаграмма Парето

ЗАДАНИЕ

Описать и классифицировать опасное событие (на выбор) с использованием метода «Диаграмма Парето». Опасные события содержатся в приложении А.

4 «Пять ПОЧЕМУ»

«**Пять ПОЧЕМУ**» – это простой метод поиска причин возникших несоответствий, который позволяет быстро построить причинно-следственные связи. Наиболее популярным этот метод стал в 70-х годах XX века после публикации и распространения информации о производственной системе Toyota. Сам метод был разработан в 40-х годах XX века основателем компании Toyota – Сакиши Тойода (Sakichi Toyoda).

Название метода – «Пять ПОЧЕМУ» (Five Whys) происходит от количества задаваемых вопросов. Для того чтобы найти причину несоответствия необходимо последовательно задавать один и тот же вопрос – «Почему это произошло?», и искать ответ на этот вопрос. Число пять выбрано, исходя из того, что такого количества обычно достаточно для выявления сути и источника проблемы. Но, несмотря на то, что метод называется «Пять ПОЧЕМУ», для поиска причин каждого конкретного несоответствия может задаваться как меньшее, так и большее количество вопросов.

За счет применения метода «Пять ПОЧЕМУ» можно выстроить «дерево» причин, т. к. при ответе на поставленный вопрос возможно возникновение нескольких вариантов. Поэтому метод «Пять ПОЧЕМУ» схож с методом причин-

но-следственных диаграмм и диаграмм Исикавы. Для графического отображения «дерева» причин применяется древовидная диаграмма.

Метод «Пять ПОЧЕМУ» может применяться как при индивидуальной работе, так и в группе. Групповая работа является предпочтительной, т. к. она позволяет найти более объективные причины решаемой проблемы.

За счет применения метода «Пять ПОЧЕМУ» становится возможным определить и составить модель проблемной ситуации и соответственно более объективно работать с выявленным несоответствием. Представление причин в виде дерева позволяет пересматривать какие-то части проведенного анализа, корректировать их и вносить изменения.

Порядок применения метода «Пять ПОЧЕМУ»

1 Формулируется несоответствие или проблема, для которой необходимо найти решение. Проблема может быть записана на листе бумаги или карточке. Документирование позволяет рабочей группе прийти к единому мнению, как сформулировать несоответствие и тем самым сконцентрироваться на нем.

2 Задается вопрос «Почему это несоответствие возникло?» или «Почему это произошло?». Определяются варианты ответов на поставленный вопрос. Ответов может быть несколько. Все они записываются под либо сбоку от проблемы. Ответы необходимо формулировать кратко. Для поиска ответов может применяться метод мозгового штурма. Чтобы структурировать поиск решений по методу «Пять ПОЧЕМУ» можно предварительно определить основные подобласти, которые приводят к возникновению несоответствия.

3 Если причины, выявленные на шаге 2, могут быть детализированы далее, то по каждой из выявленных причин опять задается вопрос «Почему это произошло?». Ответы на этот вопрос записываются на третьем уровне детализации.

4 Проводится проверка возможности дальнейшей детализации причин. Если детализация возможна, то цикл постановки вопроса повторяется. Как правило, чтобы детализировать причины до самого нижнего уровня достаточно пяти повторений цикла.

5 После того как анализ будет завершен и дальнейшая детализация причин станет невозможна, проводится пересмотр всех выявленных причин и определяются ключевые причины. В ходе пересмотра диаграммы некоторые из причин могут перемещаться с уровня на уровень или дублироваться в различных ветках дерева причин.

ПРИМЕР

Применение метода «Пять ПОЧЕМУ» рассматривается на примере решения проблемы – «размытое изображение на печатной копии документа» (рисунок 2).

ЗАДАНИЕ

Описать и классифицировать опасное событие (на выбор) с использованием метода «Пять ПОЧЕМУ». Опасные события содержатся в приложении А.

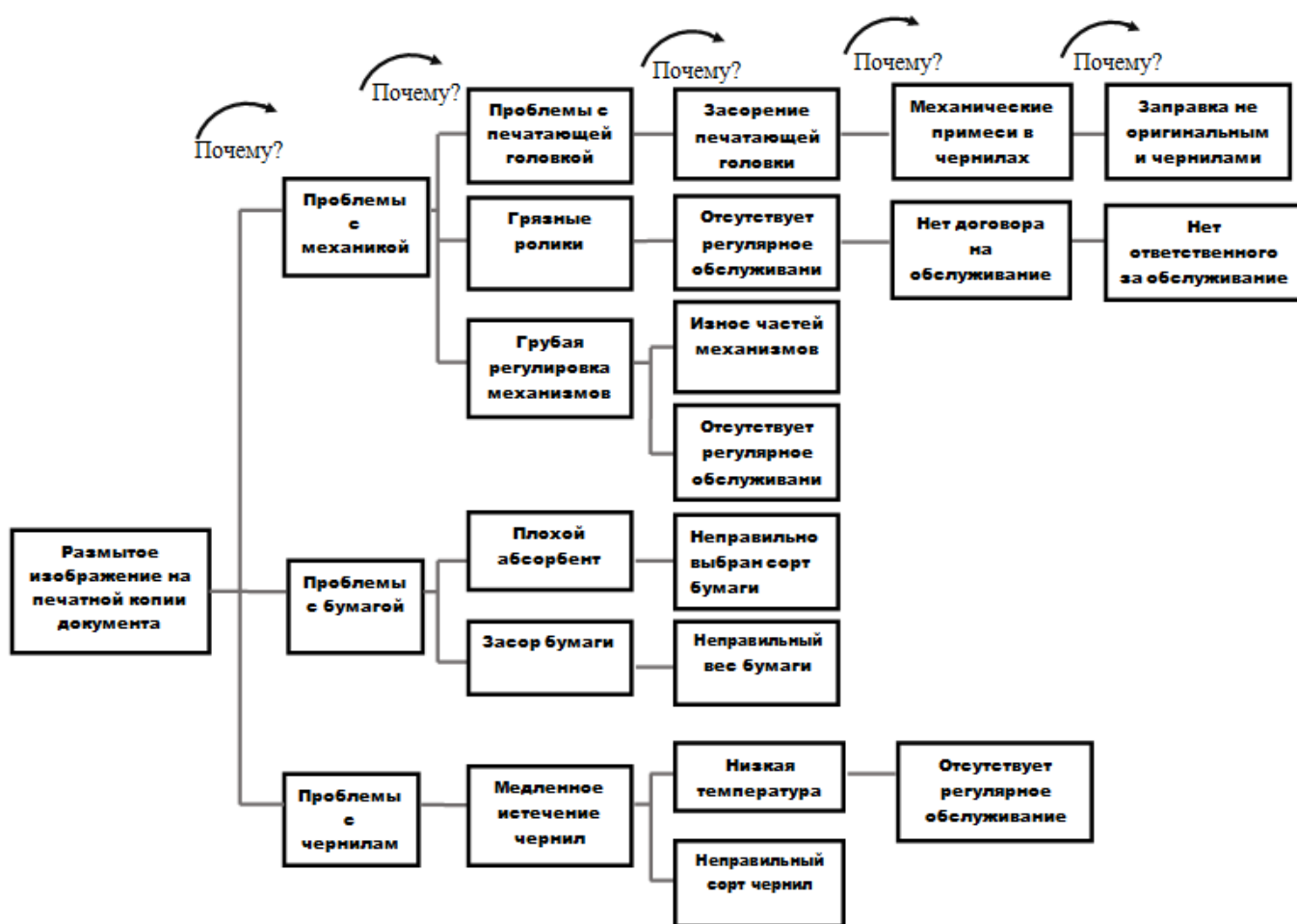


Рисунок 2 – Метод «Пять ПОЧЕМУ»

Библиографический список

1 ГОСТ ISO 12100-2013 Безопасность машин. Основные понятия, общие принципы конструирования. Оценки риска и снижения риска (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 марта 2014 г. № 137-ст).

2 ГОСТ Р 22.0.06-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий (принят в качестве межгосударственного стандарта ГОСТ 22.0.06-97).

Среди крупнейших техногенных катастроф в новейшей истории России – аварии на шахтах и электростанциях, гибель воздушных и морских судов, пожары и обрушения крыш зданий.

2 декабря 1997 года – взрыв метана на шахте «Зырянская 2»

В результате взрыва метана на шахте «Зырянская 2» в Кемеровской области погибли 67 человек. Сообщалось, что авария произошла во время перемены в очистном забое. Основной причиной был назван человеческий фактор: комбайнер раздавил шахтерский самоспасатель (средство индивидуальной защиты от токсичных продуктов горения), который спровоцировал взрыв неожиданно появившегося в забое газа метана с последующим взрывом угольной пыли.

За неделю до взрыва на шахте произошла вспышка газа, в результате которой пять рабочих получили ожоги. Однако эксплуатация рудника не была остановлена. Специалисты отмечают, что никто из руководящего состава шахты по итогам расследования наказан не был. На протяжении десяти последующих лет авария в Новокузнецке оставалась самой крупной катастрофой в Кузбассе.

12 августа 2000 года – гибель атомной подлодки «Курск»

Во время военно-морских учений российского флота в Баренцевом море затонула атомная подводная лодка К-141 «Курск» с крылатыми ракетами. По официальной версии, на подлодке, которая была спущена на воду в мае 1994 года, произошел взрыв торпеды по причине утечки компонентов топлива. Возникший через две минуты после первого взрыва пожар повлек за собой детонацию торпед, находившихся в первом отсеке лодки.

Второй взрыв привел к еще более значительным разрушениям. В результате все 118 членов экипажа погибли. В результате операции подъема подлодки, завершенной год спустя, были найдены и захоронены 115 тел погибших моряков. «Курск» считался лучшей подводной лодкой Северного флота. В числе прочих версий гибели «Курска» утверждалось, что он мог быть торпедирован американской подводной лодкой.

4 июля 2001 года – катастрофа самолета Ту-154 в Иркутске

Самолет авиакомпании «Владивосток Авиа», совершавший рейс по маршруту Екатеринбург – Иркутск потерпел катастрофу при заходе на посадку. В результате трагедии погибли 144 человека. В заключении государственной комиссии причиной катастрофы были названы ошибочные действия экипажа. В процессе выполнения посадочного маневра была потеряна скорость, после чего командир утратил возможность управления самолетом.

Пять лет спустя, 9 июля 2006 года, при посадке в том же аэропорту Иркутска самолет авиакомпании «Сибирь» не сумел остановиться на взлетно-посадочной полосе, выкатился за ее пределы и врезался в гаражный комплекс. Следствие установило проблемы воздушного судна с двигателем из-за ошибки экипажа. Из 203 человек, находившихся на борту, погибли 124 человека.

24 ноября 2003 года – пожар в общежитии РУДН

Пожар в одном из корпусов общежития Российского университета дружбы народов вспыхнул ночью, когда большинство студентов спали. Очагом возгорания была комната, которая на момент возгорания была пуста. Огонь распространился на четыре этажа. Студенты и работники вуза, выпрыгивая из окон на этих этажах, серьезно пострадали, некоторые разбились насмерть. Пожар унес жизни 44 человек, преимущественно иностранных студентов, около 180 человек попали в больницу с ожогами и телесными повреждениями. Виновными в возгорании судом были признаны шесть человек, в том числе проректор по административно-хозяйственной деятельности университета и главный инженер университета, а также инспектор Госпожнадзора Юго-Западного Административного округа Москвы, получивший самое суровое наказание – два года лишения свободы в колонии-поселении.

14 февраля 2004 года – обрушение крыши аквапарка «Трансвааль»

В результате обрушения крыши спортивно-развлекательного комплекса на юго-западе Москвы погибли 28 человек, в том числе восемь детей, еще около 200 человек получили травмы различной степени тяжести. В момент аварии в аквапарке, открытом в июне 2002 года, находились, по разным данным, от 400 до тысячи человек, многие из которых праздновали День всех влюбленных.

Среди основных версий обрушения, которые рассматривались следствием, назывались нарушения при проектировании и строительстве здания, а также его неправильная эксплуатация. Прокуратура столицы пришла к выводу о виновности главного конструктора проекта аквапарка Нодара Канчели, однако затем прекратила уголовное дело по амнистии.

23 февраля 2006 года – обрушение кровли Басманного рынка

Обрушение крыши рынка, по данным комиссии, стало следствием неправильной эксплуатации

Рано утром в Москве рухнула крыша Басманного рынка на площади примерно в 2000 кв. метров. Погибли в общей сложности 66 человек, десятки людей удалось извлечь из-под обломков живыми. Спустя два месяца после катастрофы комиссия правительства Москвы вынесла решение о том, что происшедшее – следствие систематической неправильной эксплуатации здания на протяжении всего срока его службы.

Проектировщиком перекрытий рынка являлся Нодар Канчели, конструктор «Трансвааль-парка», крыша которого обрушилась двумя годами ранее. Комиссия установила, что крыша рынка обрушилась из-за обрыва одного из тросов-вантов, на которых она держалась. А сам обрыв стал следствием нескольких причин, среди которых была коррозия ванта и внеплановая перестройка здания.

19 марта 2007 года – взрыв метана на шахте «Ульяновская»

Авария на шахте «Ульяновская» в Кемеровской области унесла жизни 110 человек. Удалось спасти 93 шахтеров. Российская федеральная служба по экологическому, технологическому и ядерному надзору объявила, что на шахте «Ульяновская» были допущены «грубейшие нарушения правил безопасности».

Губернатор области Аман Тулеев заявил, что в день аварии на шахте устанавливалось оборудование, призванное выявлять и локализовывать утечки газа. Почти все руководство шахты спустилось под землю для проверки работы системы и погибло при взрыве. Спустя три года следственный комитет при прокуратуре, проведя дополнительное расследование, возбудил еще одно уголовное дело по факту аварии на «Ульяновской». Аварий с таким количеством жертв ранее никогда не случалось на шахтах СССР и России.

14 сентября 2008 года – авиакатастрофа Boeing 737 в Перми

Самолет компании «Аэрофлот-Норд», совершавший рейс по маршруту Москва – Пермь, потерпел катастрофу при заходе на посадку. В результате столкновения с землей погибли все находившиеся на борту люди – 88 человек, в том числе 7 детей. Среди погибших оказался советник Президента, Герой России, генерал-полковник Геннадий Трошев.

Эта катастрофа стала первой для самолета Boeing 737 на территории России. Системной причиной происшествия был назван «недостаточный уровень организации летной и технической эксплуатации самолетов Boeing 737 в авиакомпании». К тому же, по результатам судмедэкспертизы, был установлен факт наличия этилового алкоголя в организме командира корабля перед смертью.

17 августа 2009 года – авария на Саяно-Шушенской ГЭС

Крупнейшая в России и шестая в мире гидроэлектростанция – Саяно-Шушенская – была остановлена 17 августа, когда в машинный зал хлынула вода. Три из десяти генерирующих гидроагрегатов были полностью уничтожены, а все остальные повреждены.

Восстановительные работы по ГЭС на реке Енисей, как ожидается, продлятся несколько лет и в лучшем случае завершатся в 2014 году. Крупнейшая в истории российской и советской гидроэнергетики авария привела к гибели 75 человек. Комиссия российской Госдумы, расследовавшая причины аварии на

Саяно-Шушенской ГЭС, назвала имена около 20 работников станции, причастных, по ее мнению, к трагедии.

Депутаты рекомендовали уволить, среди прочих, генерального директора ГЭС Николая Неволько и главного инженера Андрея Митрофанова. В декабре 2010 года уже бывшему директору ГЭС Неволько было предъявлено обвинение в «нарушении правил техники безопасности и иных правил охраны труда, повлекшем смерть двух и более лиц».

5 декабря 2009 года – пожар в клубе «Хромая лошадь»

Большинство посетителей пермского ночного клуба не сумели выбраться на улицу.

Крупнейший по числу жертв пожар в истории постсоветской России произошел в пермском ночном клубе «Хромая лошадь». По версии следствия, он начался во время пиротехнического шоу, когда искры попали на потолок, сделанный из сухих деревянных прутьев, и вызвали возгорание. В клубе мгновенно началась давка, по причине которой выбраться из тесного помещения удалось не всем.

Пожар в «Хромой лошади» повлек смерть 156 человек, несколько десятков человек получили ожоги различной степени. В связи с инцидентом был уволен ряд должностных лиц и чиновников пожарного надзора, а правительство Пермского края в полном составе сложило с себя полномочия. В июне 2011 года испанские правоохранительные органы выдали своим российским коллегам Константина Мрыхина, которого следствие называет соучредителем клуба. Кроме него, по делу проходят еще восемь человек.

9 мая 2010 года – авария на шахте «Распадская»

На одной из крупнейших угольных шахт мира, расположенной в Кемеровской области, с разницей в несколько часов произошли два взрыва метана, в результате которых погиб 91 человек. В общей сложности около 360 шахтеров оказались заблокированными под землей, большинство горняков удалось спасти.

В декабре 2010 года 15 человек, находившихся в шахте в момент аварии и числившихся пропавшими без вести, решением суда были признаны погибшими. Премьер-министр Владимир Путин заявил, что органы Ростехнадзора не раз предъявляли претензии к состоянию оборудования на «Распадской», но руководство шахты никак на них не реагировало.

Директор шахты Игорь Волков, которому были предъявлены обвинения в нарушении правил безопасности, ушел в отставку. Руководство «Распадской» оценило свой ущерб в 8,6 млрд рублей.

10 июля 2011 года – гибель теплохода «Булгария» на Волге

Двухпалубный дизель-электроход «Булгария», который шел из города Болгар в Казань, затонул в трех километрах от берега. Одним из факторов, предположительно приведших к катастрофе, называют перегруженность корабля. По некоторым сведениям, после произведенной переделки судно было рассчитано на перевозку 140 пассажиров. Однако, билетов на речную прогулку 10 июля было продано гораздо больше. Четвертую часть тех, кто был на борту, составляли дети.

К утру 14 июля обнаружены тела 105 погибших в результате крушения, судьба еще 24 остается неизвестной. 79 пассажиров и членов экипажа спаслись. В связи с гибелью «Булгарии» Васильевский суд Казани арестовал двух человек, которых подозревают в «оказании услуг, не отвечающих требованиям безопасности» – Светлана Инякина, генеральный директор компании «АргоРеч-Тур», которая являлась субарендатором теплохода «Булгария», и Яков Ивашов, старший эксперт Камского филиала Российского речного регистра.

Коновалов Максим Николаевич

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Методические указания
к выполнению практических работ
для студентов направления 20.03.01

Редактор Л. П. Чукомина

Подписано в печать 03.06.22	Формат 60×84 1/16	Бумага 80 г/м ²
Печать цифровая	Усл. печ. л. 1,5	Уч.-изд. л. 1,5
Заказ 44	Тираж 25	

Библиотечно-издательский центр КГУ.
640020, г. Курган, ул. Советская, 63/4.
Курганский государственный университет.