

УДК 658.562.5

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЗА СЧЕТ СОКРАЩЕНИЯ ПОВТОРНЫХ ПОТЕРЬ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА АНАЛИЗА КОРЕННЫХ ПРИЧИН

© 2024 А.В. Чабаненко, В.С. Комарова, Т.И. Комаров, М.Д. Рассыхаева

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
г. Санкт-Петербург, Россия

Статья поступила в редакцию 02.09.2024

На данный момент, повышение уровня надежности производственного процесса и средств производства становится определяющей задачей. Ведь сокращение простоев, затрат и эффективное распределение ресурсов позволяют предприятию повысить свою конкурентоспособность. В данной работе разработан и проиллюстрирован метод анализа коренных причин, повышающий надежность за счет сокращения повторных потерь.

Ключевые слова: надежность, средства производства, материальный ущерб, потери, анализ коренных причин.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4(3)-446-451

EDN: OXGDCO

Работа выполнена при финансовой поддержке

*Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № FSRF-2023-0003,
«Фундаментальные основы построения помехозащищенных систем»*

Ежегодно производственный процесс усложняется, и вместе с тем происходит рост числа потерь, многократно возникающих на протяжении всего жизненного цикла выпускаемой продукции. ГОСТ 27.102-2021 «Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения» определяет два вида потерь – прямые и косвенные, связанные с возникновением отказа. [1, стр. 11]

Для предотвращения повторных потерь важно устранить первопричину. Для этого необходимо воспользоваться усовершенствованным методом анализа коренных причин. Таким образом, целью данного исследования является модернизация метода сокращения и недопущения повторных потерь путем определения коренных причин их возникновения с последующим составлением плана корректирующих мероприятий, контролем его выполнения и тиражированием.

Метод анализа коренных причин – это системный подход к выявлению коренных причин

Чабаненко Александр Валерьевич, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры инноватики и интегрированных систем качества

E-mail: a@chabanenko.ru orcid.org/0000-0002-5949-6579, SPIN-код: 7009-4753

Комарова Виктория Сергеевна, аспирант кафедры инноватики и интегрированных систем качества. E-mail: vikar1999@mail.ru SPIN-код: 1185-1776

Комаров Тимофей Игоревич, аспирант кафедры инноватики и интегрированных систем качества. E-mail: tim1kot@yandex SPIN-код: 5009-3930

Рассыхаева Мария Дмитриевна, ассистент кафедры физики. E-mail: mitschiru@ya.ru

возникновения проблем, состоящий из пяти основных этапов: выбор объекта и классификация события, сбор данных и описание проблемы, поиск коренных причин, планирование мероприятий, отслеживание результатов.

На первом этапе нужно определить объект. Необходимость применения метода анализа коренных причин должно регулироваться внутренней документацией организации. Как правило, основным фактором для его проведения становится размер понесенного материального ущерба или УМД – упущенный маржинальный доход. Категоризация потерь приведена в таблице 1.

Таким образом, общий материальный ущерб составляет более 35,07 млн рублей (рисунок 1).

Объектом может стать, как критичное событие: авария, инцидент, различные происшествия, так и повторяющиеся события: потери времени, перерасход электроносителей и т.д.

Для качественного анализа необходимо назначить многофункциональную команду и вовлечь в расследование каждого участника.

Второй этап – сбор данных и описание проблемы.

Для сбора данных назначается встреча, на которой детально описывается проблема и собираются все возможные данные. Пример отчета о собранных сведениях приведен на рисунке 2.

Для формулировки проблемы полезно применять метод «5w1h». При использовании этого метода необходимо ответить на 6 вопросов, которые помогут детально посмотреть на событие и верно сформулировать суть проблемы. В та-

Таблица 1 – Категоризация потерь предприятий [2]

Условие: Потери с признаком материального ущерба		
Подкатегория	Требуется внедрение метода?	Категория причины
1. Плановое обслуживание, ППР	Да	Отказы/Остановы оборудования/ТОиР
2. Остановочный ремонт	Да	Отказы/Остановы оборудования/ТОиР
3. Отказы оборудования	Да	Отказы/Остановы оборудования/ТОиР
4. Дефекты оборудования	Да	Отказы/Остановы оборудования/ТОиР
5. Эффективность катализатора, реагентов	Да	Технологический фактор
6. Технологические процессы	Да	Технологический фактор
7. Технологическая чистка/промывка	Да	Технологический фактор
8. Климатический фактор	Да	Технологический фактор
9. Марочные переходы	Да	Технологический фактор
10. Изменение качества сырья	Да	Сырьевое обеспечение
11. Изменение параметров поставляемых энергоресурсов	Да	Обеспечение энергоресурсами
12. Отсутствие/задержка в поставке энергоресурсов	Да	Обеспечение энергоресурсами
13. Внешние провалы напряжения	Да	Обеспечение энергоресурсами
14. Несбалансированная мощность	Нет	Прочее
15. Логистические ограничения	Нет	Прочее
16. Изменение спроса по качеству	Нет	Сырьевое обеспечение
17. Отсутствие сырья	Нет	Сырьевое обеспечение
18. Отсутствие спроса	Нет	Прочее
19. Изменение марочного ассортимента	Нет	Прочее
20. Отсутствие сырья/поставок/спроса	Нет	Внешнеполитический фактор

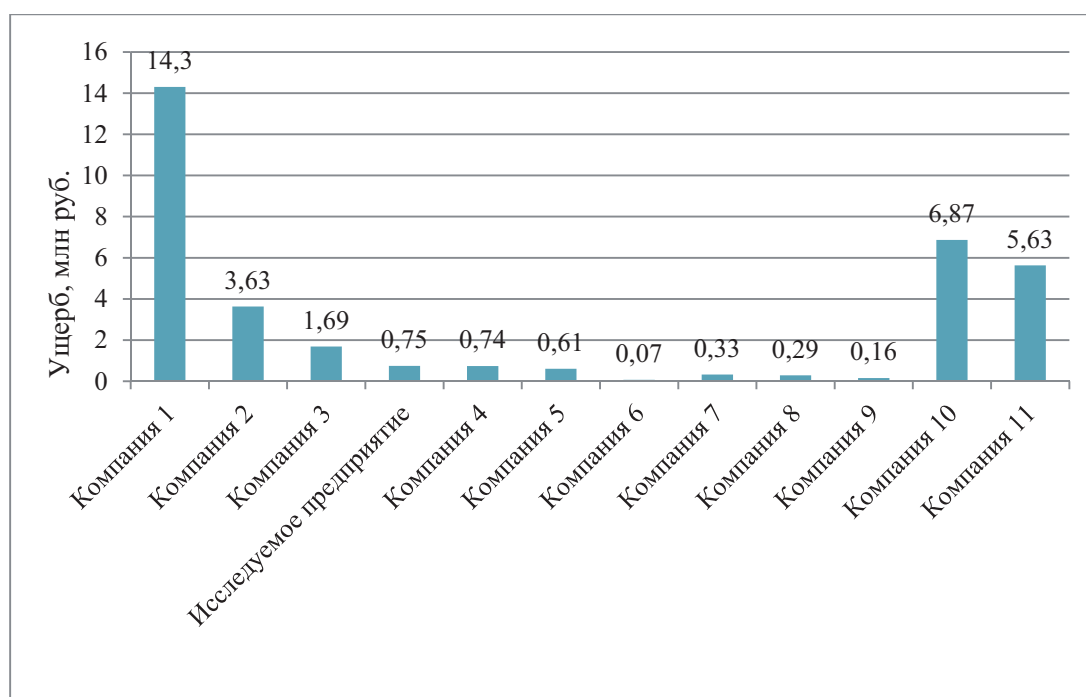


Рисунок 1 – Материальный ущерб предприятий [2]

блице 2 представлена демонстрация применения метода «5w1h».

На третьем этапе происходит поиск коренной причины, построение диаграммы событий,

логического дерева, а также классификация коренных причин.

На диаграмме событий отображаются ключевые события, которые могли повлиять на

Организация Время , продолжительность 60-90 мин Дата , периодичность Раз в неделю до полного завершения Ведущий Главный аналитик Участники Эксперт по оборудованию, инженер-планировщик		Цель ♦ Детально описать проблему и построить диаграмму событий ♦ Построить логическое дерево ♦ Запланировать действия для проверки гипотез ♦ Определить и категорировать коренные причины ♦ Запланировать корректирующие мероприятия	
Документы на входе ♦ Документы и данные, согласно чек-листу подготовки ♦ СОП, инструкции ♦ Чертежи, схемы, мануалы ♦ Фото, видео ♦ Данные журналов и SAP (ремонт, воздействия и т.д.) ♦ Данные MES, тренды ♦ Результаты тестов (приемные испытания, по продукту) ♦ Протоколы интервью ♦ Другие необходимые документы	Отв. за подготовку Все участники	Документы на выходе ♦ Детальное описание проблемы ♦ Диаграмма событий ♦ Логическое дерево причин ♦ План проверки гипотез с указанием сроков и ответственных ♦ План проверки гипотез с указанием сроков и ответственных ♦ План корректирующих мероприятий	Повестка встречи Тема Время ♦ Ознакомление с данными и описание проблемы 30 мин ♦ Определение первопричины и согласование приоритетного направления для анализа 20 мин ♦ Построение дерева причин и гипотез и обсуждение статуса проверки гипотез при повторной встрече 20 мин ♦ Планирование действий для проверки гипотез и решения коренных причин, планирование корректирующих мероприятий 20 мин

Рисунок 2 – Пример отчета о собранных данных [3]

Таблица 2 – Применение метода «5w1h»

Обозначение	Содержание вопроса	Ответ
1W	Что? Какой(-ие) процесс(-ы)?	1) Запуск после ремонта 2) Невозможность выйти на рабочий режим 3) Длительный повторный ремонт
2W	Когда? Как часто?	1) 06.08.2023 с 09:05 – первый запуск 1ч 2) Мобилизация ремонтной бригады 8ч 3) Ремонт 1ч 4) Повторный запуск 30 мин
3W	Где? Участок, оборудование	1) Пиролиз 2) Установка компримирования 3) Компрессор М-5
4W	Почему это является проблемой?	Остановка линии приводит к прекращению выпуска продукции – невыполнение БП, УМД
5W	Кто был задействован в процессах?	Смена №3, рем. бригада №1, мастер N (стажёр)
6H	Как много? Издержки, потери	Потери: 1) ВПР 91 час 2) УМД 59,5 млн. руб.
Первоначальное описание нежелательного события: «Остановка компрессора М-5 при загрузке»		

наступление проблемы, а также события, последовавшие в процесс развития проблемы. Диаграмма событий приведена на рисунке 3.

Затем производится анализ причинно-следственных связей посредством построения логического дерева. Анализ причинно-

следственных связей – это инструмент для анализа конкретной проблемы, документирующий связь между некоторыми «эффектами» и «причинами», влияющими на нее. Построение логического дерева приведено на рисунке 4.

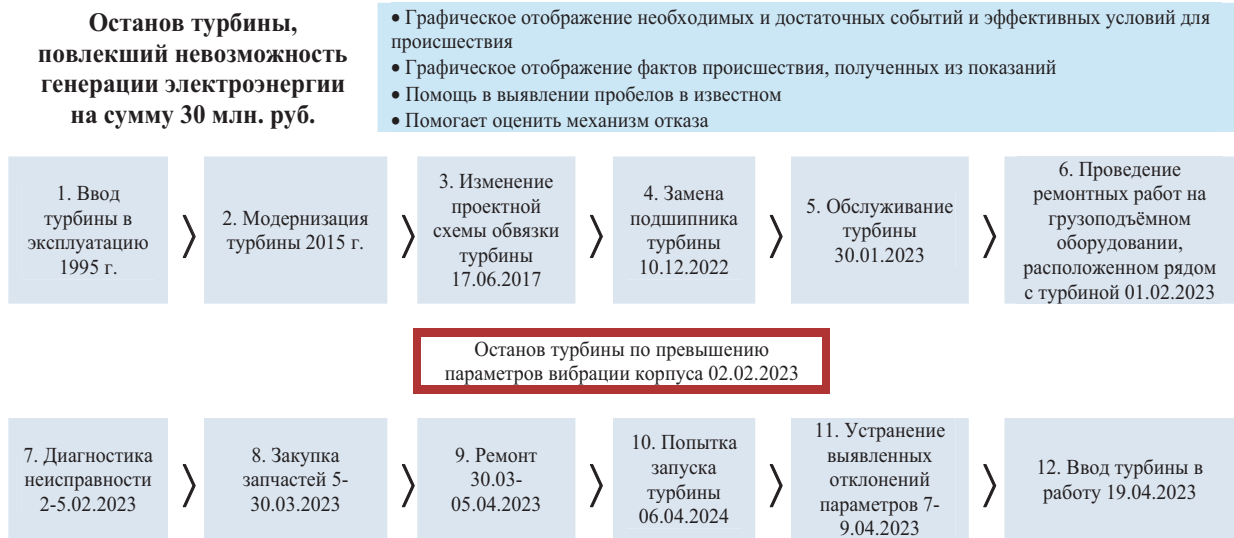


Рисунок 3 – Диаграмма событий

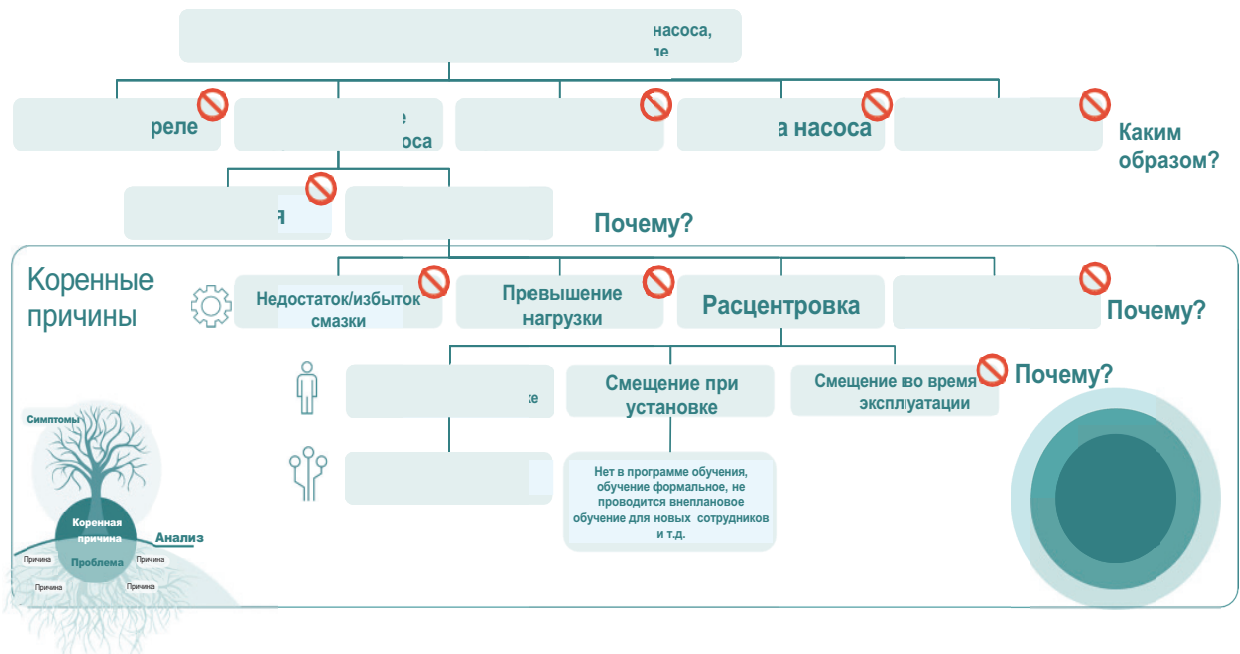


Рисунок 4 – Построение логического дерева

На основании коренной причины, внесшей наибольшее влияние в развитие события, необходимо определить категорию причины. Возможные категории причин, а также описание и примеры приведены в таблице 3.

Четвертый этап посвящен планированию корректирующих мероприятий.

Планирование корректирующих мероприятий требует структурированного подхода к формированию идей соответствующими профильными специалистами. Рекомендуется выполнять в первую очередь те действия, которые имеют наибольшее влияние на проблему при наименьшей сложности реализации. Предлагаемые мероприятия должны исключать повторение отказов, связанных с выявленными коренными причинами, либо снижать вероятность их наступления

и/или последствия до приемлемого уровня. При необходимости мероприятия заносятся в отчет и выносятся на обсуждение на риск-сессии. Крупные мероприятия следует разделить на легко управляемые этапы, которые можно отслеживать. Мероприятия с доказанной эффективностью следует при возможности распространить на аналогичные объекты, процессы.

Заключительным этапом является отслеживание статуса и контроль эффективности. В него входит: отслеживание статуса корректирующих мероприятий, тираж результатов, ведение библиотеки по системным мероприятиям. Результат внедрения метода показан на рисунке 5 (а,б).

Таким образом, применение метода анализа коренных причин на регулярной основе по-

Таблица 3 – Классификация коренных причин

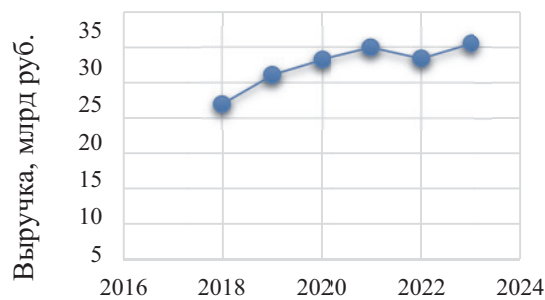
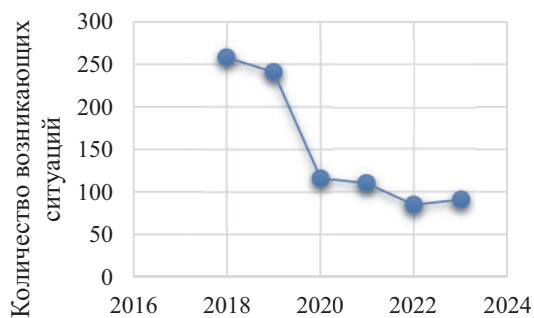
Категория причины	Описание	Примеры
1. Человеческий фактор	Ошибки людей по причине незнания, невнимательности и прочее.	1) Сознательное неисполнение должностных обязанностей и инструкции 2) Отсутствие/ недостаточность практических навыков в выполнении конкретного вида работ 3) Низкая квалификация
2. Проектные ошибки	Ошибки, которые были допущены на этапе проектирования или реализации проекта, в результате чего произошло нежелательное событие.	1) Не отвечающее требованиям техническое проектирование 2) Недостаточный контроль за строительством/ реконструкцией 3) Некорректная сборка, наладка, настройка
3. Отказы, остановка оборудования ТОиР	Факторы, которые повлияли на возникновение события были допущены в процессе планирования, выполнения ремонтов и процессов ТОиР (включая обкатку оборудования)	1) Не отвечающее требованиям планирование ТОиР, несоблюдение сроков, увеличение длительности и пр. 2) Неправильное планирование МТР для ТОиР 3) Некачественный входной контроль
4. Технологический фактор	Все события по снижению производительности, потере качества, прекращению выпуска продукции, связанные с ошибками в подборе катализаторов/ реагентов/адсорберов и т.п.	1) Эффективность катализатора, реагентов 2) Технологические процессы 3) Технологическая чистка/промывка
5. Обеспечение энергоресурсами (внешний фактор)	Все события, связанные с поставкой внешних энергоносителей.	1) Отсутствие/задержка в поставке энергоресурсов 2) Изменение параметров поставляемых энергоресурсов 3) Внешние просадки по энергоресурсам
6. Сырьевое обеспечение (внешний фактор)	Все события, связанные с обеспечением сырьем	1) Изменение качества сырья 2) Отсутствие сырья
7. Прочее	Все события, которые не описаны в вышеуказанных блоках. Факторы, которые связаны с управлением рисками, документацией и другое.	1) Не правильная оценка вероятности, последствий рисков. 2) Несвоевременная актуализация риска. 3) Неадекватные/противоречивые правила, инструкции, стандарты

звояет снизить количество повторных потерь. Применение метода позволяет не только понять, что проблемы действительно существуют, но и грамотно сформулировать каждую из них, отвечая на важные вопросы, – в каком процессе произошла проблема, как часто возникает, на каком участке, почему это является проблемой, кто был задействован и как много потеряли.

Применение диаграммы событий также играет важную роль в комплексном подходе по повышению надежности. Благодаря отображению ключевых событий первопричина возникающей проблемы становится яснее. Построение логи-

ческого дерева документирует причинно-следственную связь между негативным исходом и предпосылками. Для визуализации все причины необходимо категорировать – так становится нагляднее понимание причин. И последние этапы – планирование корректирующих мероприятий, их реализация и контроль эффективности – становятся логическим завершением всех принятых мер.

В результате, при внедрении метода на предприятие химической промышленности за 5 лет количество возникающих ситуаций снижается в 3 раза. Это способствует ежегодному приросту выручки на 28% даже в условиях изменчивого рынка [4].



а)

б)

Рисунок 5 – Результат внедрения метода анализа коренных причин

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р 27.102-2021 Надежность в технике. Надежность объекта. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2021. – 40 с.
- СТП SR/04-07-02/ПР01 «Порядок оповещения и внутреннего расследования происшествий».
- Руководство по качеству ПАО «...». Приказ от 18 августа 2020 года № 34. – 28 с.
- Политика и цели в области качества ПАО «...». Приказ от 10 сентября 2024 года № 10. – 2017. – 5 с.

INCREASING RELIABILITY BY REDUCING REPEAT LOSSES USING ROOT CAUSE ANALYSIS

© 2024 A.V. Chabanenko, V.S. Komarova, T.I. Komarov, M.D. Rassykhaeva

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation,
St. Petersburg, Russia

At present, increasing the level of reliability of the production process and means of production is becoming a defining task. After all, reducing downtime, costs and efficient resource allocation allow an enterprise to increase its competitiveness. This paper develops and illustrates a method for analyzing root causes that increases reliability by reducing repeated losses.

Keywords: reliability, means of production, material damage, losses, root cause analysis reliability, means of production, material damage, losses, root cause analysis.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4(3)-446-451

EDN: OXGDCO

REFERENCES

- GOST R 27.102-2021 Reliability in engineering. Reliability of an object. Terms and definitions. – Moscow: Standartinform, 2021. – 40 p.
- STP SR/04-07-02/PR01 «Procedure for notification and internal investigation of incidents»
- Quality Manual of PJSC «...». Order dated August 18, 2020 No. 34. – 28 p.
- Quality Policy and Objectives of PJSC «...». Order dated September 10, 2024 No. 10. – 2017. – 5 p.

Alexander Chabanenko, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor Department of Innovation and Integrated Quality Systems. E-mail: a@chabanenko.ru

Victoria Komarova, Postgraduate Student of the Department of Innovation and Integrated Quality Systems.

E-mail: vikap1999@mail.ru

Timofey Komarov, Postgraduate Student of the Department of Innovation and Integrated Quality Systems.

E-mail: tim1kom@yandex

Maria Rassykhaeva, Assistant of the Department of Physics, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation.

E-mail: mitschiru@ya.ru