

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(Национальный исследовательский университет)
Политический институт
Кафедра технологии машиностроения

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Заместитель генерального директора
по качеству АО «РЭД»

_____ Д.О. Кольцов
_____ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой технологии
автоматизированного
машиностроения, д.т.н., профессор

_____ В.И. Гузеев
_____ 2018 г.

Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления
ресурсами для мониторинга и измерения

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ 15.04.01.2018.1582. П-262 ПЗ ВКР

Консультант:

Экономическая часть,
к.т.н., доцент

_____ В.В. Батуев
_____ 2018 г.

Менеджмент качества,
к.т.н., доцент

_____ Н.В. Сырейщикова
_____ 2018 г.

Руководитель проекта,
к.т.н., доцент

_____ В.А. Пашнев
_____ 2018 г.

Автор проекта
магистрант гр. П-262

_____ Н.В. Яковлева
_____ 2018 г.

Нормоконтролёр,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Щурова
_____ 2018 г.

Челябинск 2018

АННОТАЦИЯ

Яковлева Н.В. Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения предприятия - Челябинск ЮУрГУ, П-262, 108 с., 12 ил., 39 табл., библиогр. список - 25 наим., 2 прил., альбом ил. – 18 с., ф. А4

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполнена с целью освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения для машиностроительного предприятия.

В выпускной квалификационной работе проанализирована организационная структура машиностроительного предприятия, Политика в области качества, наличие и состояние основных документов СМК, проведена диагностика проблем предприятия.

Разработан процесс «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»: описан паспортом, визуализирован диаграммой последовательности и оценен показателями результативности с разработкой аналитических моделей и количественных значений оценочных показателей.

Разработан стандарт «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения».

В работе применены методы менеджмента качества: быстрой переналадки (SMED), методология всеобщего эффективного технического обслуживания оборудования (TPM), анализ видов и последствий отказов (FMEA), метод «SIX SIGMA», методы анализа дерева неисправностей (FMA), методы расчета затрат на качество, программные продукты последнего поколения. Используются методы идентификации и оценки рисков разработанного процесса.

Целесообразность внедрения системы «ТРМ» экономически обоснована, а результаты работы имеют значительную практическую применимость.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	11
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЕЛ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	14
1.1 История создания предприятия.....	14
1.2 Номенклатура выпускаемой продукции.....	16
1.3 Анализ системы менеджмента качества.....	17
1.4 Диагностика проблем предприятия.....	23
Цели и задачи ВКР.....	23
Выводы по разделу один.....	25
2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	25
2.1 Анализ изученности вопроса.....	25
2.2 Сравнение и сопоставление передовых отечественных и зарубежных методов и решений проблем процесса предприятия	26
2.2.1 Быстрая переналадка (SMED).....	26
2.2.2 Всеобщее эффективное техническое обслуживание оборудования (TPM).....	31
2.2.3 Методология «SIX SIGMA».....	36
2.2.4 Метод анализа дерева неисправностей (FMA).....	38
2.2.5 Анализ видов и последствий отказов (FMEA).....	48
Выводы по разделу два.....	57
3 РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА «ОСВОЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ТРМ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЯ».....	57
3.1 Описание процесса «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения».....	57
3.2 Визуализация процесса освоения системы ТРМ	62

3.3 Описание расчета общей эффективности оборудования.....	68
3.4 Расчет коэффициента общей эффективности оборудования.....	72
Выводы по разделу три.....	74
4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА ОРГАНИЗАЦИИ «ОСВОЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ «ТРМ» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЯ»	75
Выводы по разделу четыре.....	77
5 РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССА «ОСВОЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ «ТРМ» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЯ».....	77
Выводы по разделу пять.....	106
6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВКР.....	106
Выводы по разделу шесть.....	111
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	114

ВВЕДЕНИЕ

Вера в технику и только
в технику – слабость человечества.
Нужно верить в людей, потому что
именно они управляют процессами.
Норберт Винер,
«отец» кибернетики

Бесперебойная работа оборудования является залогом стабильного функционирования производства, следовательно, основой для гарантированного выполнения заказов и достижения запланированных показателей результативности предприятия в целом.

Жизненный цикл оборудования состоит из последовательного чередования двух фаз: эксплуатации и обслуживания. Ответственность за реализацию этих фаз обычно возлагается на разные службы. Технологический персонал задействован в эксплуатации оборудования, а службы обслуживания (механики, электрики, программисты и т.п.) занимаются профилактикой и ремонтом. Подобное разделение обязанностей вполне естественно, поскольку эксплуатация и обслуживание требуют специфических навыков. Эксплуатационный персонал контролирует технологию изготовления продукции, следит за качеством, обеспечивает выполнение плановых показателей. Обслуживающий персонал осуществляет деятельность по контролю состояния оборудования, профилактическому обслуживанию и устранению неисправностей. К сожалению, подобное разделение функций зачастую служит причиной взаимного непонимания эксплуатационной и ремонтной служб и, как следствие, приводит к неэффективному обслуживанию оборудования в целом.

Для многих предприятий вполне обычной является ситуация, когда ремонтная и эксплуатационная службы имеют различные, не связанные друг с другом цели, и

как следствие, различные показатели, характеризующие результативность их деятельности. Для эксплуатационников главное - выполнение плановых показателей. Зачастую это понимается как выполнение плана любой ценой и приводит к нещадной эксплуатации оборудования требующего профилактики или, что еще хуже, требующего немедленного ремонта. Для ремонтных служб главное - выполнение задач по приведению неисправного оборудования в работоспособное состояние. Однако, когда оборудование раз за разом выходит из строя по причине неправильной эксплуатации, в среде служб поддержки возникает естественное ощущение, что труд ремонтника не ценится, а достижение запланированных показателей результативности не зависит от прикладываемых усилий. [21]

Актуальность темы. Острая политическая обстановка в мире, введение санкций ЕС и США с сентября 2014 года по настоящее время против РФ, носящих отраслевой характер, принесли значительные сложности в экономику отечественных предприятий. Поэтому, производители различной техники и оборудования нуждаются в оценке качества выпускаемой продукции. Работа посвящена этой актуальной теме – повышение эффективности оборудования и производственных процессов путем освоения методологии «ТРМ».

В связи с актуальностью темы, целью работы является освоение методологии «ТРМ» на машиностроительном предприятии.

Задачами ВКР являются:

- 1 анализ состояния дел предприятия;
- 2 анализ состояния вопроса;
- 3 разработка процесса «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» в условиях производственного предприятия;
- 4 разработка стандарта предприятия «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»;

5 риск-менеджмент процесса «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

6 экономическое обоснование результатов выпускного квалификационного проекта.

Объект исследования – процесс управление производством продукции и предоставление услуг

Предмет исследования – методы совершенствования процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения».

Результаты работы предназначены для внедрения и реализации на машиностроительном предприятии.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ДЕЛ ОРГАНИЗАЦИИ

1.1 История предприятия

Предприятие по производству высоковольтных электродвигателей – Акционерное Общество «РУССКИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ» (АО «РЭД»), было создано октябре 2015 г. в Челябинске при участии ПАО «Транснефть» и АО «КОНАР».



Рисунок 1 – Производственный корпус

На заводе будет реализован полный цикл производства электродвигателей: изготовление комплектующих, сборка, проведение испытаний продукции. Расчетный плановый объем выпуска высоковольтных электродвигателей для насосных магистральных и подпорных агрегатов на заводе составит до 300 штук в год.

Закладка камня в основание завода произведена председателем Правительства РФ Д.А. Медведевым на торжественной церемонии 25.04.2016 с участием президента ПАО «Транснефть» Н.П. Токарева и генерального директора АО «КОНАР» В.В. Бондаренко. Завод будет запущен в 2018 году.



Рисунок 2 – Закладка камня в основание завода

В качестве партнера совместного предприятия в рамках реализации заключенного соглашения о сотрудничестве для обмена технологиями по разработке и производству электродвигателей, включая стажировку персонала, привлечена компания Nidec ASI S.p.A. (Италия) – один из мировых лидеров производства высоковольтных электродвигателей.

В соответствии с Программой стратегического развития ПАО «Транснефть» (до 30.06.2016 - ОАО «АК «Транснефть») на период до 2020 года, основной целью компании является развитие системы магистрального трубопроводного транспорта Российской Федерации для полного обеспечения потребностей в транспортировке нефти и нефтепродуктов на основе применения современных передовых отраслевых технологий, обеспечивающих высокий уровень надежности, промышленной и экологической безопасности.

1.2 Номенклатура выпускаемой продукции

Таблица 1 – Номенклатура выпускаемой продукции

Вид двигателя	Тип ЭД	Марка ЭД
<p>Электродвигатель высоковольтный синхронный взрывозащищенный магистрального насосного агрегата</p> 	MSCR900Z	СД 8000кВт, 10кВ, 3000об/мин., Ехр
	MSCR900Y2	СД 6300кВт, 10кВ, 3000об/мин., Ехр
<p>Электродвигатель высоковольтный синхронный магистрального насосного агрегата</p> 	MSN900Z2	СД 8000кВт, 10кВ, 3000об/мин.
	MSN900Y2	СД 6300кВт, 10кВ, 3000об/мин.
<p>Электродвигатель высоковольтный асинхронный взрывозащищенный магистрального насосного агрегата</p>	СТ710X2	АД 5000кВт, 10 кВ, 3000 об/мин., Ехр
<p>Электродвигатель высоковольтный асинхронный магистрального насосного агрегата</p> 	N710X2	АД 5000кВт, 6кВ, 3000 об/мин.,
	N560Y2	АД 2500кВт, 10кВ, 3000 об/мин.,
	N500Y2	АД 2500кВт, 6кВ, 3000 об/мин.,
	N560Y2	АД 2000кВт, 10кВ, 1000 об/мин.,
	N500Y2	АД 2000кВт, 6кВ, 1000 об/мин.,

Окончание таблицы 1

Вид двигателя	Тип ЭД	Марка ЭД
<p>Электродвигатель вертикальный высоковольтный асинхронный взрывозащищенный магистрального насосного агрегата</p> 	MSN900Z2	СД 8000кВт, 10кВ, 3000об/мин.
	MSN900Y2	СД 6300кВт, 10кВ, 3000об/мин.
	СТ710X2	АД 5000кВт, 10 кВ, 3000 об/мин., Ехр
	N710X2	АД 5000кВт, 6кВ, 3000 об/мин.,
	N560Y2	АД 2500кВт, 10кВ, 3000 об/мин.,
	N500Y2	АД 2500кВт, 6кВ, 3000 об/мин.,

1.3 Анализ системы менеджмента качества

1.3.1 Основными целями СМК организации являются обеспечение:

- увеличение мощности системы магистральных нефтепроводов для обеспечения транспортировки нефти в соответствии с планируемыми объемами добычи нефти на эксплуатируемых и новых месторождениях;
- повышение энергоэффективности за счет реализации мероприятий по экономии энергетических ресурсов;
- повышение производительности труда;
- инновационное развитие производственной деятельности;
- обеспечение надежности эксплуатируемой системы магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов на основе результатов диагностики, реконструкции и модернизации основных фондов;
- повышение экологической и промышленной безопасности производственных объектов Компании;
- развитие социальных гарантий работников Компании.

Гармоничное сочетание эффективной деятельности ПАО «Транснефть» на данных направлениях лежит в основе устойчивого развития Компании.

1.3.2 Для успешного функционирования в организации определены и управляются взаимосвязанные виды деятельности, которые рассматриваются как процессы, рисунок 3.



Рисунок 3 – Процессы управления предприятием

Документация СМК организации включает в себя:

- перечень документов СМК (оформлен отдельным документом);
- положения о структурных подразделениях, должностные инструкции;
- организационно-распорядительные и нормативные документы СМК;
- учтенные экземпляры стандартов организации, инструкции, руководства;
- программные и плановые документы.

1.3.3 Оценка результативности системы менеджмента качества.

Расчет оценки результативности СМК используется для количественной оценки результативности СМК с целью представления ее для анализа руководству предприятия.

Данный расчет устанавливает показатели и способ оценки результативности СМК предприятия, осуществляющих разработку, производство и ремонт продукции.

Показатель R_1 характеризует удовлетворенность потребителей (заказчиков) качеством выпускаемой организацией продукции.

Таблица 2 – Показатели для расчета R_1

Обозначение показателя	Объект, подлежащий оценке	Весовой коэффициент показателя γ	Значение показателя S
S_1	Доля актов приемки научно - исследовательских работ (НИР), опытно - конструкторская работа (ОКР) и их этапов, не содержащих замечаний заказчика, в общем числе актов приемки НИР	1	1
S_2	С первого предъявления заказчику сдано 99% продукции	1	0,99
S_3	За отчетный период получен 0,83% (11 рекламации) рекламации от сданной продукции	1	0,992
S_4	От заказчиков поступило 45 замечаний, не оформленных в виде рекламаций, но признанных организацией	0,6	0,968

Удовлетворенность потребителей рассчитывается по формуле (1):

$$R_1 = \frac{\sum_{i=1}^4 \gamma_i \times S_i}{\sum_{i=1}^4 \gamma_i}, \text{ ед}, \quad (1)$$

где R_1 - показатель характеризующий удовлетворенность потребителей (заказчиков) качеством выпускаемой организацией продукции, ед;
 γ – весовой коэффициент показателя, ед;
 S – показатель объекта подлежащего оценке, ед.

$$R_1 = \frac{3,5628}{3,6} = 0,989$$

Показатель соответствие требованиям к продукции, установленным в технических заданиях, технических условий и т.д.

Таблица 3 – Показатели для расчета R_2

Обозначение показателя	Объект, подлежащий оценке	Весовой коэффициент показателя δ	Значение показателя T
T_1	При операционном контроле ООК забраковано 20% (0,2) продукции	0,7	0,8
T_2	Доля продукции, сделанной с первого предъявления ООК (предъявительские испытания)	0,7	0,82
T_3	35% (0,35) несоответствующей продукции принято с отклонениями по согласованию с заказчиком	1	0,65
T_4	Доля неповторяющихся дефектов продукции по данным из записей	1	0,8

$$R_2 = \frac{\sum_{i=1}^4 \delta_i \times T_i}{\sum_{i=1}^4 \delta_i}, \text{ ед,} \quad (2)$$

где R_2 - показатель соответствие требованиям к продукции, установленным в технических заданиях, технических условий и т.д., ед;

δ – весовой коэффициент показателя, ед;

T – показатель объекта подлежащего оценке, ед.

$$R_2 = \frac{0,584}{3,4} = 0,76.$$

Показатель степени достижения целей организации в области качества и установленных критериев результативности процессов, определенных организацией как необходимые для СМК (смотри таблицу 3).

На год принято 6 целей в области качества. $K_{ц}=6$ (смотри таблицу 4).

Количество критериев результативности процессов $K_{рп}=7$ (смотри таблицу 4).

Таблица 4 – Показатели для расчета R_3

Цель в области качества	Фактическое выполнение («Вклад в R_4 » – Z_i)
1 Обеспечить уровень рекламаций за год не более 1,4% от общего количества поставленной заказчику продукции	0,83%

Окончание таблицы 4

Цель в области качества	Фактическое выполнение («Вклад в R ₄ » – Z _i)
2 Обеспечить уровень предъявление продукции ООК с первого предъявления не менее 90% от общего количества предъявленной продукции	82% (0,8)
3 Обеспечить уровень предъявление продукции с первого предъявления не менее 98% от общего количества предъявленной продукции	99% (1)
4 В обеспечении технологического перевооружения ввести не менее 10 единиц прогрессивного технологического оборудования	64% (1,4)
5 Обеспечить переобучение современным прогрессивным методам работы с целью повышения производительности и качества труда не менее 10% сотрудников организации	33,5%

Таблица 5 – Количество критериев результативности процессов K_{рп}=7

Процесс	Критерий результативности	«Вклад в R ₄ » i – го критерия результативности процесса по шкале от 0 до 1 (W _i)	Значение критерия
Ответственность руководителя	Удовлетворенность потребителей	1	0,83
Разработка КД	Выполнение плана НИР и ОКР	1	0,9
Разработка ТД	Выполнение графика пересмотра техпроцессов	1	1
Закупки	Удовлетворенность потребителей	1	0,83
Постановка на производство	Выполнение графика разработки новых техпроцессов	1	1
Производство	Сдача продукции с первого предъявления	1	0,99
Метрологическое обеспечение	Выполнение графика проверки средств измерений	1	19

Степень достижения целей организации можно рассчитать по формуле (3):

$$R_4 = \frac{\sum_{i=1}^{K_{рп}} W_i + \sum_{o=1}^{K_{рп}} W_i \times Z_o}{K_{рп} + K_{ц}}, \text{ ед}, \quad (3)$$

где R_4 - показатель характеризующий степень достижения целей организации в области качества и установленных критериев результативности процессов, определенных организацией как необходимые для СМК, ед;

W_i –критерий результативности процесса , ед;

Z_j – показатель фактического выполнения целей организации, ед.

$$R_4 = \frac{13,32}{13} = 1,025.$$

Показатель R_5 характеризует качество продукции поставщиков.

$$R_5 = \frac{\sum_{i=1}^2 \mu_i \times V_i}{\sum_{i=1}^{20} \mu_i}, \text{ ед,} \quad (4)$$

где R_5 - показатель характеризующий качество продукции поставщиков, ед;

μ_i – весовой коэффициент показателя, ед;

V_i - показатель объекта подлежащего оценке, ед.

Таблица 6 – Показатели для расчета R_5

Обозначение показателя	Объект, подлежащий оценке	Весовой коэффициент показателя μ	Значение показателя v
V_1	Доля поставщиков, имеющих документально подтвержденные сведения (записи) об оценке и повторной оценке	0,7	1
V_2	Доля годной продукции в общем количестве поставленной продукции поставщиков Величина V_2 определяется как отношение количества забракованной продукции ($K_{\text{брак}}$) поставщиков к общему количеству поставленной ими продукции	1	0,99

$$R_4 = \frac{13,32}{13} = 1,025.$$

Таблица 7 – Показатели для расчета оценки

Обозначение частного показателя	Содержание частного показателя	Весовой коэффициент показателя β	Значение критерия
R_1	Характеризует удовлетворительность потребителей (заказчиков) качеством выпускаемой организацией продукции	1	0,989
R_2	Характеризует соответствие требованиям к продукции, установленным в технических заданиях, технических условиях и т.д.	1	0,76

Окончание таблицы 7

Обозначение частного показателя	Содержание частного показателя	Весовой коэффициент показателя β	Значение критерия
R ₄	Характеризует степень достижения целей организации в области качества и установленных критериев оценки результативности процессов	0,9	1,25
R ₅	Характеризует качество продукции поставщиков	0,8	0,994

Показатель оценки $R_{\text{СМК}}$ можно рассчитать по формуле (7):

$$R_{\text{СМК}} = \frac{\sum_{i=1}^2 \mu_i \times V_i}{\sum_{i=1}^2 \mu_i}, \text{ ед.} \quad (5)$$

где $R_{\text{СМК}}$ - показатели для расчета оценки, ед;

μ_i – весовой коэффициент показателя, ед;

V_i - показатель объекта подлежащего оценке, ед.

$$R_{\text{СМК}} = \frac{4,41}{4,6} = 0,903.$$

1.4 Диагностика проблем предприятия:

- несоответствующий контроль качества выполнения НИР;
- несоответствующий контроль качества изготовления и приемки серийной продукции;
- несоответствующая организация входного контроля;
- несоответствующее метрологическое обеспечение производства;
- несоответствующий учет материальных ценностей;
- несоответствующее техническое обслуживание ремонт технологического оборудования.

Цели для решения проблем:

- а) повысить операционную эффективность предприятия за счет:
 - повышения производительности труда не менее чем на 30% за счет внедрения новых технологий;
 - снижения удельного расхода энергии по показателю кВт на 1 руб. выпускаемой продукции не менее чем на 10% по отношению к 2017г.;

– увеличения съема продукции с 1 кв.м. на 20% в общем объеме выпуска продукции.

б) повысить качество и надежность продукции на предприятии:

– снизить потери от брака на 20% от показателей брака 2017г.;

– не допустить роста количества претензий по качеству и рекламаций за поставленную продукцию при заданном темпе роста объемов производства;

– достичь роста коэффициента бездефектной сдачи продукции с первого предъявления по заготовительным цехам на 5%;

– обеспечить мотивацию сотрудников на бездефектное производство, а также повысить личную ответственность каждого сотрудника за допущение брака в работе.

в) повысить эффективность производственной системы путем:

- 100% внедрения системы 5S на производственных участках;
- 100% внедрения системы ТРМ на производственных участках;
- 100% внедрения системы Канбан в производственной цепочке;
- внедрения кайдзен-предложений.

г) разработать и внедрить систему вовлечения персонала в процессы улучшений, основанную на:

– организации и проведении соревнований по развитию и повышению эффективности производства между производственными подразделениями и участками;

– повышении квалификации руководителей и лидеров трудовых коллективов через обучение процессам развития производственных систем, основанных на принципах бережливого производства и теории ограничения систем;

– создание системы личной заинтересованности каждого сотрудника в достигнутых положительных результатах процесса улучшения.

д) обеспечить широкое и регулярное распространение информации об успешном опыте развития производственной системы предприятия для повышения вовлеченности персонала в процессы улучшения, а также роста лояльности сотрудников к предприятию и процессам производства.

Задачи для решения:

- постоянное стремление к устранению всех видов потерь.
- вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальная ориентация на потребителя.
- планомерное сокращение процессов и операций, не добавляющих ценности.

Выводы по разделу один

В разделе обоснована актуальность темы выпускного квалификационного проекта, которая заключается в освоении методологии «ТРМ».

Таким образом, целью проекта является разработка документации по повышению эффективности оборудования и производственных процессов путем освоения методологии «ТРМ».

2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

2.1 Анализ изученности состояния вопроса

Систему «Всеобщее обслуживание оборудования (ТРМ)», как инструмент Бережливого производства, в основном выбирают компании, в производственной системе которых имеется большое количество основного оборудования. Чаще всего продукция на таких предприятиях производится на автоматизированных линиях.

В качестве примера можно назвать такие компании как «Балтика» (автоматические линии по производству и розливу пива), «Нестле» (автоматические линии по производству кондитерских изделий), «КАТКО»

(автоматизированное производство по добыче и обогащению урана), «Белла» (автоматизированные линии по производству изделий гигиены) и другие.

Японский институт технического обслуживания заводов (JIPM) ежегодно проводит аудит компаний на лучшие достижения в сфере Total Productive Maintenance за пределами Японии. За сорок лет всего 20 компаний попадали в список победителей:

- Завод холодильного оборудования Arçelik

В 2016 году высшую награду за первоклассные достижения в сфере ТРМ получил турецкий завод холодильного оборудования Arçelik, материнская компания бренда Веко. Это первый завод, производящий бытовую технику, который получил премию JIPM. К такому результату завод шел 15 лет. После внедрения всеобщего ухода за оборудованием в 2002 году высшее руководство не отступало от этой стратегии, а сотрудники были вовлечены на всех уровнях.

- Заводы по производству упаковки Tetra Pak

Заводы компании Tetra Pak — рекордсмены по количеству премий в области всеобщего ухода за оборудованием. За последние 12 лет они получили более 70 наград. Корпорация перешла на ТРМ еще в 1999 году и за этот срок развернула его на все заводы своей сети.

2.2 Сравнение и сопоставление передовых отечественных и зарубежных методов и решений проблем (процесса) организации на ВКР

2.2.1 Быстрая переналадка (SMED)

SMED – это аббревиатура английского термина Single Minute Exchange of Dies (быстрая замена штампов, букв. «быстрая смена пресс-форм»). По сути, система SMED – это набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

Система была разработана для того, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования, однако принципы «быстрой переналадки» можно применять ко всем типам процессов.



Рисунок 4 – Схема методики реализации SMED

Время переналадки – это потери с точки зрения бережливого производства. Вы ничего не производите, а время идет. Благодаря этой системе вы сумеете значительно уменьшить количество сложных, длительных и непродуктивных действий по переналадке оборудования, а то и вовсе избавитесь от них. Добавляете ценность своему труду и сокращаете издержки. В этом суть.

Цели SMED:

- снизить простои оборудования;
- сократить размеры производственных партий;
- сократить запасы незавершенного производства – межоперационные запасы деталей, материалов, полуфабрикатов;
- расширить ассортимент продукции.

Где применима методика SMED:

– конечно же прежде всего в производственных процессах, которые требуют переналадки оборудования, производственной линии. Классический пример – смена пресс-форм или штампов. На сборочном производстве – это замена набора пока-йок для выпуска нового продукта. Для пищевого производства (и FMCG в целом) подготовка линии к выпуску новой продукции (чистки, замена оборудования упаковочных комплексов и пр.).

– известны случаи по переводу внутренних операций во внешние в отделах HR и IT – это аутсорсинг. Или если нанять личного ассистента, чтобы он заботился о бытовых вопросах, это тоже своего рода SMED.

Когда применять методику SMED

Когда время стоит очень дорого – конечно это производство и ситуация безумного количества заказов, которые некогда выполнять. В комплексе с другими инструментами бережливого производства SMED дает результат по сокращению времени на бесполезные (т.е. не ценные операции) и вы можете делать действительно нужные вещи

Кто использует методику SMED

Вовлеченный производственный персонал, технические службы и, конечно все кто интересуется тем, как делать больше за меньшее время. Настаиваем на том, что принципы SMED просты и никакого сакрального знания нет. Чем выше уровень ваших людей, тем проще вам донести до них свои идеи и реализовать их.

Сколько SMED может сэкономить

SMED может сэкономить часы, превратив их в минуты. Классический пример из историй про SMED – компания Тойота сократила время переналадки 1000 тонного с 4-х часов до 3 минут! Как следствие, выигрыш заключается в возможности быстро менять модельный ряд и избегать скапливания лишних запасов продукции на складе.

Семь шагов внедрения SMED:

- 1 Разделите внутренние и внешние операции;
- 2 Стандартизируйте внешние операции;

- 3 Превратите внутренние операции во внешние;
- 4 Улучшайте внутренние операции;
- 5 Улучшайте внешние операции;
- 6 Автоматизируйте;
- 7 Тюнингуйте процесс (постоянные улучшения).
- 1 Разделите внутренние и внешние операции:

– внутренние действия по переналадке, то есть операции, которые выполняются после остановки оборудования. Например, пресс-форму можно заменить только при остановленном прессе или (для не производства) операции, которые может выполнить только персонал вашего отдела:

– внешние действия по переналадке, то есть операции, которые могут быть выполнены во время работы оборудования. Например, болты крепления пресс-формы можно подобрать и отсортировать и при работающем прессе или (для не производства) операции, которые могут выполняться параллельно другим аутсорсингом.

Преобразование как можно большего числа внутренних операций переналадки во внешние позволяет в несколько раз сократить время переналадки оборудования.

2 Стандартизируйте внешние операции

Даже после разделения операций на внешние и внутренние вы можете потерять много времени. Поэтому обратите внимание на стандартизацию следующих процессов:

- транспортировка
- оформление документов
- подготовка заказа (научите людей работать по чек-листу, а не по памяти!)
- заблаговременно получать заказы, запчасти со склада

3 Превратите внутренние операции во внешние

Теперь мы должны пристально взглянуть на те внутренние операции, которые остались и попытаться превратить их во внешние. Что это может быть? Вот классический список:

- настройка ножей (сразу выставление нужных размеров)
- подогрев/охлаждение материалов
- наличие второго чистого и готового к использованию набора приспособлений для работы

4 Улучшайте внутренние операции

Безусловно, выделив внешние операции, вы сможете добиться больших улучшений в вопросе переналадки, но не прекращайте задавать вопросы о том, как улучшить внутренние процессы. Эти вопросы звучат так:

- это лучший момент времени для данной операции? Можно сделать позже или раньше?
- это правильный человек для выполнения операции? Может ли другая служба выполнить ее?
- это правильное место для выполнения работы? Можно ли это сделать вне производственной линии?

Также помните об этих простых инструментах:

- используйте контрольные листы;
- проводите функциональные проверки;
- используйте вспомогательную оснастку;
- внедряйте параллельные операции;
- используйте функциональные зажимы.

5 Улучшайте внешние операции

При переводе внутренних операций во внешние можно увлечься и перейти грань, за которой экономия превратиться в дополнительные расходы. Всегда контролируйте внешние операции. Задавайте все те вопросы, которые вы задаете при улучшении внутренних процессов. Ищите способы сэкономить.

6 Автоматизируйте

Все, что можете, автоматизируйте. Обратите внимание на вспомогательные инструменты для перемещения тяжелых предметов.

7 Тюнингуйте процесс (постоянные улучшения)

Обучите своих сотрудников принципам бережливого производства, внедрите инструменты кайдзен и собирайте урожай рационализаторских предложений. Технологии не стоят на месте, ищите новые методы работы, учитесь у своих конкурентов.

2.2.2 Всеобщее эффективное техническое обслуживание оборудования (TPM)

Система всеобщего обслуживания оборудования (TPM – Total Productive Maintenance) была создана в 1970 году XX века в Японии. По смыслу можно термин перевести так – обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

Согласно этой концепции ставку необходимо делать не на контроль качества извне, а на создание высокого качества непосредственно в процессе работы. Одним из естественных этапов реализации этого подхода стало появление кружков качества. В компании «Ниппон дэнсо», производившей автомобильное электрооборудование, в кружки качества оказался вовлеченным весь персонал. В результате автоматизации производства в компании возникла проблема эффективного использования сложного оборудования. Найти решение удалось с помощью двух основных идей.

Во-первых, операторам было вменено в обязанность не только использовать оборудование, но и осуществлять его текущее обслуживание.

Во-вторых, на основе кружков качества, была создана система поддержания в нормальном состоянии всего оборудования компании ее персоналом.

В 1971 году эта компания стала первым лауреатом премии TPM. С этого момента поощрение предприятий, добившихся наибольших успехов во внедрении TPM стало в Японии ежегодным.

В 1989 году было сформулировано содержание ТРМ:

1 Целью ТРМ является создание предприятия, которое постоянно стремится к предельному и комплексному повышению эффективности производственной системы;

2 Средством достижения цели служит создание механизма, который ориентирован на предотвращение всех видов потерь («ноль несчастных случаев», «ноль поломок», «ноль брака») на протяжении всего жизненного цикла производственной системы;

Для достижения цели привлекаются все подразделения: конструкторские, коммерческие, управленческие, но, прежде всего, - производственные;

3 Способствует достижению цели весь персонал – от руководителя до обычного работника;

4 Стремление к достижению «ноля потерь» реализуется в рамках деятельности иерархически связанных малых групп, в которые объединены все работники [8]

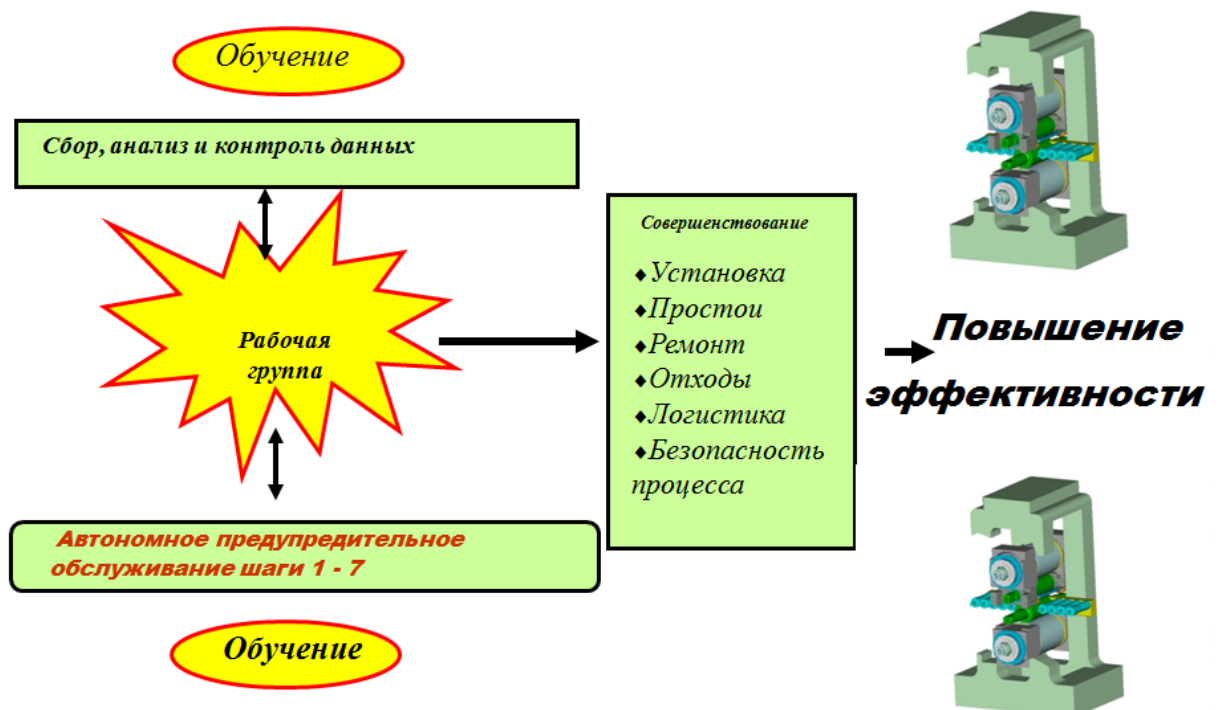


Рисунок 5 – Схема работы ТРМ

В 1991 году лауреатами премии ТРМ впервые стали иностранные компании. В 1992 году с началом работы в России консультантов Японского центра производительности для социально-экономического развития (ЯЦП-СЭР), который оказывал содействие российским экономическим реформам на основе межправительственного соглашения между Россией и Японией, появилась возможность получить более или менее полное представление о том, что представляет эта система.

2.1 Методологическая база

Всеобщее производительное обслуживание (Total Productive Maintenance - ТРМ), позволяет существенно повысить эффективность использования оборудования. Здесь и далее под эффективностью использования оборудования будем понимать совокупность двух показателей, характеризующих относительное время эксплуатации оборудования и относительное время внеплановых простоев по причине поломок оборудования (и тот и другой показатель относятся к общему времени функционирования производства). Задача ТРМ состоит в максимальном увеличении первого показателя и уменьшении (в идеале до нуля) второго.

Для решения этой задачи в основу ТРМ заложен ряд фундаментальных принципов.

1 Состояние оборудования неразрывно связано с общей культурой работников (и эксплуатационщиков и ремонтников). Важно, чтобы персонал знал свое оборудование, мог определять неисправности, а главное не был равнодушным к проблемам технической части.

2 Поскольку эксплуатация оборудования занимает большую часть времени, то наблюдение, регистрация фактов отклонений и базовое обслуживание должно быть возложено на эксплуатационный персонал. В самом деле, кто как не человек, постоянно работающий с оборудованием, может определить первичные признаки возникающей проблемы? Кто как не он способен вовремя подтянуть болт или произвести смазку не тратя время на ожидание вечно занятых ремонтников.

3 Как и любая методология, ТРМ требует строгой системности в своей реализации. Деятельность по обслуживанию должна быть задокументирована языком, доступным для понимания всем работникам. Деятельность по обслуживанию должна непрерывно контролироваться. Неэффективные мероприятия должны пересматриваться. Проблемы должны регистрироваться и систематически анализироваться. Результаты анализа должны служить отправной точкой для пересмотра методологии.

4 Полная вовлеченность персонала предприятия, начиная от рабочих и заканчивая высшим руководством. Вообще, когда речь идет о вовлеченности персонала в тот или иной процесс нельзя отделять вовлечение рабочих и вовлечение руководителей. Только в том случае, когда идеи ТРМ поддерживаются на любом уровне управленческой иерархии, только тогда можно говорить об эффективном применении методологии. Разумеется, что формы вовлеченности существенно отличаются для руководителей и подчиненных. Для одних, это наблюдение, регистрация и непосредственное обслуживание, для других это анализ простоев, разработка документации, контроль, а для третьих это принятие организационных и управленческих решений, анализ эффективности методики, и т.д. Появление «слабого звена» в любом месте может привести к снижению эффективности методики и к дальнейшему полному ее коллапсу.

2.2 Потери эксплуатации оборудования

Методология ТРМ направлена на устранение системных потерь эксплуатации оборудования. Что это значит? Это значит, что потенциально устранить можно любые потери, которые связаны с существующей системой эксплуатации и поддержания работоспособности оборудования. Прежде всего, это касается потерь, связанных с поломками оборудования и сопутствующим снижением производительности и увеличением затрат на ремонт. ТРМ позволяет устранить потери, связанные с избыточными затратами времени и материальных ресурсов при настройках и переналадках оборудования. Холостой ход, снижение

скорости и приостановки оборудования приводят к его повышенному износу и, поэтому, тоже попадают под действие методологии ТРМ. Неисправное оборудование приводит к увеличению выхода бракованной продукции, поэтому применение ТРМ позволяет снизить потери на брак. Сюда же можно отнести и потери при запуске оборудования.

Грамотное использование ТРМ позволяет значительно сократить или даже полностью устранить все перечисленные потери.

2.3 Ожидаемый эффект

Необходимым условием эффективного внедрения ТРМ является требование повышения общей культуры обслуживания оборудования персоналом. Закрепление основ подобной культуры в рабочем коллективе приводит к тому, что оборудование начинает расцениваться не как средство производства, а как основа для процветания предприятия и залог финансового благополучия его работников. Естественно, что устранение потерь обслуживания оборудования вызывает цепную реакцию повышения эффективности производства в целом. Вкратце можно охарактеризовать результат внедрения ТРМ как *повышение производительности и качества при снижении затрат на обслуживание и брак.*

2.4 Этапы ТРМ

Особенность методики ТРМ состоит в том, что на ее основе возможно плавная и плановая трансформации существующей системы обслуживания к более совершенной. С этой целью путь внедрения ТРМ удобно представить в виде последовательности этапов, каждый из которых преследует вполне определенные цели и, главное, дает вполне ощутимый эффект.

1 Оперативный ремонт неисправностей - попытка усовершенствовать существующую систему обслуживания и найти ее слабые места.

2 Обслуживание на основе прогнозов - организация сбора сведений о проблемах оборудования и их последующего анализа. Планирование предупредительного обслуживания оборудования.

3 Корректирующее обслуживание - усовершенствование оборудования в процессе обслуживания с целью устранения причин систематических неисправностей.

4 Автономное обслуживание - распределение функций по обслуживанию оборудования между эксплуатационным и ремонтным персоналом.

5 Непрерывное улучшение - обязательный атрибут любого инструмента бережливого производства. Фактически означает вовлечение персонала в деятельность по непрерывному поиску источников потерь эксплуатации и обслуживания, а также предложению методов их устранения.

Качественное улучшение состояния предприятия достигается при ТРМ за счет согласованного изменения двух факторов. С одной стороны – развитие профессиональных навыков: операторы должны уметь самостоятельно обслуживать оборудование, механики – поддерживать работоспособность, инженеры – проектировать оборудование. С другой стороны – усовершенствование оборудования за счет непрерывного улучшения и проектирование нового оборудования с учетом его полного жизненного цикла с последующим выводом его в кратчайшие сроки на полную проектную мощность. Как следствие – в Японии предприятия стараются сами изготавливать необходимое оборудование или приспособлять типовое оборудование к своим нуждам [6].

2.2.3 Методология «SIX SIGMA»

Основы методологии Six Sigma были заложены инженером корпорации Motorola – Биллом Смитом, который применил её в качестве средства экспериментальной проверки стратегии совершенствования работы корпорации, предложенной её генеральным директором Бобом Гелвином и нацеленной на повышение эффективности компании в 100 раз за пять лет.

Чтобы создать методологию, позволяющую решить столь сложную задачу, Motorola взаимодействовала с большим числом компаний, в том числе и поставщиков комплектующих полупроводниковых приборов, участвовавших в работе созданного корпорацией научно-исследовательского института (Six Sigma Research Institute), возглавляемого доктором Майклом Дж. Харри.

Большое влияние на разработку методологии Six Sigma оказали такие методологии, как «Управление качеством» (QM), «Всеобщее управление качеством» (TQM) и «Теория бездефектности продукции», основанные на работах создателей науки о качестве, таких как Шухарт, Деминг, Журан, Исикава, Тагути и другие. Разработанную методологию затем применил генеральный директор AlliedSignal Лари Боссиди, совершив с её помощью коренной переворот в работе своей организации. А после того как Джек Уэлш адаптировал методологию «Шесть сигм» к решению задач, стоявших перед возглавляемой им корпорацией General Electric, она стала главной методологией менеджмента качества, применяемой многими сотнями компаний по всему миру.

Шесть сигм – это разумный способ управлять всей компанией или отдельным подразделением. Концепция «Six Sigma» ставит на первое место потребителя и помогает находить самые лучшие решения, опираясь на факты и данные. Концепция «шесть сигм» нацелена на три основные задачи:

- 1 повысить удовлетворенность клиентов;
- 2 сократить время цикла (время, требуемое для выполнения одного операционного цикла);
- 3 уменьшить число дефектов.

Суть методологии «Six Sigma» находится за пределами статистики. Шесть сигм (ШС) – это полное согласие менеджмента, это философия совершенства, акцент на потребителя и на совершенствование процессов, готовность принимать решения на основе данных (а не интуиции).

Подход методологии ШС к совершенствованию интересен тем, что он позволяет найти и исключить причины ошибок или дефектов в бизнес-процессах организации.

Название происходит от статистической категории обозначаемой греческой буквой σ – сигма, которая в статистике обозначает среднеквадратическое отклонение. Это не случайно, поскольку методы Six Sigma направлены на устранение нежелательной вариации процессов, приводящих к возникновению дефектов продукции и потерь производства. Поэтому плановый показатель качества при использовании этой методики – не более 3,4 отклонения (дефекта) на миллион операций. Этот показатель достижим, когда вариабельность исследуемого процесса вписывается в диапазон 6 σ .

Шесть базовых принципов концепции Six Sigma:

- 1 Искренний интерес к клиенту.
- 2 Управление на основе данных и фактов.
- 3 Ориентированность на процесс, управление процессом и совершенствование процесса.
- 4 Про активное (упреждающее) управление.
- 5 Сотрудничество без границ (прозрачность внутрикорпоративных барьеров).
- 6 Стремление к совершенству плюс снисходительность к неудачам.

Ни одна компания не сможет даже приблизиться к уровню шести сигм без претворения в жизнь новых идей и подходов, которые всегда содержат определенную степень риска.

2.2.4 Методы анализа дерева неисправностей (FTA)

Анализ дерева отказов (АДО) или в английской терминологии FTA метод анализа отказов сложных систем, в котором нежелательные состояния или отказы системы анализируются с помощью методов булевой алгебры, объединяя

последовательность нижестоящих событий (отказов низшего уровня), которые приводят к отказу всей системы.

Анализ дерева отказов интенсивно используется в различных отраслях, например, машиностроении, чтобы понять, как система может выйти из строя, выявить способ уменьшения рисков или определения частоты системного отказа.

Анализ дерева отказов эффективно используется в аэрокосмической отрасли, атомной энергетике, химической и перерабатывающих отраслях, в фармацевтической, нефтехимической и других, связанных с высокой степенью риска.

В аэрокосмической отрасли используется более общий термин «Условие отказа системы» для обозначения «нежелательного состояния»/ Верхнего события дерева неисправностей.

Условия отказа классифицируются по тяжести последствий. Наиболее тяжелые условия требуют наиболее обширного анализа дерева отказов.

Эти «условия отказа системы» и их классификация часто предварительно определяются в функциональном анализе опасностей и рисков возникновения отказов.

FTA или АДО эффективно используются, чтобы:

- Понимать логику, ведущую к верхнему событию/нежелательному состоянию (отказу системы).

- Показать соответствие с системой безопасности/требованиям к надежности.

- Ранжировать участников, ведущих к вершине – создание важного оборудования/запчастей/списков событий.

- Мониторить и контролировать показатели состояния сложных систем
Например, безопасно ли летать на конкретном самолете, если топливный клапан имеет определенное количество неисправностей? Как долго можно летать с неисправностью клапана? Как долго можно эксплуатировать технику с данным дефектом и тд.

- Минимизировать и оптимизировать ресурсы

- Помочь в проектировании системы. FTA может быть использован как средство проектирования, которое помогает создать требования. (Выход/нижний уровень)

- АДО может быть использован в качестве диагностического инструмента для выявления и исправления причин верхнего события. Это может помочь с созданием диагностических руководств / процессов.

1.1 История

FTA был первоначально разработан в 1962 году в «Bell Laboratories» Уотсоном, по контракту с подразделением баллистических систем ВВС США для того, чтобы оценить систему Launch Control межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Minuteman I.

Использование деревьев неисправностей с тех пор получило широкую поддержку и часто используется экспертами в качестве инструмента анализа отказов по степени надежности.

После первого использования опубликованных результатов использования АДО в 1962 для запуска исследования контроля безопасности Minuteman I, Boeing и AVCO нашли расширенное применение FTA для всей системы Minuteman II в 1963-1964 гг. FTA получил широкое освещение в 1965 году на симпозиуме по системам безопасности в Сиэтле при поддержке Boeing и Вашингтонского университета. Boeing начал использовать АДО для гражданских самолетов дизайна 1966 года.

В 1970 году Федеральная авиационная администрация США (FAA) опубликовало изменения в 14 CFR 25,1309 норме летной годности для самолетов транспортной категории в Федеральном реестре на 35 FR 5665 (1970-04-08). Это изменение принимало критерий вероятности отказа для самолетных систем и оборудования, что привело к широкому использованию FTA в гражданской авиации.

В пределах индустрии атомной энергетики, комиссия ядерного регулирования США начала использовать методы вероятностной оценки риска

(probabilistic risk assessment methods (PRA)), включая FTA в 1975 году, и значительно расширила исследования после инцидента в 1979 году на Три-Майл-Айленд. В конечном итоге это привело к публикации комиссией ядерного регулирования справочника по дереву неисправностей 1981 году, и к обязательному использованию PRA органов, которые она регулирует.

После следующих случаев промышленных бедствий, таких как Бхопальская катастрофа (1984) и взрыв на нефтяной платформе Piper Alpha (1988), в 1992 году Департамент труда США о безопасности и гигиене труда (OSHA) опубликовал в Федеральном реестре на 24.02.1992 свой процесс управления безопасностью полетов (PSM). OSHA PSM признает АДО как приемлемый метод для анализа опасностей (PHA).

FTA состоит из логических схем, которые отображают состояние системы, и построен с использованием графических методов проектирования.

Первоначально, инженеры были ответственны за развитие FTA, так как требовалось глубокое знание анализируемой системы.

Часто FTA определяется как другая часть, или метод, или надежность техники. Хотя в обеих моделях одинаковый основной аспект, они возникли из двух разных точек зрения. Надежность техники была, по большей части, разработана математиками, а открыта – инженерами.

FTA обычно включает в себя события изнашивания аппаратных средств, материала, неисправности или сочетания детерминированных вкладов в событие.

Частота отказов оценивается из исторических данных, таких как среднее время между отказами компонентов, блоков, подсистем или функций.

Прогнозирование и введение человеческого процента ошибок не является основной целью анализа дерева отказов, но он может быть использован, чтобы получить некоторое знание того, что происходит с человеческим неправильным вводом или после вмешательства в неподходящее время.

FТА может использоваться как ценный инструмент проектирования, который может выявить потенциальные отказы, позволяя исключить дорогостоящие конструктивные изменения.

FТА также может быть использован в качестве диагностического инструмента, предсказания вероятных системных ошибок при сбое системы.

1.2 Метод

АДО метод описан в нескольких отраслевых и государственных стандартах: NUREG CPN-0492 для атомной энергетики. Ориентированный на космос версия этого стандарта используется NASA, стандарт SAE ARP4761 для гражданской аэрокосмической отрасли, MIL-HDBK-338 – для военных систем. IEC стандарт предназначен для межотраслевого использования и был принят в качестве европейского стандарта EN 61025.

Так как ни одна система не совершенна, имеем дело с неисправностью подсистем. Любая работающая система в конечном итоге будет иметь неисправность в каком-нибудь месте.

Однако вероятность полного или частичного успеха выше полной или частичной неисправности.

Проведение FТА таким образом, не так утомительна, как построение дерева успехов.

Поскольку FТА для всей системы может быть дорогостоящим и громоздким, разумный метод заключается в рассмотрении подсистем.

Таким образом, решение небольшими системами может обеспечить меньшую вероятность ошибки работы, меньше системного анализа. После этого подсистемы интегрируются для образования хорошо проанализированной большой системы.

Нежелательное последствие берется в качестве корневого («главное событие») дерева логики. Логика для того, чтобы добраться до верхнего события может быть разнообразной.

Один из типов анализа, который может помочь – функциональный анализ опасности, основанный на опыте. Там должно быть только одно главное событие, и все задачи дерева должны идти вниз от него.

Затем каждая ситуация, которая может привести к такому эффекту, добавляется к дереву в виде серии логических выражений. Когда деревья отказов помечены реальными цифрами о вероятности неудачи, компьютерные программы могут вычислить вероятности неисправности из дерева неисправностей.

Дерево, как правило, написано с использованием обычных логических символов. Маршрут между событием и инициатором события называется сечением. Самый короткий путь от неисправности до исходного события называется минимальное сечение.

Некоторые отрасли промышленности используют как деревья отказов, так и деревья событий (см. PRA). Событие дерева начинается от нежелательного инициатора (потеря критического питания, отказа компонентов и т.д.) и следует возможным дальнейшим событиям системы через ряд окончательных последствий.

Новый узел на дереве добавляет разделяет вероятность, таким образом последовательно может быть обнаружена вероятность ряда верхних событий, связанных с исходным.






1.3 Графические символы

Основные символы, используемые при построении дерева отказов, делятся на символы событий, элементов и передачи.

1.4 Символы событий

Символы событий используются для первичных и промежуточных событий. Первичные события далее не развиваются на дереве отказов. Промежуточные события находятся на выходе элементов.

Таблица 8 – Символы событий для первичных и промежуточных событий

	<i>Основное событие</i>
	<i>Внешнее событие</i>
	<i>Неразвитое событие</i>
	<i>Принадлежность события</i>
	<i>Промежуточное событие</i>

Символы первичных событий, как правило, используются следующим образом:

Основное событие – сбой или ошибка в компоненте системы или элементе (например: выключатель заклинило в открытом положении)

Внешнее событие – обычно ожидается (само по себе не ошибка).

Неразвитое событие – событие, о котором не имеется достаточной информации или которое не имеет никакого значения.



Принадлежность события – условия, которые ограничивают или влияют на логические элементы.

Промежуточное событие можно использовать непосредственно над первичным событием, чтобы обеспечить больше места для ввода описания события. АДО использует движение сверху вниз.




1.5 Символы элементов

Символы элементов описывают отношения между входными и выходными событиями.

Таблица 9 – Символы событий следуют классической булевой логике

	<i>Элемент «ИЛИ»</i>
	<i>Элемент «И»</i>

Окончание таблицы 9

	<i>Исключительный элемент «ИЛИ»</i>
	<i>Приоритетный элемент «И»</i>
	<i>Блокирующий элемент</i>

Элементы работают следующим образом:

Элемент «ИЛИ» – выходное событие происходит, если есть любое входное событие.

Элемент «И» – выходное событие происходит только тогда, когда происходят все входные (входы независимы).

Исключительный элемент «ИЛИ» – выходное событие происходит, если происходит только одно входное событие

Приоритетный элемент «И» – выход происходит, если входы происходят в определённой последовательности указанного события

Блокирующий элемент – выход происходит, если вход происходит при благоприятных условиях для указанного события

1.6 Элементы передачи

Элементы передачи используются для соединения входов и выходов соответствующих деревьев отказов, таких как дерево отказов подсистемы в своей системе.



Вход



Выход

1.7 Базовая математическая основа

События в дереве отказов связаны со статистической вероятностью, иными словами, вероятность каждого события оценивается на практике.

Из-за затрат FTA применяется только для серьезных нежелательных последствий.

FТА включает 5 шагов:

1.7.1 Определить нежелательное событие

Определение нежелательного события может быть очень трудным, хотя некоторые события просты и очевидны для наблюдения.

Инженер с широким знанием конструкций системы или системный аналитик с техническим образованием является лучшим человеком для определения и подсчета нежелательных событий. Нежелательное событие используется для построения дерева отказов, одно событие для одного дерева.

Никакие 2 события не могут быть использованы для построения одного дерева отказов.

1.7.2 Углубленное понимание причин.

После того как нежелательное событие выбрано, все причины, которые влияют на нежелательное событие, с вероятностями 0 и более, изучаются и анализируются.

Получение точной цифры для вероятностей приводит к событию, которое обычно невозможно по причине того, что предсказать его может быть очень дорого и затратно по времени.

Компьютерное программное обеспечение используется для изучения вероятностей, что позволяет снизить стоимость системного анализа.

Системный анализ может помочь в понимании всей системы. Разработчики систем располагали полной информацией о системе, и это знание очень важно для того, чтобы не пропустить причины, влияющие на нежелательное событие.

Для выбранного события все причины нумеруются, затем группируются в порядке появления и используются для следующего шага, который рисует и выстраивает дерево отказов.

1.7.3 Построение дерева отказов на основе изученных причин.

После выбора нежелательного события и анализа системы, такого, что мы знаем все вызываемые эффекты (и возможно их вероятности), мы можем построить дерево отказов. Дерево отказов основано на символах «И» и «ИЛИ», определяющих основные характеристики дерева неисправностей.

1.7.4 Оценка дерева отказов

После того, как дерево отказов было собрано для определенного нежелательного события, оно оценивается и анализируется на предмет возможного улучшения или, другими словами, провести анализ рисков и найти пути улучшения системы.

Этот этап является подготовительным для заключительного шага анализа, который будет контролировать идентификацию опасности. Итак, на этом этапе мы выявляем все возможные опасности, прямо или косвенно влияющие на систему.

1.7.5 Контроль определения опасности

Этот шаг очень специфичный и отличается для различных систем, но главное то, что после идентификации опасности последуют методы для уменьшения вероятности возникновения.

1.8 Сравнение с другими аналитическими методами

FTA – дедуктивный, нисходящий метод, направленный на анализ последствий возникновения неисправностей и событий в сложной системе. Это противоположность анализу характера и последствий отказов (АХПО), который является индуктивным, восходящим методом анализа, направленным на анализ эффектов одного компонента или функции аварии на оборудовании или подсистеме.

FTA очень хорошо показывает, как устойчивые системы в одиночку или вместе инициируют неисправности. Это не хорошо для поиска всех возможных возникающих неисправностей. АХПО хорош для исчерпывающей классификации возникающих неисправностей, а также для идентификации их локальных

эффектов. Но он не подходит для изучения множественных отказов или их эффектов на системном уровне.

FТА рассматривает внешние события, АХПО нет.

В аэрокосмической отрасли в обычной практике выполняют оба анализа, АДО и АХПО, с суммарным эффектом режима неудач (СЭРН), в качестве интерфейса между АХПО и АДО.

Альтернативы FТА включают диаграмму зависимости (ДЗ), так же известную как блок-схема надежности или анализ Маркова. Диаграмма зависимости эквивалентна анализу дерева успехов (АДУ) и изображает систему, используя пути вместо символов [7].

2.2.5 Анализ видов и последствий отказов (FMEA)

Анализ видов и последствий отказов (или сокращенно FMEA) – это системная методика проведения анализа риска отказов. Она предназначена для определения потенциальных видов отказов продуктов и процессов, оценки риска, связанного с этими видами отказов, ранжирования проблем в соответствии с их важностью, а также определения и проведения корректирующих мероприятий для решения наиболее серьезных вопросов.

FMEA – это индуктивный метод (прямая логика) анализа отказов. Он является ключевой задачей в инжиниринге надежности, безопасности и качества. Успешное проведение анализа FMEA помогает выявить потенциальные виды отказов, исходя из опыта работы с подобной продукцией и процессами или исходя из общей физики логики отказов. FMEA широко используется в производственных отраслях на различных этапах жизненного цикла продукта.

Существует четыре основных типа анализа FMEA: FMEA системы, FMEA конструкции, FMEA процесса и FMEA оборудования.

Приведенная ниже таблица «Анализ типов и последствий потенциальных дефектов конструкции» является типичным примером формата FMEA

Анализ типов и последствий потенциальных дефектов конструкции

_____ Система	Ответственный за конструкцию _____	Номер FMEA _____
_____ Подсистема	Основной срок _____	Страниц _____ из _____
_____ Деталь _____		Подготовлено _____
Модель, год выпуска (программа) _____		Дата FMEA _____
Команда исполнителей _____		

Объект/ функция	Требования	Вид потенц. дефекта	Последствия потенц. дефекта	Тяжесть последствий	Причины потенц. дефекта	Класс	Возникновение	Контроль. Профилактика	Предотвращение	Обнаружение	Обнаружение. Контроль на этапе проектирования	Обнаружение	RPN	Рекоменд. действия	Ответствен. и срок завершения	Предприн. действия и назнач. дата	Результаты действий	Тяжесть	Возникновение	Обнаружение	RPN
-----------------	------------	---------------------	-----------------------------	---------------------	-------------------------	-------	---------------	------------------------	----------------	-------------	---	-------------	-----	--------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---------------------	---------	---------------	-------------	-----

Рисунок 6 – Таблица "Анализ типов и последствий потенциальных дефектов конструкции" является типичным примером формата FMEA

FMEA системы используется для анализа систем и подсистем на ранних стадиях, концептуальной и конструкторской. Основное внимание он обращает на виды потенциальных отказов, связанных с функциями системы, вызываемых конструкцией. FMEA конструкции используется для анализа продукции до того, как она запускается в производство. FMEA процесса применяется для анализа производственных процессов. FMEA оборудования служит для рассмотрения видов отказов оборудования при использовании в процессе.

Существует множество отраслевых стандартов, которые обеспечивают руководство применения FMEA, например, ГОСТ Р 51814.2, ГОСТ Р 51901.12, SAE J 1739, AIAG FMEA-4.

Последовательность операций процесса FMEA

Простыми словами, анализ FMEA применяет структурированный подход к прогнозированию отказов и предотвращение таковых при разработке конструкции, в производстве и других функциональных областях, порождающих

дефекты. Он выявляет те методы, при которых разработка конструкции или процесс могут не соответствовать критическим требованиям заказчика путем оценки значимости, обнаружения и возникновения дефектов.

Существует набор стандартных шкал или рейтингов, относящихся к значимости, обнаружению и возникновению, на основании которых определяется приоритетное число риска. Приоритетное число риска затем используется для определения первоочередных мероприятий, которые должны быть проведены для улучшения конструкции или процесса.

Успешное проведение FMEA требует, чтобы аналитик включил все важные виды отказов для каждого элемента или части системы, оказывающих влияние. Процедуры FMEA могут выполняться на уровне системы, подсистемы, сборки, под сборки или детали.

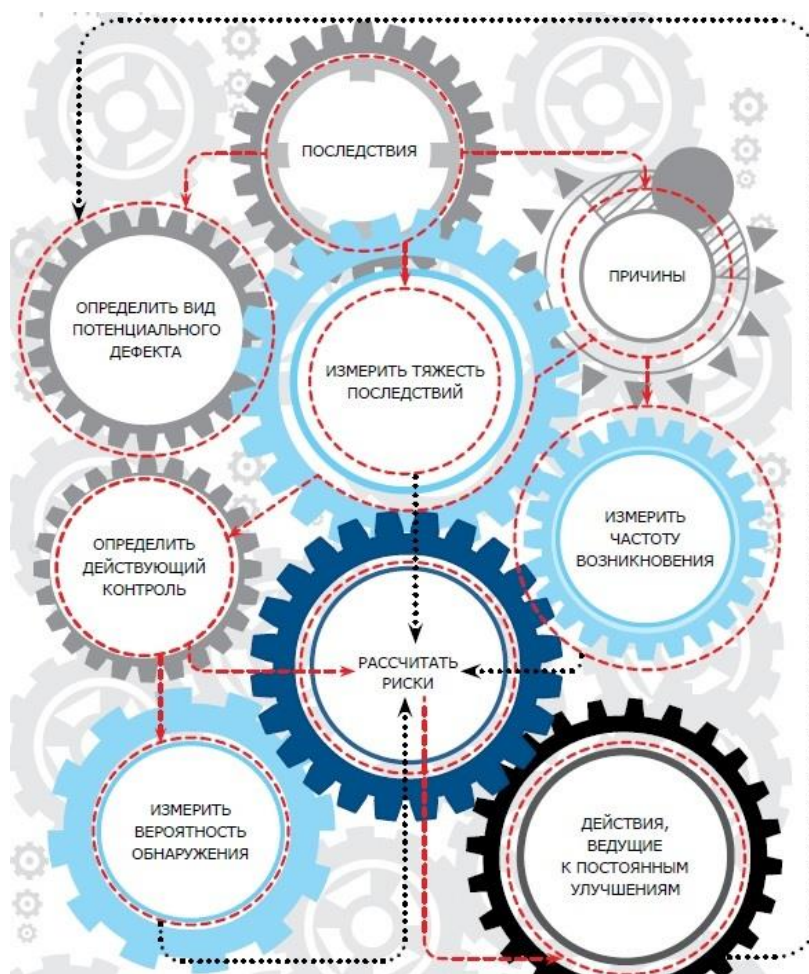


Рисунок 7 – Последовательность операций процесса FMEA

Существуют три основных случая, для которых необходимо разработать процесс FMEA, каждый из них со своим объемом или целью.

Случай 1: новая продукция, новая технология или новый процесс. FMEA-анализ по объему полностью охватывает всю конструкцию, технологию или процесс.

Случай 2: модификация существующей конструкции или процесса. FMEA должен фокусироваться на модификации конструкции или процесса, возможном взаимодействии вследствие модификации и задокументированной истории.

Случай 3: использование существующей конструкции или процесса в новом окружении, месте, в новой применимости или графике использования. FMEA-анализ должен быть сосредоточен на влиянии нового окружения, места или применимости на существующий продукт или процесс.

В случае FMEA конструкции анализ должен планироваться и выполняться одновременно с разработкой конструкции. Если он выполняется своевременно, FMEA может помочь в определении конструкторских решений. Польза от FMEA как от инструмента проектирования и в ходе процесса принятия решений зависит от эффективности и своевременности выявления проблем с конструкцией.

Хотя FMEA выявляет все виды отказов деталей, основное его преимущество состоит в раннем обнаружении тех видов отказов подсистем и систем, которые являются критическими и катастрофическими, с тем чтобы они могли быть устранены или сведены к минимуму путем модификаций конструкции или процесса, в случае FMEA процесса, на самом раннем этапе разработки.

Преимущества проведения FMEA

Анализ видов и последствий отказов предлагает документально оформленный метод для отбора конструкции, процесса производства или оборудования с высокой вероятностью достижения коэффициента успешности.

FMEA – это документально оформленный единый метод оценки механизмов потенциальных отказов, видов отказов и их влияния на работу системы,

результатом чего является перечень видов отказов, ранжированных в соответствии с серьезностью их влияния на систему и вероятностью возникновения.

Инструмент FMEA является эффективным методом оценки последствий предлагаемых изменений на конструкцию или производственный процесс. Он выступает в качестве важного критерия при планировании испытаний и проверок на ранних стадиях работы над продуктом.

Таким образом, при проведении анализа FMEA можно достичь сразу нескольких позитивных результатов:

- получить более совершенную конструкцию;
- высокую надежность продукта;
- повышенную безопасность;
- более высокую степень удовлетворения заказчика и снижение общих затрат на выпуск некачественной продукции.

Таблица 10 – Сравнение и сопоставление передовых методов и решений совершенствования СМК

Наименование метода	Достоинства	Недостатки	Применяемость метода
<p>FTA</p>	<p>1) предоставление точного, систематизированного и гибкого подхода позволяет анализировать разнообразные факторы, включая действия персонала и физические явления;</p> <p>2) применения подхода «сверху вниз» позволяет рассматривать воздействия тех отказов, которые непосредственно связаны с конечным событием;</p> <p>3) применение особенно целесообразно для анализа систем, допускающих подключение большого количества устройств и взаимодействие с ними (систем, имеющих множественные интерфейсы);</p> <p>4) графическое представление позволяет упростить понимание функционирования системы и рассматриваемых факторов,</p>	<p>1) неопределенность оценок вероятностей базисных события влияет на оценку вероятностей возникновения конечного события.</p> <p>Это может привести к высокому уровню неопределенности в ситуации, когда вероятность отказа для конечного события точно неизвестна, но достоверность оценок существенно выше для хорошо изученной системы;</p> <p>2) в некоторых ситуациях начальные события не связаны между собой, и порой трудно установить, учтены ли все важные пути к конечному событию. Например, недостаточное исследование всех источников возгорания может привести к неверной оценке риска возникновения пожара (конечного события). В этой ситуации анализ вероятностей дерева неисправностей с применением метода невозможен.</p>	<p>1) определение конечного события, которое необходимо проанализировать. Это может быть отказ или более общие последствия отказа. После того как последствия отказа проанализированы, в дерево неисправностей может быть включена часть, относящаяся к сокращению интенсивности и последствий отказа;</p> <p>2) идентификация возможных причин или видов отказов, приводящих к конечному событию, начиная с конечного события;</p> <p>3) анализ идентифицированных видов и причин отказа, приводящих к конечному событию, начиная с конечного события;</p>

Продолжение таблицы 10

Наименование метода	Достоинства	Недостатки	Применяемость метода
<p>FMEA</p>	<p>1) метод применим к видам отказов, связанных с ошибками персонала, нарушением работоспособности оборудования и работы систем программного обеспечения и процессов;</p> <p>2) метод позволяет идентифицировать виды отказов компонентов, причины этих отказов и их последствия для системы и представить их в удобной для пользователя форме;</p> <p>3) применение метода помогает избежать дорогостоящих модификаций оборудования при техническом обслуживании за счет идентификации и устранения проблем на ранних стадиях этапа проектирования;</p> <p>4) метод позволяет идентифицировать виды отказов в отдельной точке и установить требования к резервированию и системе безопасности;</p> <p>5) метод дает возможность получить входные данные для разработки программ мониторинга, предоставляя информацию о необходимых объектах мониторинга и их особенностях.</p>	<p>1) метод FMEA может быть использован только для идентификации отдельных отказов, а не их сочетания. Без адекватного контроля и специальной направленности, исследования могут быть трудоемкими и дорогостоящими;</p> <p>2) применение метода FMEA может быть трудоемким и длительным для сложных многоуровневых систем</p>	<p>1) при выборе из альтернативных вариантов проекта с высокой надежностью;</p> <p>2) для исследования всех видов отказов систем и процессов и их влияния на безотказность исследуемого объекта;</p> <p>3) для идентификации последствий ошибок персонала (влияние человеческого фактора);</p> <p>4) при планировании проверок (тестов) и технического обслуживания технических систем;</p> <p>5) для улучшения проектов процедур и процессов;</p> <p>6) для получения качественной или количественной информации для других методов анализа, таких как анализ дерева неисправностей.</p>

Продолжение таблицы 10

Наименование метода	Достоинства	Недостатки	Применяемость метода
SMED	<ul style="list-style-type: none"> – Снизить простои оборудования; – Сократить размеры производственных партий; – Сократить запасы незавершенного производства – межоперационные запасы деталей, материалов, полуфабрикатов; – Расширить ассортимент продукции. 	Потери времени на переналадку	<p>Преимущества быстрой наладки оборудования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – быстрая переналадка дает возможность производить продукцию малыми партиями; – малые партии дают возможность выравнивать производство по номенклатуре и объему; – малое время переналадки влияет на сокращение времени выполнения заказа; – сглаженное производство дает возможность быстро реагировать на постоянно меняющиеся запросы потребителей.
TPM	<ul style="list-style-type: none"> – снизить потери, связанные с простоями оборудования из-за поломок; – бесперебойная работа оборудования; – снизить потери на брак. 	<ul style="list-style-type: none"> – недостаточная управленческая квалификация большинства менеджеров в сфере промышленного производства; – использование традиционных подходов к организации ремонтов и об- служивания, не ориентированных на сокращение аварийных работ и производственных потерь; – непрозрачная система учета затрат на обслуживание и запасные части и др. 	<ul style="list-style-type: none"> – снижение и предотвращения потерь; – восстановление оборудования и исключение ненужных ремонтных работ.

Окончание таблицы 10

Наименование метода	Достоинства	Недостатки	Применяемость метода
Шесть сигм	<ul style="list-style-type: none"> – вынуждает персонал организации заново изучить способы выполнения работ, а не просто отлаживать существующие системы; – используемые в методологии статистические методы и методы повышения качества увязаны между собой, что обеспечивает простоту проведения и эффективность анализа. 	<p>В методологии «Шесть сигм» упускаются такие возможности для улучшения процесса, как сокращение непроизводительной деятельности, снижения времени ожидания, уменьшение запасов и транспортных расходов, оптимизация рабочих мест и др.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – выявить потенциальные дефекты, которые могут возникнуть при применении продукции или оказания услуг; – определять причины их появления; – выработать действия по устранению эти причин.

Выводы по разделу два

В разделе проведено сравнение и сопоставление передовых методов и решений производства организации: методы анализа дерева неисправностей, метод ТРМ, анализа видов и последствий отказов и видов, последствий и критичности отказов, метод «Шесть сигм», методы расчета затрат на качество, методы визуализации процессов, программные продукты последнего поколения.

Качественное улучшение состояния предприятия, следовательно, и конкурентоспособность достигаются при ТРМ за счет согласованного изменения двух факторов: развития профессиональных навыков и усовершенствования оборудования.

Таким образом, система ТРМ в настоящее время является наиболее перспективной и современной системой управления оборудованием. Бесперебойно работающее оборудование - одно из основных условий своевременного и качественного производства, что повышает степень удовлетворенности потребителя и, как следствие, ведет к росту конкурентоспособности предприятия.

3 РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА «ОСВОЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ «ТРМ» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЯ»

3.1 Описание процесса «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

Особенность метода ТРМ состоит в том, что на ее основе возможно плавная и плановая трансформации существующей системы обслуживания к более совершенной. С этой целью путь внедрения ТРМ удобно представить в виде

последовательности этапов, каждый из которых преследует вполне определенные цели и, главное, дает вполне ощутимый эффект:

- оперативный ремонт неисправностей – попытка усовершенствовать существующую систему обслуживания и найти ее слабые места;
- обслуживание на основе прогнозов – организация сбора сведений о проблемах оборудования и их последующего анализа.

Планирование предупредительного обслуживания оборудования;

- корректирующее обслуживание - усовершенствование оборудования в процессе обслуживания с целью устранения причин систематических неисправностей;
- автономное обслуживание - распределение функций по обслуживанию оборудования между эксплуатационным и ремонтным персоналом;
- непрерывное улучшение - обязательный атрибут любого инструмента бережливого производства. Фактически означает вовлечение персонала в деятельность по непрерывному поиску источников потерь эксплуатации и обслуживания, а также предложению методов их устранения.

Этап 1 Оперативный ремонт

На первом этапе внедрения ТРМ следует «выжать» все, что только возможно из существующей системы обслуживания. Это приводит к тому, что проявляются ее недостатки и становится очевидной необходимость перемен.

Начать, разумеется, следует с тотальной ревизии документов, регламентирующих деятельность по эксплуатации и ремонту. Попутно следует обратить внимание на то, какие виды работ выполняются стихийно или необоснованно, а какие возникли под воздействием объективной необходимости. Все виды работ следует регламентировать, указав ответственных лиц, временные рамки и основания для осуществления соответствующей деятельности.

Далее, необходимо проанализировать схему движения материальных потоков запасных частей и расходных материалов. На этом этапе следует

обратить внимание на удобство и скорость получения необходимых материалов со склада, а также механизм их доставки к месту обслуживания.

Основная цель данного этапа - систематизация существующего порядка обслуживания и ремонта оборудования, а также полное восстановление его функциональности.

Этап 2 Обслуживание на основе прогнозов

На большинстве предприятий в той или иной мере присутствует система профилактического обслуживания оборудования. В основном, в форме планово-предупредительных ремонтов (ППР). Основная идея ППР заключается в том, чтобы произвести необходимый ремонт или замену деталей до того, как неисправность оборудования приведет к остановке производства. В подавляющем большинстве случаев объем работ, выполняемых в ППР определяется паспортными характеристиками оборудования (на основании данных производителя) и дефектной ведомостью, которую формируют ремонтники, руководствуясь текущей ситуацией.

Однако, чтобы адекватно прогнозировать потребность в том или ином виде обслуживания мало просто владеть текущей ситуацией, надо еще и знать историю обслуживания и эксплуатации каждой единицы оборудования. Только из анализа истории можно почерпнуть закономерности появления тех или иных неисправностей.

Поэтому важно не только учитывать данные производителя, но и автономно собирать статистическую информацию о проблемах, анализировать ее и использовать для планирования работ по обслуживанию оборудования.

где ТО–1 – внешний осмотр;

ТО–2 – техническое обслуживание;

ТО–3 – ежемесячное обслуживание;

СО – сезонное обслуживание.

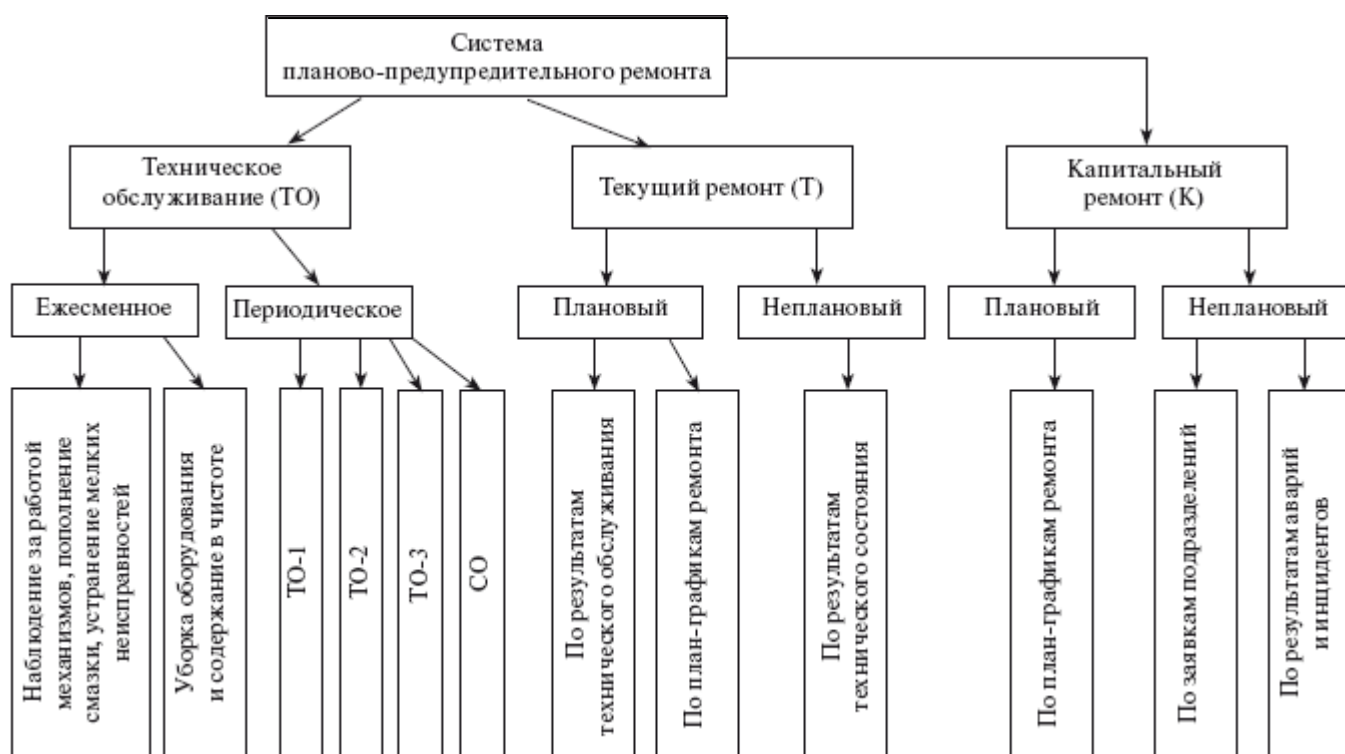


Рисунок 8 – Структура системы планово-предупредительного ремонта.

Этап 2.1 Корректирующее обслуживание

Поставщик любого оборудования рассчитывает на его эксплуатацию во вполне определенных условиях и с вполне определенной целью. В условиях реального предприятия не всегда имеется возможность точно следовать рекомендациям производителя. Для этого есть много причин: начиная от климатических условий и заканчивая рыночной конъюнктурой, которая заставляет модернизировать оборудование для расширения ассортимента. Так или иначе, оборудование не всегда может соответствовать требованиям конкретных условий, что, естественно должно привести к соответствующему изменению работ по обслуживанию оборудованию. В этом случае обслуживание должно включать в себя комплекс мероприятий, которые позволят оборудованию максимальным образом соответствовать условиям его эксплуатации. Фактически речь идет о совершенствовании оборудования, повышении его надежности, удобства эксплуатации и обслуживания. На этом этапе, в деятельность по выявлению путей совершенствования оборудования кроме ремонтников должен быть непосредственно вовлечен и эксплуатационный персонал.

Этап 2.2 Автономное обслуживание

Данный этап является наиболее сложным в процессе внедрения ТРМ, поскольку связан с непосредственным вовлечением эксплуатационного персонала в деятельность по обслуживанию оборудования. К этому шагу следует подойти очень осторожно, чтобы дополнительные функции были восприняты если уж не с энтузиазмом, то, по крайней мере, с осознанием их полезности. Вовлечению персонала в самостоятельное обслуживание оборудования обязательно должно предшествовать изучение принципов действия оборудования, его основных характеристик, возможных неисправностей и способов их диагностики. Соответственно должны быть пересмотрены должностные и рабочие инструкции персонала. Для облегчения автономного обслуживания необходимо использовать средства визуализации, напоминающие о необходимости обращать внимание на критические места и не забывать об их обслуживании. По окончании 4-го этапа, работники должны четко себе представлять - какие работы должны выполнять они, а для каких требуется присутствие квалифицированных специалистов ремонтных служб. Не менее важно участие персонала в сборе информации о состоянии оборудования. При этом не должно быть мелочей, на которые можно махнуть рукой. Любое изменение параметров оборудования, появление грязи, подтеков, запахов должно регистрироваться, а сведения должны доводиться до лиц, ответственных за анализ состояния оборудования.

Этап 2.3 Непрерывное улучшение

Деятельность по непрерывному улучшению в особых комментариях не нуждается. Это один из базовых принципов бережливого производства. Применительно к ТРМ это означает мотивацию работников на непрерывное повышение квалификации, поиск возможностей модернизации оборудования, повышение его ремонтпригодности и надежности. Кроме этого, систематической ревизии должна подвергаться и сложившаяся система ТРМ. Особое внимание при этом необходимо уделять способам взаимодействия служб, эффективности сбора информации о неисправностях, актуальности регламентирующей документации.

Система ТРМ не должна вступать в противоречие с нормами техники безопасности, охраны труда и экологии. Исходя из этих соображений, следует наметить общие направления совершенствования системы ТРМ и следовать им при определении задач для отдельных участков и подразделений.

Этап 2.4 Рабочие группы

Успешное внедрение метода всеобщего производительного обслуживания оборудования возможно лишь в случае систематической скоординированной деятельности всех производственных и ремонтных подразделений. Для объединения усилий и скоординированного их приложения следует организовать рабочую группу, которая будет отвечать за планирование деятельности и контроль результатов выполнения намеченных мероприятий.

3.2 Визуализация процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» на машиностроительном предприятии.

Таблица 11 – Схема процесса освоения системы «ТРМ» в условиях предприятия

Ответственность	Этапы процесса	Указания
<p>Начальник ОГМ/ОГЭ, Начальник ОМТСиК</p> <p>«Транснефть Финанс»</p> <p>ОГМ/ОГЭ</p> <p>Главный механик/энергетик</p> <p>ОМТС и К</p>	<pre> graph TD Start([Старт]) --> Step1[Заявка на приобретение ТО] Step1 --> Step2[Приобретение ТО] Step2 --> Dec1{Все в порядке?} Dec1 -- Нет --> OGME[ОГМ/ОГЭ] Dec1 -- Нет --> Factory[Завод изготовитель] OGME --> Step1 Factory --> Step1 Dec1 -- Да --> Step3[Постановка на учет ТО] Step3 --> Dec2{Все в порядке?} Dec2 -- Нет --> OGME Dec2 -- Нет --> Factory Dec2 -- Да --> Step4[Ввод в эксплуатацию] Step4 --> Step5[Планирование ТО и Р] Step5 --> Step6[Организация закупки материалов и комплектующих для эксплуатации и ремонта ТО] Step6 --> End[] </pre>	<p>1 Приобретение ТО осуществляется ОМТС и К на основании заявки от ОГМ/ОГЭ, а также по заявкам производства.</p> <p>2 Учет ТО, находящегося в эксплуатации осуществляет Транснефть Финанс</p> <p>3 Постановка ТО на учет осуществляется только при наличии ТД на оборудование. Контроль наличия ТД на оборудование осуществляет главный механик / главный энергетик. При отсутствии ТД на оборудование главный механик / главный энергетик подает заявку в ОМТСиК по произвольной форме на приобретение ТД у завода-изготовителя.</p> <p>4.1 Установка ТО производится согласно ТД на оборудование и планировке производственного участка, разработанного ПИЦ, ОГМ. На основании указанных документов подготавливается место установки оборудования, согласовываются вопросы, связанные с подводом электропитания, сжатого воздуха, вентиляции и дополнительного водоподведения, водоотведения и освещения с главным энергетиком.</p> <p>4.2 Монтаж и подключение вновь приобретенного ТО</p>

Продолжение таблицы 11

Ответственность	Этапы процесса	Указания
<p>ОГМ/ОГЭ</p> <p>Главный инженер, главный механик / главный энергетик, ведущий инженер ПИЦ / начальник цеха, представитель ООК.</p> <p>представитель ОГМ/ОГЭ, технолог цеха, начальник цеха, начальник ООК</p>	<pre> graph TD A[7. Проведение ТОиР] --> B[8. Приемка ТО из ремонта] B --> C[9. Расследование причин аварийного выхода из строя ТО] C --> D[10. Вывод ТО из эксплуатации и его консервация] D --> E[11. Контроль ТО на технологическую точность] E --> F([Конец]) </pre>	<p>проводятся силами ОГМ/ОГЭ и ремонтно-строительного отдела.</p> <p>Правильность монтажа и подключения контролирует главный механик / главный энергетик в соответствии с ТД на данное оборудование. При отсутствии замечаний со стороны АО СКБ «Турбина» ГД подписывает акт сдачи-приемки работ, после чего главный механик / главный энергетик передает акт в бухгалтерию.</p> <p>4.3 Транснефть Финанс, с привлечением главного механика / главного энергетика (при необходимости), оформляет на поступившее ТО необходимые бухгалтерские документы.</p> <p>4.4 Учет приобретенного ТО и паспортов на введенное в эксплуатацию ТО, поставляемые вместе с ТО</p> <p>4.5 После проведения работ по монтажу ТО, экономист ОГМ / ОГЭ подготавливает копии документации по эксплуатации ТО (из комплекта ТД на ТО) и обеспечивает ими производственные участки, на которых установлено ТО.</p> <p>5.1 Проект годового плана ТОиР составляет главный механик / главный энергетик до 1 декабря текущего года</p> <p>5.2 На основании</p>

Продолжение таблицы 11

Ответственность	Этапы процесса	Указания
		<p>утвержденного годового плана ТОиР и с учетом сложившейся ситуации по каждому цеху главный механик / главный энергетик разрабатывает до 22 числа проекты месячных планов-графиков технического обслуживания и ремонта ТО на следующий месяц</p> <p>6.1 Необходимость приобретения и номенклатуру материалов и комплектующих определяет главный механик / главный энергетик исходя из годовых и месячных планов ТОиР с учетом статистики о проблемах оборудования.</p> <p>6.2 За месяц до начала ППР от ОГМ/ОГЭ подаются заявки в ОМТСиК за подписью главного механика / главного энергетика.</p> <p>6.3 Материалы и комплектующие, поступающие на склад ОГМ/ОГЭ регистрируются в карточках учета материалов.</p> <p>7 Все виды ремонта проводятся как силами ОГМ / ОГЭ, так и силами подрядных организаций</p> <p>8 Прием оборудования из ремонта осуществляется в сроки, установленные планами ТОиР</p> <p>9 При аварийном выходе из строя ТО (поломка или повреждение ответственных узлов, механизмов и отдельных деталей) мастер производственного участка</p>

Окончание таблицы 11

Ответственность	Этапы процесса	Указания
		<p>обязан немедленно известить начальника цеха и главного механика / главного энергетика.</p> <p>10 Вывод ТО из эксплуатации производится в следующих случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – при замене устаревшего или выработавшего свой ресурс ТО; – при выходе из строя ТО и признании его неремонтопригодным; – если ТО не используется в производственном процессе и подлежит консервации. <p>11 Контроль точности оборудования осуществляют в следующих случаях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – при поступлении оборудования в подразделение перед вводом в эксплуатацию; – после капитального и среднего ремонта; – во внеплановом порядке; – при необходимости знать фактическую точность оборудования, занятого на наиболее ответственных операциях, по заявкам произвольной формы от структурных подразделений; – после длительного хранения перед эксплуатацией в производстве.

Для описания процесса «Освоения методологии ТРМ для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» разработан паспорт – самый удобный и дающий наиболее полную информацию, который приведен в таблице 12.

Таблица 12 – Паспорт «Освоения методологии ТРМ для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» на машиностроительном предприятии

Наименование процесса	«Освоения методологии ТРМ для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»
Код процесса	М СМК АО «РЭД» 8.5 – 2018
Цель процесса	Повышение технического обслуживания и ремонта технологического оборудования
Владелец процесса	Начальник отдела обеспечения качества
Ресурсы	Человеческие ресурсы, инфраструктура, производственная среда, финансовый поток
Управляющее воздействие	Политика в области качества, РК. Приказы и указания генерального директора. Нормативная и законодательная база, в т.ч. ГОСТ Р ИСО 9000. Распорядительная документация (распоряжения, план – график, служебные записки) Стратегический план предприятия. Бизнес-план потребителя.
Входы процесса	Установленное оборудование
Выходы процесса	Поддержание оборудования в работоспособном состоянии
Поставщики	Производственные цеха
Потребители	Производственные цеха
Оценочный показатель процесса	Коэффициент общей эффективности оборудования (K_o) – ($R_{то}$)
Критерии оценочного показателя	Комплексное значение $K_o \geq 100\%$, $R_{то} \geq 1$
Методы определения показателей процесса	Математические, сравнения, статистические.

3.3 Описание расчета общей эффективности оборудования (ОЭО)

Для того чтобы получить полный контроль над работоспособностью производственного оборудованием, необходимо коренным образом пересмотреть отношение к нему. Прежде всего, забота об оборудовании должна касаться не только ремонтную службу, но и производственный персонал. Это значит, что показатель эффективности использования оборудования должен стать определяющим для обеих структурных единиц. Несложные работы по профилактическому обслуживанию, мониторингу состояния, регистрации проблем оборудования могут быть возложены на эксплуатационных работников. Ведь кто как ни они большую часть времени используют оборудование по его прямому назначению. Именно они имеют возможность непрерывно наблюдать за его состоянием и своевременно предпринимать меры для предотвращения критических ситуаций. Вместе с тем, задача ремонтных служб - таким образом производить обслуживание, чтобы свести вероятность его поломки во время эксплуатации к бесконечно малой величине. Для этого следует непрерывно анализировать возникающие технические проблемы и использовать результаты анализа для планирования планово-предупредительных ремонтов в соответствии с потребностями обслуживания.

3.3.1 Измерение производительности фондов организации

3.3.1.1 Основным показателем системы ТРМ является коэффициент ОЭО в части времени простоев по неисправности оборудования.

3.3.1.2 Цель ОЭО снижение шести наиболее значительных причин потери эффективности оборудования, перечисленных в таблице 13.

Таблица 13 – Причины потери эффективности оборудования

Причина	Категория	Примечание
Поломка	Потери из-за простоев	Существует определенная свобода в том, что относить к поломкам, а что к мини-остановкам
Настройка	Потери из-за простоев	Включает смену и перенастройку инструментов

Окончание таблицы 13

Причина	Категория	Примечание
Мини-остановка	Потеря скорости	Обычно включает остановки на время меньшее, например, пяти минут
Снижение скорости	Потеря скорости	Все, что не позволяет процессу работать на максимально (теоретически) возможной скорости
Брак при запуске	Потеря качества	Брак, возникающий при прогреве, запуске и на прочих ранних стадиях производства
Брак при производстве	Потеря качества	Брак, возникающий при обычной работе производства

3.3.1.3 Применение ОЭО позволяет проследить, каково влияние текущей производительности отдельной единицы оборудования на эффективность работы целого производства. Наличие достоверных результатов измерения производительности фондов позволяет принимать взвешенные решения о капитальных вложениях, обеспечивающих более быстрый возврат инвестиций.

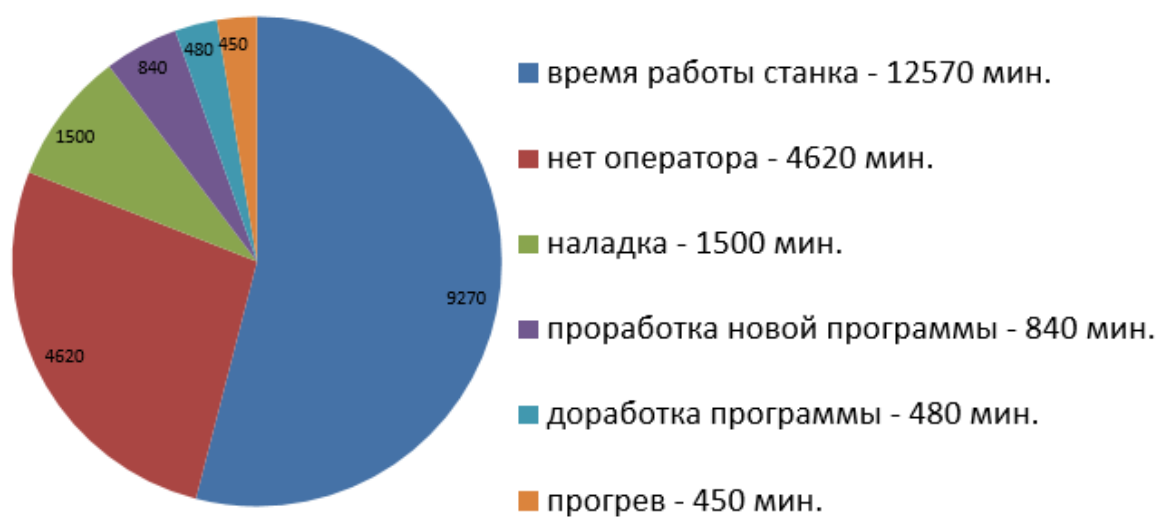
3.3.1.4 Для того чтобы получать показатель ОЭО, необходимо в каждую рабочую смену регистрировать переходы оборудования из рабочего в нерабочее состояние и наоборот. При этом должно фиксироваться время нахождения в том или ином состоянии.

3.3.1.5 Для анализа причины потерь, регистрация переходов из рабочего в нерабочее состояние и наоборот должна сопровождаться указанием их причин.

3.3.1.6 Чтобы сравнивать рабочие смены, технологические линии или участки по их вкладу в итоговый ОЭО, расчет показателя проводится с соответствующей выборкой данных — по сменам, линиям и т.д. (как правило, расчеты на разные периоды производства и т.д.). При этом лучший из всех показателей становится целевым значением для всех остальных смен, линий и т.д. в части контроля неисправности оборудования.



Рисунок 9 – График общей эффективности оборудования для станка OKUMA 600 за апрель 2018 г.



Максимально доступное время работы станка - 286 ч.
 Фактическое время работы станка - 155 ч. (54%)
 Простои - 132 ч. (46%)
 Среднее ОЕЕ за месяц - 54,02%

Рисунок 10 – Диаграмма показателей станка OKUMA 600 за апрель 2018 г.

После корректирующих действий, направленных на устранение причин потерь в результате поломок оборудования, осуществляется контроль их результативности, то есть оценка нового значения ОЭО в части недопущения новых неисправностей оборудования.

Таким образом, осуществляется непрерывный мониторинг ОЭО. Вся информация накапливается, хранится и доступна главному механику/энергетику для анализа в удобном виде – в виде гистограмм или графиков.

Форма расчета общей эффективности оборудования

Дата/Смена Оператор Станок/Участок

Брак			Общее время производства годной продукции				Остановки			Доступное время		
Вид	Кол-во	Всего	Тип	Количество	Время такта	Целевое время	Фактическое время	Категория	Время	Итого		
Окончат-й		0		1		0	661	нет заготовок	660	660	время работы	<input type="text" value="660"/> мин
Восстанов-й						0					Перерывы	<input type="text" value=""/> мин
						0					=	
						0					Дост. Время	<input type="text" value="660"/> мин
						0						
						0						
						0						
Другой						0		Другие				

Всего брак <input type="text" value="0"/>	Всего <input type="text" value="1"/>	Всего <input type="text" value="0"/>	Всего <input type="text" value="661"/>	Всего <input type="text" value="660"/>
+				
Всего годной <input type="text" value="1"/>				
=				
Всего изготовлено <input type="text" value="1"/>				

<input type="text" value="1"/> Кач	<input type="text" value="0"/> Целевое	<input type="text" value="1"/> Факт	<input type="text" value="1"/> время работы
÷	÷	÷	÷
<input type="text" value="1"/> Всего	<input type="text" value="0"/> Факт	<input type="text" value="1"/> Факт	<input type="text" value="660"/> Доступ. Вр.
=	=	=	=
<input type="text" value="1.00"/> x100=	<input type="text" value="0.00"/> x100=	<input type="text" value="0.00"/> x100=	<input type="text" value="0.00"/> x100=
<input type="text" value="100.00"/> % Q	<input type="text" value="0.00"/> % S	<input type="text" value="0.15"/> % A	<input type="text" value="0.00"/> % O.E.E.

$1.00 \times 0.00 \times 0.00 \times 100 = 0.00$

Рисунок 11 – Форма расчета общей эффективности оборудования за один день

3.3.1.7 При анализе выполнения графика ППР и соотнесения его с количеством простоев за этот же период по неисправности оборудования, а также сравнения с аналогичными показателями предыдущих периодов сделать вывод о качестве выполняемых работ по ТО–2, ТО–3.

В случае неудовлетворительного результата внести корректирующие мероприятия в ТО–2, ТО–3.

Таблица 14 – Измерение TPM

Персонал		Оборудование		Предприятие	
Цель	Как измерить	Цель	Как измерить	Цель	Как измерить
Облегчение труда	Динамика количества выпущенных изделий за ед. времени	Повышение доступного времени для использования станков	Расчет доступного времени ежемесячно	Повышение уровня удовлетворенности клиентов	Анкетирование по параметрам цена, качество, сроки поставки
Исключение излишней работы	Время на исправление дефектов	Повышение стабильности работы оборудования	Количество дефектов на объем	Повышение прибыли от вложений в ОС	Рентабельность на вложенный капитал
	Количество отклонений от техпроцесса		Количество простоев по подналадкам	Снижение PPM	PPM
Улучшение психологического климата	Анкетирование	Очистка, окраска, устранение источников загрязнений; увеличение срока службы оборудования	Срок межремонтного обслуживания оборудования	Повышение эффективности оборудования	
	Количество кайдзен-предложений		Средний период времени между поломками (MTBF)	Повышение эффективности и работы сотрудников	Выработка на одного рабочего
Повышение эффективности обслуживающего персонала	MTTR - время на ремонт (mean time to repair)	ОЗО = Готовность оборудования*Производительность*Качество MTTR = Общее время простоев из-за поломок/количество поломок MTBF = Доступное время/количество поломок PPM = Число изделий, имеющих несоответствия за конкретный период/Число изделий, поставленных поставщиком за этот период*1000000			

3.4 Расчет коэффициента общей эффективности оборудования.

3.4.1 Коэффициент общей эффективности оборудования (K_o)

$$K_o = K_d \cdot K_{Пp} \cdot K_K, \% \quad (6)$$

где K_d – коэффициент использования планового фонда рабочего времени.

$$K_d = (T_{Экспл} - T_{Пря}) / T_{Экспл}, \% \quad (7)$$

где $K_{Пp}$ – коэффициент интенсивности, учитывает полноту использования возможностей оборудования по скорости обработки

$$K_{\text{Пр}} = (T_{\text{Ц}} - Q_{\text{Пр}})/T_{\text{Раб}}, \%, \quad (8)$$

где $K_{\text{К}}$ – коэффициент уровня качества, учитывает процент получения годных изделий

$$K_{\text{К}} = (Q_{\text{Пр}} - Q_{\text{Брак}})/Q_{\text{Пр}}, \%, \quad (9)$$

где $T_{\text{Экспл}}$ – плановое время эксплуатации оборудования за период, в часах;

$T_{\text{Пр}}$ – фактический простой оборудования за период, в часах;

$T_{\text{Раб}}$ – фактическое время эксплуатации оборудования за период, в часах.

$$T_{\text{Раб}} = T_{\text{Экспл}} - T_{\text{П}}, \%, \quad (10)$$

где $T_{\text{Ц}}$ – время цикла работы оборудования для производства ед. продукции;

$Q_{\text{Пр}}$ – количество произведенных единиц продукции за период, в шт.;

$Q_{\text{Брак}}$ – количество брака и доработок за период, в шт.

3.4.2 Простои технологического оборудования ($T_{\text{П}}$).

Простои технологического оборудования состоят из 8 основных видов потерь:

- потери при запуске;
- потери из-за поломок оборудования по вине ремонтного персонала;
- потери по вине оператора (наладчика);
- потери при переналадке инструмента и оснастки;
- потери вследствие брака и переделок;
- потери из-за снижения производительности;
- потери от приостановок и холостого хода;
- потери производственного характера (организационные).

3.4.3 Результаты расчета общей эффективности оборудования:

– менее 50% – оборудование эксплуатируется неэффективно, необходим анализ причин и разработка мероприятий по повышению эффективности работы оборудования;

– от 50 до 65% – оборудование эксплуатируется удовлетворительно, если результаты по итогам квартала улучшаются;

– более 65% – хорошо;

– более 75% – отлично;

– более 80% – требуется проверка для определения корректности расчетов.

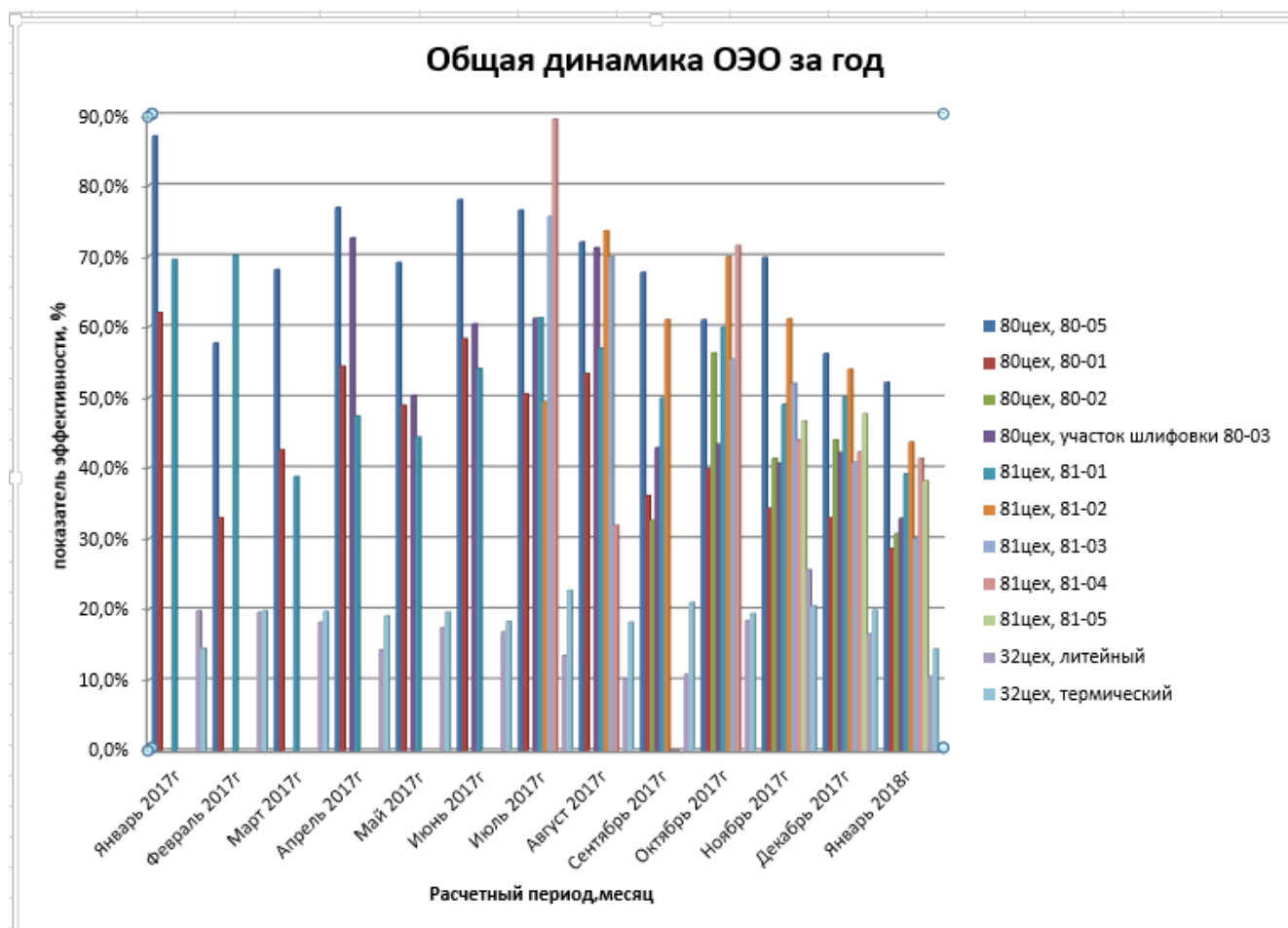


Рисунок 11 – Диаграмма расчета общей эффективности оборудования

3.4.4 Показатель R_3 характеризует степень выполнения зависящих от вида деятельности организации

$$R_3 = \frac{\sum_{i=1}^{12} \lambda_i \times U_i}{\sum_{i=1}^4 \lambda_i}, \text{ ед.} \quad (11)$$

где λ – весовой коэффициент показателя;

U_1 – доля технологического оборудования, проведения проверки на технологическую точность;

U_2 – доля технологического оборудования, проведения наладочных и ремонтных работ .

$$R_3 = \frac{2}{2} = 1. \quad (12)$$

Выводы по разделу три

Разработана структура системы проведения планово-предупредительного ремонта оборудования, выполнена визуализация процесса, рассчитан

коэффициент общей эффективности оборудования, разработан паспорт процесса «Освоения методологии ТРМ для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» на машиностроительном предприятии.

4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА «ОСВОЕНИЕ МЕТОДОЛОГИИ ТРМ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЯ»

Стандарты организации играют значительную роль в функционировании любого предприятия, поэтому к разработке каждого стандарта нужно подходить индивидуально, учитывая специфику предприятия.

Одним из результатов выпускного квалификационного проекта является разработка стандарта организации М СМК АО «РЭД» 8.5–2018 «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения», в которой установлены общие требования к организации и порядку осуществления процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» на машиностроительном предприятии. Стандарт приведен в приложении А.

Нормативной базой разработанного стандарта является ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9000, ГОСТ Р 53480, ГОСТ Р 56020, ГОСТ Р 56407, ГОСТ 3.1109, ГОСТ 9.014, ГОСТ 8-82 и ГОСТ 18322

Главной целью разработанного стандарта является – техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования, разработка мероприятий по улучшению качества обслуживания оборудования с помощью методологии «ТРМ».

Стандарт содержит следующие разделы:

- 1 «Область применения»;
- 2 «Нормативные ссылки»;
- 3 «Термины и определения, сокращения и обозначения»;

- 4 «Основные положения»;
- 5 «Требования»;
- 6 «Ответственность»;
- 7 «Хранение».

Помимо этого в стандарт входит 11 приложений – форма ведомости оборудования, подлежащего периодическому контролю на технологическую точность, форма плана технического обслуживания и ремонта, форма плана-графика ТОиР на месяц, форма журнала учета сдачи оборудования в ремонт и приема его из ремонта, форма таблицы учета технического обслуживания и фиксации аварийных ситуаций, стандарт автономного обслуживания оборудования, форма протокола проверки оборудования на технологическую точность, карта смазки, форма аварийного акта, форма чек-листа для расчета общей эффективности оборудования, расчет общей эффективности оборудования.

Разработанный стандарт распространяется на организацию процесса «Освоения методологии ТРМ для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» на машиностроительном предприятии, порядок его проведения и оформления и предназначена для применения во всех структурных подразделениях, осуществляющих данный процесс.

4.1 Целью внедрения ТРМ является устранение хронических потерь:

- выход из строя оборудования;
- высокое время переналадки и юстировки;
- холостой ход и мелкие неисправности;
- снижение быстродействия (скорости) в работе оборудования;
- дефектные детали;
- потери при вводе в действие оборудования.

4.2 Достижение поставленной цели обеспечивается путем решения следующих задач:

- приобретение и учет ТО;
- ввод ТО в эксплуатацию;

- планирование ТОиР;
- организация закупки материалов и комплектующих для эксплуатации и ремонта ТО;
- проведение ТОиР;
- межремонтное обслуживание;
- приемка ТО из ремонта;
- расследование причин аварийного выхода из строя ТО;
- вывод ТО из эксплуатации и его консервация;
- контроль ТО на технологическую точность;
- взаимодействие с контролирующими органами.

Вывод по разделу четыре

В этом разделе приведены результаты разработки методики организации «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения», в которой установлены общие требования к организации и порядку осуществления процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» на машиностроительном предприятии. Разработан стандарт внедрена на предприятии.

5 РИСК – МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССА «ОСВОЕНИЯ МЕТОДОЛОГИИ «ТРМ» ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ИЗМЕРЕНИЯ»

5.1 Виды и причины возникновения риска в процессе «освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

Для того чтобы получить полный контроль над работоспособностью производственного оборудованием, необходимо коренным образом пересмотреть

отношение к нему. Прежде всего, забота об оборудовании должна касаться не только ремонтную службу, но и производственный персонал.

Это значит, что показатель эффективности использования оборудования должен стать определяющим для обеих структурных единиц. Несложные работы по профилактическому обслуживанию, мониторингу состояния, регистрации проблем оборудования могут быть возложены на эксплуатационных работников. Ведь кто как ни они большую часть времени используют оборудование по его прямому назначению.

Именно они имеют возможность непрерывно наблюдать за его состоянием и своевременно предпринимать меры для предотвращения критических ситуаций. Вместе с тем, задача ремонтных служб - таким образом производить обслуживание, чтобы свести вероятность его поломки во время эксплуатации к бесконечно малой величине.

Для этого следует непрерывно анализировать возникающие технические проблемы и использовать результаты анализа для планирования планово-предупредительных ремонтов в соответствии с потребностями обслуживания.

Таблица 15 – Перечень внутренних рисков потерь эффективности оборудования

Наименование риск	Причины риска	Факторы возникновения	Вид риска по классификации
1 Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	Невыполнение контрактных обязательств со стороны поставщика	Человеческий	Политические
	Прекращение выпуска ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования, замена на более модернизированные	Производственный	Коммерческие
2 Некачественный ремонт оборудования	Ошибки при анализе фактического состояния технологического оборудования.	Человеческий	Профессиональные
	Нарушение правил проведения ремонта оборудования.	Человеческий	Профессиональные
3 Внеплановые простои оборудования	Отключение электроэнергии.	Технико-производственный	Профессиональные
	Несоблюдение графика ППР	Производственный	Профессиональные
4 Нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников	Расположение станков и вспомогательного инструмента без соблюдения норм техники безопасности. Наличие вблизи рабочего места посторонних предметов.	Человеческий	Профессиональные
	Отсутствие вентиляции в цехе. Несоблюдение температурного режима в цехе.	Производственный	Профессиональные
5 Отсутствие технологической информации	Отсутствие специально отведенного места для хранения КД и ТД	Человеческий	Профессиональные

Продолжение таблицы 15

Наименование риск	Причины риска	Факторы возникновения	Вид риска по классификации
6 Низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП	Аттестация сотрудников имеет формальный характер. Некорректно составлен план обучения персонала.	Человеческий	Профессиональные
7 Физический износ технологического оборудования	Ошибки при эксплуатации. Работа оборудования сверх нормативного времени	Производственный	Коммерческие
8 Аварийная остановка оборудования	Износ оборудования	Производственный	Коммерческие
	Несоблюдение правил техники безопасности	Человеческий	Экологические
	Недостаточность опыта работы и квалификации персонала	Человеческий	Профессиональные

5.3 Описание методов оценки рисков для процесса «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

Оценка риска может быть выполнена с различной степенью глубины и детализации с использованием одного и нескольких методов разного уровня сложности.

При выборе метода оценки риска необходимо учитывать, что метод должен:

- 1 соответствовать рассматриваемой ситуации предприятия;
- 2 представлять результаты в форме, способствующей повышению осведомленности о виде риска и способах его обработки;
- 3 обеспечивать прослеживаемость, воспроизводимость и верификацию процесса и результатов.

Должно быть приведено обоснование выбора метода оценки риска с указанием их приемлемости и пригодности.

На выбор метода влияют:

- 1 сложность проблемы и методов, необходимых для анализа риска;
- 2 характер и степень неопределенности оценки риска, основанной на доступной информации и соответствии целям;
- 3 необходимые ресурсы;
- 4 возможность получения количественных оценок выходных данных.

На основании изложенных выше рисков можно подобрать следующие методы оценки:

- анализ дерева неисправностей (FTA);
- анализ видов и последствий отказов и анализ видов, последствий и критичности отказов;
- метод экспертных оценок для определения уровня риска.

5.3.1 Анализ дерева неисправностей (FTA)

Анализ дерева неисправностей FTA – метод идентификации и анализа факторов, которые могут способствовать возникновению исследуемого нежелательного события (называемого конечным событием). С помощью дедукции исследуемые факторы идентифицируют, выстраивают их логическим образом и представляют на диаграмме в виде дерева, которое отображает эти факторы и их логическую связь с конечным событием.

Факторами, указанными в дереве неисправностей, могут быть события, связанные с отказами компонентов компьютерного оборудования, ошибками человека или другими событиями, которые могут привести к нежелательному событию.

Область применения: метод дерева неисправностей может быть использован для определения качественной оценки при идентификации причин отказа и путей, приводящих к конечному событию, и количественной оценки при вычислении вероятности конечного события, если известны значения вероятностей начальных событий.

Данный метод может быть использован на стадии проектирования системы для идентификации причин отказа, и, следовательно, выбора варианта проекта. Метод FTA может быть использован на стадии производства для идентификации видов основных отказов и относительной значимости путей, приводящих к конечному событию. Дерево неисправностей может быть также использовано для анализа сочетания событий, приведшего к возникновению исследуемого отказа.

Входные данные: для качественного анализа необходимо хорошее знание системы и понимание причин отказа, а также понимание того, как система может выйти из строя. Для анализа полезно использование детальных схем дерева неисправностей.

Для проведения количественного анализа необходимы данные об интенсивности или вероятности отказа всех основных событий, указанных в дереве неисправностей.

Процесс выполнения метода:

Выделяют следующие этапы разработки диаграммы дерева неисправностей:

1 определение конечного события, которое необходимо проанализировать. Это может быть отказ или более общие последствия отказа. После того как последствия отказа проанализированы, в дерево неисправностей может быть включена часть, относящаяся к сокращению интенсивности и последствий отказа;

2 идентификация возможных причин или видов отказов, приводящих к конечному событию, начиная с конечного события;

3 анализ идентифицированных видов и причин отказа для определения того, что конкретно привело к отказу;

4 последовательная идентификация нежелательного функционирования системы с переходом на более низкие уровни системы, пока дальнейший анализ не станет нецелесообразным. В технической системе это может быть уровень отказа компонентов. События и факторы на самом низком уровне анализируемой системы называют базисными событиями;

5 оценка вероятности базисных событий (если применимо) и последующий расчет вероятности конечного события. Для обеспечения достоверности количественной оценки следует показать, что полнота и качество входных данных для каждого элемента достаточны для получения выходных данных необходимой достоверности. В противном случае дерево неисправностей недостаточно достоверно для анализа вероятности, но может быть полезным для исследования причинно-следственных связей.

Выходные данные:

Выходными данными анализа дерева неисправностей являются:

1 наглядное представление путей возникновения конечного события и взаимодействующих путей в ситуации, когда одновременно могут произойти два или более событий;

2 набор минимальных сечений (возникновения путей отказа системы) и оценка вероятности отказа системы для каждого сечения;

3 оценка вероятности конечного события.

Преимущества и недостатки:

Преимуществами ФТА являются следующие:

1 предоставление точного, систематизированного и гибкого подхода позволяет анализировать разнообразные факторы, включая действия персонала и физические явления;

2 применение подхода "сверху вниз" позволяет рассматривать воздействия тех отказов, которые непосредственно связаны с конечным событием;

3 применение особенно целесообразно для анализа систем, допускающих подключение большого количества устройств и взаимодействие с ними (систем, имеющих множественные интерфейсы);

4 графическое представление позволяет упростить понимание функционирования системы и рассматриваемых факторов, но поскольку древовидные схемы зачастую весьма громоздки, их обработка может потребовать применения компьютерных программ, что обеспечивает возможность рассмотрения более сложных логических взаимосвязей (например, с использованием логических операций "и-не" и "не-и"), но при этом затрудняет верификацию дерева неисправностей;

5 логический анализ дерева неисправностей и определение набора минимальных сечений полезны при идентификации простых путей отказа в сложных системах, где комбинации событий могут привести к возникновению конечного события.

Недостатками метода являются следующие:

1 неопределенность оценок вероятностей базисных событий влияет на оценку вероятности возникновения конечного события. это может привести к высокому уровню неопределенности в ситуации, когда вероятность отказа для конечного события точно неизвестна, но достоверность оценок существенно выше для хорошо изученной системы;

2 в некоторых ситуациях начальные события не связаны между собой, и порой трудно установить, учтены ли все важные пути к конечному событию. например, недостаточное исследование всех источников возгорания может

привести к неверной оценке риска возникновения пожара (конечного события). в этой ситуации анализ вероятности с применением метода fta невозможен;

3 дерево неисправностей является статичной моделью, в которой фактор временной зависимости не учитывают;

4 дерево неисправностей может быть применено только к бинарным состояниям (работоспособному/неработоспособному);

5 несмотря на то что ошибки человека могут быть учтены в схеме дерева неисправностей на качественном уровне, несоответствия степени и качества, часто характеризующие ошибки человека, в дереве неисправностей учесть достаточно сложно;

6 дерево неисправностей не позволяет легко учесть и исследовать цепные реакции (эффект домино) и условные отказы.

1.2 Анализ факторов риска машиностроительного предприятия с использованием метода FTA

Физический износ характеризуется утратой оборудованием своих первоначальных качеств. Это вызывает уменьшение точности работы оборудования, снижение скорости его работы. Физический износ оборудования является причиной увеличения доли бракованных изделий, увеличения времени простоя оборудования по техническим причинам, перерасхода основных и вспомогательных материалов, простоев в связи с авариями, что в конечном итоге ведет к росту себестоимости продукции.

В ходе анализа рисков наибольшую опасность представляет риск: физический износ технологического оборудования. В результате проведения методики FTA были выявлены причины и подпричины, влияющие на появления данной опасности.

На основе проведения данного метода можно сделать вывод о том, для устранения риска физический износ технологического оборудования нужно воздействовать на причины первого порядка. Основными первопричинами является:

1 отсутствие квалифицированного персонала и халатность сотрудников к выполнению своих обязанностей;

2 отсутствие оформленных заявок на приобретение недостающих комплектующих, смазочных жидкостей и тд;

3 несоблюдение планов ППР.

3.3 Меры предупреждения и уменьшения рисков

Отсутствие желания у рабочих проходить обучение для повышения квалификации, а также халатное отношение к выполнению работы, требует пересмотр системы мотивации на машиностроительном предприятии

Для повышения мотивации рабочих и низкоквалифицированного персонала система может включать в себя:

1 установление персональных окладов. Размер зарплаты зависит и от разряда: высококлассные специалисты получают больше.

2 социальные блага должны быть одинаковыми для всех членов трудового коллектива. Это могут быть материальная помощь к отпуску, выдача фирменной одежды и обуви, оплата оздоровительных услуг для сотрудников;

3 участие в жизни коллектива наравне с менеджерами и специалистами (единая рабочая форма одежды, участие рабочих в мероприятиях наравне с руководством, специалистами);

4 коллективная форма премирования. Если бригада справилась с задачей, то все рабочие получают ценные подарки, грамоты, премии.

На машиностроительном предприятии существует проблема отсутствия и утеря заявок на приобретение сырья и комплектующих. Заявка в КО оформляется в письменном виде начальником ПК или начальником ЭМО. Предлагается ввести на предприятии систему электронных заявок, с заранее разработанной формой заполнения, которые напрямую попадают в базу КО. Заявка оформляется сразу же после обнаружения малого количества необходимого для производства и ремонта материалов и оборудования.

Для предупреждения физического износа оборудования и снижения экстренного обслуживания и ремонта оборудования, следует строго соблюдать

ППР. План проведения ремонта технологического оборудования был составлен с нарушениями.

Для соблюдения мероприятий и сроков ППР, должны учитываться следующие моменты:

1 разрабатываемый план планово-предупредительных ремонтов в обязательном порядке должен быть согласован с планами производства, планами реализации, а также плановыми запасами готовой продукции на складе предприятия.

2 при напряженных плановых заданиях текущий ремонт и наладка оборудования могут выполняться в вечернее и ночное время.

3 для равномерности загрузки ремонтного персонала в течение года график ремонта корректируется таким образом, чтобы объем работ в нормо-часах по месяцам был примерно одинаковым. Для этого часть ремонтных работ из месяца со значительным превышением объема в нормо-часах переносится на месяцы с недогрузкой рабочих по сравнению с располагаемым месячным фондом времени.

4 время выполнения ремонтных работ можно сократить за счет использования узлового метода ремонта. При этом на предприятии создается запас готовых к установке или отремонтированных агрегатов. При выходе из строя соответствующего узла он просто заменяется на аналогичный отремонтированный, а поврежденный агрегат отправляется в ремонт.

5.3.2 Анализ видов и последствий отказов и анализ видов, последствий и критичности отказов (FMEA)

Анализ видов и последствий отказов (FMEA) является методом, используемым для идентификации способов отказа компонентов, систем или процессов, которые могут привести к невыполнению их назначенной функции.

Метод FMEA помогает идентифицировать:

1 все виды отказов различных частей и компонентов системы (видами отказа могут быть скрытый отказ, конструктивный отказ, производственный отказ и т. д.,

которые приводят к нарушению работоспособного состояния частей и/или компонентов системы);

2 последствия отказов для системы;

3 механизмы отказа;

4 способы достижения безотказной работы и/или смягчения последствий для системы.

Расширенной версией метода FMEA является FMESA, позволяющий оценить критичность и значимость каждого идентифицированного вида отказа.

Анализ критичности обычно является качественным или смешанным, но может быть количественным при использовании показателя фактического процента отказов.

В зависимости от объекта исследования выделяют несколько вариантов метода: FMEA проекта или продукции, FMEA процесса, применяемый для анализа производственных и сборочных процессов, FMEA системы, FMEA услуги и FMEA программного обеспечения.

Метод FMEA/FMESA может быть применен на стадиях проектирования, производства и эксплуатации производственной системы.

Однако для повышения надежности внесение изменений на стадии проектирования системы является более эффективным. Методы FMEA и FMESA также могут быть применены к процессам и процедурам. Например, эти методы применяют для выявления возможности медицинских ошибок и дефектов в процессе технического обслуживания [6].

Методы FMEA/FMESA могут быть использованы:

1 при выборе из альтернативных вариантов проекта с высокой надежностью;

2 для исследования всех видов отказов систем и процессов и их влияния на безотказность исследуемого объекта;

3 для идентификации последствий ошибок персонала (влияние человеческого фактора);

4 при планировании проверок (тестов) и технического обслуживания технических систем;

5 для улучшения проектов процедур и процессов;

6 для получения качественной или количественной информации для других методов анализа, таких как анализ дерева неисправностей.

Результаты методов FMEA и FMESA могут быть использованы в качестве качественных и количественных входных данных для других методов исследований, таких как анализ дерева неисправностей.

Для выполнения методов FMEA и FMESA необходима подробная информация об элементах системы, достаточная для анализа способов и путей развития отказа каждого элемента. Для детального применения метода FMEA к проекту элемент системы может быть рассмотрен на уровне его компонентов, в то время как для FMEA системы в целом элементы системы могут быть определены на укрупненном уровне (в виде блоков и подсистем).

Информация может включать:

1 чертежи и блок-схемы анализируемой системы и ее компонентов или этапы процесса;

2 информацию о функционировании каждого этапа процесса или компонента системы;

3 подробное описание экологических и других параметров, которые могут влиять на функционирование системы;

4 сведения о результатах отказов;

5 хронологические данные об отказах, включая доступные данные об интенсивности отказов.

Процесс FMEA включает в себя следующие основные этапы:

1 определение области применения и целей исследования.

2 формирование рабочей группы.

3 изучение системы/процесса, для которых применяют метод FMESA.

4 деление системы на компоненты или этапы;

5 определение функции каждого этапа или компонента.

6 определение для каждого компонента или этапа:

– возможных отказов и их причин;

- механизмов, приводящих к данным видам отказа;
- последствий отказов;
- уровень безопасности или разрушительности последствий отказа;
- способы обнаружения отказа.

7 идентификация особенностей проекта, позволяющих компенсировать отказ.

При выполнении метода FMECA рабочая группа дополнительно классифицирует каждый из идентифицированных видов отказа в соответствии с его критичностью.

Существует несколько способов выполнения анализа критичности отказов.

Общепринятый метод включает определение:

- 1 показателя критичности вида отказа;
- 2 уровня риска;
- 3 ранга приоритетности риска.

Модель критичности вида отказа есть мера возможности того, что исследуемый вид отказа компонента приведет к отказу системы в целом. Критичность отказа определяют, как произведение вероятности последствий отказа на интенсивность вида отказа и на время функционирования системы.

Данную формулу часто применяют к отказам оборудования в ситуации, когда каждый из этих показателей может быть определен количественно, и виды отказа имеют одинаковые последствия.

Уровень риска определяют, как сочетание последствий вида отказа и вероятности данного отказа. Уровень риска может быть использован в ситуации, когда последствия разных видов отказа различны, и применим к системам и процессам, связанным с оборудованием. Уровень риска может быть представлен в качественном, смешанном или количественном виде.

Ранг приоритетности риска (RPN) является смешанной мерой критичности отказа, его рассчитывают путем умножения ранга значимости последствий отказа (обычно от 1 до 10) на вероятность отказа и возможность выявления проблемы. Если отказ трудно обнаружить, то ему обычно уделяют больше внимания и придают первостепенное значение. Этот метод используют чаще всего в процессе

обеспечения качества.

С момента идентификации видов отказа и механизмов их возникновения следует определить и внедрить корректирующие действия для наиболее существенных видов отказа.

Результаты выполнения метода FMEA должны быть документированы в виде отчета, который должен содержать:

- 1 подробное описание исследованной системы;
- 2 способы, использованные для выполнения анализа;
- 3 предположения, сделанные в процессе выполнения анализа;
- 4 источники данных;
- 5 полученные результаты, включая заполненные контрольные листы;
- 6 критичность (если требуется) и методы, использованные для ее определения;
- 7 рекомендации для дальнейших исследований, изменения проекта или особенности, которые необходимо включить в планы проверок, испытаний и т. д.

Система может быть повторно оценена в другом цикле FMEA, после того как все необходимые действия по проведению анализа будут завершены.

Первичными выходными данными метода FMEA являются перечень видов отказа, механизмов возникновения отказа и его последствий для каждого компонента системы или этапа процесса (которые могут включать в себя информацию о вероятности отказа). К выходным данным также относят информацию о причинах и последствиях отказа для системы в целом. Выходные данные метода FMECA включают результаты ранжирования значимости отказов на основе оценки вероятности отказа системы, уровня риска возникновения данного вида отказа или комбинации уровня риска и «возможности обнаружения» вида отказа.

Метод FMECA может быть полезен для получения количественных выходных данных при использовании количественных данных об интенсивности отказов и их последствиях.

Преимущества метода FMEA/FMECA:

1 метод применим к видам отказов, связанных с ошибками персонала, нарушением работоспособности оборудования и работы систем программного обеспечения и процессов.

2 метод позволяет идентифицировать виды отказов компонентов, причины этих отказов и их последствия для системы и представить их в удобной для пользователя форме.

3 применение метода помогает избежать дорогостоящих модификаций оборудования при техническом обслуживании за счет идентификации и устранения проблем на ранних стадиях этапа проектирования.

4 метод позволяет идентифицировать виды отказов в отдельной точке и установить требования к резервированию и системе безопасности.

5 метод дает возможность получить входные данные для разработки программ мониторинга, предоставляя информацию о необходимых объектах мониторинга и их особенностях.

Недостатки метода:

1 метод FMEA/FMECA может быть использован только для идентификации отдельных отказов, а не их сочетания. Без адекватного контроля и специальной направленности, исследования могут быть трудоемкими и дорогостоящими.

2 применение метода FMEA/FMECA может быть трудоемким и длительным для сложных многоуровневых систем.

При разработке стандарта на предприятии составлена матрица FMECA и ее анализ (таблица 16).

Таблица 16– Матрица FMECA

Код несоответствия	Наименования несоответствия/риска	Вид несоответствия	Возможные причины появления несоответствия/риска	Последствия несоответствия/риска	Способы и средства обнаружения несоответствия/риска	Рекомендации по предупреждению (снижению) тяжести несоответствия/риска
1П	Внеплановые простои оборудования	Производственный	Внеплановый ремонт, нет задания на изготовление деталей	Оператор оборудования не выработывает нормочасы	Проведение FMEA, FTA	Оператору следить за состоянием оборудования, ПДС следить за загруженность оборудования
2О	Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	Организационный	Плохая организация работы ОМКСиК с поставщиками	Простои оборудования, срыв плана производства	Проведение FMEA, FTA	Выбирать ответственных поставщиков
1С	Уход специалистов – носителей ценных (уникальных) знаний	Социальный	Организационная культура направлена на обучение, взаимообучение и обмен знаниями	Долгое (или невозможное) восстановление знаний	Проведение FMEA, FTA	Создание условий, стимулирующих обмен знаниями, активность в создании новых

На основе ГОСТ 27.10–95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения» сформирована специальная шкала оценки вероятности и критичности несоответствий для определения вероятности появления несоответствия и его критичности (таблица 17).

Таблица 17 – Шкала оценки вероятности риска

Уровень оценки вероятности риска	Название вероятности возникновения риска	Вероятность, %	Описание вероятности
1	Очень низкая	< 5	Крайне маловероятно (<i>риск скорее всего не проявится, риск никогда не возникал или нет информации</i>)
2	Низкая	6-20	Маловероятно, но возможно (<i>риск вряд ли проявится, но возможен, риск возникал раз в 2-5 лет</i>)
3	Средняя	21-50	Возможно (<i>вполне вероятно, риск иногда возникает (ежегодно) или есть ожидания, что возникает</i>)
4	Высокая	51-80	Вероятно, (<i>скорее всего, риск проявится, риск возникает часто, два и более раза в год</i>)
5	Очень высокая	> 80	Крайне вероятно (<i>риск скорее всего не проявится, риск никогда не возникал или нет информации</i>)

Для каждого несоответствия/риска с помощью шкалы выявляют вид вероятности несоответствия, по нему определяют вероятность в баллах и критичность в процентах (таблица 18).

Таблица 18 – Вид вероятности несоответствия

Код несоответствия	Наименование несоответствия/риска	Вид несоответствия	Вероятность появления несоответствия, баллы	Критичность, %
1П	Внеплановые простои оборудования	Производственный	6	60
2О	Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	Организационный	5	50

Окончание таблицы 18

Код несоответствия	Наименование несоответствия/риска	Вид несоответствия	Вероятность появления несоответствия, баллы	Критичность, %
1С	Уход специалистов – носителей ценных (уникальных) знаний	Социальный	7	85

2.3 Цель формирования экспертного оценивания: выявление наиболее опасных рисков, связанных с технологическим оборудованием

Задачи экспертного оценивания:

- 1 оценить вероятности рисков существующих на предприятии рисков, связанных с технологическим оборудованием;
- 2 оценить возможный ущерб от выявленных рисков;
- 3 Выявить наиболее опасные риски, связанные с технологическим оборудованием, наносящих наибольший ущерб.

Предполагаемыми кандидатами экспертной группы стали:

- 1 начальник СГМ;
- 2 ведущий метролог;
- 3 начальник СГЭ;
- 4 начальник ОАСУТП;
- 5 начальник ООК;
- 6 оператор №1;
- 7 оператор №2.

Для выбора кандидатов в состав экспертной группы проводилась оценка каждой кандидатуры по ряду критериев (таблица 19)

Таблица 19– Оценка кандидатов в экспертные группы

Критерий оценки	Предполагаемый эксперт						
	1	2	3	4	5	6	7
1 Высшее образование	+	+	+	+	+	-	-
2 Прохождение курсов по повышению квалификации	+	-	+	+	+	+	-
3 Опыт работы, связанный с технологическим оборудованием, ремонтным инструментом и оснасткой для технологического оборудования	+	+	+	+	+	+	+

Окончание таблицы 19

Критерий оценки	Предполагаемый эксперт						
	1		1		1		1
4 Опыт работы в составе экспертных комиссий и групп	+	-	+	+	+	+	-
5 Отсутствие личной заинтересованности в результатах экспертизы	+	+	+	+	+	+	+
6 Наличие положительных рекомендаций и отзывов	+	+	+	+	+	+	-

Таким образом в качестве экспертов выбраны следующие кандидатуры:

- 1 начальник СГМ;
- 2 начальник СГЭ;
- 3 начальник ОАСУТП;
- 4 начальник ООК;
- 5 оператор №1.

Для каждого из пяти экспертов составлены анкеты:

1 анкета для оценки вероятности риска (таблица 20). К ней прилагается таблица с коэффициентами вероятности потенциальной опасности (таблица 21);

2 анкета для оценки возможного ущерба риска (таблица 22). К ней прилагается таблица с коэффициентами возможного ущерба риска (таблица 23).

Таблица 20 – Анкета для оценки вероятности риска

Риск	Выбранный коэффициент вероятности риска (P)
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	
Некачественный ремонт оборудования	
Внеплановые простои оборудования	
Нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников	
Отсутствие технологической информации	
Низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП	
Физический износ технологического оборудования	
Аварийная остановка оборудования	

Таблица 21 – Коэффициент вероятности потенциальной опасности

Вероятность	Коэффициент вероятности(W)
Событие возникает постоянно	5
Событие возникает с определенной периодичностью	4
Событие возникает несколько раз	3
Событие возникает в единичных случаях	2
Событие не возникает	1

Таблица 22 – Анкета для оценки возможного ущерба риска

Риск	Выбранный коэффициент вероятности риска (P)
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	
Некачественный ремонт оборудования	
Внеплановые простои оборудования	
Нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников	
Отсутствие технологической информации	
Низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП	
Физический износ технологического оборудования	
Аварийная остановка оборудования	
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	
Некачественный ремонт оборудования	

Таблица 23– Коэффициенты возможного ущерба риска

Вид ущерба	Коэффициент возможного ущерба (P)
-ущерб потребителю -ущерб организации -смертельные случаи на производстве	5
-штрафные санкции, предъявляемые Организации -отказ потребителя от сотрудничества -тяжкие травмы, инвалидность	4
-поступление претензий от потребителя -предписания надзорных органов -травмы средней тяжести, госпитализация	3
-недовольство потребителя (отрицательные отзывы в анкетах потребителей, телефонные звонки и другое) -предупреждающие письма от надзорных органов -легкие травмы, оказание медицинской помощи	2

Оценки каждого эксперта по каждому критерию были занесены в таблицу 24.

Таблица 24 – Сводная таблица мнений экспертов

Риск	Коэффициент вероятности риска (W)					Коэффициент возможного ущерба (P)				
	Эксперты					Эксперты				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	4	4	5	5	4	3	2	2	2	3
Некачественный ремонт оборудования	3	2	2	3	1	3	3	3	3	2
Внеплановые простои оборудования	1	2	2	1	2	4	4	3	4	3
Нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников	1	2	1	1	1	2	3	2	2	2
Отсутствие технологической информации	4	3	4	3	3	3	2	3	3	3
Низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП	4	5	4	3	4	2	3	4	3	4
Физический износ технологического оборудования	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4
Аварийная остановка оборудования	2	1	2	1	1	3	4	4	3	4
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	1	2	1	1	2	2	3	2	2	3
Некачественный ремонт оборудования	3	2	3	2	1	4	2	3	3	3

Далее применяется методика расчетной оценки качества экспертов после проведения анкетирования, по оценке вероятности риска.

Пяти кандидатам (n=5) было предложено проранжировать 10 возможных вероятностей рисков (k=10):

g1 – отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования;

g2 – некачественный ремонт оборудования;

g3 – внеплановые простои оборудования;

g4 – нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников;

g5 – отсутствие технологической информации;

g6 – низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП;

g7 – физический износ технологического оборудования;

g8 – аварийная остановка оборудования;

g₉ – отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования;

g₁₀ – некачественный ремонт оборудования.

По результатам выставления экспертами коэффициентов оценки вероятности риска определены по формуле (1):

–матрица–строка 1-го эксперта $|a_1| = |4,3,1,1,4,4,5,2,1,3|;$

–матрица–строка 2-го эксперта $|a_2| = |4,2,2,2,3,5,5,1,2,2|;$

–матрица–строка 3-го эксперта $|a_3| = |5,2,2,1,4,4,4,2,1,3|;$

–матрица–строка 4-го эксперта $|a_4| = |5,3,1,1,3,3,5,1,1,2|;$

–матрица–строка 5-го эксперта $|a_5| = |4,1,2,1,3,4,4,1,2,1|.$

При этом общая матрица ранжирования имеет следующий вид (таблица 25):

Таблица 25 – Матрица ранжирования

I	J									
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10
1	4	3	1	1	4	4	5	2	1	3
2	4	2	2	2	3	5	5	1	2	2
3	5	2	2	1	4	4	4	2	1	3
4	5	3	1	1	3	3	5	1	1	2
5	4	1	2	1	3	4	4	1	2	1
Σ	22	11	8	6	17	20	23	7	7	11

Средние значения рангов, рассчитанных по формуле (13) представлено в таблице 26:

Таблица 26 – Средние значения рангов

Ранги	J									
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10
Сумма рангов	22	11	8	6	17	20	23	7	7	11
Среднее значение	22/5	11/5	8/5	6/5	17/5	20/5	23/5	7/5	7/5	11/5

Матрица отклонений мнений экспертов от среднего мнения по формуле (14) (таблица 27):

Таблица 27 – Матрица отклонений мнений экспертов от среднего мнения

D=		1	2	3	4	5
	1	2/5	2/5	3/5	3/5	2/5
	2	4/5	1/5	1/5	4/5	6/5
	3	3/5	2/5	2/5	3/5	2/5
	4	1/5	4/5	1/5	1/5	1/5
	5	3/5	2/5	3/5	2/5	2/5
	6	0	5/5	0	5/5	0
	7	2/5	2/5	3/5	2/5	3/5
	8	3/5	2/5	3/5	2/5	2/5
	9	2/5	3/5	2/5	2/5	3/5
	10	4/5	1/5	4/5	1/5	6/5

Суммарное отклонение мнений *i*-того эксперта по всем критериям представлено в таблице 28:

Таблица 28 – Суммарное отклонение мнений каждого эксперта

Номер эксперта	1	2	3	4	5
Среднее отклонение	24/5	24/5	21/5	25/5	27/5

Суммарное отклонение мнений всех экспертов по всем критериям по формуле 15:

$$\overline{\Delta a} = \frac{24 + 24 + 21 + 25 + 27}{5} * \frac{1}{10} = 2,42.$$

Среднее отклонение мнений *i*-того эксперта от среднего мнения группы по всем критериям (формула (16)) представлено в таблице 29:

Таблица 29 – Среднее отклонение мнений каждого эксперта от среднего мнения группы

Номер эксперта	1	2	3	4	5
Суммарное отклонение мнений всех экспертов по всем критериям	2,42				
Суммарное среднее отклонение по каждому эксперту	4,8	4,8	4,2	5	5,4
Модуль частного отклонения	2,38	2,38	1,78	2,58	2,98

Матрица-строка модулей частных отклонений (формула (17)):

$$\bar{D} = |2,38; 2,38; 1,78; 2,58; 2,98|.$$

Кортеж отклонений представлен в таблице 30.

Таблица 30 – Кортеж отклонений

i=3	i=1	i=2	i=4	i=5
3	1	2	4	5

Отсюда следует, что эксперт, имеющий новый номер $i=3$, может быть исключен из состава экспертной группы, так как его мнения наиболее удалены от среднего мнения.

Аналогичным образом применяется методика расчетной оценки качества экспертов после проведения анкетирования, по выявлению ущерба каждого риска.

По результатам выставления экспертами коэффициентов оценки ущерба риска определены по формуле (13):

–матрица–строка 1-го эксперта $|a_1| = |3,3,4,2,3,2,5,3,2,4|;$

–матрица–строка 2-го эксперта $|a_2| = |2,3,4,3,2,3,5,4,3,2|;$

–матрица–строка 3-го эксперта $|a_3| = |2,3,3,2,3,4,4,4,2,3|;$

–матрица–строка 4-го эксперта $|a_4| = |2,3,4,2,3,3,5,3,2,3|;$

–матрица–строка 5-го эксперта $|a_5| = |3,2,3,2,3,4,4,4,3,3|.$

При этом общая матрица ранжирования имеет следующий вид (таблица 30):

Таблица 30 – Матрица ранжирования

I	J									
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10
1	3	3	4	2	3	2	5	3	2	4
2	2	3	4	3	2	3	5	4	3	2
3	2	3	3	2	3	4	4	4	2	3
4	2	3	4	2	3	3	5	3	2	3
5	3	2	3	2	3	4	4	4	3	3
Σ	12	14	18	11	14	16	23	18	12	15

Средние значения рангов, рассчитанных по формуле (14) представлено в таблице 32

Таблица 32 – Средние значения рангов

Ранги	J									
	g1	g2	g3	g4	g5	g6	g7	g8	g9	g10
Сумма рангов	12	14	18	11	14	16	23	18	12	15
Среднее значение	12/5	14/5	18/5	11/5	14/5	16/5	23/5	18/5	12/5	15/5

Матрица отклонений мнений экспертов от среднего мнения рассчитана по формуле 14) (таблица 33)

Таблица 33– Матрица отклонений мнений экспертов от среднего мнения

D=		1	2	3	4	5
	1	3/5	2/5	2/5	2/5	3/5
	2	1/5	1/5	1/5	1/5	4/5
	3	2/5	2/5	3/5	2/5	3/5
	4	1/5	4/5	1/5	1/5	1/5
	5	1/5	4/5	1/5	1/5	1/5
	6	6/5	1/5	4/5	1/5	4/5
	7	2/5	2/5	3/5	2/5	3/5
	8	3/5	2/5	2/5	3/5	2/5
	9	2/5	3/5	2/5	2/5	3/5
	10	5/5	5/5	0	0	0

Суммарное отклонение мнений i-того эксперта по всем критериям представлено в таблице 34

Таблица 34 – Суммарное отклонение мнений каждого эксперта

Номер эксперта	1	2	3	4	5
Среднее отклонение	26/5	26/5	19/5	15/5	24/5

Суммарное отклонение мнений всех экспертов по всем критериям рассчитано по формуле (15)

$$\overline{\Delta_a} = \frac{26 + 26 + 19 + 15 + 24}{5} * \frac{1}{10} = 2,2.$$

Среднее отклонение мнений i-того эксперта от среднего мнения группы по всем критериям (формула (16)) представлено в таблице 35

Таблица 35 – Среднее отклонение мнений каждого эксперта от среднего мнения группы

Номер эксперта	1	2	3	4	5
Суммарное отклонение мнений всех экспертов по всем критериям	2,2				
Суммарное среднее отклонение по каждому эксперту	5,2	5,2	3,8	3	4,8
Модуль частного отклонения	3	3	1,6	0,8	2,6

Матрица-строка модулей частных отклонений, формула (17):

$$\bar{D} = |3; 3; 1,6; 0,8; 2,6|.$$

Кортеж отклонений представлен в таблице 36.

Таблица 36 – Кортеж отклонений

i=4	i=3	i=5	i=1	i=2
4	3	5	1	2

Отсюда следует, что эксперт, имеющий новый номер i=4, может быть исключен из состава экспертной группы, так как его мнения наиболее удалены от среднего мнения.

На основе вышеприведенного анализа сводная таблица мнений экспертов приобретает вид (таблица 37)

Таблица 37 – Сводная таблица мнений экспертов

Риск	Коэффициент вероятности риска (W)				Коэффициент возможного ущерба (P)			
	Эксперт				Эксперт			
	1	2	4	5	1	2	3	5
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	4	4	5	4	3	2	2	3
Некачественный ремонт оборудования	3	2	3	1	3	3	3	2
Внеплановые простои оборудования	1	2	1	2	4	4	3	3
Нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников	1	2	1	1	2	3	2	2

Окончание таблицы 37

Риск	Коэффициент вероятности риска (W)				Коэффициент возможного ущерба (P)			
	Эксперт				Эксперт			
Отсутствие технологической информации	4	3	3	3	3	2	3	3
Низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП	4	5	3	4	2	3	4	4
Физический износ технологического оборудования	5	5	5	4	5	5	4	4
Аварийная остановка оборудования	2	1	1	1	3	4	4	4
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	1	2	1	2	2	3	2	3
Некачественный ремонт оборудования	3	2	2	1	4	2	3	3

После сбора окончательно полученных мнений экспертов рассчитывается среднее значение каждого коэффициента по формуле (18) для определения вероятности риска и по формуле (19) для определения среднего коэффициента возможного ущерба.

$$P_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}, \quad (18)$$

где n – количество экспертов.

$$W_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n}, \quad (19)$$

Количественно риск определяется по формуле (20)

$$R = P_{\text{ср}} \cdot W_{\text{ср}} \quad (20)$$

Результаты оформляются в таблицу (таблица 36)

Таблица 36 – Результаты средней экспертной оценки рисков

Риск	Среднее значение коэффициента вероятности риска ($W_{\text{ср}}$)	Среднее значение коэффициента возможного ущерба ($P_{\text{ср}}$)	Количественно е определение риска (R)
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	4,25	2,5	10,625
Некачественный ремонт оборудования	2,25	2,75	6,1875

Окончание таблицы 36

Риск	Среднее значение коэффициента вероятности риска (W_{cp})	Среднее значение коэффициента возможного ущерба (P_{cp})	Количественное определение риска (R)
Внеплановые простои оборудования	1,5	3,5	5,25
Нарушение условий обеспечения здоровья и безопасности сотрудников	1,25	2,25	2,8125
Отсутствие технологической информации	3,25	2,75	8,9375
Низкая квалификация операторов, сотрудников СГМ, СГЭ, ОАСУТП	4	3,25	13
Физический износ технологического оборудования	4,75	4,5	21,375
Аварийная остановка оборудования	1,25	3,75	4,6875
Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	1,5	2,5	3,75
Некачественный ремонт оборудования	2	3	6

5.3.3 План мероприятий для устранения (минимизации, ликвидации, предупреждения) выявленных рисков

Различные варианты действий могут быть использованы при рассмотрении вопросов, связанных с ремонтом и обслуживанием оборудования. Это включает:

- а) снижение потерь, связанных с простоями оборудования из-за поломок;
- б) бесперебойная работа оборудования

Таблица 37 – Мероприятий для устранения (минимизации, ликвидации, предупреждения) выявленных рисков

Меры	Ответственный	Контроль
Повышение квалификации менеджеров в сфере промышленного производства	Служба кадров	Начальник службы
Использование традиционных подходов к организации ремонтов и обслуживания, не ориентированных на сокращение аварийных работ и производственных потерь	Служба главного механика/энергетика	Начальник СГМ/СГЭ
Непрозрачная система учета затрат на обслуживание и запасные части	ОМТСиК	Начальник ОМТСиК

Выводы по разделу пять

В результате проведённой работы проанализированы и оценены возможные риски объекта исследования и причины их возникновения. Проведён анализ факторов, влияющих на возникновение риска, а также осуществлён выбор методов оценки риска для исследуемого объекта. Произведена качественная и количественная оценка рисков. Предложены решения о возможных мерах предупреждения и уменьшения рисков.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Целью расчета экономического эффекта является величина увеличенной прибыли, при реализации результатов выпускного квалификационного проекта.

Главной целью внедрения процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» является повышение конкурентоспособности продукции. Экономическим результатом от реализации процесса «Освоения методологии ТРМ для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» является снижение затрат на материалы, в связи со снижением брака, снижение затрат на электроэнергию, увеличению заработной платы, увеличению отчислений по заработной плате, что приводит к увеличению годовой чистой прибыли на предприятии.

Предлагаемый раздел затрат на осуществление процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» представлена в таблице 38.

Таблица 38 – Затраты на реализацию процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

Калькуляция затрат на НИР магистра	
Статьи затрат	Сумма, руб
1 Затраты на материалы:	0
1.1 Материалы и сырье	0
1.2 Инструменты	0
Калькуляция затрат на НИР магистра	
Статьи затрат	Сумма, руб
1.3 Транспортные расходы	0
2 Затраты на оплату труда	68 698,13
2.1 Зарплата руководителя от ЮУрГУ	6250,00
2.2 Зарплата магистра	20000
2.3 Зарплата руководителя от предприятия	18000
2.4 Районный коэффициент	6637,5
2.5 Отчисление по зарплате во внебюджетные фонды	17810,63
3 Затраты на эл/энергию	67,83
3.1 Затраты на эл/энергию для ПК	49,98
3.2 Затраты на эл/энергию по принтеру	17,85
4 Накладные расходы	2100
4.1 Аренда зданий и помещений	0
4.2 Канцелярия	1800
4.3 Прочие расходы	300
5 Амортизационные отчисления	488,14
6 Итого себестоимость	71354,1
7 Плановая прибыль	14270,82
8 Цена НИР	85624,92

СТРУКТУРА СЕБЕСТОИМОСТИ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МАГИСТРА

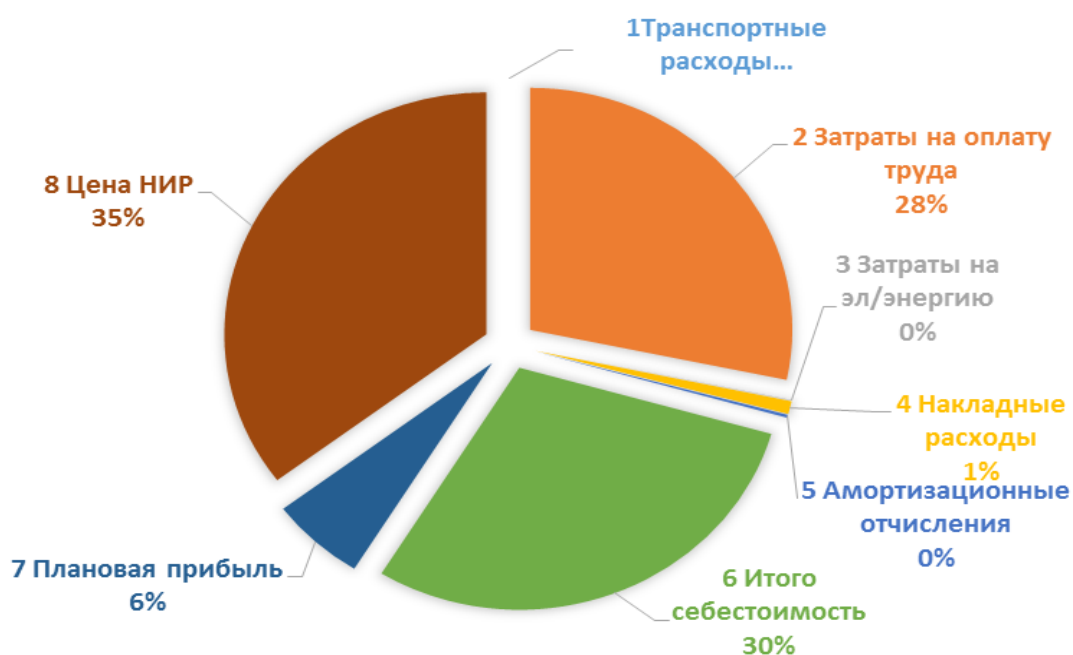


Рисунок 12 – Структура себестоимости научного исследования магистра

Формула для расчета затрат на зарплату руководителя ($Z_{з.п.РУК}$):

$$Z_{з.п.РУК} = \sum_{i=1}^n (ОКЛ \cdot T)_i, \quad (23)$$

где ОКЛ_{*i*} – месячный оклад *i*-го руководителя, руб.;

T_i – количество месяцев работы *i*-го руководителя, мес.;

n – количество должностей руководителей.

Формула для расчета затрат на зарплату магистра ($Z_{з.п.ИТР}$):

$$Z_{з.п.ИТР} = \sum_{i=1}^n (ОКЛ \cdot T)_i, \quad (24)$$

где ОКЛ_{*i*} – месячный оклад *i*-го магистра, руб.;

T_i – количество месяцев работы *i*-го магистра, мес.;

n – количество должностей магистра.

Формула для расчета затрат на зарплату всех руководителей и всех сотрудников НИЧ ($Z_{з.п.РУК+ИТР}$)

$$Z_{з.п.РУК+ИТР} = (Z_{з.п.РУК} + Z_{з.п.ИТР}) \quad (25)$$

Формула для расчета затрат на районный (уральский) коэффициент ($Z_{р-н}$)

$$Z_{р-н} = (Z_{з.п.РУК+ИТР}) \cdot K_{р-н} \quad (26)$$

где $Z_{з.п.РУК}$ – общие затраты на зарплату всех руководителей, руб.;

$Z_{з.п.ИТР}$ – общие затраты на зарплату всех сотрудников НИЧ (кроме руководителей), руб.;

$кр-н$ – районный (уральский) коэффициент к зарплате.

Формула для расчета общих затрат на фонд оплаты труда ($Z_{ФОТ}$)

$$Z_{ФОТ}=[(Z_{з.п.РУК}+Z_{з.п.ИТР})+(Z_{з.п.РУК}+Z_{з.п.ИТР}) \cdot Кр-н] \cdot Кв.ф \quad (27)$$

где $кв.ф$ – коэффициент, учитывающий отчисления по зарплате во внебюджетные фонды.

При подставлении в формулу 27 получаем, что общая сумма по затратам будет составлять 85624,92 рублей, то есть сумма для реализации процесса «Освоения методологии «ГРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» составляет 85624,92 рублей.

Таблица 39 – Расчет чистой прибыли реализации «Освоения методологии «ГРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

Прибыли-убытки	
Статья затрат	Сумма, руб
1 Выручка	85624,92
2 Затраты на материалы	0
3 Затраты на оплату труда персонала	68698,13
4 Затраты на эл/энергию	67,83
5 Накладные расходы	2100
6 Амортизация	488,14
7 Налогооблагаемая прибыль (8 = 1-2-3-4-5-6)	14270,82
8 Налог на прибыль [9 = 8 * (%/100%)]	2854,16
9 ЧИСТАЯ ПРИБЫЛЬ (10 = 8 - 9)	11416,66
10 Рентабельность НИР, % [11 = 10*100% / (2+3+4+5=6)]	16>10%
Снижение затрат за год	
Годовой экономический эффект, (Натур. Единиц.=Комп.программ.)	1
Цена одной программы, руб	13670
Годовой экономический эффект, руб	13670
Затраты на достижение эффекта, руб	71354,1
Эффективность НИР, %	19,16

Окончание таблицы 39

Капитальные вложения в НИР				
Группы и виды активов	Балансовая стоимость (кап. вложения), руб	Срок службы, лет	Годовая норма амортизации, %	Амортизац. отчисления
1 Основные средства:				
1.1 Здания и помещения	0	7	0	0
1.2 Сооружения и устройства	0	0	0	0
1.3 Оборудование	0	7	0	0
1.4 Прочие (хоз.инвентарь и пр)	0	7	0	0
ИТОГО:	0	7	0	0
2 Нематериальные активы:				
2.1 Права на использование природных ресурсов	0	0	0	0
2.2 Патенты	0	0	0	0
2.3 Лицензии	0	0	0	0
2.4 Ноу-хау	0	0	0	0
2.5 Комп.программы (Microsoft office)	3417	7	14,26	488,14
2.6 Монопольные права и привилегии	0	0	0	0
ИТОГО:	3417			488,14
Всего: (Кап.вложения)	3417	7	0	488,14
Срок окупаемости кап.вложений	Кап. Вложения, руб	Экономич. эффект	Расчетный срок Ток	Приемлим
Ток, лет	3417	13670,00	0,25	

При подставление значений в формулу получаем, что эффект будет составлять 60299745,34 рублей, следовательно, чтобы определить эффективность проекта воспользуемся формулой:

$$\text{Эф} = \text{эффект} / \text{З}_{\text{об.з.}} * 100\%, \quad (28)$$

где эффект – разница между чистой прибылью до реализации процесса и чистой прибылью после реализации процесса;

$\text{З}_{\text{об.з.}}$ – затраты на осуществление проекта, руб.

Таким образом, эффективность будет составлять на каждый вложенный рубль, 7086,4 рублей дохода.

Вывод по разделу шесть

В данном разделе выполнен расчет ожидаемого экономического эффекта для выявления величины экономии путем разработки и освоения методологии «ТРМ» и внедрения результатов работы на предприятии.

В результате внедрения результатов проекта ожидается достижение следующих факторов экономии:

- использование методологии «ТРМ» позволит более быстро и эффективно реагировать на возникшие изменения, быть в курсе событий, предотвращать появление несоответствий на более ранних этапах;

- проектирование процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»

- позволит снизить себестоимость продукции; повысить производительность; повысить результативность процесса, повысить заработную плату, повысить валовую прибыль, повысить чистую прибыль; снизить затраты, связанные с качеством закупаемой продукции; снизить затраты электроэнергии и на проверку предприятий поставщиков.

Таким образом, при реализации процесса «Освоения методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» предприятия увеличится доля рынка продукции, что приведет к увеличению дохода на 60299745,34 рублей, что в свою очередь означает, что каждый вложенный рубль будет давать 7086,4 рублей дохода.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения проекта достигнута основная цель работы – «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения», задачи проекта решены.

Для этого проведен анализ состояния дел на предприятии, проведена диагностика проблем предприятия.

Из проанализированных в ВКР современных методов повышения конкурентоспособности: методы анализа дерева неисправностей, метод ТРМ, анализа видов и последствий отказов и видов, последствий и критичности отказов, метод «Шесть сигм», методы расчета затрат на качество, методы визуализации процессов, программные продукты последнего поколения, применяемых во всем мире, был выбран наиболее подходящий для предприятия – методология «ТРМ».

Разработан процесс «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения»; процесс описан с помощью паспорта процесса, визуализации процесса – блок – схемы, разработаны оценочные показатели результативности.

Разработан стандарт организации «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» по данному процессу. Выполненная работа имеет практическую ценность, а результаты внедрены на предприятии.

Результаты проекта обеспечивают правильную организацию действий при обнаружении ошибок и проблем в процессе работы. Экономическим результатом от реализации процесса «Освоение методологии «ТРМ» для совершенствования процессов управления ресурсами для мониторинга и измерения» является:

- снижение затрат на материалы в связи со снижением брака;
- снижение затрат на электроэнергию, увеличению заработной платы;
- увеличение отчислений по заработной плате.

Что приводит к увеличению годовой чистой прибыли предприятия.

Проведен расчет затрат на качество и обоснован ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов выпускного квалификационного проекта. Ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов работы составит 60299745,34 руб. за первый год освоено, 3613198472 руб. за шесть лет со сроком окупаемости 15 месяцев.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 ГОСТ Р ИСО 9000–2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» – Изд-во М.: Стандартиформ, 2015 – 27 с.
- 2 ГОСТ Р ИСО 9001–2015 «Системы менеджмента качества. Требования» – Изд-во М.: Стандартиформ, 2015 – 32 с.
- 3 ГОСТ Р ИСО 31000-2010. Менеджмент риска. Принципы и руководство. – М.: Изд-во Стандартиформ, 2012. – 32 с.
- 4 ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010–2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» – Изд-во М.: Стандартиформ, 2012 – 70 с.
- 5 ГОСТ Р 53480–2009 Надежность в технике. Термины и определения – Изд-во М.: Стандартиформ, 2010 – 32 с.
- 6 ГОСТ Р 56020–2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь – Изд-во М.: Стандартиформ, 2014 – 33 с.
- 7 ГОСТ Р 56407–2015 Бережливое производство. Основные методы и инструменты – Изд-во М.: Стандартиформ, 2015 – 12 с.
- 8 ГОСТ 3.1109–82 ЕСТД. Термины и определения основных понятий – Изд-во М.: Стандартиформ, 2012 – 16 с.
- 9 ГОСТ 9.014–78 Единая система защиты от коррозии и старения, временная противокоррозионная защита изделий. Общие требования. – Изд-во М.: Стандартиформ, 2005 – 44 с
- 10 ГОСТ 8–82 Станки металлорежущие. Общие требования к испытаниям на точность – Изд-во М: Гос. комитет СССР по контролю качества продукции и стандартам, 1982 – 14 с.
- 11 ГОСТ 18322–78 Система технического обслуживания и ремонта в технике. Термины и определения– Изд-во М.: Стандартиформ, 2007 – 14 с.
- 12 Басовский, Л. Е. Управление качеством: учебник / Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Инфра – М, 2011. – 252 с.
- 13 Вяткин, В. Н. Риск-менеджмент: учебник / В. Н. Вяткин, В. А. Гамза, Ф. В. Маевский. — М.: Издательство Юрайт, 2015. — 353 с.

- 14 Мишин, В.М. Управление качеством. Учебник для студентов вузов/ В.М. Мишин – М.: ЮНИТИ–ДАНА, 2007. – 463 с.
- 15 Мишин, В. М. Управление качеством: учеб. для вузов / В. М. Мишин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ, 2009. – 263с.
- 16 Клячкин, В. Н. Статистические методы в управлении качеством: компьютер. технологии: учеб. пособие: для вузов / В. Н. Клячкин. – М.: Финансы и статистика, 2007. – 303 с.
- 17 Огвоздин, В. Ю. Управление качеством: основы теории и практики: учеб. пособие / В. Ю. Огвоздин. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело и Сервис, 2009
- 18 Салимова, Т. А. Управление качеством: учеб. / Т. А. Салимова. – 2-е изд., стер. – М.: Омега-Л, 2008. – 412 с.
- 19 Тебекин, А. В. Управление качеством: учебник для бакалавров: для студентов вузов, обучающихся по направлению "Менеджмент" / А. В. Тебекин. – Москва: Юрайт, 2012. – 371.
- 20 А. Исикава и др. TPM в простом и доступном А. Исикава изложении / А. Исикава, И. Такаги, Ю. Такэбэ, К. Ямасаки, Т. Идзуми, С. Синоцука/ Пер. с яп. А.Н. Стерляжникова; Под науч. Ред. В.Е. Растимешина, Т.М. Куприяновой. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008–128 с., ил.– (серия «Деловое совершенство»).
- 21 Ягофаров, А. «Ноль поломок оборудования» — достижима ли цель? / А. Ягофаров. – 2012. – Режим доступа: <http://www.leanforum.ru/library/r5/171.html>.
- 22 Всеобщее обслуживание оборудования [Электронный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kaizen-tmz.ru/faq/index.php?SECTION_ID=80.
- 23 MOSMSTM Practice Guide // Japan institute of Plant Maintenance, 2011.
- 24 TPM (Total Productive Maintenance) [Электронный ресурс]: Энциклопедия производственного менеджера // Деловой портал «Управление производством». – URL: <http://www.up-pro.ru/encyclopedia/totalproductive-maintenance.html> (дата обращения: 17.11.2014);

25 Быстрая переналадка [Электронный ресурс]: Википедия, 2014. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрая_переналадка (дата обращения: 17.11.2014)