

ФМЕА-анализ критичности процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования»

Говорится о применении ФМЕА-анализа для обнаружения и оценки нарушений производственного процесса. В ходе исследования на российских промышленных предприятиях были определены наиболее критичные подпроцессы процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» и их взаимосвязи

В

В.А. Новиков

проректор ФГАОУ ДПО
«Академия стандартизации,
метрологии и сертификации
(учебная)» (АСМС),
Москва,
канд. техн. наук, доцент

А.И. Гришин

аспирант ФГАОУ ДПО АСМС,
Москва, e-learning@asms.ru

мировой практике на этапе разработки, а также при доработке и улучшении процессов как инструмент непрерывного совершенствования широко используется метод анализа видов и последствий потенциальных дефектов (Potential Failure Mode and Effects Analysis, FMEA).

Целью данного анализа является обнаружение и оценка потенциальных дефектов (отказов) продукции или нарушений процесса, определение действий, которые могут устранить или уменьшить вероятность возникновения потенциальных отказов (нарушений), а также документирование всех этих мероприятий для достижения устойчивого, эффективного производства конкурентоспособной продукции. Хотя метод не нашел достаточно широкого применения для анализа производственных процессов предприятия, многие авторы [1] рекомендуют использовать его для определения критичных процессов системы менеджмента качества (СМК).

Авторы статьи применяют ФМЕА-анализ в качестве инструмента, направленного на совершенствование системы менеджмента качества организации и способствующего определению области оперативного вмешательства в процесс «Техническое обслуживание технологического оборудования» для улучшения его функционирования.

При этом будут решены следующие задачи:

- ▶ обнаружение «слабых» мест технологических процессов и принятие мер по их устранению;
- ▶ доработка технологического процесса до наиболее приемлемого с точки зрения надежности, безопасности для персонала, обнаружения потенциальных нарушений технологических операций и т.д. [2].

Определение критичности процесса на производственном предприятии

Для определения критичности и области оперативного вмешательства в процесс «Техническое обслуживание технологического оборудования» [3] на уровне подпроцессов был проведен ФМЕА-анализ. Анализ проводили индуктивным способом, постепенно продвигаясь по уровням снизу вверх начиная с минимального уровня разукрупнения. Для каждого элемента выбранного уровня структуризации составили перечень потенциальных нарушений, изучили влияние каждого нарушения на функционирование взаимосвязанных элементов других уровней и процесса в целом. Разработанный алгоритм проведения ФМЕА-анализа приведен на рис. 1.

Структурирование процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» на четырех действующих российских производственных предприятиях проводилось с помощью модели Work Flow [4]. В результате были определены типовые подпроцессы процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» для установления критичности, причин нарушений и потенциальных последствий нарушений данных подпроцессов при помощи ФМЕА-анализа. Полученная информация представлена в табл. 1.

Для расчета критичности подпроцессов использовался табличный метод, в основу которого положена балльная оценка частоты нарушений, вероятности выявления нарушений и последствий нарушений. В соответствии с методом ФМЕА любой потенциальный вид нарушения для каждого подпроцесса оценивается по трем критериям (B_{mi}) по шкале от 1 до 10.

Ключевые слова

анализ процесса, критичность процесса, нарушения процесса, потенциальные дефекты

справка

Метод Work Flow (поток работ) — широко распространенный способ описания бизнес-процессов, как правило, на достаточно детальном уровне рассмотрения (уровне функций подразделений и операций, выполняемых отдельными сотрудниками). Суть метода Work Flow состоит в отображении на схеме последовательно выполняемых функций (работ, операций), а также точек принятия решений, что позволяет описать действия сотрудников в различных ситуациях

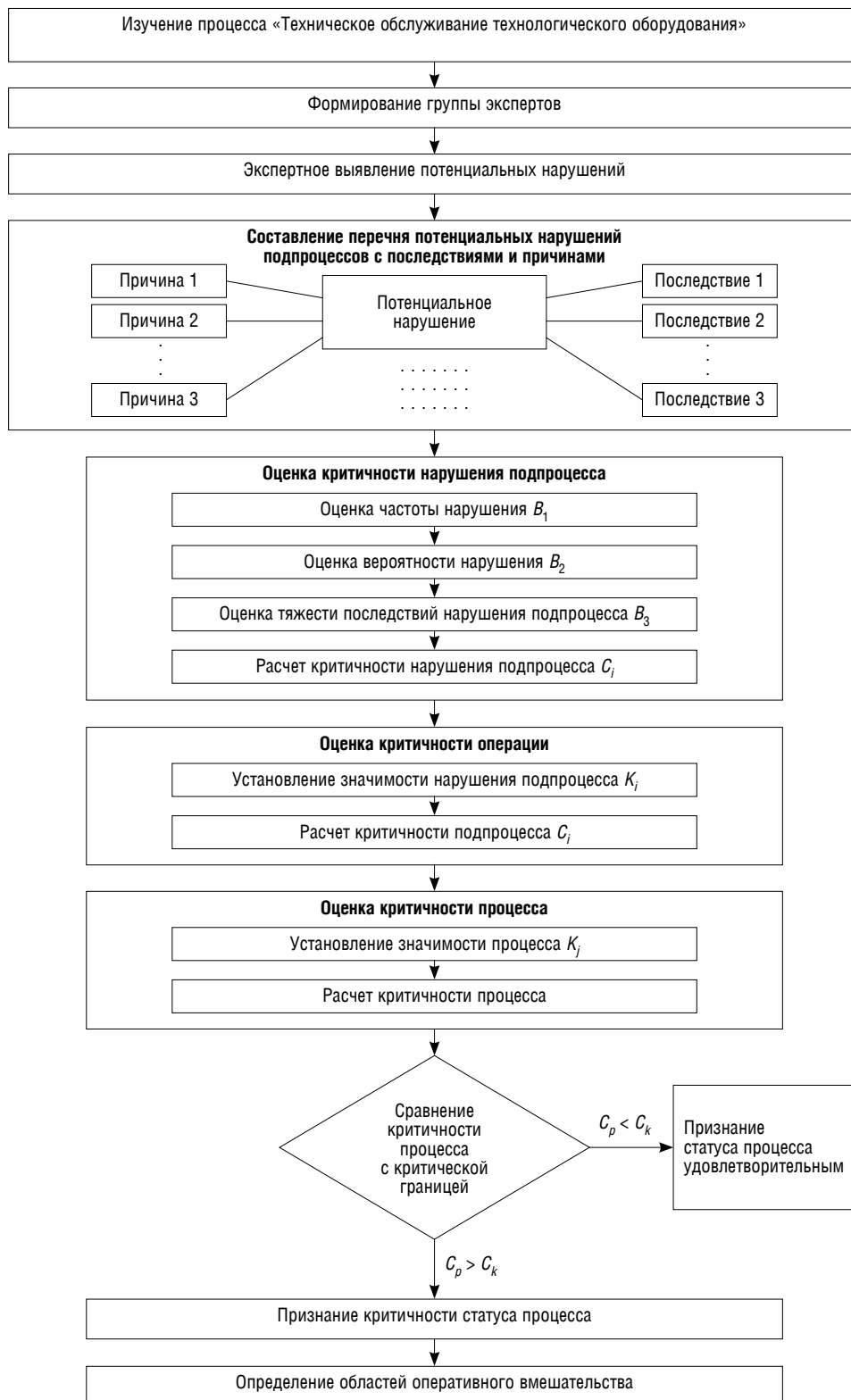


Рис. 1. Алгоритм проведения FMEA-анализа процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования»

Таблица 1

Перечень потенциальных нарушений подпроцессов процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» с последствиями и причинами

Наименование подпроцесса	Описание потенциального нарушения	Потенциальная причина	Потенциальное последствие
Организация профилактической проверки оборудования	- Отсутствие перечня действующего оборудования - Отсутствие своевременных записей в журнале - Нарушение сроков подачи информации - Отсутствие исполнителей для выполнения работ	- Человеческий фактор —«— —«— - Нехватка квалифицированного персонала	- Некорректная постановка задачи - Срыв сроков проверки технологического оборудования
Проверка состояния оборудования и механизмов управления	Неудовлетворительное качество проверки	Плохо обучен исполнитель работ	Отказ технологической единицы
Устранение мелких дефектов	- Отсутствие в наличии материалов для устранения мелких дефектов - Несвоевременное устранение дефектов - Неудовлетворительное качество выполнения работ	- Отсутствие анализа текущих запасов - Использование инструментов не пригодных для данной работы - Неквалифицированное выполнение работ	- Срыв сроков проверки технологического оборудования - Отказ технологической единицы (сокращение срока службы оборудования)
Сдача оборудования в эксплуатацию	Нарушение сроков сдачи оборудования	Устранение дополнительных дефектов	Срыв сроков ввода оборудования в эксплуатацию

Балльную оценку коэффициентов проводила экспертная группа, сформированная из представителей технической службы и представителей подразделений, являющихся внутренними потребителями процесса (технологи, аппаратчики, сменные мастера). Соответственно коэффициент B_1 выбирался по табл. 2, а коэффициенты B_2 и B_3 — по табл. 3, 4.

Расчет критичности нарушения подпроцесса проводили по формуле:

$$C_i = \prod_{n=1}^3 B_{ni},$$

где C_i — критичность нарушения i -го подпроцесса;

B_{1i} — оценка частоты (вероятности) нарушения i -го подпроцесса;

B_{2i} — оценка вероятности выявления нарушения i -го подпроцесса до его проявления;

B_{3i} — оценка тяжести последствий нарушения i -го подпроцесса.

Критичность j -го подпроцесса подсчитывается на основе критичности i -го нарушения подпроцесса с учетом его значимости (веса):

$$C_j = \sum_{i=1}^m C_i K_i,$$

где C_j — критичность j -го подпроцесса;

K_i — весовой коэффициент значимости нарушения i -го подпроцесса.

Таблица 2

Экспертная оценка частоты нарушения подпроцесса

Характеристика частоты нарушения подпроцесса	Значение B_1 , балл
Очень низкая	1
Низкая	2–5
Средняя	6
Высокая	7–8
Очень высокая	9–10

Таблица 3

Экспертная оценка вероятности выявления нарушения подпроцесса

Характеристика вероятности выявления нарушения подпроцесса	Значение B_2 , балл
Очень высокая, событие легко идентифицировать	1–2
Высокая, идентификация события простая	2–5
Средняя, событие сложно идентифицировать	6
Низкая	7–8
Очень низкая, событие нельзя идентифицировать	9–10

Таблица 4

Экспертная оценка последствий нарушения подпроцесса

Последствия нарушения подпроцесса	Значение B_3 , балл
Незначительные. Нарушения подпроцесса легко устраняются	1–4
Значительные. Нарушения подпроцесса приводят к простоям и несоблюдению процесса	5
Критические. Нарушения подпроцесса вызывают остановку процесса	6–10

Коэффициент веса определяется экспертным путем, $\sum K_i = 1$.

Критичность p -го процесса рассчитывается на основе критичности j -го подпроцесса с учетом его значимости (веса):

$$C_p = \sum_{j=1}^q C_j K_j,$$

где C_p — критичность p -го процесса;
 K_j — весовой коэффициент значимости j -го подпроцесса.

Коэффициент веса определяется экспертным путем, $\sum K_j = 1$.

Выделение наиболее значимых подпроцессов осуществляется путем сравнения их критичности с предельным значением $C_k = 5 \times 5 \times 5 = 125$ (как произведение средних оценок B_j). Расчетные данные представлены в табл. 5.

Таким образом, наиболее критичными подпроцессами в процессе «Тех-

Таблица 5

Оценка критичности подпроцессов процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования»

Коэффициент B_1 , балл	Коэффициент B_2 , балл	Коэффициент B_3 , балл	Критичность нарушения подпроцесса C_i , балл	Коэффициент значимости нарушения подпроцесса K_i	Критичность подпроцесса C_j , балл	Коэффициент значимости подпроцесса K_j	Критичность процесса C_p , балл
Предприятие № 1							
9	1	4	36	0,3	51,5	0,2	144,17
6	2	3	36	0,2			
5	4	5	100	0,2			
3	3	5	45	0,3			
7	6	6	252	1	252	0,3	
6	2	5	60	0,25	180,9	0,3	
8	6	8	384	0,35			
3	5	7	105	0,4			
4	1	5	20	1	20	0,2	
Предприятие № 2							
10	1	3	30	0,3	37	0,2	128,61
6	1	5	30	0,2			
4	4	5	80	0,2			
2	2	5	20	0,3			
7	5	5	175	1	175	0,3	
7	3	7	147	0,25	199,15	0,3	
8	6	7	336	0,35			
4	4	7	112	0,4			
4	2	6	48	1	48	0,2	
Предприятие № 3							
9	2	3	54	0,3	70,6	0,2	141,71
7	2	5	70	0,2			
7	4	4	112	0,2			
3	4	5	60	0,3			
6	6	4	144	1	144	0,3	
7	2	7	98	0,25	217,7	0,3	
8	7	7	392	0,35			
4	5	7	140	0,4			
6	2	8	96	1	96	0,2	
Предприятие № 4							
8	1	4	32	0,3	65,4	0,2	171,04
7	3	4	84	0,2			
6	5	5	150	0,2			
2	3	5	30	0,3			
6	7	5	210	1	210	0,3	
9	3	8	144	0,25	251,2	0,3	
6	6	8	432	0,35			
5	4	8	160	0,4			
7	2	7	98	1	98	0,2	

ническое обслуживание технологического оборудования» на исследуемых предприятиях (см. рис. 2) являются:

1. Проверка состояния оборудования и механизмов управления:

- ▶ Предприятие № 1 — 252 > 125.
- ▶ Предприятие № 2 — 175 > 125.
- ▶ Предприятие № 3 — 144 > 125.
- ▶ Предприятие № 4 — 210 > 125.

2. Устранение мелких дефектов:

- ▶ Предприятие № 1 — 180,9 > 125.
- ▶ Предприятие № 2 — 199,15 > 125.
- ▶ Предприятие № 3 — 217,7 > 125.
- ▶ Предприятие № 4 — 251,2 > 125.

В соответствии с полученными данными (рис. 3) следует отметить, что в наиболее критичном состоянии процесс «Техническое обслуживание технологического оборудования» находится на предприятиях № 4 (171,04 > 125), № 3 (141,71 > 125), № 1 (144,17 > 125), на предприятии № 2 этот процесс находится на грани критичности (128,61 > 125). Таким образом, было определено, что требуется вмешательство, носящее корректирующий характер.

Установленная в ходе анализа критичность подпроцессов позволила определить область оперативного вмешательства в процесс «Техническое обслуживание технологического оборудования». Для этой области должны быть разработаны направления воздействия на процесс, реализация которых приведет к повышению удовлетворенности потребителей процесса и других заинтересованных сторон.

Разрабатываемые мероприятия оперативного вмешательства должны обязательно предусматривать внедрение статистических методов регулирования, в первую очередь в подпроцессах с выявленной повышенной критичностью. Направления воздействия на процесс СМК должны предусматривать следующую последовательность: ис-

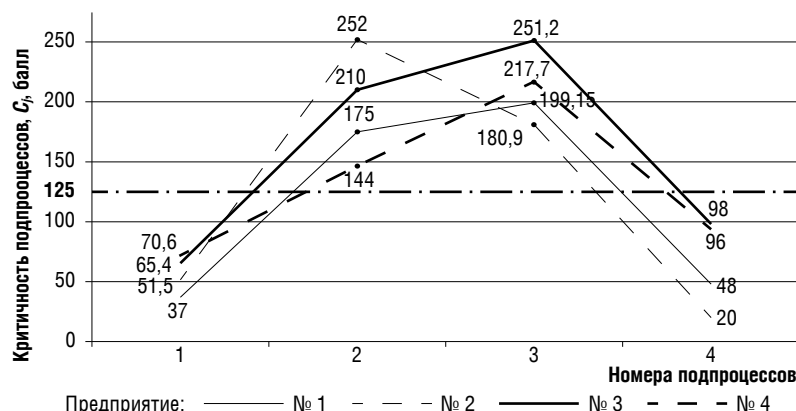


Рис. 2. Критичность подпроцессов процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования»

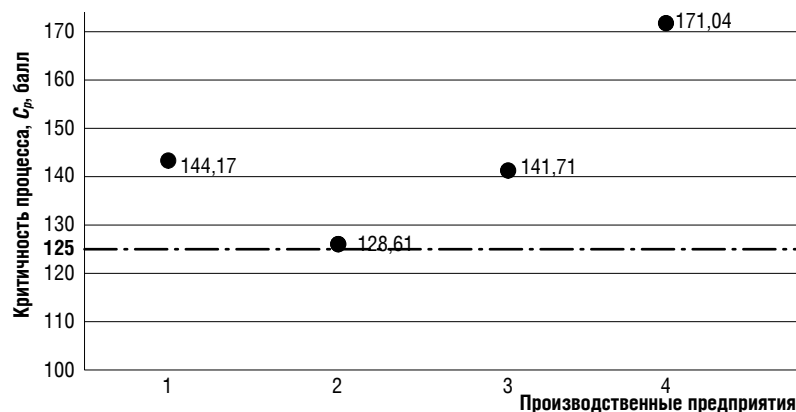


Рис. 3. Критичность процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» на производственных предприятиях

ключение причин возникновения критичных нарушений, снижение вероятности их появления, уменьшение влияния нарушений на процесс, а также повышение достоверности выявления нарушения.

Проведенный анализ позволил оценить способность процесса выполнять свои функции, а также установил взаимосвязи отдельных подпроцессов изучаемого процесса на функциональном уровне. ■

Список литературы

1. Аронов И.З., Шмакалов А.Е. Метод FMEA и мониторинг бизнес-процессов // Методы менеджмента качества. — 2005. — № 10.
2. Анализ видов и последствий потенциальных отказов. FMEA: Справочное руководство. Крайслер Корпорэйшн, Форд Мотор Компани, Дженерал Моторс Корпорэйшн: Пер. с англ. — Н. Новгород: АО «НИЦ КД», СМЦ «Приоритет», 1997.
3. Гришин А.И., Новиков В.А. SWOT-анализ функционирования процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» на производственных предприятиях // Компетентность. — 2012. — № 4.
4. Репин В.В. Описание процессов при помощи WORK FLOW, <http://ecm-journal.ru/>.