

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования

«Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)»

Факультет: «Машиностроение»

Кафедра: «Технологии автоматизированного машиностроения»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой ТАМ,
д.т.н. профессор

_____ В.И. Гузеев
_____ 2019 г.

Совершенствование процесса управления техническим обслуживанием
и ремонтом оборудования на примере промышленного предприятия

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ – 15.03.01.2019.009 ПЗ ВКР

Консультанты

Экономическая часть,
к.т.н., доцент

_____ Н.С. Сазонова
_____ 2019 г.

Руководитель работы,
д.т.н., профессор

_____ П.П. Переверзев
_____ 2019 г.

Менеджмент качества,
к.т.н., доцент

_____ Н.В. Сырейщикова
_____ 2019 г.

Автор проекта
студент группы П-454

_____ М.С. Рябов
_____ 2019 г.

Нормоконтролер,
к.т.н., доцент

_____ А.В. Щурова
_____ 2019 г.

АННОТАЦИЯ

Рябов, М.С. Совершенствование процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» на примере промышленного предприятия – Челябинск: ЮУрГУ, ПЗ-454, 69 с., 10 ил., 15 табл., 2 прил., альбом. ил. 19 л. ф. А4.

Выпускная квалификационная работа выполнена с целью совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» на примере промышленного предприятия для сокращения количества несоответствий продукции и времени простоев оборудования при плановых работах и внеплановых остановках.

Решены задачи: проведен анализ дел на предприятии, сравнены отечественные и зарубежные методы менеджмента качества, разработан усовершенствованный процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», разработан стандарт на усовершенствованный процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», проведен риск-менеджмент процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», рассчитан экономический эффект от реализации выпускной квалификационной работы.

В выпускной квалификационной работе применены следующие методы: метод «Всеобщее обслуживание оборудования», анализ влияния человеческого фактора, индекс риска, анализ дерева событий. Идентифицированы риски.

Результаты выпускной квалификационной работы имеют практическую ценность и реализованы в условиях предприятия.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 ДИАГНОСТИКА ПРОБЛЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	10
Цели и задачи ВКР	11
2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	12
2.1 Анализ изученности процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтom оборудования»	12
2.2 Сравнение и сопоставление методов для совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтom оборудования»	17
Выводы по разделу два	24
3 РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПРОЦЕССА	26
«УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ	26
ОБОРУДОВАНИЯ»	26
3.1 Описание процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтom оборудования»	26
3.2 Визуализация процесса «Управление техническим обслуживанием	28
и ремонтom оборудования»	28
3.3 Разработка оценочных показателей процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтom оборудования»	36
Выводы по разделу три	38
4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА НА СОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПРОЦЕСС «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ	39
ОБОРУДОВАНИЯ»	39
Выводы по разделу четыре	40
5 РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССА «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ».....	41
5.1 Реестр рисков	42
5.2 Качественный анализ рисков	44
5.3 Количественный анализ риска	48
5.4 Оценка наиболее существенных рисков	52
5.4.1 Физический износ технологического оборудования	52
5.4.2 Дорогостоящие ремонты.....	53
5.5 План мероприятий по минимизации рисков	55
Выводы по разделу пять	58
6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ	59
6.1 Расчёт ожидаемого экономического эффекта	59
6.2 Определение срока окупаемости	62
Выводы по разделу шесть.....	62
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	64
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	66
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ А «Дерево событий» для риска «Физический износ технологического оборудования».....	68
ПРИЛОЖЕНИЕ Б «Дерево событий» для риска «Дорогостоящие ремонты»	69

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Учитывая усложнение и увеличение стоимости оборудования, нехватку различных видов ресурсов, рациональное техническое обслуживание и ремонт оборудования играют все большую роль в деятельности предприятий, оказывая существенное влияние на качество, стоимость выпускаемой продукции и конкурентоспособность предприятия в целом. [13].

На данный момент на российском рынке, при его острой конкурентной борьбе, перед предприятиями стоит важная задача, связанная с повышением их конкурентоспособности. Возможность выпуска конкурентоспособного продукта по совокупности таких показателей, как цена/качество и сроки изготовления, находится в прямой зависимости от состояния оборудования – активно используемой части основных фондов.

Эффективное управление системой ремонтного обеспечения предприятия очень трудно из-за следующих реалий российской промышленности:

- высокая степень износа главных фондов в индустрии,
- темпы их списания и подмены не превосходят 2-ух процентов в год,
- большой уровень издержек на ремонт.

Все перечисленное выше становится сдерживающими факторами развития предприятий.

В связи с актуальностью вытекает необходимость улучшать систему технического обслуживания и ремонта оборудования, как одну из главных проблем на предприятиях, так как:

- производительность труда главных рабочих в значимой мере находится в зависимости от технического состояния и работоспособности оборудования, продолжительности его простоев из-за ремонта, возможности службы технического обслуживания и ремонта стремительно и с наименьшими затратами устранять неисправности оборудования,

- без своевременного и высококачественного ремонта и технического обслуживания невозможно обеспечить выпуск продукции соответствующего качества,

- перед предприятиями стоит задача достигнуть максимально вероятной отдачи от вложенного капитала.

Так же в условиях рыночной экономики необходимо усилить конкуренцию и развитие научно-технического прогресса, направленных на результаты деятельности вспомогательных служб предприятия. Это и оказывает большое значение на конечные результаты деятельности предприятия – выпуск продукции высочайшего качества и получение прибыли.

Цель работы – совершенствование процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» на примере предприятия Металлургическое предприятие

Задачи работы:

- 1) провести анализ дел на предприятии;

2) сравнить и выбрать отечественные и зарубежные методы менеджмента качества для совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»;

3) разработать усовершенствованный процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» на основе применения инструментов ТРМ.

4) разработать стандарт на усовершенствованный процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования».

5) риск-менеджмент процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования».

б) произвести расчет ожидания экономической эффективности результатов выпускной квалификационной работы.

Объект исследования – процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования».

Предмет исследования – методы для совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Результаты выпускной квалификационной работы будут направлены для внедрения и дальнейшего использования на производственном предприятии.

1 ДИАГНОСТИКА ПРОБЛЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ

Для диагностики проблем на всех уровнях предприятия ежеквартально проводится совещание. По его итогам, на предприятии выявлены проблемы, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Проблемы металлургического предприятия

Проблема	Описание
Кадровая политика	
Отсутствие молодых кадров	Общее количество сотрудников на предприятии – 4249. Из них только 30% работников до 40 лет.
Технологическое оборудование	
Устаревшее технологическое оборудование	Более 23 % технологического оборудования используются сверх нормативного срока службы
Преобладание аварийных ремонтов над плановыми	Рабочие не соблюдают эксплуатационный режим, работая на оборудовании.
Продолжительные простои оборудования во время плановых и аварийных ремонтов. (32% от общего времени работы оборудования)	Не следование графику плановых ремонтов оборудования. Игнорирование реального состояния дел на предприятии.
Безопасность жизнедеятельности	
Наличие травматизма на предприятии	За 2017 год 2,6 % сотрудников получили травмы в процессе производства, за 2018- 3,1%
Брак продукции	
Возникновение несоответствий готовой продукции и затраты на их устранение.	Количество рекламаций от потребителей на 2017 год 28% от общего числа продаж, на 2018-31%

Диагностика проблем предприятия показала, что за последние два года идет увеличение процента брака готовой продукции, из-за которого возрастают временные, трудовые и экономические затраты. Рост возникновения несоответствий прежде всего связан с низкой эффективностью работы технологического оборудования. Более 23% оборудования имеют физический и моральный износ и как следствие внеплановые остановки и простои. Именно поэтому актуальной проблемой на предприятии является преобладание аварийных ремонтов над плановыми. Для сокращения поломок оборудования, необходимо

повысить квалификацию рабочих, соблюдать эксплуатационный режим при работе на оборудовании, а также своевременно осуществлять плановый ремонт. У операторов оборудования стоит цель выполнения производственного плана и максимальная загрузка оборудования. При этом, во время эксплуатации, они мало внимания уделяют состоянию оборудования. Поэтому возникают ситуации, выводящие оборудование из строя на продолжительное время.

Также существуют проблемы, связанные с процессом:

- 1) отсутствие показателей эффективности;
- 2) отсутствие процессного подхода;
- 3) процесс не визуализирован;
- 4) формальные графики плановых ремонтов, ремонты происходят в основном по поломке;
- 5) устаревший стандарт предприятия

Цели и задачи ВКР

На основе выявленной проблемы предприятия сформулирована цель работы – совершенствование процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» для сокращения количества несоответствий продукции и времени простоев оборудования при плановых работах и внеплановых остановах.

Для реализации поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) провести анализ дел на предприятии;
- 2) сравнить и выбрать отечественные и зарубежные методы менеджмента качества для совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»;
- 3) разработать усовершенствованный процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» на основе применения инструментов ТРМ.
- 4) разработать стандарт на усовершенствованный процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования».
- 5) риск-менеджмент процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования».
- 6) произвести расчет ожидания экономической эффективности от результатов выпускной квалификационной работы.

2 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

Для решения проблемы низкой эффективности работы технологического оборудования должны быть проанализированы отечественные и зарубежные особенности и тенденции данной области деятельности. Это позволит выявить оптимальные пути решения проблемы на основе опыта машиностроительных предприятий России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

2.1 Анализ изученности процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

С начала XX века техническое обслуживание и ремонт оборудования прошли долгий путь в своем развитии. В этой работе подробнее рассмотрены основные этапы, особенности и тенденции эволюции данной области деятельности, начиная с первой половины XX века и до наших дней. В конце XIX – 20-30-х годах XX века большинство в дальнейшем крупнейших машиностроительных гигантов выросло из небольших заводов, не имеющих полного цикла производства, преимущественно занимающихся узловой сборкой конечной продукции в сравнительно небольших объемах. Ярким примером таких предприятий в машиностроении являются заводы Генри Форда. На данном этапе развития техническое обслуживание и ремонт оборудования проводились в соответствии с общими принципами научного управления и эффективной организации производства, сформулированных в работах Ф. У. Тейлора и его последователей, а также Генри Форда и Г. Эмерсона. [3]. Среди наиболее значимых из них отметим разделение труда и ответственности, установление заданий рабочим, материально-техническое обеспечение рабочих мест и техническое документирование. В данный временной период на малых фабриках мелкий и средний ремонт осуществляли операторы оборудования и собственные ремонтные отделения (отделы), а в случае серьезных поломок обращались к производителям оборудования. С нарастанием процесса мировой индустриализации, особенно в СССР в 30-е годы, на предприятиях стали создаваться более мощные ремонтные службы, что обуславливалось увеличивающимися масштабами производства, использованием все более сложного и точного оборудования. В 40-50-е годы вторая мировая война, последующий восстановительный период и дальнейшее развитие организации производства выдвинули более жесткие условия и требования к производству продукции и обслуживанию оборудования, в частности такие как:

- сокращение сроков разработки и производства продукции;
- производство в условиях дефицита материальных ресурсов;
- усложнение выпускаемой продукции и оборудования;
- увеличение размеров предприятий и масштабов их деятельности.

Большую роль оказало появление и развитие системного подхода, математических методов и вычислительной техники. Для рациональной

организации и проведения ремонтных, и обслуживающих работ потребовалась разработка новых форм, нормативов и стандартов, регламентирующих основные факторы, с которыми приходится сталкиваться при ремонте. Среди таких факторов можно выделить: жизненный цикл оборудования, его ремонтную сложность, трудозатраты на ремонт, влияние на качество продукции и производительность, материальные ресурсы, затрачиваемые для ремонта. С 50-х годов XX века в нашей стране и странах Европы, США и Японии развитие технического обслуживания и ремонта оборудования пошло разными путями. В СССР до 1955 года нормативы устанавливались ведомственными организациями и были обязательны для предприятий, подчиненных данному ведомству. Такое положение дел обусловило необходимость разработки единой системы проведения обслуживающих и ремонтных работ. В Экспериментальном НИИ металлорежущих станков под руководством члена-корреспондента академии наук СССР А. П. Владзиевского и М. О. Якобсона была разработана и обобщена система планово-предупредительного ремонта (ППР), содержащая основные положения и нормативы по ремонту оборудования. Данная система представляет собой комплекс планируемых организационно-технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонту оборудования. [4]. Среди основных ее особенностей мы можем выделить плановый характер и профилактическую (предупредительную) направленность. Плановый характер предполагает заблаговременное определение состава, объемов и периодичности проведения обслуживающих и ремонтных работ. Профилактическая направленность предполагает выполнение обслуживающих и ремонтных операций до наступления отказа оборудования. Основой для разработки системы ППР являлись статистические данные, в соответствии с которыми необходимость постановки оборудования в ремонт определялась выходом из строя 5% тестируемого оборудования. Также данная система предусматривает проведение средних и малых ремонтов по специальному графику; межремонтное обслуживание, заключающееся в повседневном уходе и надзоре за оборудованием, в проведении регулировок и мелких ремонтных работ без остановки производственного процесса; периодические осмотры, промывки, испытания на точность, которые проводятся по плану через определенное число часов работы оборудования. Система ППР обладает значительными недостатками:

- неточность нормативов ремонтного, межремонтного циклов и значительные отклонения фактических данных работы оборудования от плановых;
- не учитываются фактические условия (технологические режимы) работы оборудования;
- не учитывается качество материалов и запасных частей;
- отсутствие достоверных данных о техническом состоянии оборудования.

Но, несмотря на это, в нашей стране данная система используется многие десятилетия. С переходом к рыночной экономике, развитием вычислительной техники, использованием иностранного оборудования, окончательным устареванием разработанных в 50-60-е годы нормативов, стала очевидна полная ее несостоятельность в прежнем виде. В качестве примера – на одном из предприятий

машиностроительной отрасли использование типовой системы ППР в последние годы привело к следующим весьма печальным результатам:

- не более 30% оборудования выдерживало нормативный межремонтный пробег;

- увеличение темпов износа оборудования на 15-20%;

- ежегодное увеличение ремонтного фонда на 13-14%. [5].

Иначе происходило развитие систем ТОиР оборудования в странах Запада, США и Японии. В 50-е годы XX века там также разрабатывались профилактические (Preventive Maintenance) системы технического обслуживания оборудования, сходные с системой ППР. В США произошло разделение двух важнейших функций – эксплуатации оборудования и его обслуживания, что впоследствии было признано ошибочным. В 70-80-е годы на Западе начали появляться системы ТОиР, акцент в которых все более смещался на обслуживание и ремонт оборудования по его фактическому состоянию. [30]. Такому смещению приоритетов способствовала конкурентная среда, быстрое развитие компьютерной техники и появление специальных автоматизированных систем, позволяющих хранить и обрабатывать большие объемы информации по имеющемуся на предприятиях оборудованию.

В 80-х годах прошлого века в США появились первые компьютеризированные CMMS – системы управления техническим обслуживанием (от англ. Computerized Maintenance Management Systems (CMMS)), ориентированные на сокращение затрат на обслуживание оборудования и повышение производительности (коэффициента готовности). [6]. В конце 90-х годов XX века на их основе были разработаны так называемые EAM-системы (от англ. Enterprise Asset Management) – системы комплексного управления основными фондами. Главное отличие EAM-систем от CMMS-систем заключается в том, что первые позволяют управлять всем жизненным циклом оборудования, начиная с проектирования, изготовления, монтажа и сборки, до последующего обслуживания, ремонтных и профилактических работ, модернизации, реконструкции и списания. Также EAM-система включает в себя систему поддержки принятия решений, например, систему мониторинга эффективности работы оборудования. Результаты внедрений EAM-систем свидетельствуют об их высокой эффективности. По мнению В. Савенко, применение EAM-систем обеспечивает существенное снижение затрат на техническое обслуживание и ремонты оборудования, повышает готовность и производительность оборудования при его использовании в производственных процессах. [7]. Типичным является сокращение на 20% и более затрат на обслуживающие ремонтные работы, а также окупаемость внедрения системы за 1,5-2 года. [8].

Но наибольший интерес представляет развитие систем ТОиР в Японии, которое во многом связано со становлением производственной системы автомобилестроительной компании Toyota. Японские специалисты тщательно изучили работу автомобильных предприятий Форда в США и на основе полученного опыта и собственных разработок создали одну из передовых производственных систем, получившую название TPS (Toyota Production System),

многие показатели которой в настоящее время остаются недостижимыми для других компаний. Отметим, что одной из важнейших составляющих TPS является система всеобщего обслуживания оборудования, известная в английском сокращении как TPM (Total Productive Maintenance). [31]. Система TPM была разработана в Японии на рубеже 60-70-х годов XX века в фирме «Ниппон Дэнсо», поставщике электрооборудования для Toyota, как методика повышения эффективности оборудования, и срока его службы. Она оставалась секретной разработкой до 1980 года, когда было опубликовано первое ее авторизованное описание на английском языке. [9]. Данная система включает набор методов, направленных на то, чтобы каждый станок постоянно находился в работоспособном состоянии, а производство никогда не прерывалось. По мнению А. Итикавы и И. Тагаки система TPM «имеет целью создание такого предприятия, в принципы деятельности которого было бы заложено стремление к предельной эффективности производственной системы». [10]. Для реализации этой цели необходимо:

- 1) стремиться к самым высоким показателям работы оборудования;
- 2) сформировать систему производительного технического обслуживания для всего жизненного цикла оборудования;
- 3) развернуть общее производительное обслуживание в службах планирования, разработки нового оборудования, главного инженера, главного механика, в производственных подразделениях;
- 4) акцент делается на предупреждение и раннее выявление дефектов оборудования, которые могут привести к более серьезным проблемам с помощью самостоятельного обслуживания оборудования операторами и на работу малых групп.

Также обеспечивается повышение такого показателя, как «Полная Эффективность Оборудования» (от англ. «Overall Equipment Effectiveness»), отражающего степень эффективности его использования. [11]. Система TPM относится к системам обслуживания оборудования по его реальному состоянию. Так если в типовой системе ППР основанием для определения объекта, сроков и объемов работ по обслуживанию является наработка оборудования, то при ремонте по техническому состоянию – фактическое состояние оборудования (за исключением работ по техническому обслуживанию). После того, как система TPM получила известность за пределами Японии, ее внедрением занялись ведущие мировые корпорации различных сфер деятельности. Среди них такие крупнейшие автопроизводители как General Motors, Ford, BMW, Renault, а также корпорации "Истмен Кодак", "Проктэр энд Гэмбл", "Пирелли" и "Дюпон". На нескольких японских предприятиях – лауреатах премии TPM, применение системы TPM позволило достичь следующих результатов, представленных в таблице 2. [12].

Таблица 2 – Результаты применения системы ТРМ на японских предприятиях

Показатели	Изменения	Нематериальный эффект
Производительность труда по добавленной стоимости	Увеличение в 1,5-2 раза	Текущее обслуживание оборудования операторами приобретает свою завершенность: они начинают заботиться о своем оборудовании сами, не дожидаясь указаний "сверху".
Загруженность оборудования	Увеличение в 1,5-2 раза	
Число случайных поломок и аварий	Сокращение в 10-250 раз	
Число случаев брака	Снижение в 10 раз	У работников появляется уверенность в том, что если они будут стремиться довести поломки и брак до нуля, то они смогут этого добиться.
Число рекламаций от потребителей	Уменьшение в 4 раза	
Себестоимость продукции	Снижение на 30%	
Запасы готовой продукции и НЗП	Снижение на 50%	Благодаря избавлению рабочего места от пыли, грязи, масляных пятен появляется возможность преобразить его до неузнаваемости, сделав его светлым и чистым.
Случаи нарушения сроков поставок	Нуль	
Производственный травматизм	Нуль	

В январе 1998 года была представлена система ТРМЗ – улучшенная и расширенная австралийская версия системы ТРМ третьего поколения. В России, начиная с конца 90-х годов XX века, предпринимались попытки развертывания системы ТРМ на предприятиях различных отраслей (машиностроение, пищевая, химическая, металлургическая промышленность), например, на таких как «ГАЗ», «Урал», «РУСАЛ», «ЗМЗ», фабрика «Большевик», «Юнилевер Русь». Результаты в данной области пока незначительны, что связано с большими временными затратами на успешное внедрение и необходимостью изменений в психологии работников и методах работы.

В настоящее время в области дальнейшего развития технического обслуживания и ремонта оборудования можно выделить следующие особенности и тенденции [32]:

1) в связи с постепенным усложнением оборудования и повышением его стоимости, ужесточением конкуренции и нехватки различных видов ресурсов в кризисных условиях, рациональное техническое обслуживание и ремонт оборудования играет все большую роль в деятельности предприятий, оказывая существенное влияние на качество, стоимость выпускаемой продукции и конкурентоспособность предприятия в целом;

2) на предприятиях России и стран СНГ продолжают использовать устаревшую систему ППР практически в неизменном виде, что приводит к существенным потерям времени, производительности, денежных средств и наносит значительный ущерб их конкурентоспособности;

3) интегрированное использование систем ТРМ, ЕАМ, рациональной организации и обслуживания рабочих мест (5S) позволяет достичь большей эффективности в области технического обслуживания и ремонта оборудования.

2.2 Сравнение и сопоставление методов для совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

На основе анализа изученности вопроса совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» можно сделать вывод о том, что основными методами для решения проблемы незапланированного выхода из строя технологического оборудования, являются методы бережливого производства.

5S – это один из методов бережливого производства и система улучшения производственного процесса, основными целями которой являются снижение потерь, организация рабочего места и повышение производительности труда. [14]. Система 5S подразумевает организацию рабочего места и использование визуальных подсказок для достижения лучших результатов деятельности. Будучи частью культуры постоянного улучшения, система 5S обычно является первым бережливым методом, который применяют организации, чтобы облегчить внедрение других методов бережливого производства, оптимизирующих организацию рабочих процессов и технологические процессы.

Этот метод включает в себя 5 компонентов: Сортировку (Сэири), Соблюдение порядка (Сэитон), Содержание в чистоте (Сэисо), Стандартизацию (Сэикэцу) и Совершенствование (Сицукэ). В совокупности они образуют методологию организации, упорядочения, развития и поддержания продуктивной производственной среды.

В метод 5S входят пять действий (рисунок 1)



Рисунок 1 – Действия по системе 5S

1) Сортировка – означает, что вы высвобождаете рабочее место от всего, что не понадобится при выполнении текущих производственных операций.

Рабочие и руководители часто не имеют привычки избавляться от предметов, которые больше не нужны для работы, сохраняя их поблизости на всякий случай. Обычно это приводит к недопустимому беспорядку или к созданию препятствий для перемещения в рабочей зоне. Удаление ненужных предметов и наведение порядка на рабочем месте улучшает культуру и безопасность труда. Чтобы более наглядно продемонстрировать, сколько лишнего скопилось на рабочем месте, можно на каждый предмет-кандидат на удаление из рабочей зоны повесить красный ярлык (флажок). [29].

Все сотрудники вовлекаются в сортировку и выявление предметов, которые:

- должны быть немедленно вынесены, выброшены, утилизированы;
- должны быть перемещены в более подходящее место для хранения;
- должны быть оставлены и для них должны быть созданы и обозначены свои места.

Необходимо чётко обозначить «зону красных ярлыков» предметов с красными флажками и тщательно её контролировать. Предметы, остающиеся нетронутыми свыше 30 дней, подлежат переработке, продаже или удалению.

2) Рациональное расположение – означает определить и обозначить «дом» для каждого предмета, необходимого в рабочей зоне. Иначе, если, например, производство организовано по сменам, рабочие разных смен будут класть инструменты, документацию и комплектующие в разные места. В целях рационализации процессов и сокращения производственного цикла крайне важно всегда оставлять нужные предметы в одних и тех же отведённых для них местах. Это ключевое условие минимизации затрат времени на непродуктивные поиски.

3) Уборка (содержание в чистоте) – значит обеспечить оборудованию и рабочему месту опрятность, достаточную для проведения контроля, и постоянно поддерживать её.

Уборка в начале и/или в конце каждой смены обеспечивает немедленное определение потенциальных проблем, которые могут приостановить работу или даже привести к остановке всего участка, цеха или завода.

4) Стандартизация – это метод, при помощи которого можно добиться стабильности при выполнении процедур первых трех этапов 5S – значит разработать такой контрольный лист, который всем понятен и прост в использовании. Продумать необходимые стандарты чистоты оборудования и рабочих мест, и каждый в организации должен знать, как это важно для общего успеха.

5) Совершенствование – означает то, чтобы выполнение установленных процедур превратилось в привычку

Мероприятия, лежащие в основе 5S (сортировка, рациональное расположение, уборка, стандартизация и совершенствование), абсолютно логичны. Они представляют собой базовые правила управления любым продуктивно работающим отделом. Однако именно системный подход, который система 5S применяет к этим мероприятиям, и делает ее уникальной.

Метод 5S обеспечивает:

- эффективность операторов;
- скорость и гибкость процессов;
- рост объемов производства;
- высвобождение площади;
- снижение брака.

Всеобщее обслуживание оборудования (TPM) – система, направленная на улучшение производительности оборудования посредством техник обслуживания, направленных на предотвращение сбоев в его работе. [10].

Для устранения простоев и дефектов TPM требует участия всех уровней управления. Основной акцент должен быть сделан на работу по предотвращению проблем, осуществляемую производственным и ремонтным персоналом.

TPM – это система, требующая постоянной поддержки участия руководства.

Цель TPM - разработка методов обслуживания для производства.

Задачи могут быть выполнены ежедневно/еженедельно производственными командами с необходимым обучением. Тем самым освобождаются силы ремонтников для фокусировки на более приоритетных задачах, таких как обслуживание, направленное на предотвращение возникновения поломок.

Роли и ответственности

Ремонтный персонал:

- 1 выполнять периодическое обслуживание;
- 2 предотвращение возникновения поломок;
- 3 ремонтировать оборудование;
- 4 оказывать помощь производству при автономном обслуживании.

Производственный персонал:

- 1 проверка оборудования;
- 2 оценка и мониторинг износа оборудования;
- 3 поддержка оборудования в работоспособном состоянии.

Развертывание системы ТРМ предоставляет возможность добиться кардинального улучшения по следующим группам показателей [15]:

- уменьшить себестоимость на 30%;
- сократить количество брака и рекламаций в 10 раз;
- предотвратить производственный травматизм, результатом которого может стать невыход на работу, и превышение принятых нормативов воздействия на окружающую среду;
- увеличить производительность труда по добавленной стоимости в 1,5-2 раза, во столько же раз повысить занятость оборудования и уменьшить количество поломок и аварий в сотни раз;
- по возможности полностью исключить случаи нарушения сроков поставок и уменьшить объем незаконченного производства до 50%;
- увеличить в несколько раз инициативность персонала, которая измеряется количеством поданных сотрудниками рационализаторских предложений.

Первоначально ТРМ была нацелена только на повышение эффективности оборудования. Затем стали рассматривать весь производственный процесс, введя дополнительное направление – улучшение работы обеспечивающих подразделений и качества планирования производственной деятельности. Позднее пришли к мнению, что можно улучшить деятельность компании за счет улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности. [33].

Направления развертывания ТРМ

Как правило, ТРМ развертывается по восьми направлениям (рисунок 2), первые четыре из которых напрямую связаны с производственным сектором, а вторые четыре касаются непроизводственных подразделений предприятия.

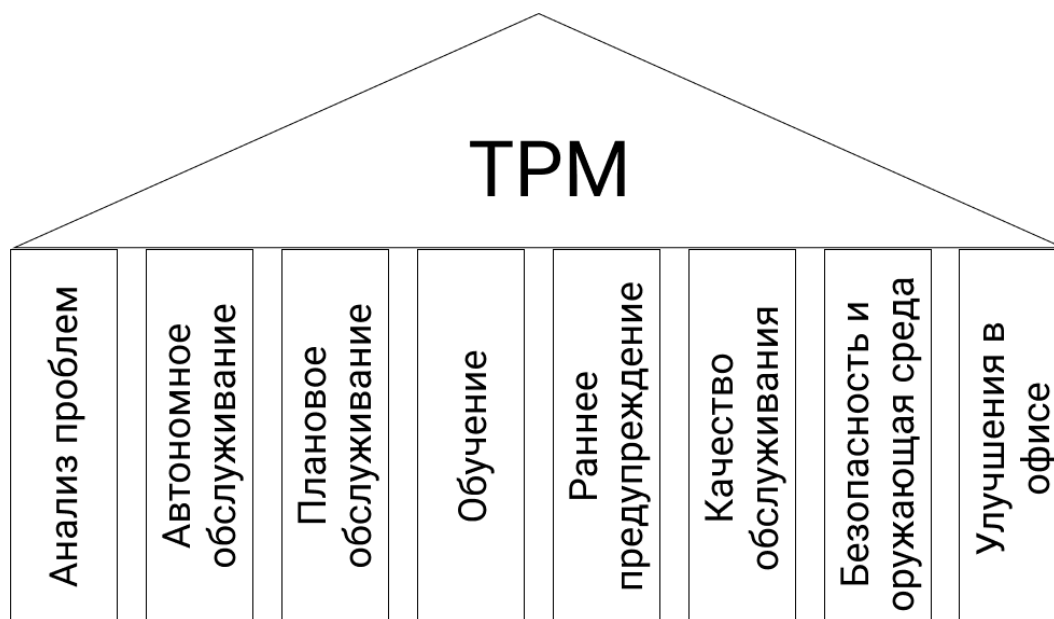


Рисунок 2 – Восемь направлений TPM

Первое – это преобразование оборудования, реализация отдельных улучшений, которые направлены на повышение качества его обслуживания.

Второе направление, является «золотым стержнем», т.е. основным в TPM-системе – это организация самостоятельного обслуживания оборудования операторами. Его смысл заключается в переходе к действующему обслуживанию оборудования лично оператором.

Третье направление – формирование планового обследования оборудования, используя силы службы главного механика. Его суть в том, чтобы самым лучшим способом, совмещая разные виды обслуживания, создать условия для наиболее эффективной эксплуатации оборудования при минимальных расходах.

Четвертое направления – гарантия стабильного роста квалификации и мастерства работников, без которого цели TPM просто не будут реализованы. В данном случае категорически нельзя полагаться на мысль о том, что автоматизированное оборудование само производит продукцию, а мастер только следит за его работой и обеспечивает поступление материалов, т.е. осуществляет простые операции, которые не требуют специальной подготовки.

Пятое – разработка системы управления оборудованием на первоначальном этапе его работы и системы формирования новых изделий. Это дает возможность объединить процессы создания легкого в изготовлении продукта и легкого в использовании оборудования, что намного сокращает время появления новых производственных линий и сроки выхода новых изделий на рынок.

Шестое направление – формирование системы обслуживания, которая направлена на поддержание качества продукции, основывается на изготовлении оборудования и поддержание условий его эксплуатации, при которых исключается выпуск бракованной продукции.

Седьмое направление – увеличение качества функционирования конструкторских, коммерческих и других непроизводственных подразделений, а также помощь производственным подразделениям в повышении результативности их работы.

Восьмое – формирование системы, поддерживающей благоприятную окружающую среду и безопасные условия труда.

Быстрая переналадка (Single-Minute Exchange of Dies (SMED) – быстрая смена пресс-форм) – переналадка или переоснастка оборудования менее чем за 10 минут. Представляет собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования.

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

Сигео Синго понадобилось девятнадцать лет, чтобы разработать систему SMED. Изучая операции переналадки оборудования на многих заводах, он обнаружил две важные вещи, которые и легли в основу SMED [16]:

1 Операции переналадки можно разделить на две категории:

– внутренние действия по переналадке, то есть операции, которые выполняются после остановки оборудования. Например, пресс-форму можно заменить только при остановленном прессе;

– 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.

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

Переналадка в одно касание (One-touch setup или One-Touch Exchange of Die) – вариант SMED, где время переналадки измеряется единицами минут (не больше 9).

Традиционно считается, что серийное производство выгодно лишь при больших объемах обрабатываемых партий. Однако, крупный размер партий приводит, в свою очередь, к потерям на ожидание, увеличению запасов и лишним перемещениям продукции. Конкуренция в условиях рыночной экономики привела к тому, что предприятия должны ориентироваться не на объем выпускаемой продукции, а на ее ассортимент. Широкий же ассортимент возможен только при условии производства мелкими партиями товара с частыми переналадками оборудования на другую номенклатуру продукции.

Переналадки – это потери времени. Поэтому очень важно сократить время одной переналадки до минимально возможной величины.

SMED – быстрая переналадка оборудования – переналадка или переоснастка оборудования менее чем за 10 минут. Представляет собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций по переналадке. Изначально эта система была разработана для того, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего

оборудования, однако принципы «быстрой переналадки» можно применять ко всем типам процессов.

Выделяют 5 шагов SMED

1 Изучение текущей ситуации. Проводится хронометраж и видеосъемка, позволяющие зафиксировать текущую ситуацию.

2 Разделение внутренних работ от внешних. На данном этапе все работы делятся на:

- до остановки машины;
- во время остановки машины;
- после остановки машины.

3 Перевод внутренних работ во внешние. Проводится анализ возможности выполнения работ предварительно (предварительная сборка, предварительная корректировка, предварительный разогрев).

4 Сокращение внутренних работ. Анализ возможности ликвидации корректировки и настройки, упрощения фиксации, а также возможность запараллеливания работ.

5 Сокращение внешних работ. Ведется работа по улучшению логистики, улучшению обслуживания.

В результате сокращения времени переналадки появляется возможность:

- производства дополнительной продукции;
- сокращения времени оборачиваемости рабочего центра (снижение производственных запасов);
- улучшения обслуживания оборудования.

У каждого изученного метода имеются свои достоинства и недостатки, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительная таблица инструментов

Название метода	Достоинства метода	Недостатки метода
Метод 5S	Визуализация проблем, быстрое обнаружение отклонений и потенциальной опасности для качества, производства.	Требует не малых ресурсов для первых шагов. Необходим постоянный контроль рабочих на совершение правильных действий. Требует грамотный контроль и отслеживание улучшений.

Окончание таблицы 3

Название метода	Достоинства метода	Недостатки метода
Система «TPM, всеобщее обслуживание оборудования»	Меньше поломок, меньше простоев. Минимизация ошибок в эксплуатации оборудования из-за человеческого фактора. Вовлечение в процесс обслуживания оборудования всего персонала предприятия, а не только технических служб.	Требует строгой системности в своей реализации. Деятельность по обслуживанию должна быть задокументирована доступным методом для простоты понимания всеми работникам.
Метод «Single Minute Exchange of Die, SMED – Быстрая переналадка»	Упрощает выпуск мелких партий, увеличивает полезное время работы оборудования.	Наиболее затратным, так как значительная часть потенциала сокращения времени переналадки реализуется изменением конструкции, т.е. после вложения определённых средств.

Для снижения простоев и процента аварийных ремонтов технологического оборудования целесообразно использовать метод TPM, так как он напрямую влияет на фактическое состояние оборудования и снижает возможность аварийных ремонтов. Так как все восемь принципов TPM внедрить на предприятие очень сложно, что связано с большими временными затратами на успешное внедрение и необходимостью изменений в психологии работников и методах работы, выбраны два принципа: автономное содержание оборудования в исправности и планирование технического обслуживания, которые помогут в решении актуальной проблемы.

Выводы по разделу два

1) В разделе два проведен анализ передовых отечественных и зарубежных инструментов и методов менеджмента качества, таких как: 5S; TPM, всеобщее обслуживание оборудования; SMED, Быстрая переналадка (Single Minute Exchange of Die).

2) Определены основные достоинства и недостатки рассматриваемых методов менеджмента качества. По результатам сопоставления плюсов и минусов принято, что наиболее эффективным в условиях производства предприятия является система TPM, которая обладают следующими ключевыми преимуществами:

- сокращение числа внеплановых поломок;
- уменьшение простоев;

- сокращение ошибок, допущенных рабочими в отношении эксплуатации оборудования;
- вовлечение в процесс обслуживания оборудования всего персонала предприятия, а не только технических служб.

Именно эти преимущества помогут решить актуальные проблемы на предприятии.

3 РАЗРАБОТКА УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПРОЦЕССА «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ»

Все выделенные процессы на предприятия нуждаются в описании, так как необходимо четко представлять их осуществление и возможные оптимизации. Существует две части деятельности по описанию процесса. Первая включает в себя представление процесса в виде функционального блока, который преобразует входы в выходы при наличии необходимых ресурсов в управляемых условиях. В описании процесса учитывается информация о входных и выходных данных, комплекте документов, описывающих процесс в целом, ресурсах, необходимых для выполнения процесса, показателей качества. Вторая часть представляет собой описание структуры процесса, то есть определение действий внутри него. Задача разработчиков процесса состоит в выборе того или иного подхода для описания и зависит от многих факторов (к примеру, культуры организации, принятой системы информирования, численности организации и т.д.) [17].

3.1 Описание процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Цель процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» – поддержание и обеспечение работоспособного состояния основного металлургического оборудования. Главной задачей процесса является обеспечение бесперебойной работы производственных фондов. Результатом процесса служит обеспечение функционирования оборудования для производственного комплекса и поддержание производственной среды.

Владелец процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» – главный механик. Его обязанностями являются: обеспечение бесперебойной и технически правильной эксплуатации и надежной работы приборов и оборудования, повышение ее сменности, содержание в работоспособном состоянии, организация разработки планов (графиков) осмотров, испытаний и профилактических ремонтов оборудования, утверждает эти планы и контролирует их выполнение. Паспорт процесса представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Паспорт процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Название	Содержание
1 Наименование процесса	Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования
2 Код процесса	ПВ 7.1.5
3 Цель процесса	Поддержание и обеспечение работоспособного состояния основного металлургического оборудования.

Продолжение таблицы 4

Название		Содержание	
4 Владелец процесса		Главный механик	
5 Входы процесса		Данные о поломках и отказах оборудования. Оборудование, требующее ремонта	
6 Поставщики процесса		ЛПЦ №1, ЛПЦ №2, ЛПЦ №3, ЭСПЦ №1, ЭСПЦ №2	
7 Выходы процесса		Обслуженное, отремонтированное оборудование. Акт приемки оборудования.	
8 Потребители процесса		ЛПЦ №1, ЛПЦ №2, ЛПЦ №3, ЭСПЦ №1, ЭСПЦ №2	
9 Управляющие воздействия		ГОСТ ИСО 9001-2015, руководство по качеству, план ремонтных работ технологического оборудования, стандарт организации «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»	
Ресурсы		Персонал, инфраструктура (оборудование, оснастка, ремонтное оборудование; производственные здания и сооружения, и связанные с ними сети и системы), среда для функционирования процесса, финансовые ресурсы	
Показатели процесса	Формула расчета	Критерии показателей	Корректирующие действия
Выполнение пунктов плана по обслуживанию оборудования ($K_{п}$)	$K_{вр} = \frac{N_{ф}}{N_{п}} \cdot 100\%$ <p>где $N_{ф}$ – количество фактически выполненных пунктов плана по техническому обслуживанию оборудования, шт.; $N_{п}$ – количество пунктов плана по техническому обслуживанию оборудования, шт.</p>	$K_{п}$ не менее 95%	Повышение квалификации рабочих, анализ пунктов плана по обслуживанию.

Окончание таблицы 4

Показатели процесса	Формула расчета	Критерии показателей	Корректирующие действия
Коэффициент своевременной сдачи отремонтированного оборудования в эксплуатацию (K_3)	$K_3 = \frac{N_c}{N_{\text{п}}} \cdot 100\%$ <p>где N_c – фактическое количество оборудования, своевременно введенное в эксплуатацию, после ремонта, шт.; $N_{\text{п}}$ – плановое количество оборудования, своевременно введенное в эксплуатацию, после ремонта, шт.</p>	K_3 не менее 89%.	Корректировка плана по ремонту оборудования
Коэффициент количества несоответствий при выполнении ремонтных работ (K_p)	$K_p = \frac{N_{\text{нп}}}{N_o} \cdot 100\%$ <p>где $N_{\text{нп}}$ – количество актов несоответствий выполненных ремонтных работ, шт; N_o – количество оборудования, подвергшееся ремонту, шт.</p>	K_p не менее 60%	Совершенствование профилактического ремонта и ухода за оборудованием

3.2 Визуализация процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Визуализация используется для того, чтобы наглядно представить этапы деятельности процесса. Блок-схема – один из методов визуализации. Чтобы определить последовательность процесса, необходимо использовать данный метод. Его целью является графическое представление последовательности действий и решений, необходимых для получения требуемого результата. На рисунке 3 представлена блок-схема процесса «Управление техническим

обслуживанием и ремонтом оборудования», которая дополнена входами и выходами на каждом этапе.

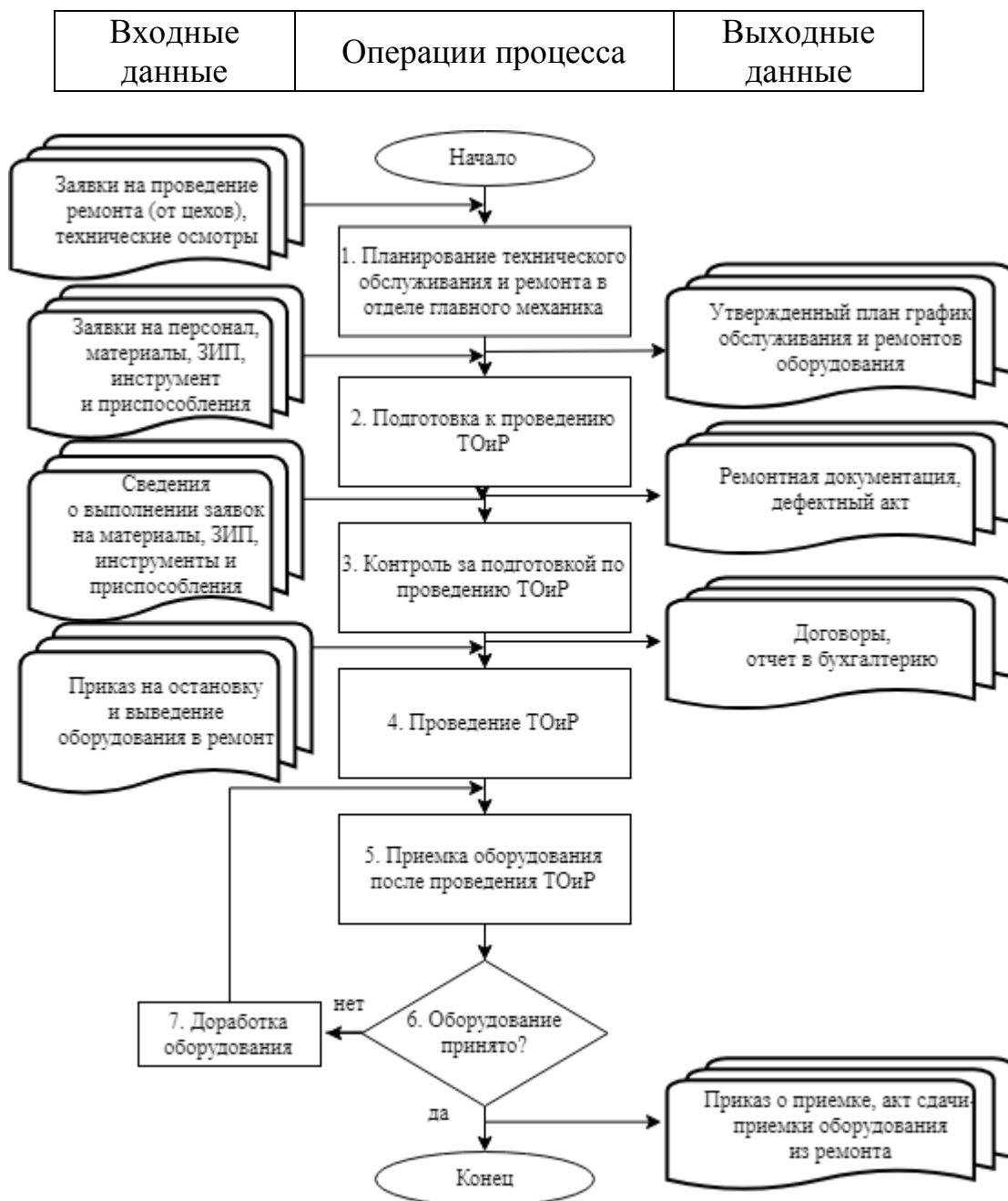


Рисунок 3 – Блок-схема «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Также используется матрица ответственности, чтобы наглядно показать ответственность персонала на каждом этапе блок-схемы процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» (таблица 5).

Таблица 5 – Матрица ответственности процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Этапы процесса	Должность								
	Главный механик	Главный электрик	Технический директор	Начальник СП	Начальник ПЭО	Рем. цеха, Подрядчики	Персонал СП	Комиссия	Инженер ОГМ
1 Планирование технического обслуживания и ремонта оборудования в отделе главного механика	О	У	У	И	У	-	-	-	И
2 Подготовка к проведению ТОиР	О	У	-	И	-	У	У	-	-
3 Контроль за подготовкой по проведению ТОиР	О	У	-	И	-	У	-	-	-
4 Проведение ТОиР	О	У	-	У	-	И	И	-	У
5 Приемка оборудования после проведения ТОиР	О	У	-	У	-	У	-	И	У
6 Доработка оборудования	О	У	-	У	-	И	И	-	У
О – ответственный; У – участвует; И – исполнитель.									

Процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» можно представить в виде набора элементов-работ, которые взаимодействуют между собой. [18]. Для этого используется IDEF-моделирование, чтобы иметь возможность визуализации данных работ. Разработана модель IDEF0, для процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования». Этот процесс включает в себя: управление процессам «УТОиР», сбор заявок на ремонт, обеспечение ремонта, документационное обеспечение и процессы СМК, также включены 2 новых блока (принципа TPM):

1) автономное содержание оборудования в исправности.

Его цель минимизировать потери эффективности, которые возникают из-за отказов устройств, коротких остановок, брака и т. д. Для этого все большая часть необходимой деятельности по техническому обслуживанию (чистка, смазка, технический осмотр устройств) упрощается, стандартизируется и постепенно передается на места в обязанности сотрудников. Вследствие этого сотрудники отдела главного механика освобождаются, с одной стороны, от текущей рутинной деятельности, так что они получают большее время для разработки и проведения мер по улучшению. С другой стороны, теперь оборудование (устройства) могут обеспечиваться необходимым техническим обслуживанием, которая ранее не могла предоставляться в распоряжение вообще либо своевременно из-за отсутствия надлежащих ресурсов.

2) Проведение планового обслуживания оборудования.

Обеспечение полной готовности оборудования, а также проведение мероприятий в области технического обслуживания. В этот блок входит: планирование технического обслуживания, его выполнении и документированном отчете о проведении обслуживания оборудования.

IDEF0-диаграмма наглядно показывает входы, выходы, ресурсы и управляющее воздействие для каждого действия процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» (рисунки 4 – 7).

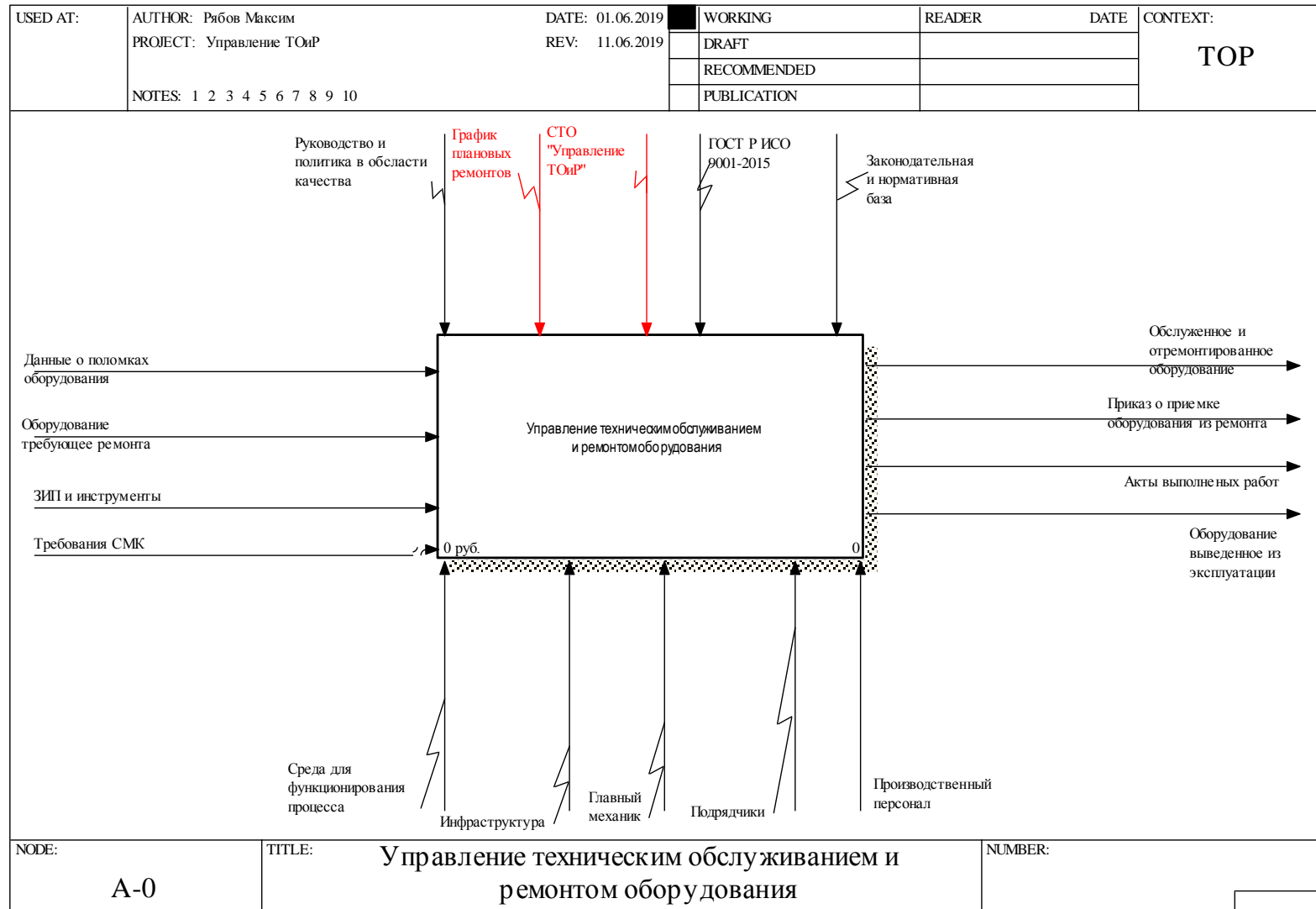


Рисунок 4 – Контекстная диаграмма верхнего уровня процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

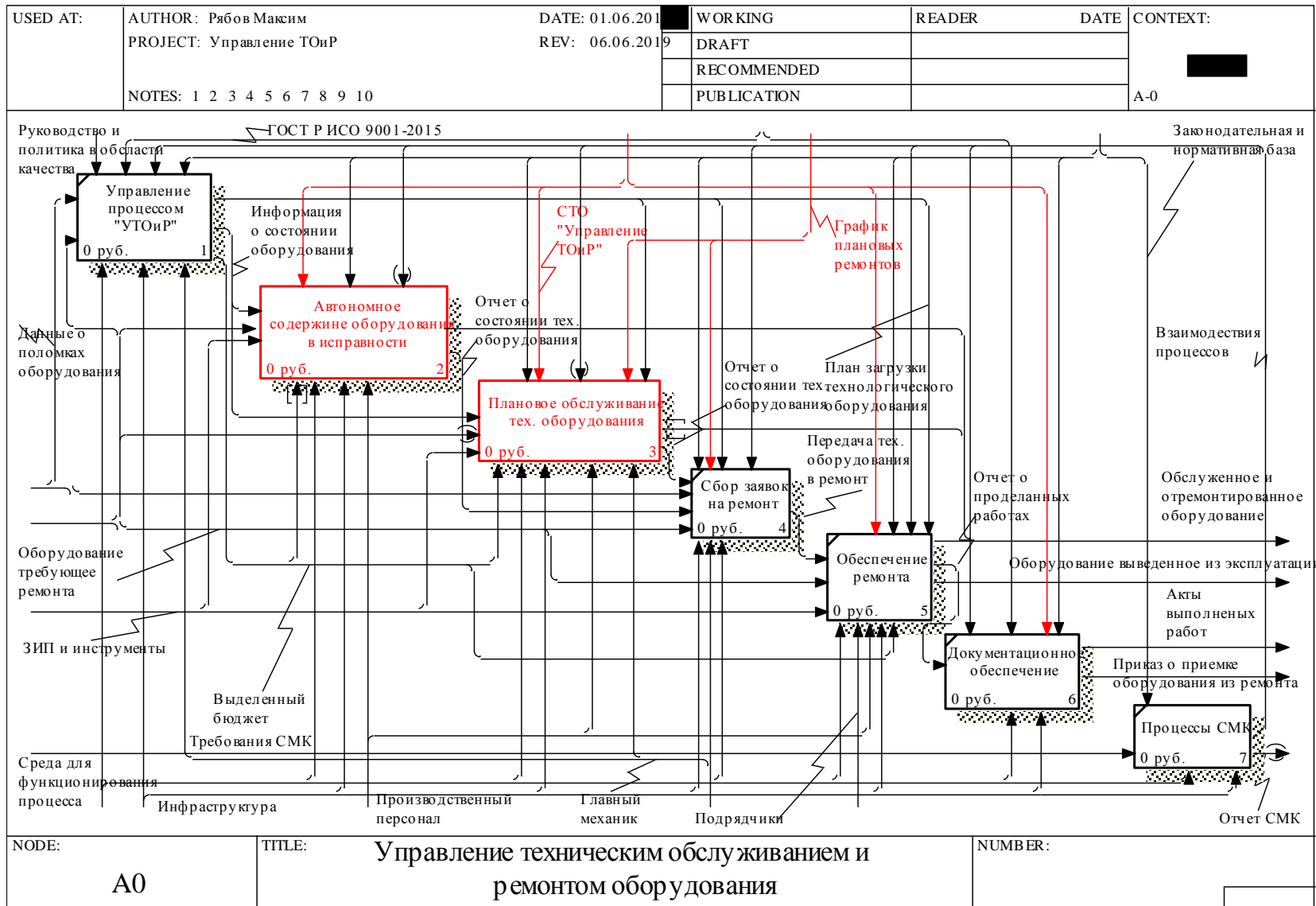


Рисунок 5 – Дочерняя диаграмма родительского блока А-0

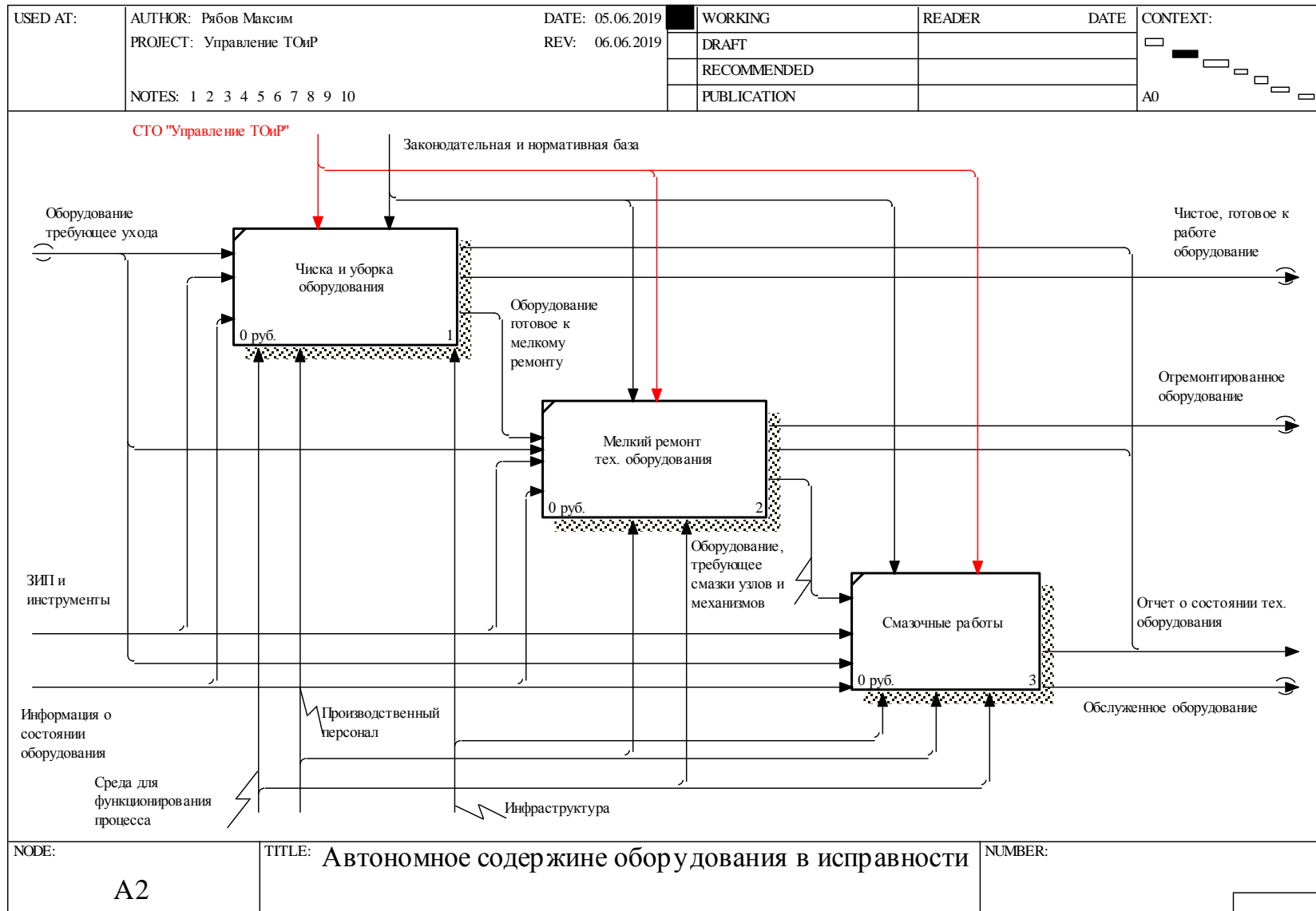


Рисунок 6 – Диаграмма декомпозиции подпроцесса «Автономное содержание оборудования в исправности»

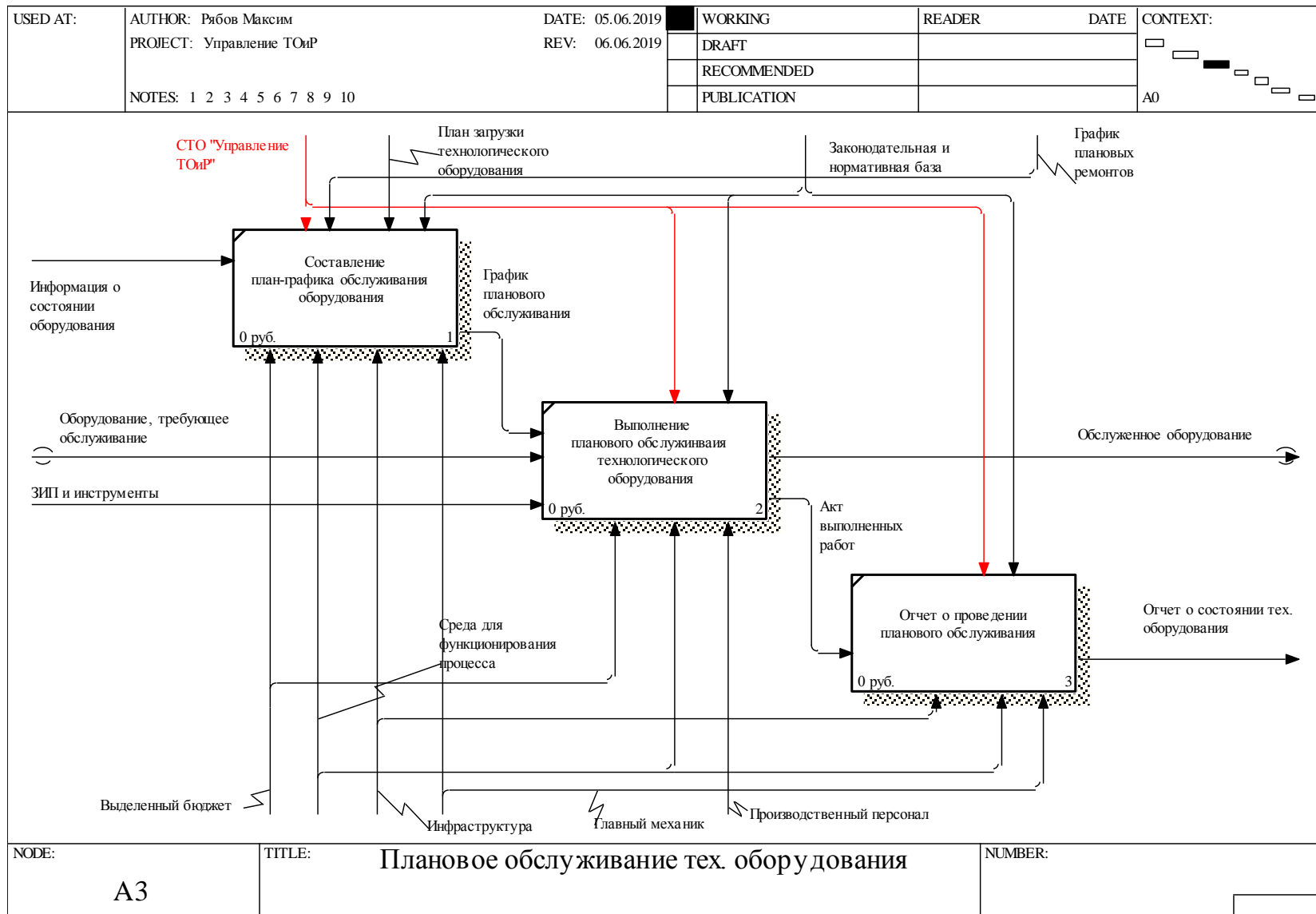


Рисунок 7 – Диаграмма декомпозиции подпроцесса «Плановое обслуживание тех. оборудования»

3.3 Разработка оценочных показателей процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Согласно ГОСТ Р ИСО 9001-2015 организация должна давать оценку результатам деятельности и результативности системы менеджмента качества. Так как на предприятии процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» не оценивается, разработаны показатели эффективности функционирования процесса. Чтобы оценить процесс, используется сопоставление фактической оценки и критерия каждого показателя. [19]. При не достижении критерия показателя применяются корректирующие действия. Методы сбора данных для расчета фактической оценки: регистрационный и измерительный. Осуществление регистрационного метода происходит на основе наблюдения и подсчета числа определенных событий. Измерительный метод определения показателей – метод определения значений показателей с использованием технических средств измерений. Оценочные показатели процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Оценочные показатели процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Оценочный показатель	Формула для расчета	Критерий показателя	Корректирующие действия
Коэффициент использования технологического оборудования ($K_{и}$)	$K_{и} = \frac{N_{ф}}{N_{у}} \cdot 100\%$ <p>где $N_{ф}$ – число единиц фактически работающего оборудования, шт.; $N_{у}$ – число единиц оборудования, имеющегося в эксплуатации</p>	$K_{и}$ не менее 65%	Ликвидации простоев, рост квалификации рабочих. Вывод из эксплуатации и реализация малопроизводительного, незагруженного оборудования на основе аттестации рабочих мест.
Коэффициент времени работы технологического оборудования ($K_{вр}$)	$K_{вр} = \frac{T_{ф}}{T_{н}} \cdot 100\%$ <p>где $T_{ф}$ – фактическое время работы оборудования, ч; $T_{н}$ – календарный, режимный, плановый фонд времени работы оборудования, ч.</p>	$K_{вр}$ не менее 90%	Пересмотр и корректировка плана загрузки оборудования.

Окончание таблицы 6

Оценочный показатель	Формула для расчета	Критерий показателя	Корректирующие действия
Выполнение пунктов плана по обслуживанию оборудования ($K_{п}$)	$K_{вр} = \frac{N_{ф}}{N_{п}} \cdot 100\%$ <p>где $N_{ф}$ – количество фактически выполненных пунктов плана по техническому обслуживанию оборудования, шт.; $N_{п}$ – количество пунктов плана по техническому обслуживанию оборудования, шт.</p>	$K_{п}$ не менее 95%	Повышение квалификации рабочих, анализ пунктов плана по обслуживанию.
Коэффициент своевременной сдачи отремонтированного оборудования в эксплуатацию ($K_{э}$)	$K_{э} = \frac{N_{с}}{N_{п}} \cdot 100\%$ <p>где $N_{с}$ – фактическое количество оборудования, своевременно введенное в эксплуатацию, после ремонта, шт.; $N_{п}$ – плановое количество оборудования, своевременно введенное в эксплуатацию, после ремонта, шт.</p>	$K_{э}$ не менее 89%.	Корректировка плана по ремонту оборудования
Коэффициент количества несоответствий при выполнении ремонтных работ ($K_{р}$)	$K_{п} = \frac{N_{пп}}{N_{о}} \cdot 100\%$ <p>где $N_{пп}$ – количество актов несоответствий выполненных ремонтных работ, шт.; $N_{о}$ – количество оборудования, подвергшееся ремонту, шт.</p>	$K_{р}$ не менее 60%	Совершенствование профилактического ремонта и ухода за оборудованием

Выводы по разделу три

В данном разделе проделана следующая работа:

1) Описан процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», с помощью разработанного паспорта процесса. В котором предоставлены основные сведения о процессе: входы, выходы, управляющие воздействия, а также ресурсы, при помощи которых осуществляется деятельность процесса. В паспорт входят наиболее значимые оценочные показатели.

2) Разработана блок-схема, которая отображают основные этапы деятельности процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», а также дает представление о необходимой на каждом этапе документации. Также разработана матрица распределения ответственности, которая наглядно показывает все ответственные лица, участвующие в реализации этапов деятельности из блок-схемы процесса.

3) Процесс визуализирован с помощью усовершенствованной IDEF-модели, в которую включены два новых блока: автономное содержание оборудования в исправности и плановое обслуживание технологического оборудования.

4) Разработанные оценочные показатели и определенные для каждого из них пороговые критерии дают возможность оценить деятельность процесса. Оценка процесса по разработанным показателям направлена на сопоставление фактически полученных данных с плановыми показателями.

5) Разработаны корректирующие действия для показателей эффективности процесса, которые необходимы при не достижении критерия показателей.

4 РАЗРАБОТКА СТАНДАРТА НА СОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ ПРОЦЕСС «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ»

Для обеспечения функционирования процесса в соответствии с требованиями СМК весь персонал процесса выполняет свои должностные инструкции в соответствии с усовершенствованным стандартом организации, который устанавливает процесс всеобщего обслуживания оборудования, а также определяет ответственность и полномочия исполнителей.

В выпускной квалификационной работе разработан стандарт организации всеобщего обслуживания оборудования, который состоит из следующих разделов:

1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Планирование обслуживания и ремонтов оборудования

4.2 Подготовка к проведению ремонтных работ металлургического оборудования

4.3 Обеспечение технического обслуживания и ремонта оборудования

4.4 Порядок остановки и передачи оборудования в ремонт

4.5 Проведение ремонта оборудования

4.6 Приемка оборудования после ремонта

4.7 Плановое техническое обслуживание оборудования

4.8 Автономное содержание оборудования в исправности

4.9 Отказы (простои) оборудования

4.10 Оценка риска после проведения КР оборудования

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное). Инструкция по ведению журнала приемки и сдачи смен

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (обязательное). Блок-схема «УТОиР»

ПРИЛОЖЕНИЕ В (обязательное). Матрица распределения ответственности при «УТОиР»

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (обязательное). Блок-схема обеспечение технологического обслуживания и ремонта оборудования запасными частями, сменным оборудованием, изготовленными цехами ОГМ

ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное). Матрица распределения ответственности обеспечение технологического обслуживания и ремонта оборудования запасными частями, сменным оборудованием, изготовленными цехами ОГМ

ПРИЛОЖЕНИЕ Е (рекомендованное). Акт выполненных работ

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж (обязательное). Перечень работ, выполняемых при проведении ежедневного обслуживания

ПРИЛОЖЕНИЕ З (обязательное). Паспорт процесса «УТОиР»

В стандарте определены: назначение и область применения, ответственность, описание процесса проведения технического обслуживания и ремонта оборудования, отображено описание процесса блок-схемой процесса, матрицей ответственности процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», Разработанный стандарт организации приведен в приложении В.

Ответственность за разработку настоящего стандарта возлагается на инженера отдела главного механика (ОГМ). Ответственность за своевременное составление планов ремонта и обслуживания технологического оборудования возлагается на главного механика. Ответственность за выполнение ежедневного обслуживания технологического оборудования возлагается на сотрудников структурных подразделений (СП).

В усовершенствованный стандарт входят:

- 1 описание планового технического обслуживания оборудования;
- 2 описание автономного содержания оборудования в исправности;
- 3 перечень работ, выполняемых при проведении ежедневного обслуживания оборудования;
- 4 блок-схема функционирования процесса и матрица распределения ответственности;
- 5 паспорт процесса;
- 6 основные показатели эффективности функционирования процесса;
- 7 корректирующие действия в случае не достижения критериев показателей.

Выводы по разделу четыре

Разработан стандарт с целью:

- 1) выполнения самостоятельного технического обслуживания;
- 2) поддержания оборудования в постоянном работоспособном состоянии;
- 3) повышения эффективности планового ремонта.

Стандарт всеобщего обслуживания оборудования состоит из следующих разделов: назначение и область применения; нормативные ссылки; термины и определения, общие положения; блок-схема, матрица ответственности; приложения. Полный текст разработанного стандарта приведен в приложении В.

5 РИСК-МЕНЕДЖМЕНТ ПРОЦЕССА «УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ И РЕМОНТОМ ОБОРУДОВАНИЯ»

Первым этапом оценки рисков процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» является идентификация риска. Цель идентификации риска - обнаружить, зарегистрировать и охарактеризовать риски, которые могут оказать положительное или отрицательное влияние на достижение согласованных целей проекта.

Идентификация риска включает источники риска, области воздействий, события (включая изменения обстоятельств), а также причины и потенциальные последствия. Идентификация риска позволяет составить исчерпывающий перечень рисков на основе рассматриваемых событий, обстоятельств и их изменений, которые могут усилить, предотвратить, ухудшить, ускорить или отложить достижение целей проекта. Необходимо идентифицировать риски, ассоциированные с ненадлежащим использованием представившихся возможностей. Исчерпывающая идентификация очень важна, так как риск, не идентифицированный на данной стадии, не может быть предметом анализа до момента следующего пересмотра.

Существует много методов идентификации риска. Для идентификации рисков процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» выбран метод «Дельфи».

Существенной особенностью метода Дельфи является то, что эксперты выражают свое мнение индивидуально и анонимно, при этом имея возможность узнать мнения других экспертов.

Область применения: метод Дельфи может быть применен на всех стадиях процесса менеджмента риска или всех этапах жизненного цикла системы, везде, где необходимы согласованные оценки экспертов. [20].

Входные данные: варианты решений проблемы, для отбора которых необходимо согласованное единое мнение.

Процесс выполнения метода: процесс включает в себя проведение частично структурированного анкетного опроса группы экспертов. При этом эксперты не должны встречаться друг с другом, что позволяет обеспечить независимость их мнений.

Преимущества метода:

- поскольку процедура является анонимной, более вероятно, что будут выражены непопулярные мнения;
- все взгляды на проблему равнозначны, что позволяет избежать доминирования мнения отдельных лиц;
- получение прав собственности на выходные данные;
- участники обсуждения не должны находиться в одном конкретном месте в конкретное время.

Недостатки метода включают в себя следующее:

- метод Дельфи является трудоемким и затратным по времени;

– участники должны быть в состоянии точно и ясно выразить свои мысли в письменной форме.

5.1 Реестр рисков

Используя метод «Дельфи» были выявлены возможные риски для процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» в условиях металлургического предприятия, которые представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Реестр рисков процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»

Наименование риска	Причины	Фактор риска	Сфера риска	Последствия
1 Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	Повышение цен поставщиком на ремонтное оборудование, комплектующих для технологического оборудования.	Финансовый	Организационная	Отсутствие возможности выполнять необходимый ремонт
	Невыполнение контрактных обязательств со стороны поставщика.	Коммерческий		
	Прекращение выпуска ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования, замена на более модернизированные.	Научно-технический		
2 Некачественный ремонт оборудования	Анализ фактического состояния технологического оборудования проведен с ошибками. Нарушение правил проведения ремонта оборудования.	Человеческий	Социальная	Аварии. Срыв выполнения производственной программы. Дополнительные затраты на проведение ремонтов
3 Внеплановые простои оборудования	Отключение электроэнергии. Несоблюдение графика плановых ремонтов.	Человеческий	Социальная	Увеличение времени на изготовление единицы продукции; снижение производительности

Продолжение таблицы 7

Наименование риска	Причины	Фактор риска	Сфера риска	Последствия
4 Низкая квалификация операторов, ремонтных служб	Аттестация сотрудников имеет формальный характер. Некорректно составлен план обучения персонала.	Человеческий	Социальная	Совершение ошибок и некорректных действий персонала.
5 Физический износ технологического оборудования	Ошибки при эксплуатации. Работа оборудования сверхнормативного времени.	Производственный	Организационная	Возможность появления брака продукции.
6 Аварийная остановка оборудования	Износ оборудования	Производственный	Технический	Может привести к отбраковке сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.
	Несоблюдение правил техники безопасности персоналом.	Человеческий	Социальная	
	Недостаточность опыта работы и квалификации персонала.	Человеческий		
7 Некорректное планирование ремонтов	Неосведомленность ответственных лиц о сроках эксплуатации оборудования Износ оборудования на практике значительно отличается от плановых показателей.	Человеческий	Организационная	Избыточные ремонты (рост себестоимости).
8 Не достижение эффективности ремонтов	Эффективность ремонта ничем не подкрепляется: не проводится анализ, отсутствуют испытания. Что приводит к unplanned останову оборудования.	Человеческий	Социальная	Аварии. Срыв выполнения производственной программы.
9 Некорректная отчетность о ТОиР и состоянии оборудования	Значительная часть объема ремонтов классифицируется как аварийные.	Человеческий	Социальная	Принятие некорректных управленческих решений. Искажение финансовой отчетности.

Окончание таблицы 7

Наименование риска	Причины	Фактор риска	Сфера риска	Последствия
10 Некорректный выбор стратегии ТОиР	Происходит из-за неграмотного составления анализа текущей ситуации ТОиР.	Человеческий	Организационная	Аварийные остановки оборудования. Увеличение стоимости обслуживания оборудования.
11 Дорогостоящие ремонты	Следование планово-предупредительному ремонту и игнорирование реального положения дел. Возможно, ремонт оборудования необходим не такой масштабный, как прописано в плане.	Человеческий	Социальная	Большие затраты на ремонт оборудования.

5.2 Качественный анализ рисков

Чтобы проанализировать факторы, влияющие на возникновение полученных рисков, необходимо провести качественную оценку этих рисков.

Для того чтобы выбрать наименее рискованную или предлагающую наиболее привлекательное соотношение риска и выгод альтернативу, нужно оценить риск, что позволит сравнить величину риска различных вариантов решения и выбрать из них тот, который больше всего отвечает выбранной предприятием стратегии риска.

Основная часть оценки риска сегодня основана на теории вероятности – систематическом статистическом методе определения вероятности того, что какое-то будущее событие произойдет. Однако надо заметить, что вероятность не каждого будущего события можно измерить. Степень риска – это вероятность наступления случая потерь, а также размер возможного ущерба от него. [21]. Для качественной оценки рисков, можно применить метод анализа влияния человеческого фактора (HRA), так как основная часть рисков возникает именно из-за него. В результате HRA выявляются действия, которые могут воссоздать предшествующие ошибки. HRA может включать в себя следующие этапы:

- 1) анализ задачи;
- 2) выявление ошибки персонала;
- 3) количественное определение влияния на надежность человеческого фактора.

Анализ задачи и выявление ошибки персонала необходимо начинать на стадии концепции и на ранних этапах проектирования и разработки. Они должны модернизироваться на более поздних стадиях развития системы.

Входными данными метода HRA являются:

- информация для определения задач, выполняемых операторами;
- данные о типичных ошибках, встречающихся на практике, и их причинах;

– экспертные оценки ошибок оператора (человека) и их количественное выражение.

1 Анализ задачи.

Целью анализа задачи в процессе HRA является подробное описание и определение характера задачи, подлежащей анализу, для выявления ошибки персонала и/или количественной оценки влияния на надежность человека. Анализ задачи может также проводиться для других целей, таких как оценка взаимодействия человека с машиной или планирование процедуры. [22].

Цель процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»: поддержание в рабочем состоянии основного металлургического оборудования.

Задача, подлежащая анализу: разработка стратегии по поддержанию оборудования в рабочем состоянии.

1.1 Анализ задачи. Определение способов выполнения задачи и вспомогательных средств, необходимых для ее выполнения. [20].

Чтобы воплотить стратегию организации в жизнь нужно:

1) сформулировать стратегию так, чтобы она была проста и понятна, все термины и задачи должны пониматься владельцами, ответственными и рядовыми сотрудниками компании одинаково;

2) обеспечить цельность (все цели, задачи, планы и бюджеты должны быть согласованы между собой) и измеримость стратегии (все цели и задачи должны быть конкретны, измеримы, проверяемы, то есть каждая из них подразумевает, что на вопрос «Как мы узнаем, что достигли желаемого» должен быть дан ответ).

3) разработать определённые методики, способствующие внедрению стратегии;

3) при оценке результативности стратегии опираться не только на прошедшие и будущие события, но и на текущее положение дел.

2. Выявление ошибки персонала (HEI). На данном этапе идентифицируются и описываются возможные ошибочные действия при исполнении задачи. Выявление ошибки персонала может включать выявление возможных последствий и причин ошибочных действий, а также предложение мер по снижению вероятности этой ошибки, совершенствованию перспектив для исправления и/или уменьшению последствий ошибочных действий. Результаты HEI, таким образом, обеспечивают ценный вклад в управление риском даже в том случае, если не проводится никакая количественная оценка. [22].

2.1 Анализ ошибки оператора. Определение отказов, возникающих в процессе выполнения задачи, возможных ошибок оператора и способов их устранения. [20]. Для определения возможных ошибок оператора и способов их устранения, а также оценки критичности этих ошибок необходимо составить таблицу 8.

Таблица 8 – Возможные риски, их причины и способы устранения рисков

Наименование риска	Причины	Способы устранения
1 Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	Повышение цен поставщиком на ремонтное оборудование, комплектующих для технологического оборудования.	1 Грамотно оформленные юридические отношения с поставщиками. 2 Своевременное обновление оборудования на более модернизированное.
	Невыполнение контрактных обязательств со стороны поставщика.	
	Прекращение выпуска ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования, замена на более модернизированные.	
2 Некачественный ремонт оборудования	Анализ фактического состояния технологического оборудования проведен с ошибками. Нарушение правил проведения ремонта оборудования.	Введение четкого регламента ремонта оборудования и санкций за его нарушение
3 Внеплановые простои оборудования	Отключение электроэнергии. Несоблюдение графика плановых ремонтов.	Анализ графика плановых ремонтов и устранение возможных ошибок в нем, внедрение санкций за его несоблюдение.
4 Низкая квалификация операторов, ремонтных служб	Аттестация сотрудников имеет формальный характер. Некорректно составлен план обучения персонала.	Выделить бюджет на плановое обучение персонала, на повышение квалификации операторов. Пересмотреть план обучения, внести правки.
5 Физический износ технологического оборудования	Ошибки при эксплуатации. Работа оборудования сверхнормативного времени.	Проведение инструктажа по эксплуатации технологического оборудования.
6 Аварийная остановка оборудования	Износ оборудования.	1. Проведение ППР с целью предотвращения износа оборудования. 2. Проведение инструктажа по технике безопасности. 3. Привлечение бюджета для повышения квалификации работников.
	Несоблюдение правил техники безопасности.	
	Недостаточность опыта работы и квалификации персонала.	

Окончание таблицы 8

Наименование риска	Причины	Способы устранения
7 Некорректное планирование ремонтов	Неосведомленность ответственных лиц о сроках эксплуатации оборудования. Износ оборудования на практике значительно отличается от плановых показателей.	Регулярная проверка реального износа оборудования и соответствия его с плановым. Корректировка ремонтных работ при несоответствии.
8 Не достижение эффективности ремонтов	Эффективность ремонта ничем не подкрепляется: не проводится анализ, отсутствуют испытания. Что приводит к неплановому останову оборудования.	1. Использовать конкретные показатели эффективности ремонта и приглашать к проверке независимых лиц. 2. Проводить испытания оборудования после ремонта до того, как продолжать на нем работу.
9 Некорректная отчетность о ТОиР и состоянии оборудования	Значительная часть объема ремонтов классифицируется как аварийные.	1. Введение строгой отчетности по ТОиР и состоянию оборудования. 2. Оценка состояния оборудования независимыми лицами.
10 Некорректный выбор стратегии ТОиР	Происходит из-за неграмотного составления анализа текущей ситуации ТОиР.	Обучение сотрудников с целью повышения их знаний в анализе и стратегиях работы. Что предотвратит ошибки в дальнейшем.
11 Дорогостоящие ремонты	Следование планово-предупредительному ремонту и игнорирование реального положения дел. Возможно, ремонт оборудования необходим не такой масштабный, как прописано в плане.	Проведение регулярного анализа текущего состояния оборудования. Корректировка плана при несоответствии его реальности.

Определение ошибок или задач, требующих детальной количественной оценки. Для перехода к проведению количественной оценки необходимо выявить наиболее значительные риски. Для этого воспользуемся методом «Индекс риска».

5.3 Количественный анализ риска

Для количественного анализа риска воспользуемся методом «Индекс риска». Индекс риска – относительный или абсолютный показатель, позволяющий судить о значимости риска и проводить сравнительный анализ. Если рассматривать риск как двухфакторную функцию от вероятности наступления инцидента и от масштаба его последствий, то в общем виде индекс риска (R_i) можно найти по следующей формуле:

$$R_i = P_q \cdot I_q, \quad (1)$$

где P_q – вероятность возникновения,

I_q – величина потерь.

Оценка риска по индексу производится в 3 шага:

1. Определение величины потерь (I_q). Величина потерь I измеряется в процентах влияния на эффективность деятельности предприятия. [23]. Классифицируется риск по таблице 9.

Таблица 9 – Величина потерь от риска

Виды рисков	Баллы от возникновения риска	Влияние на эффективность, %
Незначительный	1	0–10
Низкий	2	10–40
Приемлемый	3	40–60
Высокий	4	60–90
Критический	5	90–100

2. Вероятность возникновения (P_q). Определяется методом экспертной оценки – руководитель решает, насколько вероятно событие, полагаясь на собственный опыт. [23]. Здесь уместна следующая классификация, представленная в таблице 10.

Таблица 10 – Вероятность возникновения риска

Виды рисков	Вероятность возникновения		Качественный подход
	Баллы	%	
Незначительный	1	0–10	Событие имеет место быть в исключительных случаях
Низкий	2	10–40	Событие редко, но известно
Приемлемый	3	40–60	Есть основания полагать, что событие возможно
Высокий	4	60–90	Существуют обоснованные опасения

Окончание таблицы 10

Виды рисков	Вероятность возникновения		Качественный подход
	Баллы	%	
Критический	5	90–100	Событие, скорее всего, произойдет

Начать заполнение такой таблицы оценщику нужно с последнего столбика и уже из него делать выводы. Оценщик может использовать либо проценты, либо баллы (первый вариант дает большую точность), однако, важно, чтобы вся формула была приведена к единому формату измерения.

3. Оценка риска по матрице. На заключительном этапе рассчитывается индекс риска как произведение результатов, полученных на первом и втором этапе. Определенное значение индекса проверяется по матрице, представленной на рисунке 8.



Рисунок 8 – Матрица рисков

По индексу риски классифицируются на приемлемые (голубой), оправданные (желтый) и недопустимые (красный). Понятно, что от недопустимых рисков необходимо избавляться в первую очередь, оправданные же риски следует в долгосрочной перспективе перевести в приемлемые. [23].

Полученные этим методом данные, приведены в таблице 11, а получившаяся матрица – на рисунке 9.

Таблица 11 – Величина потерь и вероятность возникновения рисков

Наименование риска	Величина потерь		Вероятность возникновения		Индекс риска	
	баллы	%	баллы	%	баллы	%
1 Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	3	75	2	50	6	12,5
2 Некачественный ремонт оборудования	4	75	2	25	8	18,75
3 Внеплановые простои оборудования	4	95	2	50	8	18,75
4 Низкая квалификация операторов, ремонтных служб	2	50	2	75	4	6,25
5 Физический износ технологического оборудования	4	75	5	95	20	71,25
6 Аварийная остановка оборудования	3	95	2	50	6	12,5
7 Некорректное планирование ремонтов	2	50	2	75	4	6,25
8 Не достижение эффективности ремонтов	4	75	2	50	8	18,75
9 Некорректная отчетность о ТОиР и состоянии оборудования	2	25	1	5	2	10
10 Некорректный выбор стратегии ТОиР	1	5	1	5	1	7,5
11 Дорогостоящие ремонты	4	75	4	95	16	50



Рисунок 9 – Полученная матрица рисков

Проанализировав влияние человеческого фактора на выявленные риски, с помощью количественной оценки этих рисков определены два наиболее критически недопустимых риска: физический износ технологического оборудования (71,25%) и дорогостоящие ремонты (50%).

5.4 Оценка наиболее существенных рисков

Чтобы спрогнозировать возможные риски необходимо использовать количественную оценку этих рисков.

Количественная оценка влияния на надежность человеческого фактора (HRQ). Целью HRQ является оценка вероятности правильного выполнения задачи или вероятности ошибочных действий. Некоторые технические приемы могут также предусматривать шаги по оценке вероятности или частоты определенных последовательностей нежелательных событий или нежелательных исходов. [20]. Количественная оценка – определение вероятности ошибок оператора и отказов при выполнении задачи. [22].

5.4.1 Физический износ технологического оборудования

Описание риска представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Описание риска «Физический износ технологического оборудования»

Характеристика риска	Описание
Сфера риска	Социальная
Фактор риска	Производственный
Заинтересованные лица	Генеральный директор, а также лица, которым он делегировал полномочия
Количественное выражение риска	$P = 71,25$; $W = 9000000$. P – вероятность возникновения риска, %; W – возможный ущерб, руб.
Причина возникновения риска	Ошибки при эксплуатации. Работа оборудования сверхнормативного времени.
Предполагаемые последствия возникновения риска	Возможность появления брака продукции.
Возможные способы устранения риска	Проведение инструктажа по эксплуатации технологического оборудования.

Для оценки этого риска воспользуемся методом «Анализ дерева событий» (ETA). ETA представляет собой совокупность приемов количественных или качественных, которые используются для идентификации возможных исходов инициирующего события и, если это требуется, их вероятностей. ETA широко используется для объектов, характеризующихся особенностями проекта, которые способствуют снижению аварийности и позволяют выявлять последовательности событий, которые, в свою очередь, приводят к появлению определенных последствий инициирующего события. Предполагается, что каждое событие в последовательности представляет собой либо исправность, либо неисправность.

Следует отметить, что вероятности на «дереве событий» являются условными вероятностями. «Дерево событий» изображено в приложении Г.

Для количественного расчёта предполагаемых событий воспользуемся формулой сложения вероятностей совместных событий:

$$P(A + B) = P(A) + P(B) - P(A \cdot B), \quad (2)$$

где A и B – совместные события. [24].

Расчёт вероятностей:

1. $P(\text{«Ошибки при эксплуатации»}) = 0,0345 + 0,044 - 0,0345 \cdot 0,044 = 0,076982.$

2. $P(\text{«Неисправность оборудования»}) = 0,0655 + 0,044 - 0,0655 \cdot 0,044 = 0,106618.$

3. $P(\text{«Недостаточное образование и/или опыт работы при работе на оборудовании»}) = 0,0755 + 0,056 - 0,0755 \cdot 0,056 = 0,127272.$

4. $P(\text{«Причина возникновения риска неизвестна»}) = 0,0245 + 0,056 - 0,0245 \cdot 0,056 = 0,079128.$

5. $P(\text{«Работа оборудования сверхнормативного времени»}) = 0,127272 + 0,106618 - 0,127272 \cdot 0,106618 \approx 0,22 = 22\%.$

В соответствии с общим подходом к оценке рисков, показатель опасности уровня риска (R) определяется по формуле:

$$R = P \cdot W, \quad (3)$$

где W – возможный ущерб;

P – вероятность возникновения аварии или нанесения риска.

При оценке важен учёт стандартных ситуаций и не стандартных, то есть форс-мажорных ситуаций.

Уровень риска можно считать приемлемым, если вероятность и (или) негативные последствия его реализации таковы, что ради получения при этом выгоды, человек, группа людей или общество в целом, готовы пойти на этот риск. [25].

По результатам расчёта видно, что полученная вероятность отличается от предполагаемой вероятности (75,25%) на 53,25%. Для расчёта уровня риска применим расчётную вероятность риска «Работа оборудования сверхнормативного времени» – $P = 22\%$.

Рассчитаем уровень риска «Работа оборудования сверхнормативного времени» по формуле (3):

$$R_1 = 0,22 \cdot 9000000 = 1980000 \text{ руб.}$$

5.4.2 Дорогостоящие ремонты

Описание риска представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Описание риска «Дорогостоящие ремонты»

Характеристика риска	Описание
Сфера риска	Социальная
Фактор риска	Маркетинговый
Заинтересованные лица	Генеральный директор, а также лица, которым он делегировал полномочия
Количественное выражение риска	$P = 50$, $W = 3500000$ P – вероятность возникновения риска, %; W – возможный ущерб, руб.
Причина возникновения риска	Следование плано-предупредительному ремонту и игнорирование реального положения дел. Возможно, ремонт оборудования необходим не такой масштабный, как прописано в плане.
Предполагаемые последствия возникновения риска	Большие затраты на ремонт оборудования.
Возможные способы устранения риска	Проведение регулярного анализа текущего состояния оборудования. Корректировка плана при несоответствии его реальности.

Для оценки этого риска также воспользуемся методом «Анализ дерева событий» (ЕТА). «Дерево событий» изображено в приложении Д.

Для определения уровня риска необходимо рассчитать вероятность возникновения предполагаемых событий по формуле (2):

$$1 \text{ P(«Халатное отношение сотрудников к оборудованию») } = 0,0855 + 0,035 - 0,0855 \cdot 0,035 = 0,1175075.$$

$$2 \text{ P(«Неисправность оборудования») } = 0,0145 + 0,035 - 0,0145 \cdot 0,035 = 0,0489925.$$

$$3 \text{ P(«Недостаточное образование и/или опыт работы») } = 0,0655 + 0,065 - 0,0655 \cdot 0,065 = 0,1262425.$$

$$4 \text{ P(«Причина возникновения риска неизвестна») } = 0,0345 + 0,065 - 0,0345 \cdot 0,065 = 0,0972575.$$

$$5 \text{ P(«Некачественное оборудование») } = 0,1175075 + 0,1262425 - 0,1175075 \cdot 0,1262425 \approx 0,23 = 23\%.$$

По результатам расчёта видно, что полученная вероятность отличается от предполагаемой вероятности (50%) на 27%. Для расчёта уровня риска применим расчётную вероятность риска «Некачественное оборудование» – $P = 23\%$.

Рассчитаем уровень риска «Неспособность заставить персонал реализовывать тщательно разработанную руководством стратегию» по формуле (3):

$$R_2 = 0,23 \cdot 3500000 = 805000 \text{ рублей.}$$

В данном подразделе более подробно описаны критические риски процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования». Проведена количественная оценка этих рисков с помощью метода «Анализ дерева событий».

5.5 План мероприятий по минимизации рисков

В системе управления риском важная роль принадлежит правильному выбору мер предупреждения и минимизации риска, которые в значительной степени определяют ее эффективность.

Предупреждение риска есть деятельность, направленная на снижение величины потенциального риска по сравнению с прогнозируемой величиной, а также на снижение потерь от уже реализовавшегося риска. При этом предупреждение риска предполагает сбор информации об изменениях параметров неопределенности и риска, а также проведение различных мероприятий по снижению риска, причем выбор мероприятия и времени его осуществления ставится в зависимость от получаемой информации.

Предупреждение (предотвращение) риска – совокупность мер, направленных на уменьшение вероятности (частоты) реализации рисков, но не исключающих полностью ее возможность.

Уменьшение (смягчение) последствий – совокупность мер, направленных на уменьшение последствий в случае реализации риска. [26].

Результативность принятых мер (R) вычисляется по формуле:

$$R = \frac{R_n}{R_m} \cdot 100\% , \quad (4)$$

где R_n – затраты, связанные с наличием риска, руб.;

R_m – затраты на проведение мероприятий, руб.

В таблице 14 представлены возможные мероприятия по предупреждению и уменьшению рисков.

Таблица 14 – Меры предупреждения и уменьшения рисков

Наименование риска	Меры предупреждения и уменьшения риска	Ответственный	Сроки	Результативность
1 Отсутствие ремонтного оборудования и комплектующих для технологического оборудования	1. Заключение с поставщиком долгосрочного контракта на поставку ремонтного оборудования и комплектующих технологического оборудования. 2. Постепенная замена устаревшего оборудования на модернизированное.	Начальник ОМТС, Начальник отдела импорта	В течение года	$R = \frac{4270000}{3400000} \cdot 100\% = 126\%$
2 Некачественный ремонт оборудования	1. Углубленное изучение персоналом свойств и особенностей оборудования. 2. Наём проверенных специализированных ремонтных организаций.	Отдел кадров	В течение месяца	$R = \frac{700000}{360000} \cdot 100\% = 194\%$
3 Внеплановые простои оборудования	Корректировка графиков ППР в зависимости от технического состояния оборудования и производственной необходимости	Главный механик	В течение одного месяца	$R = \frac{400000}{120000} \cdot 100\% = 333\%$
4 Физический износ технологического оборудования	Повышение квалификации сотрудников, работающих на данном оборудовании; Корректировка времени работы оборудования.	Начальник ремонта	В течение двух месяцев	$R = \frac{9000000}{1568000} \cdot 100\% = 574\%$

Окончание таблицы 14

Наименование риска	Меры предупреждения и уменьшения риска	Ответственный	Сроки	Результативность
5 Аварийная остановка оборудования	1. Проведение инструктажа по технике безопасности два раза в неделю 2. Назначение ответственного за контроль техники безопасности на рабочем месте 3. Повышение квалификации работников	Начальник структурного подразделения	В течение двух месяцев	$R = \frac{564000}{340000} \cdot 100\% = 166\%$
6 Не достижение эффективности ремонтов	1. Проведение испытаний оборудования после окончания ремонта 2. Назначение ответственного за проверку оборудования перед запуском производства	Главный механик, главный электрик, начальник ремонта	В течение двух месяцев	$R = \frac{4120000}{3600000} \cdot 100\% = 114\%$
7 Дорогостоящие ремонты	Корректировка графика ППР при несоответствии реального положения дел плану.	Главный механик	В течение трех месяцев	$R = \frac{3500000}{1600000} \cdot 100\% = 219\%$

Выводы по разделу пять

Проведён анализ рисков процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования», просчитаны возможные убытки в случае наступления предполагаемых критических рисков, выдвинуты идеи по их предотвращению и уменьшению.

Были решены следующие задачи:

- описаны виды и причины возникновения риска в выбранной сфере деятельности и классификация возможных рисков в выбранной области;
- описаны возможные методы оценки риска для исследуемого процесса;
- проанализированы факторы, влияющие на возникновение риска;
- описаны методы прогнозирования возможных рисков, в частности, построено «дерева отказов» и/или «дерева событий» для исследуемого процесса;
- описано принятия решения о возможных мерах предупреждения и уменьшения рисков в исследуемой области или процессе;
- рассчитана результативность существенных рисков.

Результативность позволяет увидеть, выгодно ли устранять риск. Так как результативность рисков получилась больше 100% можно сделать вывод о том, что риски необходимо полностью устранить или минимизировать.

6 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

6.1 Расчёт ожидаемого экономического эффекта

Целью расчета ожидаемого экономического эффекта является величина увеличенной прибили, при реализации результатов выпускной квалификационной работы.

Главной целью совершенствования процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» является улучшение эффективности работы производственного оборудования тем самым и повышение качества выпускаемой продукции. Экономическим результатом от реализации процесса является уменьшение затрат на ремонт оборудования путем распределения должностных обязанностей по проведению самостоятельного технического обслуживания оборудования между рабочими цеха на 10%, уменьшения доли рекламаций, связанных с некачественной продукцией на 5%. Предлагаемое разделение затрат на осуществление ВКР совершенствование процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» на примере промышленного предприятия представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Стоимостная оценка затрат и результатов внедрения процесса

Наименование	Обозначение
1 Заработная плата сотрудников, ответственных за внедрение инструмента ТРМ	З _{Т1}
2 Затраты на расходные материалы (печать, рассылка, электроэнергия и т.д.)	З _{Т2}
3 Стоимостная оценка затрат	З _Т
4 Заработная плата всех сотрудников, задействованных в данных процессах	Р _{Т1}
5 Стоимость расходуемых на процесс ресурсов (расходуемые материалы, электроэнергия и т.д)	Р _{Т2}
6 Стоимостная оценка результатов за расчетный период	Р _Т

Затраты на освоении ТРМ-технологии, находятся по формуле (5) [27]:

$$З_{Т} = З_{Т1} + З_{Т2}, \text{ тыс.руб.}, \quad (5)$$

где $З_{Т1}$ – заработная плата сотрудников, ответственных за внедрение инструмента ТРМ, руб.;

$З_{Т2}$ – затраты на расходные материалы (печать, рассылка), руб.;

$З_{Т1}$ находится по формуле (6) [28]:

$$З_{Т1} = N_1 \cdot t \cdot З_{ср1}, \text{ тыс.руб.}, \quad (6)$$

где N_1 – количество сотрудников ответственных за разработку, чел.;

t – период разработки, мес.;

$З_{ср1}$ – заработная плата одного сотрудника, руб./мес.;

$$N_1 = 2;$$

$$t = 3;$$

$$Z_{cp1} = 20000 \text{ руб.}$$

В соответствии с формулой (6):

$$Z_{T1} = N_1 \cdot t \cdot Z_{cp1} = 2 \cdot 3 \cdot 20000 = 120000 \text{ руб.}$$

$$Z_{T2} = 5000 \text{ руб.}$$

В соответствии с формулой (5) получаем:

$$Z_T = 120000 + 5000 = 125000 \text{ руб.}$$

Стоимостная оценка результатов за расчетный период

Ожидаемая экономия от внедрения результатов дипломной работы находится с помощью экспертной оценки. Любая документированная процедура дает стабильность процесса и повышение его результативности, повышение производительности, лучшее использование ресурсов, уменьшение затрат на процесс. По данным экспертов экономия составляет 7 – 12% от стоимости процесса.

Таким образом, результат от внедрения работ по проектированию процесса находится по формуле:

$$P_T = P_T' \cdot K_{э.о.}, \quad (7)$$

где P_T' – стоимость процесса, с которым связан результат дипломной работы, руб;
 $K_{э.о.}$ – коэффициент экспертной оценки, %.

P_T' находится по формуле:

$$P_T' = P_{T1} + P_{T2}, \quad (8)$$

где P_{T1} – экономия фонда затрат на ремонт оборудования путем распределения должностных обязанностей по проведению самостоятельного технического обслуживания оборудования между рабочими цеха на 10%, руб;

P_{T1} находится по формуле: (9) [27]:

$$P_{T1} = N_2 \cdot Z_{cp2}, \text{ руб.}, \quad (9)$$

где N_2 – количество сотрудников, задействованных в данных процессах, чел.;

Z_{cp2} – затраты на одно обслуживание и ремонт, руб/мес;

P_{T2} – экономия за счет уменьшения доли рекламаций, связанных с некачественной продукцией на 5%, руб.;

$$N_2 = 43;$$

$$Z_{cp2} = 40000 \text{ руб.};$$

$$P_{T2} = 50000 \text{ руб.}$$

Согласно формуле 9:

$$P_{T1} = 43 \cdot 40000 = 1720000 \text{ руб.}$$

Стоимость процесса в соответствии с формулой 8:

$$P_T' = 1720000 + 50000 = 1770000 \text{ руб.}$$

$K_{э.о.}$ примем равным 11%.

Тогда ожидаемая экономия от внедрения результатов работы по формуле 7 составит: $P_T = 1770000 \cdot 11\% = 194700 \text{ руб.}$

Ожидаемый экономический эффект (Эож.) от результатов работы по освоению инструмента ТРМ за период, равный одному году, определяется по формуле 10:

$$\text{Эож.} = (P_T - Z_T)/(1 + r), \text{ руб.}, \quad (10)$$

где r – норма дисконта, $r = 0,19$;

Норма дисконта принимается равной годовой банковской процентной ставке за коммерческие кредиты (19 %) [27].

В соответствии с формулой 10:

$$\text{Эож1} = (194700 - 125000) / (1 + 0,19) = 58571,4 \text{ руб.}$$

Ожидаемый экономический эффект от результатов работы по освоению инструмента ТРМ при неизменных условиях за расчетный период T (6 лет) определяется по формуле 11:

$$\text{ЭожТ} = \sum(P_{Ti} - Z_{Ti})/(1 + r)^T, \text{ руб.}, \quad (11)$$

где P_{Ti} – финансовые результаты, получаемые в i -ом году, руб.;

$$P_{T1}=P_{T2}=P_{T3}=P_{T4}=P_{T5}=P_{T6}=194700 \text{ руб.};$$

Z_{Ti} – финансовые затраты, осуществляемые в i -ом году, руб.;

$$Z_{T2}=Z_{T3}=Z_{T4}=Z_{T5}=Z_{T6}=0 \text{ руб.};$$

T – расчетный период, год;

$$T=6.$$

тогда по формуле 11:

$$\begin{aligned} \text{Эож6} = & (194700 - 125000) / (1+0,19) + 194700 / (1+0,19)^2 + 194700 / (1+0,19)^3 + \\ & 194700 / (1+0,19)^4 + 194700 / (1+0,19)^5 + 194700 / (1+0,19)^6 = 58571,4 + 137490,3 + \\ & 115538 + 97090,8 + 81588 + 68562,1 = 558840,6 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Ожидаемый экономический эффект с учетом дисконтирования за каждый год расчетного периода представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Ожидаемый экономический эффект

Расчетный период (6 лет)	Экономический эффект годовой, руб.	Суммарный экономический эффект, руб.
2019	58571,4	58571,4
2020	137490,3	196061,7
2021	115538	311599,7
2022	97090,8	408690,5
2023	81588	490278,5
2024	68562,1	558840,6

На рисунке 10 приведена гистограмма ожидаемого экономического эффекта.

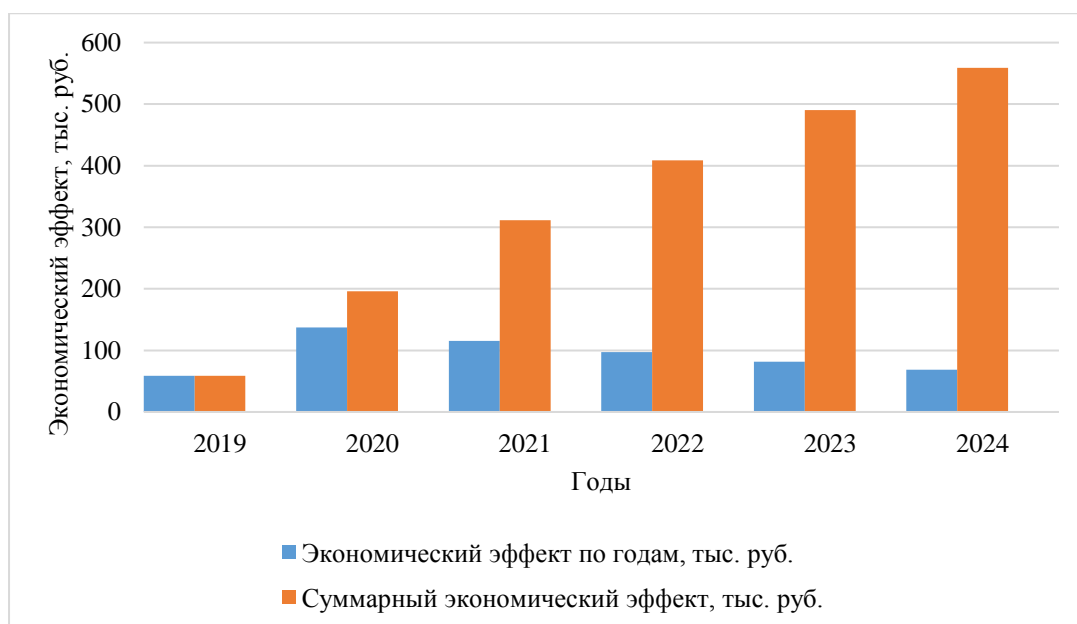


Рисунок 10 – Диаграмма ожидаемого экономического эффекта

6.2 Определение срока окупаемости

Показателем коммерческой эффективности проекта является срок окупаемости.

Срок окупаемости – минимальный временной интервал (от начала осуществления проекта), за пределами которого интегральный эффект становится и в дальнейшем остаётся неотрицательным. Иными словами, это период (измеряемый в месяцах, кварталах или годах), начиная с которого первоначальные вложения и другие затраты, связанные с инвестиционным проектом, покрываются суммарными результатами его осуществления. [27].

Срок окупаемости рассчитывается по следующей формуле (12):

$$P_{Ti} = Z_T / P_{Ti}, \text{ год} \quad (12)$$

где Z_T – стоимостная оценка затрат, руб.;

P_{Ti} – прибыль i -го года, руб.

Срок окупаемости составит:

$$T_{ок} = 125000 / 194700 = 0,64 \text{ года}$$

Срок окупаемости составит 0,64 года или 7,7 месяцев, то есть через 0,64 года с момента освоения результатов работы инструмента ТРМ, затраты, связанные с ней, будут погашены и предприятие будет получать чистую прибыль.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе проведен расчет затрат и экономическая эффективность по результатам внедрения стандарта по совершенствованию процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования».

Рассчитан ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов проекта за один год 58571,4 руб. и за 6 лет (с 2019 г. по 2024 г.) – 558840,6 руб.

Суммарный же экономический эффект со временем возрастает. Срок окупаемости составит 7,7 месяцев.

Экономический эффект достигается за счет:

- уменьшения числа поломок оборудования (на 10%);
- уменьшения доли рекламаций, связанных с некачественной продукцией (на 5%).

На основе рассчитанных данных построена диаграмма ожидаемого экономического эффекта от предлагаемых мероприятий за расчетный период. Видно, что с учетом ставки дисконтирования экономический эффект будет постепенно снижаться.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы достигнута основная цель – совершенствование процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» путем внедрения методов СМК на предприятии металлургической промышленности, решены задачи ВКР.

Проведен анализ состояния дел на предприятии и диагностика проблем. Анализ передовых отечественных и зарубежных инструментов менеджмента качества, который позволил выбрать наиболее подходящую концепцию. Total Productive Maintenance – всеобщее обслуживание оборудования (TPM), TPM предполагает обслуживание оборудования с участием персонала, позволяющее обеспечить его максимальную эффективность на протяжении всего жизненного цикла.

Внедрение TPM устраняет выявленные проблемы предприятия:

- сокращение количество брака и рекламаций в 10 раз;
- сокращение времени простоев оборудования при плановых работах и внеплановых остановах;
- повышение занятости оборудования в 1,5-2 раза и уменьшение количества поломок и аварий;
- исключение случаев нарушения сроков поставок.

Для освоения инструментов TPM было запланировано несколько этапов работы, разработан стандарт организации с применением инструментов TPM, разработаны оценочные показатели и их критерии.

На основе выбранного метода усовершенствован процесс «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования» (обозначены название, цель, код, владелец, входы, выходы, потребители, поставщики, ресурсы, управляющие воздействия, оценочные показатели и критерии оценочных показателей). Процесс визуализирован блок-схемой и разработана матрица ответственности. Также визуализация процесса осуществлена IDEF-моделями, отображающими структуру, материальные потоки, потоки данных, связывающие эти функции. Выбраны оценочные показатели процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования»:

1. коэффициент использования технологического оборудования, $K_{и}$;
2. коэффициент времени работы технологического оборудования, $K_{вр}$;
3. выполнение пунктов плана по обслуживанию оборудования $K_{п}$;
4. коэффициент своевременной сдачи отремонтированного оборудования в эксплуатацию $K_{э}$;
5. коэффициент количества несоответствий при выполнении ремонтных работ $K_{р}$.

На их основе созданы расчетные модели критериев оценочных показателей, а именно:

1. коэффициент использования технологического оборудования должен быть $\geq 65\%$;

2. коэффициент времени работы технологического оборудования должен быть $\geq 90\%$;

3. выполнение пунктов плана по обслуживанию оборудования должен быть $\geq 95\%$;

4. коэффициент своевременной сдачи отремонтированного оборудования в эксплуатацию должен быть $\geq 89\%$;

5. коэффициент количества несоответствий при выполнении ремонтных работ должен быть $\geq 60\%$.

Проведен риск-менеджмент процесса «Управление техническим обслуживанием и ремонтом оборудования». На основании причин возникновения и факторов негативных последствий выделили основные риски рассматриваемого процесса:

1. риск физического износа технологического оборудования;

2. риск дорогостоящих ремонтов.

Определена вероятность возникновения основных рисков, она составила:

1. вероятность возникновения риска физического износа оборудования – высокая и составляет 71,25%;

2. вероятность возникновения риска дорогостоящего ремонта – высокая и составляет 50%;

Выбраны методы оценки рисков: анализ влияния человеческого фактора, который дал оценку влияния действий человека, в том числе ошибок оператора, на работу системы; индекс риска при помощи которого проранжированы и сравнены риски; дерево событий является графическим методом представления взаимоисключающих последовательностей событий, следующих за появлением исходного события, в соответствии с функционированием и не функционированием систем, разработанных для смягчения последствий опасного события.

Ожидаемый экономический эффект от внедрения результатов выпускной квалификационной работы составит 558840,6 руб. за расчетный период (шесть лет) и 58571,4 тыс. руб. за первый год применения со сроком окупаемости 7,7 месяцев.

Результаты выпускной квалификационной работы имеют практическую ценность и реализованы в условиях предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Руководство по качеству – Аша: 2014. – 106 с.
- 2 ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: Изд-во стандартов, 2015. – 32 с.
- 3 Шелдрейк, Д. Теория менеджмента. От тейлоризма до японизации / Джон Шелдрейк; пер. с англ. В. Спивак – СПб.: Питер, 2011. – 352 с.
- 4 Туровец, О. Г. Теория организации: учебное пособие / О. Г. Туровец, В. Н. Родионова. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2003. – 145 с.
- 5 Митюшин, В. С. МИФ 2: Работы по техническому обслуживанию и ремонту оборудования (ТОиР) невозможно запланировать / В.С. Митюшин // Компас промышленной реструктуризации. – http://racc.ru/analytics/toro/toro_2.html. – С. 5–7.
- 6 Шехватов, Д. А. Эволюция систем управления техобслуживанием и ремонтами / Д. Шехватов // Оборудование. – 2009. – №3. – С. 24–30.
- 7 Савенко, В. К. Системы управления ремонтами и техническим обслуживанием: качество и эффективность на основе функционально-полных ИТ решений / В. К. Савенко // Энергобизнес. – 2010. – №15. – С. 12–18.
- 8 Управление техобслуживанием и ремонтами. – <http://www.ifsruussia.ru/eam.htm>.
- 9 Кеннеди Р. Взаимодействие 5S и ТРМ в системе ТРМЗ / Роберт Кеннеди // Стандарты и качество. – 2012. – №8. – С. 23–31.
- 10 Итикава, А. ТРМ в простом и доступном изложении / Акира Итикава, Итидзо Такагаки; пер. с яп. А.Н. Стерляжникова; под ред. В.Е. Растимешина, Т.М. Куприяновой. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2008. – 128 с.
- 11 Кеннеди Р. Общая эффективность оборудования / Роберт Кеннеди; пер. с англ. И. Попеско. – М.: ИКСИ, 2012. – 120 с.
- 12 Пшенников В. В. Качество через ТРМ, или о предельной эффективности промышленного оборудования / В. В. Пшенников – <http://tpmcentre.ru>, 2006.
- 13 Malhotra, N.K., Marketing Reasearch: An Applied Orientation / N.K. Maihotra / Person. – 2012. – 159 p.
- 14 Хироюки, Х. 5S для рабочих: Как улучшить свое рабочее место/ Х. Хироюки – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 160 с.
- 15 Filip, F. C. The 5S lean method as a tool of industrial management performances / F. C. Filip, V. Marascu-Klein // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – № 95.– С. 168–179.
- 16 Синго, С. Быстрая переналадка для рабочих/ С. Синго; Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2009. – 112 с.
- 17 Скрипко, Л.Е. Процессный подход в управление качеством/ Л.Е. Скрипко. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – 105 с.
- 18 Переверзев, П.П. Информационные технологии в управлении качеством. Создание функциональных моделей с использованием All Fussion Process Modeler:

учебное пособие / П. П. Переверзев, Н. В. Сырейщикова, К. А. Шатров. — Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. — Ч. 1. — 80 с.

19 ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества. Требования.; взамен ГОСТ Р ИСО 9001-2008. — М.: Изд-во стандартов, 2015. — 24 с.

20 ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 — 2011. Менеджмент рисков. Методы оценки риска/ А.Д. Стулова, Н.С. Гришанова— Москва: Изд-во Стандартиформ, 2012. — 70с.

21 Фирсова, О.А. Управление рисками организаций: учебное пособие / О.А. Фирсова. — Орел: МАБИВ, 2014. — 100 с.

22 ГОСТ Р 51901.1–2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем. — М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. — 24 с.

23 Хохлов, Н.В. Управление риском: учебное пособие / Н.В. Хохлов. — М.: Юнити-Дана, 2001. — 240 с.

24 Гмурман, В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учебное пособие для вузов / В.Е. Гмурман. — 4-е изд. — М.: Высшая школа, 1972. — 368 с.

25 Бадалова, А.Г. Управление рисками деятельности предприятия: учебное пособие / А.Г. Бадалова. — М.: Вузовская книга, 2016. — 234 с.

26 Богоявленский, С.Б. Управление риском в социально-экономических системах: учебное пособие / С.Б. Богоявленский. — СПб: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. — 147 с.

27 Адлер, Ю.П. Система экономики качества / Ю.П. Адлер, С.Е. Щепетова.—М.: РИА «Стандарты и качество», 2007.— 196 с.

28 Детмер, У. Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / У. Детмер; пер. с англ. 4-е изд. — М.: Альпина Паблишер, 2012. — 443 с.

29 Ivanova, O. P. Implementation of lean manufacturing on the basis of 5S system the enterprise JSC «Ufa Instrument Production Association»/ O. P. Ivanova // УЭКС. — 2016. — № 9. — С.59–63.

30 Keisuke, A. TPM for the lean factory: innovative methods and worksheets for equipment management / Arai. Keisuke, Sekine Kenichi / Person. — 2019. — 360 p.

31 Leflar, J. Practical TPM: Successful Equipment Management at Agilent Technologies / J. Leflar / 2016 — 384 p.

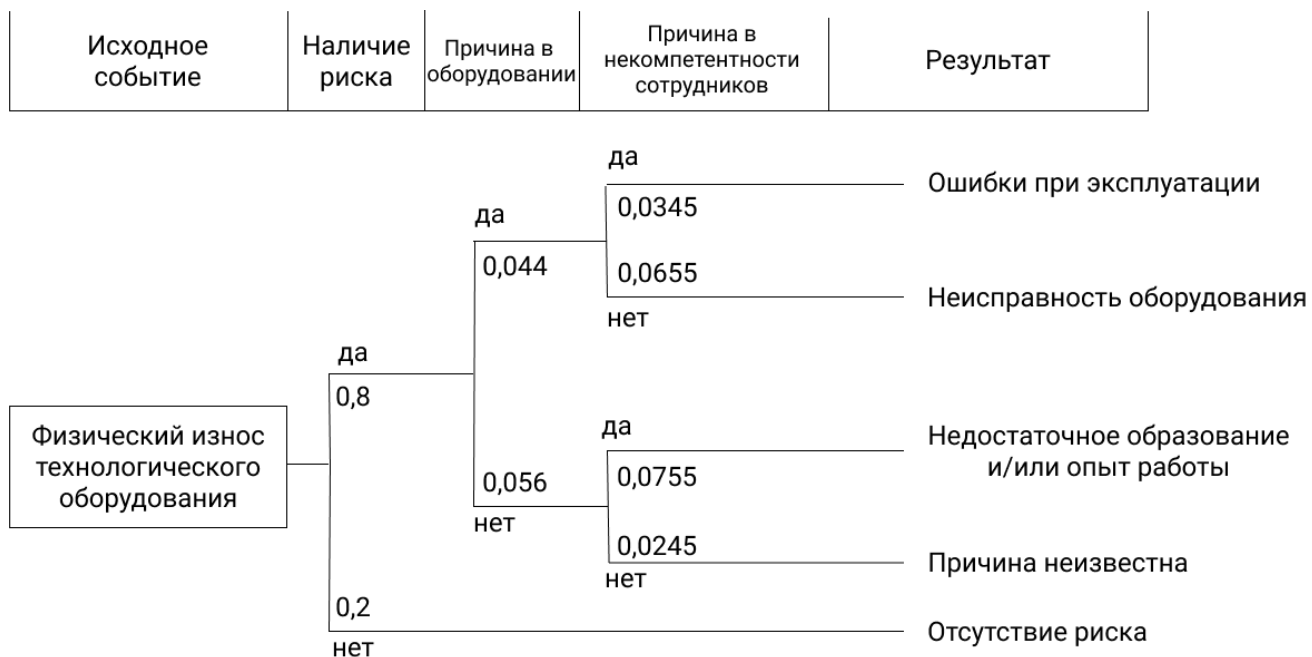
32 Suzuki, T. TPM in Process Industries / T. Suzuki / 2019. — 400 p.

33 СТО ЮУрГУ 21–2008. Стандарт организации. Система управления качеством образовательных процессов. Курсовая и выпускная квалификационная работа. Требования к содержанию и оформлению / Т.И. Парубочая, Н. В. Сырейщикова и др. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. — 55 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

«Дерево событий» для риска «Физический износ технологического оборудования»



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

«Дерево событий» для риска «Дорогостоящие ремонты»

