

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

Институт финансов, экономики и управления

(наименование института полностью)

27.03.02 Управление качеством

(код и наименование направления подготовки / специальности)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Повышение эффективности процесса ремонта и обслуживания оборудования на
основе инструментов бережливого производства (на примере ООО ВСТЗ «Луч»)

Обучающийся

Д.О. Дульцев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук, доцент С.Е. Васильева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

канд. пед. наук, доцент Т.С. Якушева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Аннотация

Название бакалаврской работы: «Повышение эффективности процесса ремонта и обслуживания оборудования на основе инструментов бережливого производства на примере ООО ВСТЗ «Луч»».

Общий объем работы состоит из 94 страниц машинописного текста, который включает в себя содержание, введение, три раздела (в том числе 15 таблиц, 10 рисунков и 8 формул), заключение, список используемой литературы (20 отечественных источников и 5 зарубежных) и приложения (23 штуки).

Ключевым вопросом бакалаврской работы является разработка и внедрение мероприятий бережливого производства на предприятие ООО ВСТЗ «Луч». Деятельность самого предприятия направлена на производство качественного светодиодного оборудования.

Цель работы – сообщить сведения о производительности предприятия, а также разработать мероприятия, направленные на ее рост и повышение эффективности, за счет внедрения методики ТРМ.

Предметом дипломной работы является ремонт и обслуживание станков на лазерном участке.

Дипломная работа может быть разделена на следующие логически взаимосвязанные части: разбор теоретических аспектов процесса ремонта и обслуживания и концепции бережливого производства; подробный анализ технико-экономических показателей предприятия; анализ существующей системы ремонта и обслуживания и нахождение проблем в функционировании; разработка мероприятий по повышению уровня эффективности и расчет их экономического эффекта.

Подводя итоги, мы бы хотели подчеркнуть, что внедрение методики всеобщего обслуживания оборудования позволит многократно улучшить работу всего предприятия.

Abstract

The title of the graduation work is "Improving the efficiency of the process of repair and maintenance of equipment based on lean production tools on the example of LLC VSTZ "Luch"".

The graduation work consists of 94 pages of typewritten text, which includes the content, introduction, three chapters (including 15 tables, 10 figures and 8 formulas), conclusion, a list of used literature (20 domestic sources and 5 foreign) and appendices (23 pieces).

The key issue of the graduation work is the development and implementation of lean production measures at the LLC VSTZ "Luch". The activity of the company is aimed at the production of high-quality LED equipment.

The aim of the work is to give some information the productivity of the enterprise, as well as to develop measures aimed at its growth and increasing efficiency through the introduction of the TPM methodology.

The subject of the graduation work is the repair and maintenance of machines at the laser site.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are analysis of the theoretical aspects of the repair and maintenance process and the concept of lean manufacturing; detailed analysis of the technical and economic indicators of the enterprise; analysis of the existing repair and maintenance system and finding problems in functioning; development of measures to improve the level of efficiency and calculation of their economic effect.

In conclusion we'd like to stress that the introduction of the methodology of universal maintenance of equipment will greatly improve the work of the entire enterprise.

Содержание

Введение.....	6
1. Теоретические аспекты процесса ремонта и обслуживания оборудования на основе инструментов бережливого производства	8
1.1 Понятие, сущность и особенности ремонта и обслуживания оборудования на предприятии.....	8
1.2 Рассмотрение бережливого производства и метода ТРМ (Total Productive Maintenance) – всеобщего ухода за оборудованием.....	15
2. Анализ процесса ремонта и обслуживания оборудования на предприятии ООО Волжский светотехнический завод «Луч»	25
2.1 Организационно-экономическая характеристика предприятия	25
2.2 Оценка и анализ текущей системы ремонта и обслуживания оборудования на предприятии ООО «Луч»	31
3. Внедрение метода бережливого производства ТРМ	43
3.1 Методика внедрения ТРМ на предприятии	43
3.2 Расчет экономической эффективности	54
Заключение	58
Список используемой литературы	59
Приложение А – Организационная структура предприятия ООО ВСТЗ «Луч»	62
Приложение Б – ТЭП предприятия ООО ВСТЗ «Луч»	63
Приложение В – Выборка циклов на лазерном станке	64
Приложение Г – Карта наблюдений еженедельного ППО	65
Приложение Д – Диаграмма Ганта.....	67
Приложение Е – Объединенная карта стандартизированной работы	68
Приложение Ж – Инструкция ТРМ.....	69
Приложение И – Аудит 5С.....	71
Приложение К – Карта стандартизированной работы	72
Приложение Л – Сравнительная характеристика рабочей зоны.....	78
Приложение М – Инструкция по 5С.....	79

Приложение Н – Стандарт ЕТО	81
Приложение П – График ППР	84
Приложение Р – Чек-лист	85
Приложение С – Заявка на внеплановый ремонт	86
Приложение Т – Регламент проведения ППР	87
Приложение У – Стандарт контроля качества.....	88
Приложение Ф – Программа для расчет ОЕЕ.....	89
Приложение Ц – Диаграммы Исикавы	90
Приложение Ш – Бланк 8D.....	91
Приложение Щ – Учебный курс ТРМ	93
Приложение Э – Матрица обучения	94
Приложение Ю – Сравнение ТЭП за 2022 и 2023 год	95

Введение

Актуальность темы бакалаврской работы состоит в том, что каждое предприятие стремится обеспечить потребителя качественной продукцией, быть конкурентоспособными и максимизировать свою прибыль. Однако, для того, чтобы намеченные цели были исполнены, необходим постоянный мониторинг за работой основных средств: проведение диагностик, периодических осмотров и ремонта оборудования позволят сохранять должный уровень выпускаемой продукции.

В бакалаврской работе будет разобран и внедрен метод всеобщего обслуживания оборудования, который как раз-таки ориентирован на непрерывное повышение увеличения финансовой отдачи станков, агрегатов и иных единиц оборудования через новую организацию производства.

Целью бакалаврской работы является разработка методики ТРМ, которая позволит добиться «нулевых потерь» путем совместной работы всех сотрудников на предприятии.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить ряд мероприятий:

- проанализировать теоретические аспекты проведения ремонта и обслуживания оборудования;
- дать организационно-экономическую оценку деятельности предприятия ООО «Луч»;
- оценить работу текущей ремонтной службы на предприятии;
- на основе метода ТРМ бережливого производства повысить эффективность функционирования и финансовую отдачу оборудования;
- проанализировать экономическую эффективность внедрения методики.

В роли объекта исследования выбрано предприятие ООО «Луч», основным видом деятельности которого считается производство электрических ламп и осветительного оборудования.

Предметом исследования в данной работе являются внутренние процессы предприятия по ремонту и обслуживанию оборудования на ООО ВСТЗ «Луч».

В качестве информационной базы выступает устав предприятия ООО "Луч", нормативная документация, инструкции по проведению ремонта и обслуживанию оборудования, финансовая отчетность за период 2020-2022 гг., а также научные работы и труды в области качества от зарубежных и отечественных авторов.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка литературы из 25 источников и 23 приложений. Общий объем работы, без приложений, 72 страницы машинописного текста, в том числе таблиц – 15, рисунков – 10 и формул – 8.

1. Теоретические аспекты процесса ремонта и обслуживания оборудования на основе инструментов бережливого производства

1.1 Понятие, сущность и особенности ремонта и обслуживания оборудования на предприятии

Если руководство предприятия действительно заинтересовано в том, чтобы эффективно использовать свои производственные мощности, то начальным этапом дальнейшего развития функционала должно послужить создание подразделения, отдела или службы главного механика, ориентированного на ремонт, обслуживание и иные мероприятия по улучшению работы оборудования [3].

Ключевым фактором в основании является четкое определение функций, которые на него возлагаются. Служба должна обеспечить производство бесперебойным функционированием всего технологического и подъемно-транспортного оборудования, а также заниматься ремонтом его механической и электрической частей. Помимо этого, в ее задачи входит:

- составление плана потребности в материалах, комплектующих, полуфабрикатах и т.д.;
- формирование заявок на получение этих материалов, комплектующих и иных частей для ремонта и обслуживания оборудования в установленные сроки с дальнейшей их передачей в материально-технические снабжения;
- надзор за их хранением и осуществление учета поступления по номенклатуре и количеству.

В случае, если поставленные перед задачи не выполняются или же выполняются с задержкой, это вызывает ухудшение технического состояния оборудования, как следствие, увеличивается время на выполнение производственного плана и страдает качество производимой продукции [16].

Разберем структуру службы главного механика (СГМ). Служба включает в себя несколько бюро, каждое из которых подчиняется главному механику (рисунок 1).

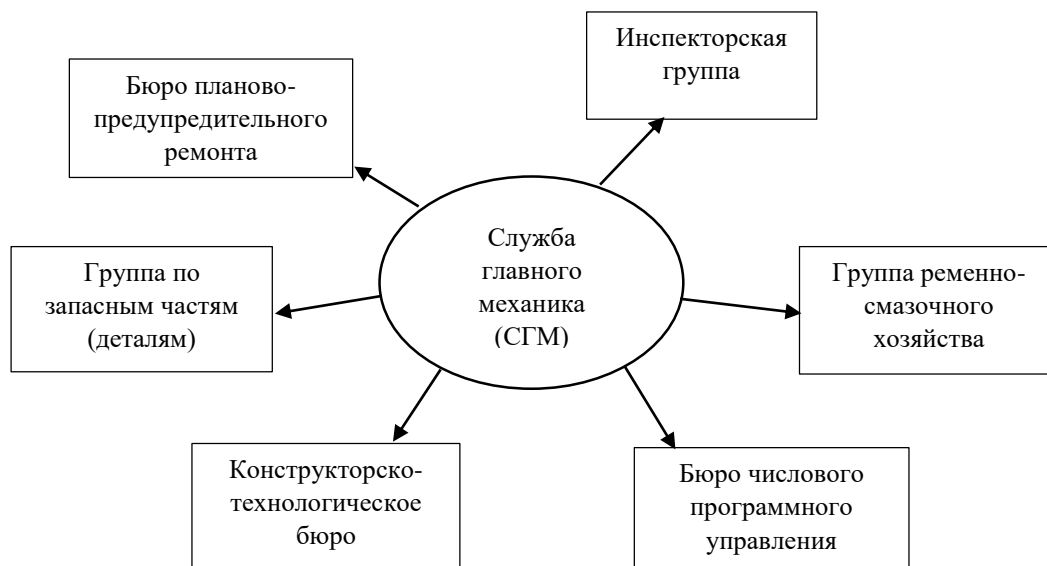


Рисунок 1 – Структура ремонтной службы предприятия

Бюро планово-предупредительного ремонта:

- занимается планированием всех видов работ по ремонту и обслуживанию оборудования;
- руководит организацией мероприятий ремонта и обслуживания;
- организует учет оборудования и ременно-смазочное хозяйство;
- контролирует расход материалов, запасов и других частей, а также рассчитывает их потребность;
- рационализирует работы по ремонту и обслуживанию.

Инспекторская группа:

- контролируют правильность технической эксплуатации оборудования;
- разрабатывает специальные карты, в которых прописан порядок и время выполнения технического обслуживания оборудования;

- в случае появления внеплановых поломок или аварий, занимаются их анализом и составлением предупреждающих действий;

- занимаются заполнением смет, в которые вносят затраты на малый, средний, капитальный и другие виды ремонтных работ.

Группа по запасным частям (деталям):

- устанавливает нормы и лимиты для цехов на запасные части и иные комплектующие;

- руководит запасными частями;

- уточняет сроки службы и номенклатуру запасных частей на основании практических данных.

Группа ременно-смазочного хозяйства:

- составляют графики по смене масел на оборудовании и следят за его соблюдением;

- составляют нормативные документы по смазке оборудования и проводят инструктаж среди операторов;

- внедряет в производство схем по смазыванию и занимается их разработкой;

- устанавливает цехам лимиты на смазочные и вспомогательные материалы (обдирочные, лакокрасочные и т.д.).

Конструкторско-технологическое бюро:

- осуществляет техническое руководство ремонтом и обслуживанием оборудования;

- создает проекты по улучшению и модернизации оборудования;

- обеспечивает цеховые ремонтные базы чертежами;

- отслеживает выполняемые конструкторские работы;

- планирует изготовление оснастки для ремонтной службы

- занимается разработкой типовых технологических процессов и инструкций для операции по ремонту и обслуживанию;

- разрабатывает мероприятия по снижению трудоемкости того или иного процесса.

Бюро числового программного управления:

- занимается приемкой новых станков с числовым программным управлением (далее ЧПУ);
- занимается планированием обслуживания и ремонта станков с ЧПУ;
- следит за правильностью эксплуатации станков с ЧПУ и соблюдением правил технической эксплуатации;
- проектируют карты планового технического обслуживания;
- исправляет аварии, случившиеся на станке с ЧПУ, а также разрабатывают меры для их предотвращения;
- составляет сметы на капитальный ремонт;
- проводит обучение по эксплуатации станков с ЧПУ.

Исходя из таких факторов, как размер предприятия, его географическое положение и особенности эксплуатации установленного на нем оборудования, ремонтные работы могут протекать следующим образом:

- оборудование перевозится на специализированный завод, который будет заниматься его обслуживанием;
- на предприятие вызывается бригада, которая специализируется на ремонте тяжелого, уникального и прецизионного оборудования;
- служба главного механика самостоятельно проводит ремонт.

Стоит заострить внимание на методах, которые применяются для проведения ремонтных работ [18]:

- индивидуальный метод. При его выполнении требуется произвести ремонт каждой всех снятых с агрегатов изношенных деталей и узлов.
- узловый метод. Выполнение позволяет осуществить быстрый ремонт, без больших затрат времени. В случае, если требуется заменить какой-

то конструктивный узел, он заменяется заранее подготовленным узлом (отремонтированным, приобретенным или изготовленным ранее). Благодаря методу возможно сокращение времени простоя оборудования, так как большая часть работ выполняется еще до того, как станок отправится на ремонтные работы.

– последовательно-узловой метод. Является разновидностью узлового метода и подразумевает под собой проведение ремонта некоторых отдельных узлов оборудования по мере их износа.

Важное место отводится контролю за ремонтными работами и обслуживанию оборудования. Контролем на предприятии обычно занимается инспекторская группа СГМ, а наблюдение производят дежурные слесари и механики цехов. Контроль состоит из следующих действий:

– проверка качества обслуживания оборудования (производится ли смазка, очистка, соответствуют ли применяемые режимы обработки заявленным процессам);

– выявление причин, по которым оборудование вышло из строя раньше положенного срока;

– проверка правильности передачи оборудования от одной смены к другой.

Чтобы оборудование длительное время могло сохранять свою работоспособность и не приходилось тратить излишние денежные и материальные средства на поддержание производства, необходимо рационализировать комплекс работ по эксплуатации и техническому обслуживанию. Для рациональной наладки спектра работ, которые будут выполняться для технического обслуживания, нужно регламентировать и спланировать их содержание и периодичность, с которой они будут выполняться. Помимо определения сути работ, нужно распределить их между исполнителями, чтобы не было дублирующихся функций.

Однако, существуют определенные сложности с регламентом: каждый агрегат, станок или иной вид машинного оборудования имеет свои нюансы.

Бывают ситуации, когда поломка носит абсолютно случайный характер. Помимо этого, детали изнашиваются и точно определить, когда потребуется ремонт очень сложно. Нужно постоянно проводить мониторинг и непрерывно наблюдать за случайными отказами. В силу всех этих факторов регламентировать полный объем работ, который входит в состав технического обслуживания оборудования практически невозможно [9].

Из этого вытекает главная проблема - подобный подход экономически не эффективен. Наряду с плановыми обязательными работами техническое обслуживание также включает в себя работы, которые выполняются по потребности, то есть работы, которые возникают из-за внеплановых обстоятельств. Данный вид ремонта называется оперативным. На рисунке 2 представлена структура видов ремонтных работ.

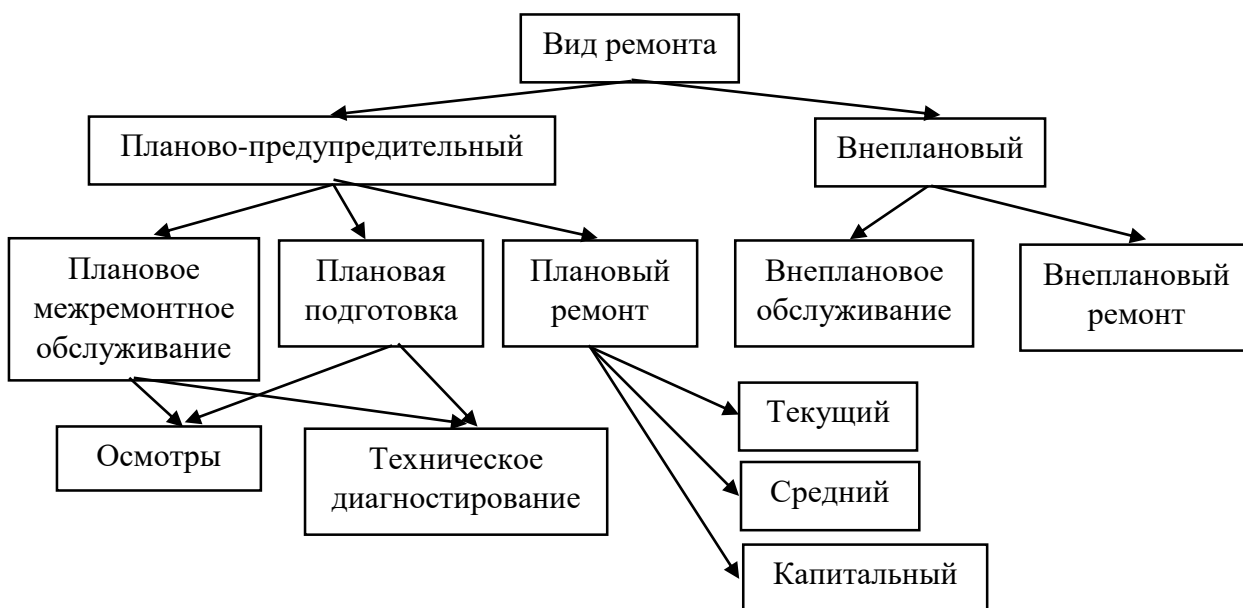


Рисунок 2 – Структура ремонтных работ

Ниже представлена таблица 1, в которой прописаны основные операции, выполняемые на производстве по ремонту и обслуживанию оборудования; периодичность выполнения; на что направлены операции; исполнители, которые закреплены за их выполнением:

Таблица 1 – Регламентированное и оперативное техническое обслуживание

Шифр	Операция		Исполнитель работ					
			Слесарь	Электрик	Электронщик	Смазчик	Станочник оператор	Уборщик
1	2		3	4	5	6	7	8
Оп	Плановый осмотр	механических частей; электрических частей; устройств ЧПУ станков и машин	+	+	+	-	+	-
Ое Оч	Ежесменный и периодический осмотр	механических частей; электрических частей; устройств ЧПУ станков и машин	+	+	+	-	+	-
Че	Ежесменное поддержание чистоты	оборудования; помещения	-	-	-	-	+	+
Се	Смазывание	ежесменное	-	-	-	-	+	-
Сп Сз	Пополнение и замена смазочных материалов	через 40 часов работы; реже, чем через 40 часов	+	+	+	-	-	-
-	Доставка смазочных материалов		-	-	+	-	-	-
Пм	Промывка	механизмов станков и машин; смазочных систем	+	-	-	+	+	-
Ч	Периодическая очистка от пыли	электрооборудования; устройств ЧПУ	-	+	+	-	-	-
Р	Регулирование механизмов	механической части; электрической части	+	+	-	-	-	-
Пр	Проверка геометрической и технологической точности оборудования		+	-	-	-	-	-
И	Профилактические испытания	электрооборудования; устройств ЧПУ	-	+	+	-	-	-
Неплановое техническое обслуживание								
Зн	Замена случайно отказавших деталей	механических частей; электрических частей; устройств ЧПУ станков и машин	+	+	+	-	-	-
Рн	Восстановление случайных нарушений регулировки устройств и сопряжений	механических частей; электрических частей; устройств ЧПУ станков и машин	+	+	+	-	-	-

1.2 Рассмотрение бережливого производства и метода TPM (Total Productive Maintenance) – всеобщего ухода за оборудованием

Прежде чем перейти к подробному разбору и анализу метода всеобщего ухода за оборудованием (TPM), необходимо понять сущность бережливого производства. Для этого обратимся к истории, но стоит отметить, что история бережливого производства еще не до конца сформирована, и постоянно появляются новые подробности [2].

Стоит начать с появления технически сложных изделий, ведь именно в этот момент все производители нацелились на их массовое производство.

Первая информация, которая имеется в истории по массовому производству - это Арсенал в Венеции. Арсенал был предприятием, ориентированным на судостроение, фактически, это был большой судостроительный завод. В то время еще никто не слышал о заводах, а все производилось при помощи ручной работы отдельных мастеров-ремесленников или небольших рабочих артелей. Из этого можно сделать вывод, что уже в 13 веке венецианцы додумались до серийного производства кораблей [7].

Это лишь начало зарождения серийного производства, но человек, который по-настоящему сформировал массовое производство, был Генри Форд.

В 1913 году он начал первые опыты по использованию сборочного конвейера при производстве сложных изделий. По сути, именно это время можно считать началом истории бережливого производства. Технологический прорыв был воспринят общественностью с восторгом [21].

Форд имел свое видение на технологический процесс сборки автомобиля придерживался следующей схемы: этапы производства выстраивались в последовательности процесса и по возможности применялись специальные машины и датчики go / no-go (пуск/стоп). Благодаря этому, время на сборку сокращалось до небывалых значений. То, на что ранее уходили дни

и месяцы, сейчас производилось и собиралось за несколько часов, потому что подходящие компоненты доставлялись на линию всего за несколько минут.

Для американцев того времени это действительно было прорывом, ведь при помощи такого подхода весь процесс разделялся на отдельные операции, которые в дальнейшем подвергались стандартизации, в следствие чего росло качество продукции [22].

Проблема была совсем не в потоке, ведь это, наоборот, преимущество, благодаря которому Форд мог отслеживать запасы компании с частотой в каждые несколько дней. Ключевым недостатком являлось однообразие выпускаемой модели автомобиля (модель Т). У авто был всего один цвет, были однообразными шасси, вплоть до конца производства в 1926 году. Покупателям предлагалось 4-5 видов кузова и более ничего нового. На автомобильном рынке произошла эволюция в плане спроса. Теперь уже никого не удивить быстрым производством, клиенты требовали разнообразия.

В 1926 году в Японии Сакити Тойода открывает свой завод под названием Toyota, который специализировался на производстве автоматических ткацких станков. Через 11 лет, а именно, в 1937 году, компания сменяет род деятельности на выпуск автомобилей и меняет название на Toyota [14].

В 1950 году, всего спустя несколько лет после Второй мировой войны, Эйджи Тойода (племянник Сакити Тойоды) решает посетить самый крупный по мощности и производительности филиал компании Ford - Ford Rouge, который находился в городе Дирборн, штат Мичиган. Разница в производственной мощности была несоизмерима: в то время, как Ford выпускали по 8000 автомобилей в день, компания Toyota могла лишь похвастаться 2500 тысячами авто в год. Но в чем же было различие? Проанализировав структуру и внутренние процессы предприятия Эйджи приходит к выводу, что такое строение производственного процесса никак не подходит для японского рынка. В Японии желания потребителей

постоянно варьировались от компактных и доступных машин до самых роскошных автомобилей.

В компании Ford желания потребителей ставились на второй план, а основной задачей являлось массовое производство в кратчайшие сроки, с целью увеличения объемов продаж. Как итог, команда Toyota столкнулись с дилеммой: нужно было выбирать между производительностью и голосом покупателей. Однако, компромисс все же был найден [24].

Благодаря идеям Тайити Оно удалось разработать новую систему производства автомобилей, которая в дальнейшем получит название Toyota Production System (Производственная система Toyota).

В компании Toyota пришли к заключению, что при выполнении определенных операций, можно добиться снижения итоговой стоимости автомобиля:

- для обеспечения качества внедрили системы самоконтроля;
- для обеспечения необходимого уровня (фактического) объема деталей подобрали специальные станки, производительность которых могла это обеспечить;
- выставили оборудование таким образом, чтобы при данной последовательности операций была возможность делать быстрые настройки, переналадки и переходы, таким образом обеспечивая разнообразный детальный ряд.

Применив сложившуюся систему удалось добиться:

- снижения стоимости;
- повышения качества;
- снижения времени пропускной способности
- обеспечения покупателя возможностью выбора между различными вариантами автомобильного ряда.

Именно этот период и стал отправной точкой в истории бережливого производства. Далее будет рассмотрена концепция, философия и иные аспекты бережливого производства.

Компания Toyota акцентирует свое внимание на трех факторах, которые могут приводить к убыткам:

Mura (неравномерность). Под неравномерностью понимается любая нестабильность, возникающая в ходе производства: это может быть поставка деталей и комплектующих, выполненная с задержкой; это могут быть не собранные вовремя детали, которые потребуются для работы; невозможность обеспечения производства необходимым уровнем рабочей силы и станков, агрегатов и иного оборудования. Все эти факторы в совокупности или по отдельности приводят к сбоям, что ведет к понижению производительности, потере качества и т.д.

Muri (перегрузка). Фактор имеет сходство с *Mura*, так как тоже фигурирует неравномерность. Однако, в данном случае, понимается неравномерность в плане нагрузки.

Для того, чтобы производство функционировало по заявленному графику, нужно не только обеспечить регламентацию процессов, но еще и грамотно рассчитать загрузку операторов и оборудования. В случае, если процедурой пренебрегают, возникают так называемые перегрузки, в ходе которых персонал и производственные мощности одно время простаивают, другое время, наоборот, перегружены работой [5].

Как итог, возникают такие же проблемы, что и при *Mura*.

Muda (потери). Это деятельность, в ходе которой потребляются ресурсы, но ценности для потребителя она не создает.

В концепции бережливого производства Тайити Оно выделяет 7 основных видов потерь, однако, в 20 веке Джеффри Лайкер, автор книги о производственной системе Toyota, добавил восьмой вид – нереализованный потенциал сотрудников [1].

Перепроизводство.

На данный момент, является, пожалуй, наиболее распространенным видом потерь. Выражается в виде избытка произведенной продукции, то есть, в таком объеме, который не способен/не желает приобретать потребитель.

Причины возникновения: производство больших партий; недостаток информации о спросе, его слабая изученность; невозможность быстро производить переналадку оборудования, ее отсутствие.

Пример: производство количества продукции больше, чем способен потреблять заказчик.

Ожидания.

Вид потерь, в ходе которого персонал тратит лишнее время на ожидание ресурсов и материалов или очередной технологической операции.

Причины возникновения: поломка оборудования; отсутствие указаний со стороны руководства; отсутствие процедуры планирования на предприятии.

Пример: из-за неравномерной нагрузки агрегат или станок может простаивать, пока на предыдущем этапе не закончится операция.

Запасы.

Проблема излишних запасов заключается в несвоевременном приобретении и хранении материалов, сырья и иных частей на складах. Как итог, это влечет за собой дополнительные затраты на хранение и уход. Излишний уровень запасов на предприятии показывает, насколько оно неспособно точно планировать производство и равномерно выстраивать карту процессов.

Причины возникновения: завышенный план-продаж, составленный в соответствии с пожеланиями руководителя предприятия и заведомо имеющий невыполнимый характер; просчеты снабженцев или коммерческих служб; плохо отлаженные связи с поставщиками.

Пример: выпуск елочных игрушек в таком количестве, которое превышает сезонный спрос, как итог, затаривание склада и рост издержек на их содержание.

Излишняя транспортировка.

Данный вид потерь связан с перемещениями, которые работники совершают для передачи материалов, устной и письменной информации, и которые не несут никакой ценности конечному варианту продукции.

Причины возникновения: как правило, иррациональное использование рабочего пространства, в связи с чем работнику необходимо совершать лишние действия и что приносит ему дискомфорт; лишние промежуточные зоны хранения.

Пример: производственные цеха и склад запчастей находятся на большом расстоянии друг от друга, что способствует повышению времени перемещения работника.

Излишние перемещения людей.

Потери возникают в связи с нерациональным обустройством рабочего места и незнанием перечня должностных обязанностей.

Причины возникновения: нарушение трудовой дисциплины со стороны работника; незнание стандартов работы, либо же их отсутствие; неумение привести рабочее место в порядок (отсутствие системы 5С).

Пример: работнику требуется определенный инструмент для операции, но из-за отсутствия визуальных стандартов, процедура поиска может затянуться, что приведет к лишним затратам времени и энергии работника.

Брак.

Под браком понимается выпуск продукции, деталей, полуфабрикатов и иных частей, которые не соответствуют стандартам и техническим условиям и не могут быть использованы по своему прямому назначению. Как итог, потери выражаются в виде лишнего времени и ресурсов, которые потребуются на их переделку и ликвидацию.

Причины возникновения: низкая квалификация работника, что способствует повышению вероятности выпуска брака; отсутствие контроля на ключевых этапах, которые наиболее сильно подвержены риску; пренебрежение системой Пока-йока ("защита от дураков").

Пример: при позднем выявлении сбоя оборудования производится некоторое количество бракованных изделий, неквалифицированный работник сделал неверные расчеты в отчете.

Излишняя обработка.

Потери, возникающие в ходе производства продукции теми параметрами и характеристиками, которые не несут никакой ценности для конечного потребителя.

Причины возникновения: малоизученный спрос, в связи с недостатком информации.

Пример: производство телефона, который имеет ряд разнообразных функций, которые потребителю не нужны.

Неиспользованный человеческий потенциал.

Понятие трактуется следующим образом: это исключение личных качеств, знаний, умений и навыков сотрудника из выполняемой им работы. Потери, которые возникают в процессе производства, зачастую образуются из-за желания руководителей сделать из своих подчиненных "образцовых исполнителей". Если на предприятии есть стандарт или регламент, то ему нужно безукоризненно следовать, выполнять всю рутинную работу, исполнять свои должностные обязанности и не опираться на свои навыки, знания и иные человеческие факторы.

Причины возникновения: жёсткий контроль со стороны руководства; нежелание руководства поощрять инициативу, исходящую от работника; неверно выстроенная система мотивации или ее отсутствие.

Пример: сотрудника обучают тем навыкам и умениям, которые не потребуются ему в ближайшее время, либо же и вовсе бесполезным.

Для устранения потерь, либо же сведению их влияния к минимуму, были придуманы различные методы. В представленной бакалаврской работе будет рассмотрен один из них - это TPM [15].

Япония применяла те же методы обслуживания и ремонта оборудования, что и США. Однако, был ряд проблем, который возникал при

использовании традиционных систем. В конце 1960-х годов на предприятии "Ниппон Дэнсо", основном поставщике электрооборудования в компанию Toyota, разрабатывается система всеобщего производительного обслуживания оборудования или же по-другому TPM (Total Productive Maintenance).

Система TPM - методика обслуживания оборудования, базовыми принципами которой является обеспечение и поддержание работоспособности оборудования, улучшение целостности производства и повышение уровня безопасности и качества продукции.

Главной задачей TPM является создание такого отлаженного механизма, благодаря которому удастся предотвратить все виды потерь и достичь нулевых показателей поломок, несчастных случаев на производстве и брака.

Для достижения поставленных задач разрабатываются определенные мероприятия, которые безукоризненно необходимо соблюдать:

- создание условий, при которых оборудование будет стабильно функционировать, а уровень брака и количество внеплановых поломок будет минимально;
- разработка стандартов, нормативов и других видов документации, которая будет регламентировать и устанавливать четкий порядок выполнения операций по эксплуатации оборудования;
- диагностика оборудования на предмет скрытых дефектов, с целью повышения его эффективности функционирования;
- разработка и проведение обучения и тренингов по развитию и повышению уровня квалификации работников ремонтной службы.

В случае несоблюдения установленных правил и законов, это приведет к возникновению потерь:

- потери времени функционирования оборудования (поломки узлов, механизмов, время на переналадку, замену инструментов и так далее);
- потери рабочего времени (слабый уровень мониторинга производства или его полное отсутствие, низкая вовлеченность

менеджмента организации, слабая автоматизация процессов и так далее);

- потери, связанные с энергией, различным сырьем, материалами, комплектующими и временем, требуемого на ремонт инвентаря.

Благодаря развертыванию систем ТРМ можно достичь следующего [20]:

- рационализировать использование имеющегося оборудования;
- рационализировать использование имеющегося оборудования;
- сократить затраты, которые возникают в ходе ремонта и обслуживания оборудования, инструментов, оснастки;
- сократить требуемое количество работников, которые будут задействованы в процессе ремонта и обслуживания;
- повысить качество продукции при сохранении того же уровня стоимости;
- повысить эффективность работы станков, безопасность и т.д.

Для того, чтобы определить эффективность функционирования оборудования на предприятии, в ТРМ используется коэффициент общей эффективности оборудования ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness). Сам показатель рассчитывается как произведение трех факторов [19]:

- готовность;
- производительность;
- качество.

В разделе 3.1 будет подробно рассмотрен показатель на примере значений предприятия ООО ВСТЗ «Луч».

Данный показатель ОЕЕ рассчитывается не с целью оценить работу отдельно взятого оператора или всех сразу. Главной задачей является рассмотрение текущего уровня функционирования оборудования и поиск решений по улучшению работы этого же оборудования и совершенствованию выполнения системы процессов.

У каждого оператора есть своя зона ответственности и специальные таблицы, которые они заполняют и вносят все необходимые данные. Эти данные потребуются для будущего расчета коэффициентов и ОЕЕ. Стоит отметить, что расчет данного показателя должен производиться на регулярной основе [11].

Итогом станет выявление закономерностей появления потерь и разработка программы по их устранению, сведению к минимальным значениям и повышению уровня работы оборудования.

Прежде чем заняться внедрением ТРМ, стоит произвести следующие мероприятия [10]:

- реализовать на предприятии систему 5С: данная система позволит рационально организовать рабочее место и повысить общий уровень эффективности деятельности на 3-5%;
- рассмотреть уже существующую систему планово-предупредительных работ по ремонту и техническому обслуживанию на предприятии;
- разработать систему сбора, которая позволит находить и регистрировать данные, необходимые для расчета показателя ОЕЕ;
- разработать план, по которому будет происходить внедрение ТРМ;
- провести соответствующее обучение для работников.

2. Анализ процесса ремонта и обслуживания оборудования на предприятии ООО Волжский светотехнический завод «Луч»

2.1 Организационно-экономическая характеристика предприятия

ООО «Волжский Светотехнический Завод ЛУЧ» - занимается производством профессионального энергосберегающего светотехнического оборудования.

Юридический адрес: 445000, Самарская область, г. Тольятти, Вокзальная ул., 44, помещение 1.

Основным видом деятельности является производство электрических ламп и осветительного оборудования (ОКВЭД 27.40). Среди дополнительных видов можно выделить производство и торговлю спортивными товарами, производство строительных металлических конструкций, обработку металлов, производство мебели и многое другое. Всего дополнительных видов деятельности насчитывается 24 пункта.

Миссия предприятия заключается в завоевании лидирующих позиций на рынке, за счет постоянного увеличения энергоэффективности выпускаемой продукции, увеличения ассортимента, а также предоставления потребителям качественного оборудования в требуемом объеме и точно в срок.

Главной целью компании является увеличение объемов производства и сбыта светотехнического оборудования, а также выход на мировой рынок с новейшими разработками в области светотехники.

При создании продукции компания ориентируется на два показателя:

- продукция не должна потреблять много электроэнергии;
- продукция должна быть безопасна при ее применении.

В сфере производства светодиодного оборудования компания "Луч" уже давно, компания была зарегистрирована 14 мая 2008 года. За это время она зарекомендовала себя как производителя качественной продукции с опытом. Данная отметка была достигнута благодаря:

- собственному производству на современном оборудовании;
- внедрению инновационных технологий в процесс создания светотехнического оборудования;
- применению постоянного контроля качества, что позволило обеспечить клиентов широким выбором продукции, которая соответствует современным требованиям и госстандартам.

Основные преимущества компании:

- высокое качество продукции;
- надежность изготовленной продукции;
- минимальные сроки изготовления;
- высокий уровень подготовки специалистов по вопросу создания светильников;
- верификация продукции.

Говоря о преимуществах компании, стоит затронуть преимущества и недостатки использования светодиодного оборудования.

К преимуществам можно отнести:

- малое потребление электроэнергии - в среднем в восемь раз меньше, чем у ламп накаливания аналогичной яркости;
- долгий срок службы - работают в 25–30 раз дольше ламп накаливания;
- низкая температура, светильники с применением светодиодов почти не нагреваются;
- можно выбрать цвет излучения;
- в случае появления колебаний в напряжении, не будет мерцаний и яркость будет оставаться стабильной.

К недостаткам можно отнести:

- из-за малой единичной мощности, может потребоваться большое количество светодиодов, чтобы обеспечить требуемый уровень освещённости;

- деградация кристалла, то есть, со временем, яркость освещения будет теряться;
- для того, чтобы стабилизировать ток в изделии, в него помещается понижающий преобразователь, как итог, цена изделия повышается;
- свет, который испускает светильник, приводит к подавлению гормона мелатонина, который отвечают за регуляцию нашего сна.

Однако, даже несмотря на подобные недостатки, производство светодиодного оборудования считается крайне перспективным родом деятельности. Возможно, в скором времени, они вытеснят с рынка тепловые и разрядные источники света.

Далее рассмотрим организационную структуру предприятия (структурная схема представлена в приложении А на рисунке А.1).

Схема имеет вид линейно-функционального управления, главенствующим звеном является генеральный директор. У него в подчинении находится несколько заместителей, каждый из которых имеет свою зону ответственности:

- первый заместитель отвечает за заместителя по продажам и начальника отдела материально-технического снабжения;
- заместитель по техническим вопросам руководит техническим директором, который в свою очередь несет ответственность за конструкторский и технологический отдел, а также главным механиком, в задачи которого входит контроль за приборами, соблюдение режима работы механизмов, техосмотр механических устройств и тд.;
- заместитель по персоналу отвечает за формирование и развитие навыков у персонала, задействовав их потенциал; разрабатывает бизнес-планы в области обеспечения предприятия трудовыми ресурсами; планирует и прогнозирует потребности в кадрах и тд.

Если затрагивать производственную зону, то здесь выделяется семь участков:

- участок пайки.
- участок лазерной резки.
- участок гибки.
- участок сварки.
- участок окраски.
- участок сборки.
- участок упаковки.

Руководителем является начальник производства. На каждом участке закрепляется ответственное лицо, которое руководит другими работниками, а само подчиняется начальнику производства.

Ключевые элементы оргструктуры рассмотрены, переходим к анализу технико-экономических показателей предприятия (приложение Б таблица Б.1).

Базируясь на данных из приведенной таблицы, можно заметить, что за 3 года произошел существенный прирост по многим показателям. Для более наглядного представления построим столбчатую диаграмму (рисунок 3):

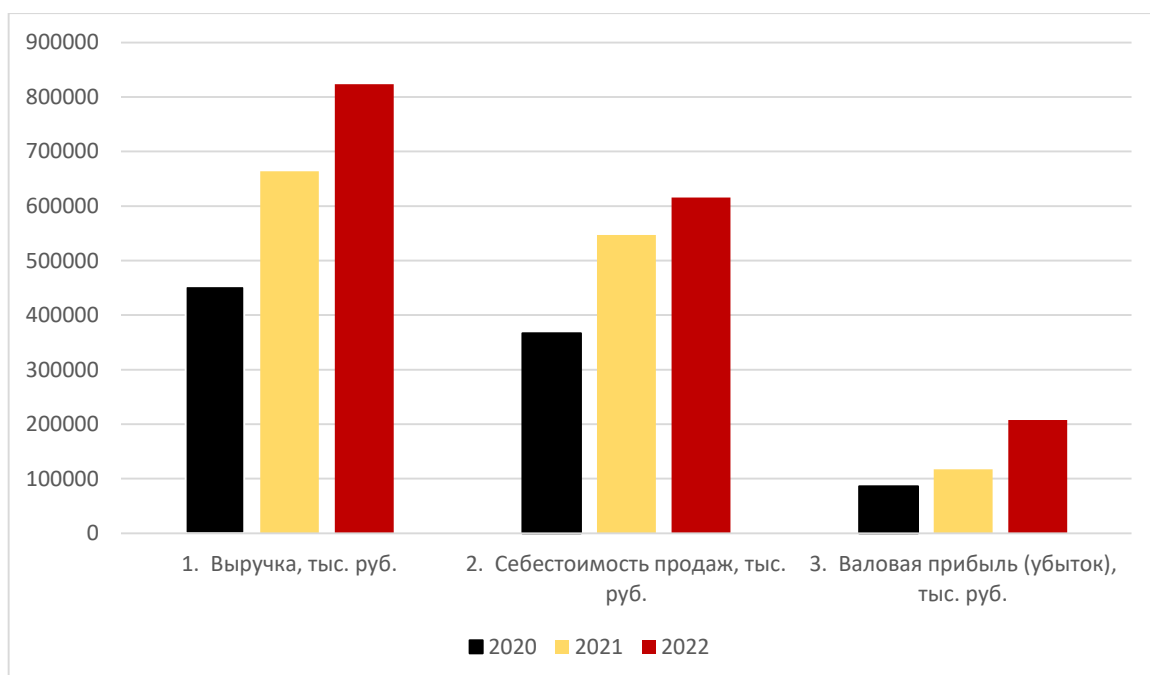


Рисунок 3 – Экономические показатели за 2020-2022 гг.

Из диаграммы видно, что выручка на момент 2022 года имеет рекордное значение в 823354 тыс. руб. Однако, стоит заметить, что себестоимость также выросла до 615859 тыс. руб.

Если обратиться к статистике, в период с 2020 по 2022 год, доля светодиодного оборудования в РФ выросла с 29.16 % до 45%. Сейчас на рынке большая конкуренция и для удержания лидирующих позиций предприятия повышают качество светильников.

Себестоимость светильников на предприятии «Луч» за последние годы выросла в связи с использованием новых единиц оборудования и новых методов производства.

Далее рассмотрим прибыль от продаж. В связи со значительным ростом коммерческих и управленческих расходов прибыль от продаж в 2022 году составила 27346 тыс. руб. Однако, если обратиться к статистике, то видно, что в 2021 она составляла всего 50 тыс. руб., то есть, за год, она выросла на 54592 %.

В период с 2021 по 2022 год коммерческие расходы выросли на 57.02 %, а управленческие на 50.47 %. Чистая прибыль за 2022 год выросла на 82.95 %, что является крайне высоким показателем.

Следует рассмотреть еще один показатель – производительность труда рабочего (рисунок 4):

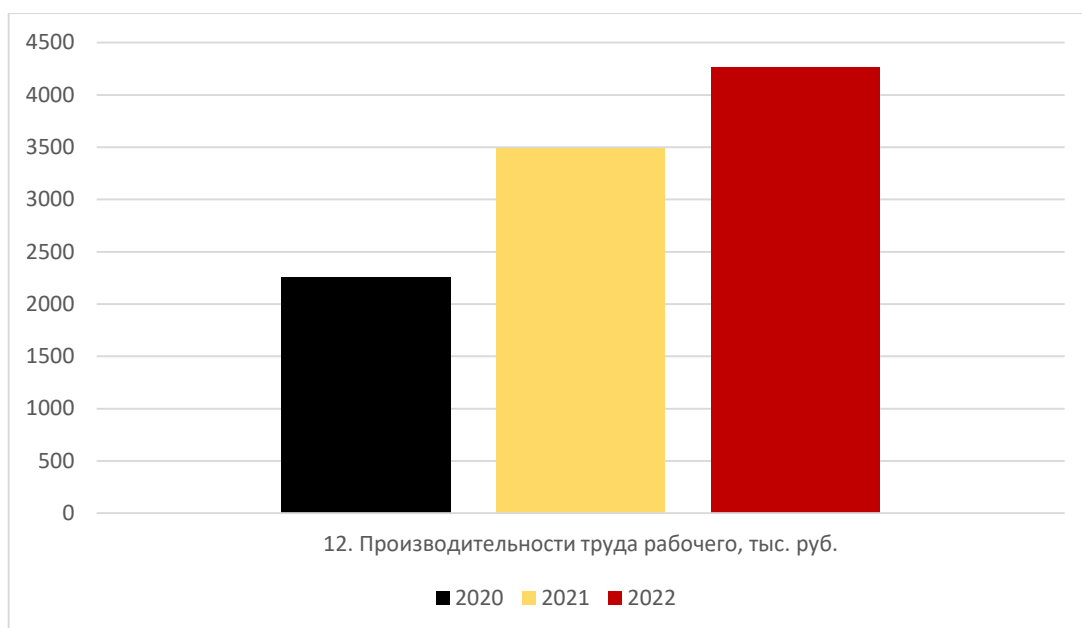


Рисунок 4 – Производительность труда рабочего

Если обратиться к данным таблицы, стоит обратить внимание, что в период с 2020 по 2021 год количество сотрудников уменьшилось на 11 человек и с 2021 по 2022 год увеличилось всего на 3. Стоит отметить, что при таком изменении средней численности производительность труда одного рабочего выросла, по сравнению с 2020 годом в 2022, почти в 2 раза (вместо 2254.5 тыс. руб. стала 4266.1 тыс. руб.).

Такой рост был вызван по двум причинам:

- прошла волна увольнений работников, которые не справлялись с поставленной задачей должным образом.
- были проведены мероприятия по повышению уровня квалификации персонала и найм новых сотрудников.

2.2 Оценка и анализ текущей системы ремонта и обслуживания оборудования на предприятии ООО «Луч»

Совокупность организационных и технических мероприятий по уходу, надзору, обслуживанию и ремонту должны проводиться по заранее составленному плану с целью предотвращения прогрессивного износа, предупреждения аварий и поддержания оборудования в постоянной эксплуатационной готовности. Данные мероприятия входят в список обязанностей главного механика и его службы, именно они должны обеспечить их реализацию, с помощью системы планово-предупредительного ремонта (далее ППР) и планово-предупредительного осмотра (далее ППО) [4].

Всего предприятие насчитывает 129 единиц оборудования, благодаря которым и создаются светодиодные светильники. В данном контексте сфокусируемся на виде оборудования, который является одним из ключевых станков в производстве – лазерный станок GLORY STAR.

Стоит уточнить, что на заводе имеется два вида категорий оборудования:

А – Ключевое оборудование, отказ которого приводит к невыполнению плана выпуска продукции;

В – Оборудование, существенно не влияющее на выпуск продукции.

Переходим к более детальному рассмотрению лазерного участка. Всего в производственной зоне присутствует три вида лазерного оборудования:

- GLORY STAR;
- BODOR E1530;
- Taulaser 3020C.

В зависимости от того, какой станок на данный момент времени наименее всего загружен, туда и укладываются листы для резки. Анализ был проведен на момент укладки и установки на станок GLORY STAR (впоследствии и на другие) и вырезке основ корпусов для светильников SIRIUS

100. Изобразим графически стандартную последовательность выполнения операций (рисунок 5):

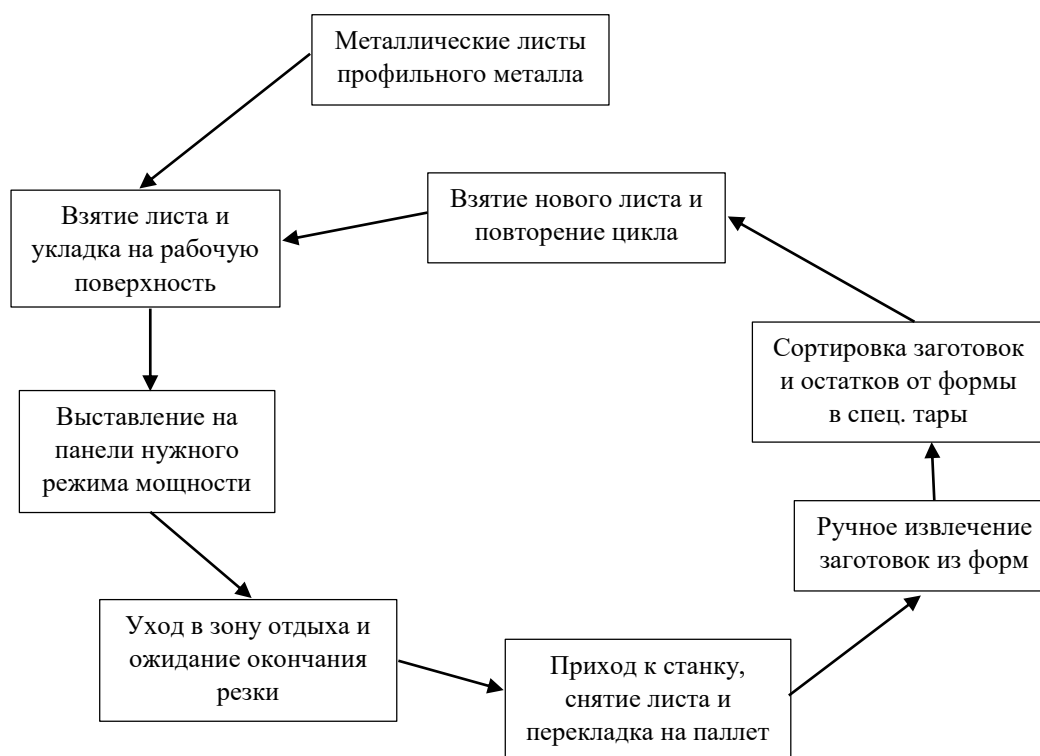


Рисунок 5 – Производственный цикл на лазерном станке GLORY STAR

Для внедрения стандартизированной работы необходимо составить и проанализировать несколько документов [13]:

- лист вычисления времени такта;
- подготовительный лист наблюдений;
- карта стандартизированной работы;
- лист наблюдения ручной работы;
- лист наблюдений периодической работы;
- объединенная карта стандартизированной работы;
- таблица сбалансированной работы;
- лист производственной способности;
- отчет о внедрении улучшения;

- результаты улучшений;
- стандарт операционной процедуры.

Время такта – это расчетное время производства одного изделия для удовлетворения текущего спроса потребителя. Вычисляется по формуле (1):

$$Tt = \frac{Ta}{Qd}, \quad (1)$$

где, Tt – время такта, сек;

Ta – доступное время за период, сек;

Qd – объем заказа за период, штук.

Сперва разберем на примере производства SIRIUS 100 на станке GLORY STAR. Для расчета данного показателя требуется рассчитать основные показатели и внести их в лист вычисления времени такта. В качестве временной базы возьмем одну смену и рассмотрим сколько потребуется времени (данные представлены в таблице 2):

Таблица 2 – Данные для вычисления времени такта

Лист времени такта	
Количество смен	1 смена
Количество секунд в смене	30600"
Количество времени на регламентированный отдых (обеда и перерывы)	60' + 30' = 90' = 5400"
Рабочее количество секунд в смене	30600" - 5400" = 25200"
Количество рабочих секунд в день	25200"
Объем ежедневного заказа	200 светильников
Итоговое время такта	$\frac{25200''}{200 \text{ штук}} = 126 \text{ секунд}$

После построения листа времени такта мы выяснили, что для своевременного удовлетворения потребности клиента необходимо иметь такт длительностью не более 126 секунд. Проследим за повторением цикла резки листа металла и сделаем выборку из 5 циклов (выборка представлена в приложении В в таблице В.1), а также составим подготовительный лист

наблюдений для выяснения причин временных отличий между циклами (таблица 3):

Таблица 3 – Подготовительный лист наблюдений

От: взять металлический лист		Участок: лазерная резка	Подготовлено: Дульцев Д.О.	
До: отсортировать готовые изделия		Время такта: 378 секунд	Оператор: Куприянов С.А.	Дата: 04.05.2023 г.
No	Общее время циклов, сек.	Причины колебаний	Порядок рабочих элементов	
1	511	Просьба помочь от другого оператора	1. Взятие листа и укладка на рабочую поверхность 2. Выставление на панели нужного режима и мощности 3. Уход в зону отдыха и ожидание окончания резки 4. Приход к станку и снятие листа 5. Перекладка на паллет 6. Ручное извлечение заготовок из формы 7. Сортировка заготовок и остатков от формы с спец. тары	
2	455	-		
3	455	-		
4	534	Долгое выставление параметров на панели управления		
5	568	Приходил начальник лазерного участка для уточнения информации		

После укладки одного листа и окончания резки, результатом являются 3 заготовки корпуса. Всего в смене 25200 рабочих секунд, за это время будет изготовлено следующее количество изделий (2):

$$Q = \frac{3Ta}{\min}, \quad (2)$$

где, Q – объем произведенных заготовок, штуки;

Ta – доступное время за период, сек;

\min – минимальное время на прохождение цикла, сек

$$Q = \frac{3 * 25200}{446} = 169 \text{штук}$$

Вывод: за минимально возможное время прохождения цикла, будет произведено 169 корпусов под светильники, однако, для полного удовлетворения клиента нужно 200.

Станок был детально рассмотрен в качестве примера, по остальным двум минуем математические действия (также производились заготовки для светильника SIRIUS 100) и сразу внесем все данные в итоговую таблицу 4 и рассчитаем потребность в рабочих:

Таблица 4 – Расчет потребности в рабочих

No	Наименование оборудования	Время цикла	Время такта	Потребность в рабочих
1	- GLORY STAR	446	378 (на листе вырезается по 3 заготовки)	$\frac{446}{378} = 1.18$
2	- BODOR E1530	578		$\frac{578}{378} = 1.53$
3	- Taulaser 3020C	422		$\frac{422}{378} = 1.12$

Вывод: полученные результаты в таблице наглядно показывают, что одного оператора на станке категорически не хватает и нужно либо нанимать новых работников, либо сокращать время, требуемое на производственный цикл.

Построим диаграмму загрузки работников для более наглядного представления (рисунок 6):

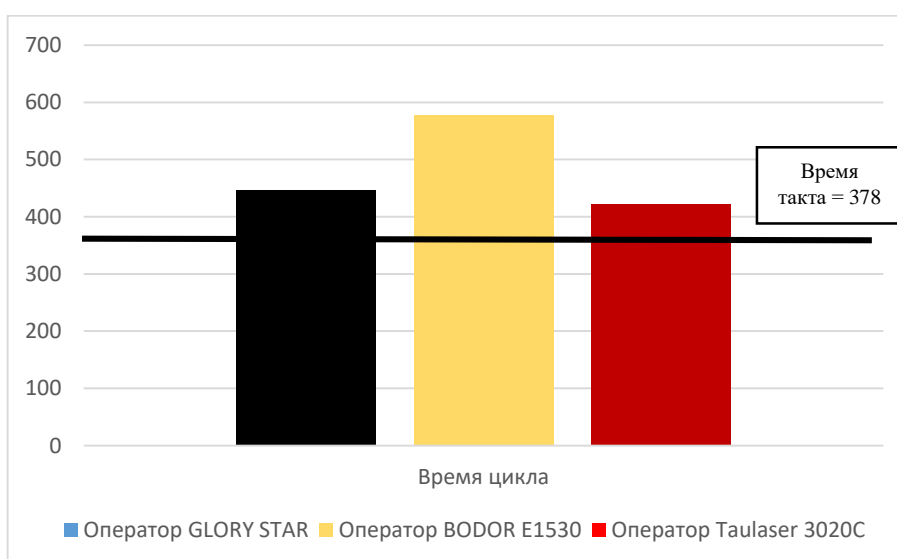


Рисунок 6 – Диаграмма загрузки

Вывод: время такта на станке не соблюдается, что ведет к невыполнению поставленного объема выпуска изделий.

В качестве дополнительного анализа приведем долгосрочную статистику объема выпускаемых заготовок корпусов светильников и объема получаемого брака. На рисунке 7 изображена статистика в период с июля по декабрь (3 – 4 кварталы) в 2022 году.

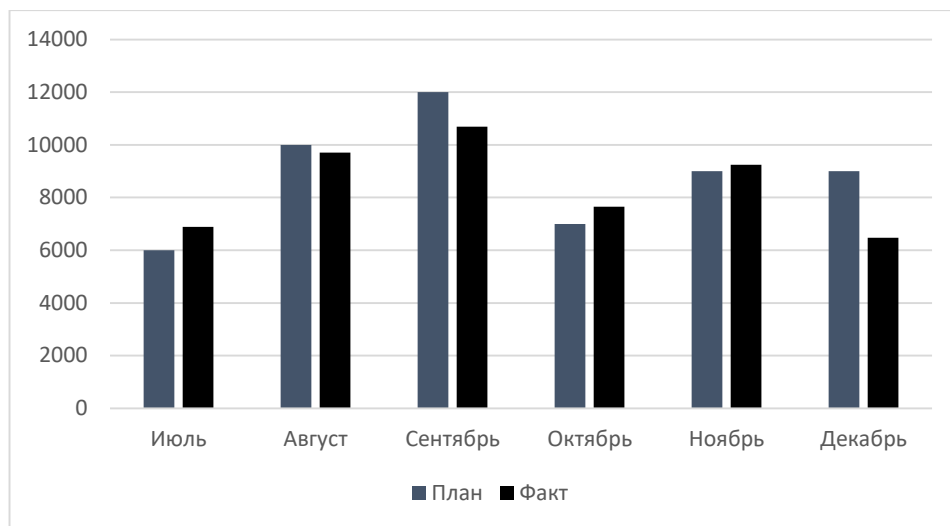


Рисунок 7 - Объем произведенных заготовок в период 3-4 кв. 2022 г.

Как можно заметить исходя из полученных данных, плановый объем выполняется не каждый месяц. Например, если в ноябре план был перевыполнен на 240 заготовок ($9240 - 9000 = 240$), то уже в декабре при том же плановом показателе, было произведено всего 6745 корпусов.

На это повлияло два фактора: заказ светильников, резка корпусов для которых занимает значительно больше времени, так как присутствует много технологических особенностей (дополнительные отверстия, нестандартная форма корпусов), а также внеплановый ремонт, который сократил доступное время.

Касаясь темы брака также построим диаграмму на тот же период (рисунок 8):

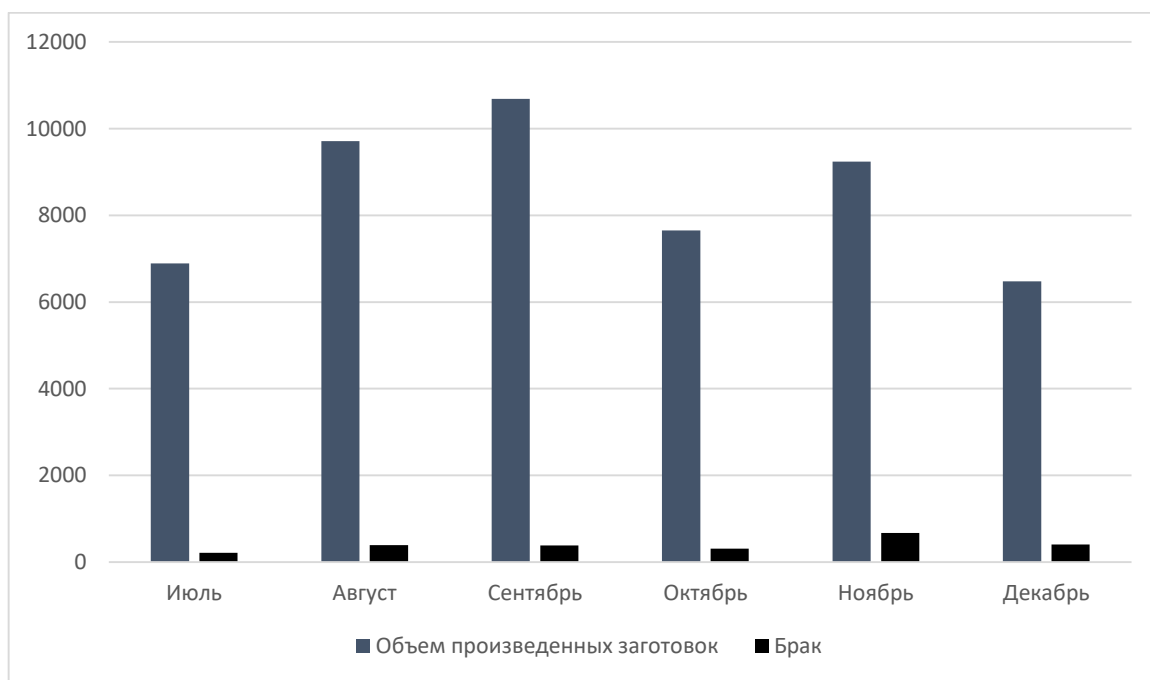


Рисунок 8 – Статистика по браку на лазерном станке

Судя по результатам приведенной статистики можно заметить, что в некоторые месяцы процент брака превышал допустимый. Изобразим таблицу для более наглядного понимания (таблица 5):

Таблица 5 – Процент брака

Месяц	Допустимый % брака	Фактический % брака
Июль	3	3.01
Август	3	4.04
Сентябрь	3	3.59
Октябрь	3.5	4.01
Ноябрь	3.5	7.29
Декабрь	3	6.24

Из полученных данных можно заметить, что в основном, процент брака не сильно превышает допустимое значение (0.01 – 1.04). Однако, в последние 2 месяца 2022 года процент брака резко вырос. На это повлияло увольнение одного из операторов и приход нового, менее опытного, и резка

технологически более сложных корпусов, которые требовали от операторов дополнительной подготовки.

Вывод: все выше изложенные факты и наблюдения свидетельствуют о том, что необходимо произвести ряд изменений на лазерном участке, для сокращения время выпуска и уменьшения процента брака.

Об этом также свидетельствует высокая частота внеплановых поломок (статистика представлена в таблице 6):

Таблица 6 – Статистика внепланового ремонта за 3-4 кварталы 2022 года

Лазерный станок	Объем работ, мин	Месяц проведения																	
		Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31
GLORY STAR	1110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BODOR E1530	950	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Taulaser 3020C	830	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	2890	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Из полученных данных можно сделать вывод, что суммарно за 2 квартала прошлого года на устранение внеплановых поломок было потрачено 2890 минут или 48.16 часа. Проблема в отсутствии регламентированного графика ППР (проводится еженедельный ППО, который не включает в себя все необходимые процедуры).

Затрагивая ППО, на предприятии имеется документ, в который внесены все единицы оборудования и прописаны еженедельные мероприятия, по поддержанию оборудования в рабочем состоянии, однако, как уже говорилось ранее, статистика внеплановых ремонтов дает понять, что этого недостаточно.

В качестве примера рассмотрим работу по обслуживанию, проводимые на станке GLORY STAR. Она носит название W2-01. Сама карта наблюдений еженедельного ППО лазерного станка GLORY STAR представлена в приложении Г в таблице Г.1.

Из данных таблицы видно, что сумма лучшего времени всех элементов по отдельности составляет 1975 секунд, в то время как наилучший результат из приведенной статистики, рассчитанной на основе 10 измерений, составляет 2066 секунд (разница 91 секунда), а худший – 2359 секунд (разница с лучшим 293 секунды).

Наиболее затратной по времени операцией оказалась операция №7 «смазка трущихся деталей пневмопривода» (511 секунд).

Наименее затратная операция (исключая передвижения) оказалась №4 «очистка пылесосом вентиляционных решеток установки» (178 секунд).

Для более наглядной картины построим диаграмму Ганта, взяв наилучший показатель времени по каждому действию, в которой более подробно распишем каждое совершаемое действие (диаграмма представлена в приложении Д на рисунке Д.1).

Вывод: наблюдения показали, что время, требуемое на проведение ППО, составляет 1975 секунд (32.9 минут). На диаграмме представлен лучший вариант по времени, однако, согласно проведенным наблюдениям, время может варьироваться до 2456 секунд (40.9 минут). На самой диаграмме отмечены узкие места, время которых может значительно отличаться, что приводит к увеличению продолжительности выполнения обслуживания.

Как уже говорилось ранее, проведение еженедельного ППО недостаточно, поэтому необходимо разработать план-график ремонтных работ, а также составить стандарт для оператора по уходу и обслуживанию за его оборудованием (ЕТО).

Стоит обратить внимание на то, что оператор «не привязан» к своему станку, это означает, что он не уделяет должного внимания уходу и обслуживанию оборудования. Есть всего лишь несколько мероприятий по уходу, которые он выполняет в течение смены, но этого недостаточно, о чем свидетельствуют частые внеплановые поломки на станке.

Составим и рассмотрим лист наблюдения периодических работ (представлен в таблице 7):

Таблица 7 – Лист наблюдения периодической работы

От: взять металлический лист		Участок: лазерная резка	Подготовлено: Дульцев Д.О.				
До: отсортировать готовые изделия		Время такта: 378 секунд	Оператор: Куприянов С.А.		Дата: 04.05.2023 г.		
No	Операции	Повторяемость	Время, сек			Наименьшее время	Время периодичности работ
			1	2	3		
1	Продуть компрессоры	Через 30 циклов после начала смены (30*446=13380 секунд); проводится один раз за смену	247	310	326	247	$\frac{247}{1} = 247$
2	Заменить воду в чиллерах	Через 30 циклов после начала смены (30*446=13380 секунд); проводится один раз за смену	160	198	235	160	$\frac{160}{1} = 160$

В качестве решения проблемы малого влияния оператора на работоспособность станка в разделе 3 будут разработаны мероприятия по внедрению автономного обслуживания.

После построения листа наблюдений за работой оператора (временем ручной работы, автоматической работой, ожиданиями, переходами и обслуживанием станка) построим объединенную карту стандартизированной работы (данный карта представлена в приложении Е в таблице Е.1).

Вспомним, что требуемое время такта должно составлять 378 секунд, в то время как на станке наилучший результат – это 446 секунд.

Рассчитаем необходимое количество рабочих (3):

$$n = \frac{\sum N + T_p}{T_t}, \quad (3)$$

где n – количество рабочих, человек;

$\sum N$ – сумма всех рабочих элементов, сек;

T_p – периодическая работа, сек;

T_t – время такта, сек.

Во время решения стоит помнить, что периодическое обслуживание проводится каждые 30 циклов, следовательно, решение имеет следующий вид:

$$n = \frac{30 \cdot 446 + 407}{30 \cdot 378} = \frac{13787}{11340} = 1.22 = 2 \text{ работника}$$

В завершение рассчитаем еще 2 показателя, которые понадобятся в следующем разделе:

- пропускная способность;
- требуемое количество оборудования.

Пропускная способность рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{Ta}{Tc + \frac{Ti}{ti}}, \quad (4)$$

где Ta – доступное время за период, сек;

Tc – общее время цикла, сек;

Ti – время смены инструмента, сек;

ti – интервал между сменами инструмента, сек.

На лазерном станке меняют только «расходные материалы» (лазерную трубку, линзу излучателя, ремни электродвигателей и тд), никакие другие инструменты при резке не заменяются. Замена каких-либо частей происходит либо в случае внеплановой поломки, либо в случае планового ремонта. По этой причине время смены инструмента и интервал между заменами за смену отсутствует, следовательно, мы уже ранее рассчитали способность, и она равняется 169 заготовок за все доступное рабочее время.

Требуемое количество оборудования рассчитывается по формуле (5):

$$N_{об} = \frac{Qd}{C}, \quad (5)$$

где $N_{об}$ – требуемое количество оборудования. штук;

Qd – объем заказа за период, штук;

C – пропускная способность, штук.

$$N_{об} = \frac{200}{169} = 1.18$$

Исходя из полученного значения можно еще раз сделать вывод, что текущая система обслуживания оборудования требует кардинальных изменений, так как текущего количества оборудования недостаточно для обеспечения потребителя нужными ресурсами. Для повышения уровня обслуживания и ремонта на предприятии ООО ВСТЗ «Луч», будут разработаны мероприятия ТРМ, которые позволят сократить количество внеплановых поломок, сделать операторов более квалифицированными (их обучат автономному обслуживанию), рационализировать рабочее место и сократить время на выполнение стандартных операций в производственном цикле.

3. Внедрение метода бережливого производства TPM

3.1 Методика внедрения TPM на предприятии

По итогам проведенного анализа на предприятии ООО "Луч" была выявлена потребность во внедрении методики всеобщего обслуживания оборудования и системы 5С.

В связи с этим, руководство одобрило решение внедрить в их систему методику TPM, чтобы улучшить качество ремонтных и обслуживающих работ, повысить эффективность функционирования оборудования и улучшить многие другие аспекты.

Само внедрение методики TPM является трудоемким процессом. В случае успешной реализации проекта на пилотном участке, в дальнейшем, внедрение методики будет затрагивать каждый участок и каждого работника рассматриваемого предприятия [25].

В качестве объекта исследований был выбран лазерный участок, в связи с этим, все мероприятия по TPM будут проводиться именно здесь.

Сама концепция ставит перед собой определённые цели и задачи. Цели и задачи представлены ниже.

Цели:

- минимизация простоев;
- повышение производительности;
- максимизация выхода годной продукции.

Задачи:

- обслуживание операторами своих станков в соответствии с операционной картой для обеспечения работоспособности;
- содержание в чистоте не только станка, но и участка, инструментов, оснастки и других предметов труда;
- контроль качества функционирования станка и своевременная реакция на ухудшения;

– реализация непрерывных улучшений (создание различных тренингов, установка стендов, покупка новых инструментов и т.д.).

Стартом является разработка инструкции по внедрению методики ТРМ. Вся последовательность шагов представлена в приложении Ж в таблице Ж.1.

Анализ по некоторым мероприятиям уже представлен в разделе 2.2, поэтому, рассмотрим мероприятия по улучшению тех или иных работ.

Начнем по порядку. Фундаментом всей системы является 5С – метод, который нацелен на создание чистого и оптимального рабочего места. Благодаря этому методу можно избавиться от лишних предметов на рабочем месте, сократить время, которое требуется оператору на выполнение операции, повысить уровень комфорта и безопасности работника.

Для начала необходимо провести аудит, чтобы понять, насколько рабочее место оператора соответствует заявленным параметрам системы 5С. Всего система насчитывает в себе 5 шагов [8]:

- сортировка;
- соблюдение порядка;
- содержание в чистоте;
- стандартизация;
- совершенствование.

В приложении И в таблице И.1 представлена статистика по проведенному аудиту по всем трем станкам на лазерном участке. Исходя из полученных данных можно сделать вывод, что рабочее место оператора нуждается в скорейшем преобразовании и улучшении. Первым шагом является изменение структуры рабочего места, с целью сокращения лишних перемещений оператора и экономии энергии, так как после продолжительного наблюдения за работой оператора заметно, как снижается его активность, а значит и время такта. В приложении К в таблицах К.1 – К.6 представлены движения операторов до перестановки и после.

После реструктуризации лазерного участка составим сравнительную характеристику и проанализируем изменения (приложение Л таблица Л.1).

Полученные данные показали уменьшение времени цикла, что положительно скажется на объеме выпуска.

Проведем повторно расчет потребности в рабочих и представим результаты в таблице 8:

Таблица 8 – Расчет потребности в рабочих

Наименование оборудования	Время цикла ДО	Время цикла ПОСЛЕ	Время такта	Потребность в рабочих ДО	Потребность в рабочих ПОСЛЕ
- GLORY STAR	446	386	378 (на листе вырезается по 3 заготовки)	$\frac{446}{378} = 1.18$	$\frac{379}{378} = 1.002$
- BODOR E1530	578	416		$\frac{578}{378} = 1.53$	$\frac{416}{378} = 1.1$
- Taulaser 3020C	422	389		$\frac{422}{378} = 1.12$	$\frac{389}{378} = 1.03$

Как можно заметить, потребность в рабочих кардинально снизилось и почти приблизилась к идеальным значениям, благодаря полной реструктуризации рабочих мест. Нужное время такта может быть достигнуто, однако, здесь уже все зависит от самих операторов. Есть операции, например, ожидание окончания резки и приход к станку, иногда могут затянуться, так как оператор не всегда следит за временем и может потратить лишние 20-30 секунд.

Возвращаясь к таблице с результатами по проведению аудита 5С, за счет перестановки удастся повысить несколько значений, однако, все еще есть показатели, которые изменятся только в случае введения новшеств.

Так, например, на участке отсутствуют какие-либо информационные стенды; у операторов есть доступ к предметам для уборки, однако, они этого не делают, так как нет документа, устанавливающего обязательность данной процедуры; операторы не проявляют инициативы, чтобы улучшить рабочее место; нет маркировки, которая указывает, куда нужно складывать инструменты, оснастку и т.д.

В качестве решения была разработана инструкция по 5С (инструкция представлена в приложении М в таблице М.1).

После того, как рабочая зона будет приведена в порядок, необходимо повысить уровень привязанности оператора к своему станку. Как уточнялось ранее, оператор слабо вовлечен на уход и обслуживание за оборудованием (еженедельно проводится ППО службой главного механика). Из статистики внеплановых поломок видно, что осмотра недостаточно, так как часто случаются внеплановые поломки.

В качестве решения совместно с главным механиком был разработан стандарт по ежедневному уходу за оборудованием, который представлен в приложении Н в таблице Н.1 – Н.3.

В начале каждой смены, во время нее и после завершения смены, оператор должен будет выполнить определенный ряд мероприятий, чтобы сократить вероятность возникновения внеплановой поломки.

Однако, для того, чтобы добиться идеальной работы оборудования, необходимо также внедрить планово-предупредительный ремонт (ППР). На предприятии ООО ВСТЗ «Луч» нет годового плана-графика, поэтому, необходимо его разработать.

Для того, чтобы выяснить, с какой периодичностью следует проводить ремонт и, в следствие, составить календарный план, рассчитаем два показателя, связанных с ремонтом и работой оборудования.

В качестве примера возьмем данные по станку GLORY STAR за 3 квартал 2022 года. Всего за это время на нем было 4 поломки, формула принимает вид:

MTBF (средняя наработка между отказами) – это среднее время работы техники между остановками по причине поломки. Рассчитывается по формуле (6):

$$MTBF = \frac{\sum(t_{\text{раб1}} + \dots + t_{\text{рабn}})}{n} \quad (6)$$

где $t_{раб1}$ – первый период использования станка, мин.

$t_{рабn}$ – n-ый первый период ремонта, мин, мин.

n – количество рабочих моментов

$$MTBF = \frac{25620}{4} = 6405 \text{ минут}$$

Расчеты показали, что средняя наработка составляет 6405 минут, это в среднем один раз в 16 рабочих смен.

MTTR (среднее время ремонта) – среднее время восстановления работоспособности после поломки. Рассчитывается по формуле (7):

$$MTTR = \frac{\sum (t_{рем1} \dots + \dots + t_{ремn})}{n} \quad (7)$$

где $t_{рем1}$ – первый период ремонта, мин

$t_{ремn}$ – n-ый период ремонта, мин

n – количество ремонтов

$$MTTR = \frac{720}{4} = 180 \text{ минут}$$

Расчеты показали, что среднее время восстановления работоспособности станка составляет 180 минут (3 часа).

Исходя из полученных данных, вместе с главным механиком были разработаны следующие мероприятия и документы по усовершенствованию ППР на предприятии:

– разработан черновой вариант плана-графика ремонтных работ на пилотном станке GLORY STAR на период 3-4 квартала 2023 г. (план-график представлен в приложении П в таблице П.1);

– разработан чек-лист «Проблема дня» (приложение Р рисунок Р.1);

- разработана заявка оператора в службу главного механика, в случае возникновения поломки (приложение С рисунок С.1);
- разработан регламент проведения ППР совместно с главным механиком (приложение Т таблица Т.1);
- переработан стандарт по проведению контроля качества изготовления (приложение У таблица У.1).

Все эти мероприятия направлены на скорейшее улучшение и повышение эффективности работы оборудования. Рассмотрим еще несколько инструментов, которые помогут для улучшения.

Рассмотрим показатель ОЕЕ. Как уже говорилось в первом разделе, расчет коэффициента делается для оценки текущего состояния эффективности работы оборудования. На предприятии ООО ВСТЗ «Луч» расчет не производится, поэтому построим таблицы и проведем анализ состояния на примере лазерного участка (таблица 9 и 10):

Таблица 9 – Исходные данные для расчета ОЕЕ за 3-4 кварталы 2022 года

Наименование показателя	Обозначение	Формула расчета	Значение
Продолжительность смены	С	-	55020 минут
Перерывы	П	-	3840 минут
Обед	О	-	7680 минут
Время простоя	ВП	-	2890 минут
Общее количество деталей	ОКД	-	50655 заготовок
Количество отбракованных деталей	Б	-	2371 заготовок
Идеальная производительность	ИП	-	2 штуки в минуту
Планируемое время работы	ПВР	$ПВР = С - П - О$	$55020 - 3840 - 7680 = 43500$ минут
Реальное время работы	РВР	$РВР = ПВР - ВП$	$43500 - 2890 = 40610$ минуты
Количество годных деталей	Г	$Г = ОКД - Б$	$50655 - 2371 = 48284$ заготовок

Таблица 10 – Расчет ОЕЕ показателя

Фактор	Формула	Расчет
Готовность	Реальное время работы/Планируемое время работы	$40610/43500 = 0.93 = 93 \%$
Производительность	(Общее число деталей/Реальное время работы)/ Идеальная производительность	$(50655/40610)/2 = 0.62 = 62 \%$
Качество	Количество годных деталей/Общее число деталей	$48284/50655 = 0.95 = 95 \%$
ОЕЕ	Готовность*Производительность*Качество	$0.93 * 0.62 * 0.95 = 0.55 = 55 \%$

Исходя из полученного значения общей эффективности оборудования, можно сделать вывод, что показатель находится ниже нормального значения.

В международной практике принято считать, что значение меньше 65% является плохим, удовлетворительным — от 65% до 75%, хорошим — более 75%. Построим столбчатую диаграмму, чтобы наглядно понять первопричину такой низкой отметки (рисунок 9):

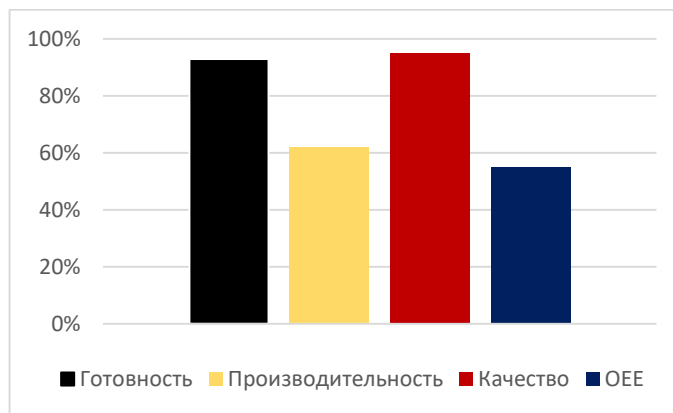


Рисунок 9 – Диаграмма показателя ОЕЕ

В приложении Ф на рисунке Ф.1 будет разработан и передан на предприятие документ в формате Excel, для ежедневного анализа показателя ОЕЕ.

Из диаграммы видно, что проблемой низкого показателя ОЕЕ является производительность. В качестве базы была построена диаграмма Спагетти,

однако, можно использовать еще один инструмент под названием диаграмма Исикавы (рыбья кость) и выявлять сторонние факторы влияния [6].

Если говорить о сути данного метода, то это инструмент, благодаря которому можно добиться улучшения качества производственных процессов.

По принципу рыбьего скелета, голова – это проблема, требующая скорейшего решения, а кости – это причины (факторы первого порядка, факторы средней значимости и малозначительные факторы), которые в той или иной степени являются катализатором для текущей проблемы. Сама диаграмма представлена в приложении Ц на рисунке Ц.1.

Прежде чем начертить схему, необходимо собрать команду для мозгового штурма. Ключевым заданием будет выявление причин, из-за которых страдает производительность лазерного станка.

В состав команды будут входить эксперты, которые ближе всего знакомы с данным оборудованием:

- начальник отдела качества (эксперт 1);
- начальник лазерного участка, который присылает задание оператору на выполнение (эксперт 2);
- механик, который занимается ремонтом и обслуживанием оборудования (эксперт 3).

Чтобы выявить ту или иную степень воздействия фактора на итоговую производительность, необходимо составить шкалу оценок в бально-рейтинговой форме [12].

Каждый эксперт выставляет оценку от 0 до 10 тому или иному фактору (таблица 10):

Таблица 11 – Бально-рейтинговая шкала

Уровень воздействия фактора на производительность	Баллы
Низкий уровень (влияния почти не оказывает или оказывает, но незначительное)	1 – 3
Средний уровень (оказывается существенное влияние)	4 – 7

Продолжение таблицы 11

Уровень воздействия фактора на производительность	Баллы
Высокий уровень (факторы, которые в наибольшей степени влияют на производительность и могут приводить к серьезным последствиям)	8 – 10

После того, как бально-рейтинговая шкала определена, переходим к самому главному, а именно изображению диаграммы Исикавы. Каждый из участников экспертной группы выдвигает свою гипотезу, по поводу вариантов влияния на производительность и диаграмма приобретает итоговый вид.

После определения ключевых факторов, которые оказывают влияние на производительность, и построения диаграммы Исикавы, эксперты выносят свое решение по каждому пункту и результаты вносятся в таблицу 12:

Таблица 12 – Расчет влияния факторов, исходя из мнения экспертов

Показатель	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Среднее значение
Замена изношенных частей	7	8	8	7,67
Качество выполнения ремонта и обслуживания	10	9	7	8,67
Продув компрессоров	7	6	7	6,67
Смазка узлов и механизмов	7	5	8	6,67
Чистота помещения	2	1	3	2,00
Организация рабочего места	5	4	3	4,00
Обеспеченность необходимыми инструментами	4	6	3	4,33
Отсутствие мотивации	6	4	4	4,67
Низкий уровень квалификации оператора	8	7	8	7,67
Лишние движения оператора во время производственного цикла	9	8	9	8,67
Исправность механизмов	8	8	7	7,67
Износ	7	6	5	6,00

Продолжение таблицы 12

Показатель	Эксперт 1	Эксперт 2	Эксперт 3	Среднее значение
Чистота станка	4	5	4	4,33
Внутренний состав и свойства соответствуют требованиям	7	7	7	7,00
Хранение листов с соблюдением требований	5	5	4	4,67
Соответствие качества листов требованиям	8	6	8	7,33

Подсчитав средние значения по каждому из факторов, представим сравнительную характеристику в виде столбчатой диаграммы, чтобы увидеть, из-за каких показателей в наибольшей мере страдает производительность лазерного станка (рисунок 10):

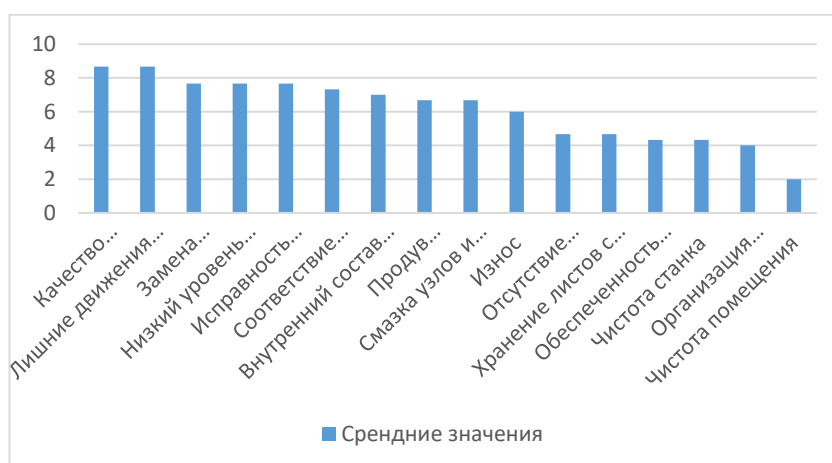


Рисунок 10 – Результаты экспертных оценок

Исходя из полученных данных гистограммы видно, что качество выполнения ремонта и обслуживания и лишние движения оператора во время производственного цикла являются наибольшими угрозами для производительности лазерного станка.

В качестве последнего инструмента можно выделить внедрение системы 8D: это метод, разработанный Форд Мотор Компани для анализа и решения

проблем, как правило связанных с улучшением качества продукта или процесса. Целью данного метода является нахождение корневой причины проблемы, внедрение корректирующих действий против найденной причины, а также разработка и внедрение действий, направленных на предотвращение возникновения данной или схожих проблем [23].

Всего методика насчитывает в себе 9 этапов:

D0. Подготовка к процессу 8D и немедленные ответные действия (ERA);

D1. Формирование команды;

D2. Описание проблемы;

D3. Разработка временных сдерживающих действий (ICA);

D4. Определение корневых причин и точек выявления;

D5. Определение постоянных корректирующих действий (PCA);

D6. Выбор и внедрение лучших PCA;

D7. Устранение повторения проблемы;

D8. Оценка работы команды.

В качестве примера применения инструмента рассмотрим проблему «отсутствие лазерного потока на станке» и составим бланк для предприятия (бланк представлен в приложении III в таблице III.1).

Вывод: благодаря применению метода 8D, были выявлены факторы, которые повлияли на появление проблемы, и разработаны мероприятия по устранению.

Все выше перечисленные мероприятия, инструменты и методы не могут быть реализованы без подготовки. Согласно первому пункту инструкции по TPM, перед началом требуется провести обучение сотрудников и привить им желание и стремление развиваться в текущем направлении.

В приложении III в таблице III.1 была разработан учебный курс, который необходимо пройти каждому сотруднику перед началом внедрения TPM.

Посредством проведения различных тренингов, лекций и семинаров у разных сотрудников вырабатываются навыки:

- у операторов развиваются навыки по ежедневному уходу и обслуживанию за своим оборудованием;
- служба главного механика концентрируется на изучении проактивного и предупреждающего обслуживания;
- руководители обучаются принципам ТРМ, коучингу и развитию персонала.

В бакалаврской работе рассматривается лазерный участок, поэтому сфокусируемся на нем. Перед операторами ставятся определенные задачи, к примеру:

- изучить порядок проверки чиллеров на исправность системы охлаждения;
- изучить порядок очистки оптической линзы.

За ними закрепляют знающего человека и тот составляет матрицу обучения (пример матрицы представлен в приложении Э в таблице Э.1).

В заключение раздела хочется еще раз акцентировать внимание на значимости применения методики ТРМ на современном предприятии. Большинство проблем является следствием влияния человеческого фактора: забыл, не успел, не знал и так далее. Все это может привести, как показала практика, к росту брака, простоев, появлению потерь и иных факторов. Для того, что не допускать подобное, руководство должно дать понять работникам, чего от них хотят, разработать документацию, стандарты, нормативы, которые будут регламентировать каждый процесс, чтобы влияние человеческого фактора сводилось к нулю [17].

3.2 Расчет экономической эффективности

После составления плана и всех мероприятий, которые можно внедрить на предприятие для повышения эффективности работы оборудования, рассчитаем экономический эффект, который будет достигнут по итогу.

Одним из ключевых мероприятий стало внедрение системы 5С, которое позволило сократить время производственного цикла на каждом станке. Проведем сравнительный анализ и посчитаем выгоду от реструктуризации лазерного участка. Стоит учесть, что была внедрена процедура ЕТО (ежедневное обслуживание оборудования оператором). Поэтому, доступное рабочее время сократилось ($25200 - 2105 = 23095$ секунд). Рассчитаем итоговые значения (таблица 13):

Таблица 13 – Сравнительный анализ объема произведенных заготовок за смену

Рабочая зона	GLORY STAR	BODOR E1530	Taulaser 3020C
ДО	$\frac{3 \cdot 25200}{446} = 169 \text{штук}$	$\frac{3 \cdot 25200}{578} = 130 \text{штук}$	$\frac{3 \cdot 25200}{412} = 183 \text{штуки}$
Итого:	482		
ПОСЛЕ	$\frac{3 \cdot 23095}{379} = 179 \text{штук}$	$\frac{3 \cdot 23095}{416} = 166 \text{штук}$	$\frac{3 \cdot 23095}{389} = 178 \text{штук}$
Итого:	523		

Из анализа видно, что хоть производительность третьего станка и упала, итоговое значение произведенных заготовок корпуса выросло на 41 штуку.

В качестве примера также рассматриваем смену, в которой производится единственная номенклатура светильника – SIRIUS 100. Каждый день изделия разные, поэтому отследить точную выручку является невозможным. Сделаем прогноз, с учетом того, что каждый день на протяжении месяца (июнь 2023) будет производиться именно данная модель светильника в одинаковом объеме и посчитаем прирост по данному виду изделия, цена итогового светильника составляет 13000 рублей. Исходя из этого воспользуемся формулой выручки (8):

$$TR = PQ, \quad (8)$$

где TR - выручка, руб.;

P - цена изделия, руб.;

Q - объем выпуска заготовок, штук

$TR1 = 13000 * 482 = 6266$ тыс. руб. в смену = 137852 тыс. руб. в месяц;

$TR1 = 13000 * 523 = 6799$ тыс. руб. в смену = 149578 тыс. руб. в месяц.

По итогу имеем прирост в 533 тыс. руб. за смену и 11726 тыс. руб. за месяц. Стоит еще раз акцентировать внимание на том, что в месяц подобные заказы крайне редкие и, в основном, производятся более простые светильники, которые не дадут такого экономического прироста.

Был введен график планово-предупредительного ремонта, который по началу будет проводиться один раз в месяц. Далее, исходя из количества внеплановых поломок, график переработают и сократят количество проведенных. На текущий момент один ремонт будет занимать по времени 420 минут. Это ровно одна рабочая смена, а как уже известно, за это время на лазерных станках изготавливается 179, 166 и 178 штук корпусов соответственно.

Упущенная выгода из-за простоя оборудования и его ремонта будет равна 6799 тыс. руб.

Стоит также учесть затраты на проведение ремонта (таблица 14):

Таблица 14 – Затраты на ежемесячное ППР

Номер операции	Операция	Затраты, руб.
1	Получение лазерного станка на ремонт	0
2	Очистка деталей системы станка	15000
3	Проведение проверки узлов, механизмов и иных деталей и их замена, в случае необходимости	490000
4	Замена изношенных узлов, механизмов и иных деталей	370000
5	Монтаж и проверка работоспособности	0
Итого:		875000

Итого затраты на ежемесячный ремонт составят порядка 875 тыс. руб. Значение может варьироваться в меньшую сторону, так как было приведено максимально возможное значение, с учетом замены всех возможных деталей, узлов и комплектующих. Смета по остальным мероприятиям представлена в таблице 15:

Таблица 15 – Затраты на проведение иных мероприятий

Мероприятие	Затраты, руб.
Покупка и установка информационных стендов на производственном участке	25000
Найм человека для разработки тренингов и чтения лекций по методике ТРМ	30000
Маркировка рабочего места для стандартизации укладки инструментов, оснастки и т.д.	600
Усовершенствование панелей управления (трех станков)	45000
Покупка и обеспечение операторов инструментами для проведения ЕТО (на трех операторов)	18000
Итого:	118600

Подводя итог, составим сравнительную характеристику ТЭПа за 2022 и 2023 годы (приложение Ю таблица Ю.1). Подобный заказ поступает в среднем 2 раза в месяц, поэтому в месяц выручка вырастет на $533*2=1066$ тыс.руб.

Исходя из полученных результатов можно заметить, что за год выручка выросла на 1.55% при неизменной себестоимости, валовая прибыль на 6.16%, а чистая прибыль на 65.79%. Из ключевых минусов стоит отметить резкое падение фондоотдачи, однако, это связано проведением ежемесячного ремонта, затраты на ремонт взяты максимально возможные, что в текущих реалиях маловероятно, так как за станком будет постоянный уход и затраты на ремонт сведутся к минимуму.

Исходя из анализа стоит отметить, что для внедрения ТРМ достаточно проведения организационных мероприятий. Приобретение нового сверхмощного оборудования не является залогом повышения эффективности. Нужно работать над менталитетом работников, прививать им чувство долга и ответственности.

Заключение

Актуальность бакалаврской работы заключается в острой необходимости внедрения изменений в систему ремонта и обслуживания на предприятии ООО ВСТЗ "Луч", а именно разработке и реализации метода всеобщего обслуживания оборудования ТРМ, на базе бережливого производства.

В первом разделе была затронута теория: мы углубились в историю создания и развития самой концепции бережливого производства, структуру и методы ремонтных работ и обслуживания оборудования, и то, какие виды потерь могут возникать на предприятии и к чему они могут приводить, в случае отсутствия постоянного контроля и мониторинга эффективности работы оборудования.

Второй раздел был направлен на анализ деятельности предприятия ООО ВСТЗ "Луч", а также рассмотрение структуры проведения ремонтных работ и обслуживания оборудования. Были подробно проанализированы такие понятия как время цикла, время такта, расчет потребности рабочих, составлены листы наблюдений за ручной работой, за периодическими работами и многое другое.

В третьем разделе была подробным образом рассмотрена методика всеобщего обслуживания оборудования. Было разработано множество документов, которые помогут предприятию в ремонте и обслуживании, в предупреждающих действиях, в повышении квалифицированности отдельно взятых сотрудников. Была разобрана система 5С, проведена реструктуризация помещения, введение новых правил, обучение новым навыкам.

Список используемой литературы

1. Агарков, А. П. Теория организации. Организация производства / А.П. Агарков. – М.: Дашков и К, 2017. – 272 с.
2. Аглиева, В.Ф. Внедрение инструментов «Бережливого производства» для улучшения качества производства продукции / В.Ф. Аглиева // Техника и технологии: пути инновационного развития: сборник научных трудов 5-ой Международной научно-практической конференции. – 2015. – С. 15–18.
3. Баринов, В. А. Бизнес-планирование: Учебное пособие / В.А. Баринов – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. – 272 с.
4. Васин, С. Г. Управление качеством. Всеобщий подход: учебник для бакалавриата и магистратуры / С. Г. Васин. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 404 с. 70
5. Ветров А.А. Операционный анализ / А.А. Ветров. - М.: Перспектива, 2014. - 254 с.
6. Воронцова Н.Н. Показатели оценки эффективности и интенсивности использования основных средств предприятия / Н.Н. Воронцова // Молодой ученый. - 2016. - №30. - С. 163-166.
7. Вумек, Дж.П. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании : учебник / Дж.П. Вумек, Д.Т. Джонс; пер. С. Турко. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2018. – 511 с.
8. Грачев А.Н. «5S»: от метода к культуре [Текст] / А.Н. Грачев, И.А. Киселев // Стандарты и качество. 2015. № 5. С. 88-93.
9. Гридин В.Г. Экономика, организация, управление природными и техногенными ресурсами: Учебное пособие / В.Г. Гридин, А.Р. Калинин; Под ред. А.А. Кобяков, В.А. Харченко. - М.: Горная книга, 2014. - 752 с.

10. Джордж, М.Л. Бережливое производство + шесть сигм: Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства [Текст] / М.Л. Джордж; пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 20015. – 360 с.
11. Ефимов В.В. Сборник методов поиска новых идей и решений управления качеством / сост. В.В. Ефимов. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 195 с.
12. Забродин А.А. Программы управления качеством, как инструмент повышения региональной конкурентоспособности и прогнозирования развития отраслей экономики региона // Российское предпринимательство. – 2008. – Том 9. – № 9. – с. 114–117.
13. Золотогоров В.Г. Организация производства и управление предприятием [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.Г. Золотогоров. М.: Книжный Дом, 2015. - 448 с.
14. Исикава К. Японские методы управления качеством: Сокр. пер. с англ. [Текст] / Науч. ред. и авт. предисл. А.В. Гличев. - М.: Экономика, 2011. - 215 с.
15. Искандарян Р. А. ТРМ на российском предприятии. [Текст] // Методы менеджмента качества. 2013, №7.- с. 22-25.
16. Калыгина Д.М. Управление качеством выпускаемой продукции // Молодой ученый. — 2016. — №14. — С. 338–341.
17. Луйстер, так Бережливое производство: от слов к делу [текст] / т. Луйстер, Д.Теппинг; Пер. с англ. с английского. А. Л. Раскин. – М.: Стандарты и качество, 2012. – 128 с.
18. Лукичева, Л.И. Управленческие решения: учебник / Л.И. Лукичева. – М.: ОМЕГА-Л, 2014. – 383 с.
19. Никифоров, А. Д. Управление качеством: Учебник для вузов [текст] / А. Д. Никифоров. – М.: Дрофа, 2016. – 719 с.
20. Пшенникова, М. В. Система ТРМ: хроника внедрения. [Текст] // Методы менеджмента качества. 2015, №10. – с. 18-19

21. Downes L. «Beyond Porter - A Critique of the Critique of Porter» // Automotive Overview. – 2014. – с. 70-81.
22. Emily Ysaguirre, Benefits of Implementing Risk Management in EHS Organizations.USHN, - 2015. – 34 p.
23. Low S.P., Ong J. Quality Management. In: Project Quality Management. Springer, Singapore (2017)
24. Raible M. Industrial Organization theory and its contribution to decisionmaking in purchasing of loyalty [Текст] / М. Raible/ – Москва: Инфра-М, 2013.
25. Total Quality Management. In: Idowu S.O., Capaldi N., Zu L., Gupta A.D. (eds) Encyclopedia of Corporate Social Responsibility. Springer, Berlin, Heidelberg (2017)

Приложение А

Организационная структура предприятия ООО ВСТЗ «Луч»

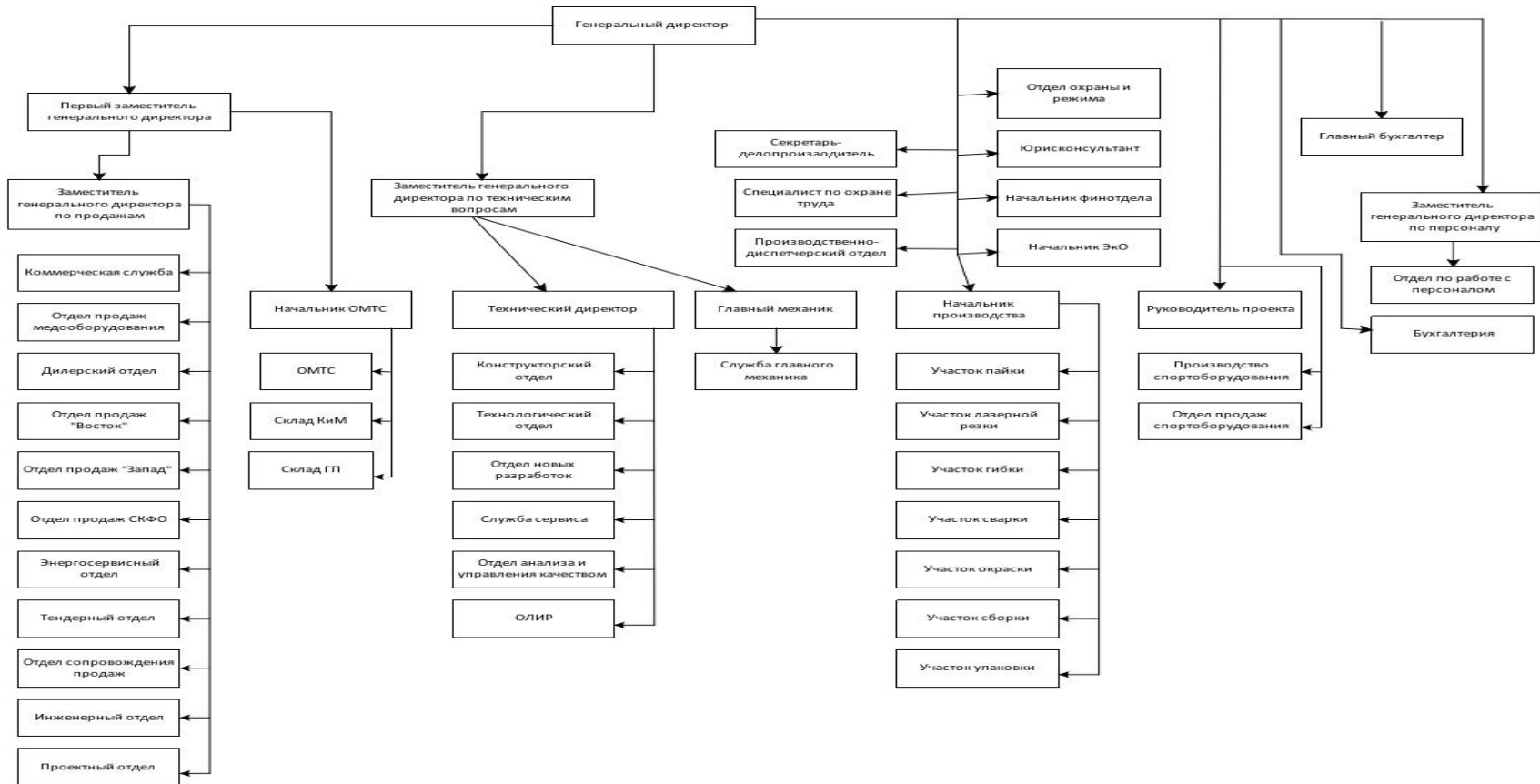


Рисунок А.1 – Организационная структура предприятия ООО ВСТЗ «Луч»

Приложение Б
ТЭП предприятия ООО ВСТЗ «Луч»

Таблица Б.1 – Техничко-экономические показатели предприятия

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Изменение					
				2021-2020 гг.		2022-2021 гг.		2022-2020 гг.	
				Абс.изм. (+/-)	Темп прироста %	Абс.изм. (+/-)	Темп прироста %	Абс.изм. (+/-)	Темп прироста %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Выручка, тыс. руб.	453152	663935	823354	210783	46,51	159419	24,01	370202	81,69
2. Себестоимость продаж, тыс. руб.	366857	547034	615859	180177	49,11	68825	12,58	249002	67,87
3. Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	86295	116901	207495	30606	35,47	90594	77,50	121200	140,45
4. Управленческие расходы, тыс. руб.	37124	53198	80047	16074	43,30	26849	50,47	42923	115,62
5. Коммерческие расходы, тыс. руб.	39801	63753	100102	23952	60,18	36349	57,02	60301	151,51
6. Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	9370	50	27346	-9320	-99,47	27296	54592,00	17976	191,85
7. Чистая прибыль, тыс. руб.	6521	4492	8218	-2029	-31,11	3726	82,95	1697	26,02
8. Основные средства, тыс. руб.	18300	20900	24600	2600	14,21	3700	17,70	6300	34,43
9. Оборотные активы, тыс. руб.	206712	293619	337060	86907	42,04	43441	14,80	130348	63,06
10. Среднесписочная численность ППП, чел.	201	190	193	-11	-5,47	3	1,58	-8	-3,98
11. Фонд оплаты труда ППП, тыс. руб.	50270,1	50882	56973,6	611,9	1,22	6091,6	11,97	6703,5	13,33
12. Производительности труда работающего, тыс. руб. (стр1/стр10)	2254,5	3494,4	4266,1	1239,91	55,00	771,69	22,08	2011,60	89,23
13. Среднегодовая заработная плата рабочего, тыс. руб. (стр11/стр10)	250,1	267,8	295,2	17,7	7,08	27,4	10,23	45,1	18,03
14. Фондоотдача (стр1/стр8)	24,76	31,77	33,47	7,00	28,29	1,70	5,36	8,71	35,16
15. Оборачиваемость активов, раз (стр1/стр9)	2,19	2,26	2,44	0,07	3,15	0,18	8,03	0,25	11,43
16. Рентабельность продаж, % (стр6/стр1) ×100%	2,07	0,01	3,32	-2,06	-99,64	3,31	44002,46	1,25	60,62
17. Рентабельность деятельности, % (стр6/(стр2+стр4+стр5)) ×100%	2,11	0,01	3,44	-2,10	-99,64	3,43	45520,98	1,32	62,71
18. Затраты на рубль выручки, коп. (стр2+стр4+стр5)/стр1*100 коп.)	97,93	100,01	96,68	2,08	2,12	-3,33	-3,33	-1,25	-1,28

Приложение В
Выборка циклов на лазерном станке

Таблица В.1 – Выборка циклов на лазерном станке

Действие	1			2			3			4			5			Min		
	сек	м	ш	сек	м	ш	сек	м	ш	сек	м	ш	сек	м	ш	сек	м	ш
Взятие листа и укладка на рабочую поверхность	57	<u>7</u>	<u>15</u>	<u>49</u>	7	16	51	8	17	59	7	15	58	7	15	49	7	15
Выставление на панели нужного режима и мощности	28	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>19</u>	2	3	21	3	4	21	3	4	30	2	3	19	2	3
Уход в зону отдыха и ожидание окончания резки	296	<u>8</u>	<u>13</u>	270	9	15	<u>265</u>	8	14	289	16	28	310	10	16	265	8	13
Приход к станку и снятие листа	31	<u>8</u>	<u>15</u>	26	9	14	<u>25</u>	9	15	55	9	17	51	11	18	25	8	15
Перекладка на паллет	12	<u>3</u>	<u>5</u>	11	4	7	<u>10</u>	4	6	6	3	5	13	3	5	10	3	5
Ручное извлечение заготовок из формы	<u>35</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	37	1	2	37	1	2	45	2	3	51	2	3	35	1	2
Сортировка заготовок и остатков от формы в спец. тары и баки	52	6	9	<u>43</u>	<u>5</u>	<u>8</u>	46	6	9	59	6	9	55	5	8	43	5	8
Итого	511	35	62	455	37	65	455	39	67	534	46	81	568	40	68	446	34	61

Приложение Г
Карта наблюдений еженедельного ППО

Таблица Г.1 – Карта наблюдений еженедельного ППО лазерного станка GLORY STAR

Код оборудования	Рабочий элемент	Точка отсчета	Время, t сек.										t min	t отрег.	Колеб.
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
001 Лазер	Очистка координатной системы установки	Пылесос - система	304	316	280	276	320	331	<u>250</u>	278	299	354	250	250	104
001 Лазер	Смазка координатной системы установки (Осуществляется через панель смазки)	Смазка - панель	405	440	400	467	414	436	<u>396</u>	406	412	407	396	396	71
001 Лазер	Обработка поверхности защитных гофр координат X и Y силиконовым спреем	Спрей – поверхность защитных гофр	<u>289</u>	302	305	329	307	340	306	347	342	291	289	289	58
001 Лазер	Очистка пылесосом вентиляционных решеток установки	Пылесос - решетки	<u>178</u>	219	198	193	190	178	228	202	225	180	178	178	40
-	Переход к защитному стеклу и линзе	1 шаг	7	8	5	7	9	6	6	7	6	7	5	5	4

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Код оборудования	Рабочий элемент	Точка отчета	Время, t сек.										t min	t отрег.	Колеб.
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
001 Лазер	Проверка целостности защитного стекла и фокусирующей линзы	Оптический прибор – линза и защитное стекло	<u>274</u>	329	285	361	334	326	279	325	347	275	274	274	87
-	Переход к челночному столу	1 шаг	11	12	11	9	10	10	10	9	8	11	8	8	4
001 Лазер	Челночный стол: Очистка датчиков от загрязнений	Щетка - датчики	190	182	186	208	204	214	208	206	204	187	182	182	32
-	Переход к пневмоприводу	1 шаг	7	8	9	9	11	7	6	8	8	7	6	6	5
001 Лазер	Смазка трущихся деталей пневмопривода	Смазка - детали	420	444	<u>387</u>	398	464	511	443	388	401	425	387	387	124
Сумма			2085	2260	<u>2066</u>	2257	2263	2359	2132	2176	2252	2144	1975	1975	529

Приложение Д Диаграмма Ганта

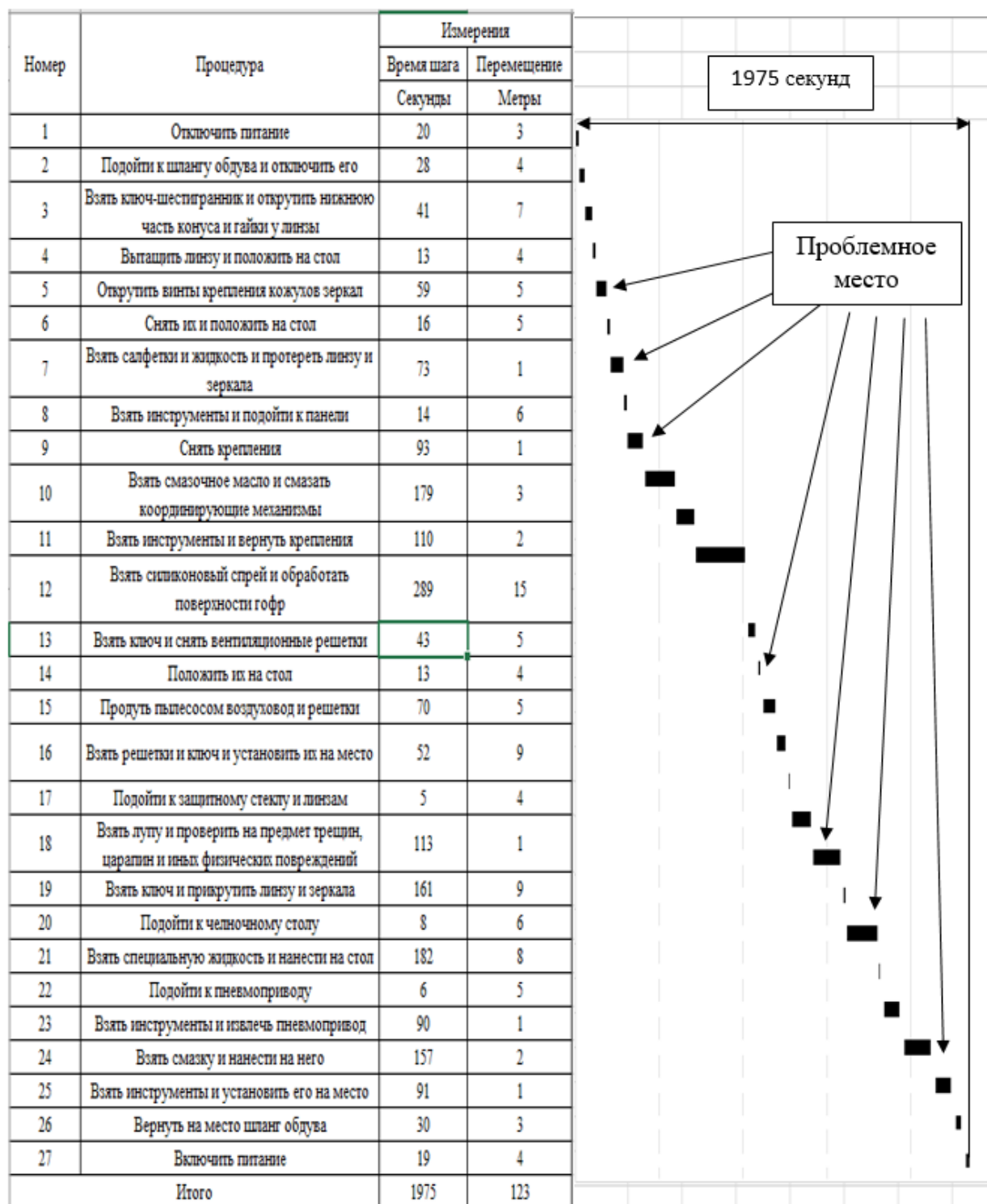


Рисунок Д.1 – Диаграмма Ганта еженедельного ППО

Приложение Е

Объединенная карта стандартизированной работы

Таблица Е.1 – Объединенная карта стандартизированной работы

Участок: лазерная резка, станок GLORY STAR		Подготовлено: Дульце Д.О.		Объем ежедневного заказа: 200 изделий		
Изделие: заготовка для корпуса светильника SIRIUS 100		Время такта: 378 секунд		Дата: 04.05.2023 г.		
No	Рабочий элемент	Время, сек			Ожидания	Диаграмма Ганта 446 секунд
		Ручная и автоматическая работа	Переходы			
1	Взять лист	6	-	-		
2	Подойти к станку	-	10	-		
3	Уложить на рабочую поверхность	32	1	-		
4	Подойти к панели	-	2	-		
5	Выставить режим и мощность	17	-	-		
6	Пойти в зону отдыха (ожидания)	-	14	-		
7	Ожидание окончания резки	-	-	251		
8	Дойти до станка	-	14	-		
9	Извлечь лист	11	-	-		
10	Подойти к паллету	-	4	-		
11	Положить лист	5	1	-		
12	Извлечь заготовки	35	-	-		
13	Взять заготовки и оставшиеся формы	6	-	-		
14	Подойти к тарам и бакам	-	7	-		
15	Сложить заготовки в тары	13	-	-		
16	Сложить остатки в баки	14	3	-		

Приложение Ж Инструкция ТРМ

Таблица Ж.1 – Инструкция по внедрению методики ТРМ

Этап методики	Описание действия	Период выполнения
1. Подготовка к внедрению ТРМ		
1.1 Проведение информационной встречи, посвященной началу внедрения системы ТРМ	- обсуждение целей; - определение задач; - доведение до сведения персонала проблем и необходимости внедрения данной методики	01.06.2023
1.2 Организация обучения персонала	- проведение обучения всего персонала	02.06.2023 – 08.06.2023
1.3 Создание команды по внедрению и назначение лидера команды	- создание модельной группы из наиболее успешных сотрудников, для пилотного проекта; - назначение лидера команды	08.06.2023
2. Анализ текущего состояния оборудования и рабочего места		
2.1 Диагностика текущего состояния оборудования и рабочего места	- проведение анализа текущего состояния оборудования; - разработка/актуализация бланка оперативного осмотра оборудования	09.06.2023 – 14.06.2023
2.2 Расчет общей эффективности оборудования (ОЕЕ)	- сбор данных по конкретному оборудованию; - проведение расчётов общей эффективности оборудования	15.06.2023
2.3 Определение несоответствия по результатам анализа	- по результатам диагностики и расчетам ОЕЕ выявление несоответствия и их причин	15.06.2023
3. Классификация работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования		
3.1 Определение существующих работ по обслуживанию оборудования и классификация их по видам работ	- формирование перечня и описание существующих работ по обслуживанию оборудования. - классификация выявленных работ по видам (наладочная, ремонтная, контрольная, хозяйственнобытовая и т.д.).	15.06.2023 – 16.06.2023
3.2 Определение степени участия оператора и ремонтной службы в выявленных работах	- разработка/актуализация матрицы распределения ответственности по обслуживанию и ремонту оборудования	16.06.2023

Продолжение приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

Этап методики	Описание действия	Период выполнения
4. Составить карту по обслуживанию оборудования на рабочем месте		
4.1 Определение существующих видов работ оператора по обслуживанию конкретного оборудования	- составление перечня стандартных работ по обслуживанию оборудования оператором, регламентирующие их документы, периодичность, необходимые инструменты, нормативное время	19.06.2023 – 20.06.2023
4.2 Оформление карты автономного обслуживания оборудования на рабочем месте	- составление карты автономного обслуживания оборудования на рабочем месте	21.06.2023 – 23.06.2023
4.3 Внедрение карты автономного обслуживания оборудования	- организация применения карты автономного обслуживания оператором на рабочем месте; - проведение контроля над выполнением действий, указанных в карте автономного обслуживания оборудования	26.06.2023 – 30.06.2023
5. Мониторинг состояния рабочего места и оборудования		
5.1 Организация работы по проведению мониторинга состояния рабочего места и оборудования	- оценка рабочего места по бланку оперативного осмотра оборудования - повторный расчет общей эффективности оборудования	03.07.2023
5.2 Совершенствование состояния рабочего места и оборудования	- выявление несоответствия; - разработка корректирующих и предупреждающих действий	03.07.2023 – 05.07.2023
6. Подведение итогов по внедрению системы ТРМ		
6.1 Проведение информационной встречи, посвященной результатам внедрения системы всеобщего обслуживания оборудования (ТРМ)	- подведение итогов по внедрению системы всеобщего обслуживания оборудования; - выводы по выполненным целям и задачам; - оценка эффективности внедрения системы ТРМ	06.07.2023

Приложение И Аудит 5С

Таблица И.1 – Аудит 5С на лазерном участке

Этап системы 5С	Контрольный вопрос для выявления соответствия с дальнейшей оценкой от 0 до 5, где 0 – отсутствие фактора, 5 – полное соответствие	GLORY STAR	BODOR E1530	Taulaser 3020C
1. Сортировка	На рабочем месте отсутствуют неиспользуемые комплектующие, узлы, заготовки и т.д.?	4	4	5
	На рабочем месте отсутствуют неиспользуемые или неисправные инструменты, приборы, оснастка?	3	4	4
	На рабочем месте отсутствуют неиспользуемые или ненужные материалы, бумага, ветошь?	4	3	4
	Находятся ли столы, шкафы, стулья и иные объекты на достаточной удаленности от оборудования?	4	4	5
	Все ли необходимые инструменты, оснастка и другие предметы труда находятся на своем месте?	2	3	3
Итого:		<u>3.4</u>	<u>3.6</u>	<u>4.2</u>
2. Соблюдение порядка	Места хранения комплектующих, изделий, узлов, инструментов определены и промаркированы?	0	0	0
	Имеются инвентарные номера на оборудовании, указаны данные о работнике?	3	3	3
	Инструменты, оснастка и другие предметы труда имеют удобное местоположение, их легко брать и легко использовать?	2	2	1
	Эргономично ли рабочее место (условия труда безопасны и комфортны для выполнения задач)?	3	3	2
Итого:		<u>2</u>	<u>2</u>	<u>1.5</u>
3. Содержание в чистоте	Отсутствуют загрязнения на оборудовании, приборах, инструментах, оснастке?	3	3	4
	Отсутствуют загрязнения на полу (подтеки масла, остатки металлических листов и т.д.)?	4	4	4
	Имеется стандарт проведения уборки (время, периодичность, ответственного)?	0	0	0
	Предметы для уборки доступны для оператора?	3	3	3
Итого:		<u>2.5</u>	<u>2.5</u>	<u>2.75</u>
4. Стандартизация	Присутствуют ли информационные стенды на территории участка, с указанием данных о работе подразделения, составе работников и т.д.?	0	0	0
	Установлены ли ответственные за рабочие места?	5	5	5
	Существует ли график чистки, ремонта и обслуживания оборудования?	3	3	3
Итого:		<u>2.6</u>	<u>2.6</u>	<u>2.6</u>
5. Совершенствование	Проявляется ли инициатива со стороны операторов на предмет улучшения рабочего пространства? Данные предложения рассматриваются и реализуются?	0	0	0
	После использования инструмента, оснастки и другого предмета труда, он возвращается на закрепленное место?	3	3	3
	Проводятся ли регулярные внутренние аудиты по улучшению рабочего пространства?	0	0	0
Итого:		<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>

Приложение К Карта стандартизированной работы операторов

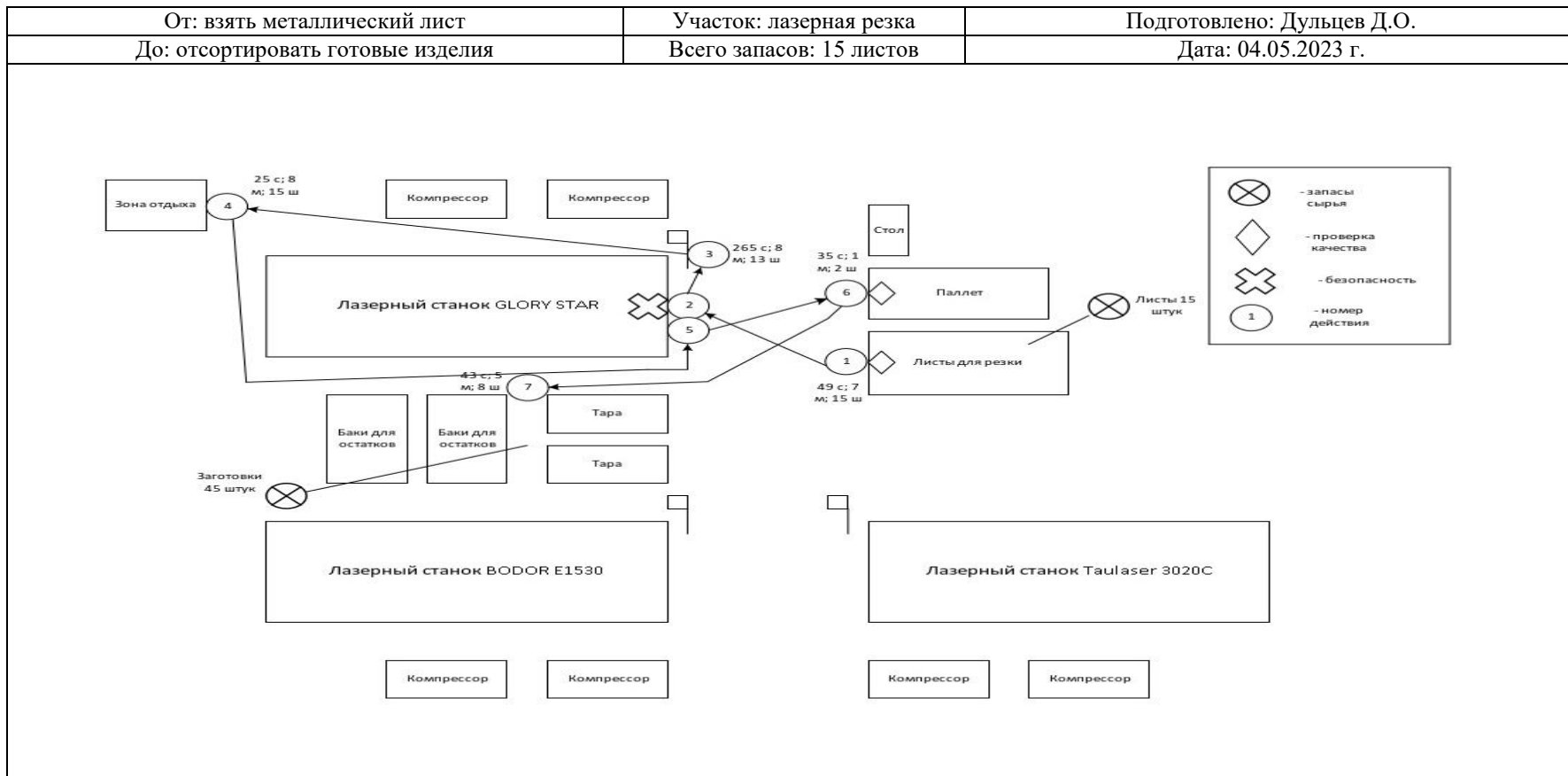


Рисунок К.1 – Карта стандартизированной работы 1 оператора

Продолжение приложения К

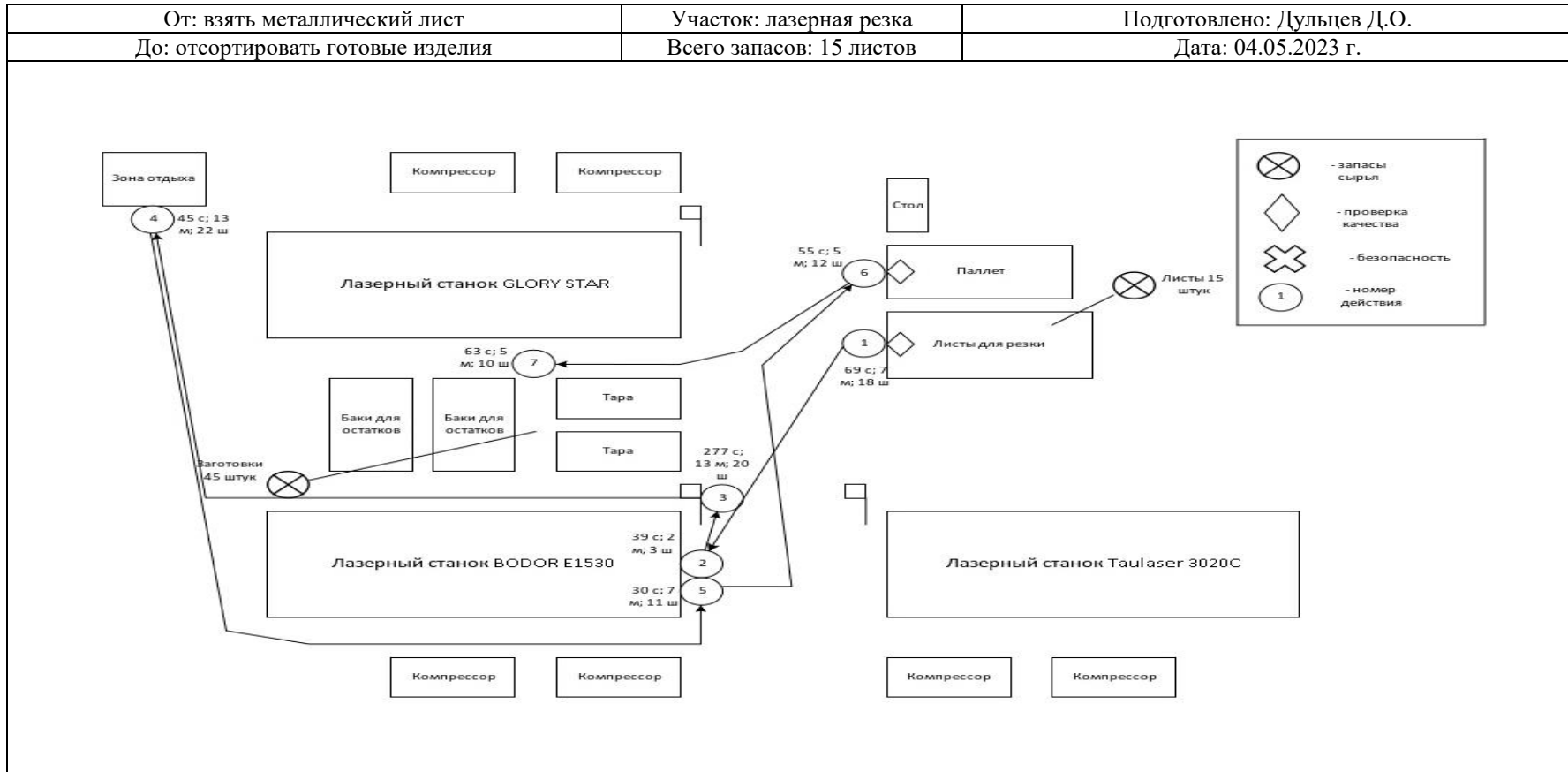


Рисунок К.2 – Карта стандартизированной работы 2 оператора

Продолжение приложения К

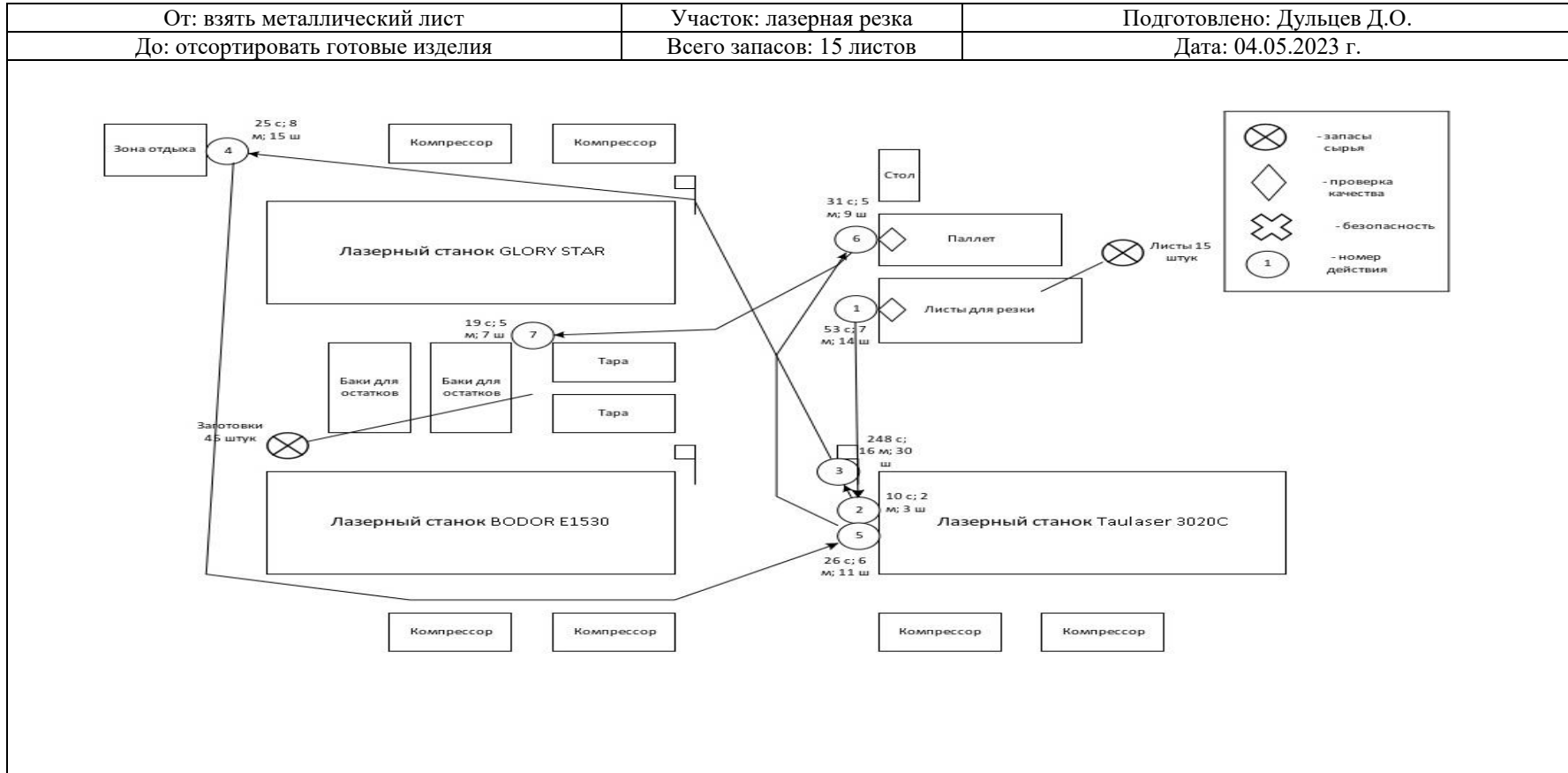


Рисунок К.3 – Карта стандартизированной работы 3 оператора

Продолжение приложения К

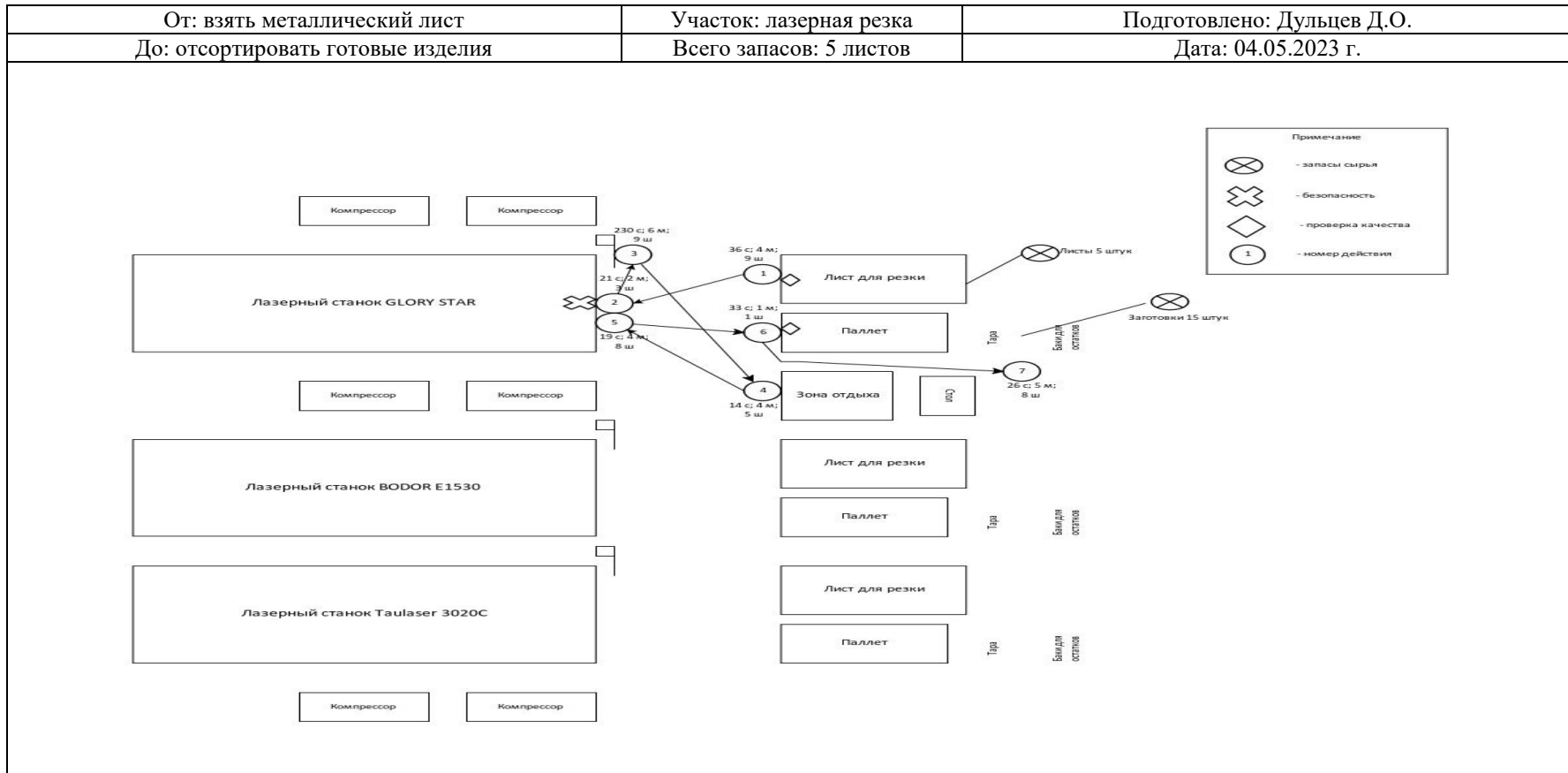


Рисунок К.4 – Карта стандартизированной работы 1 оператора после реструктуризации

Продолжение приложения К

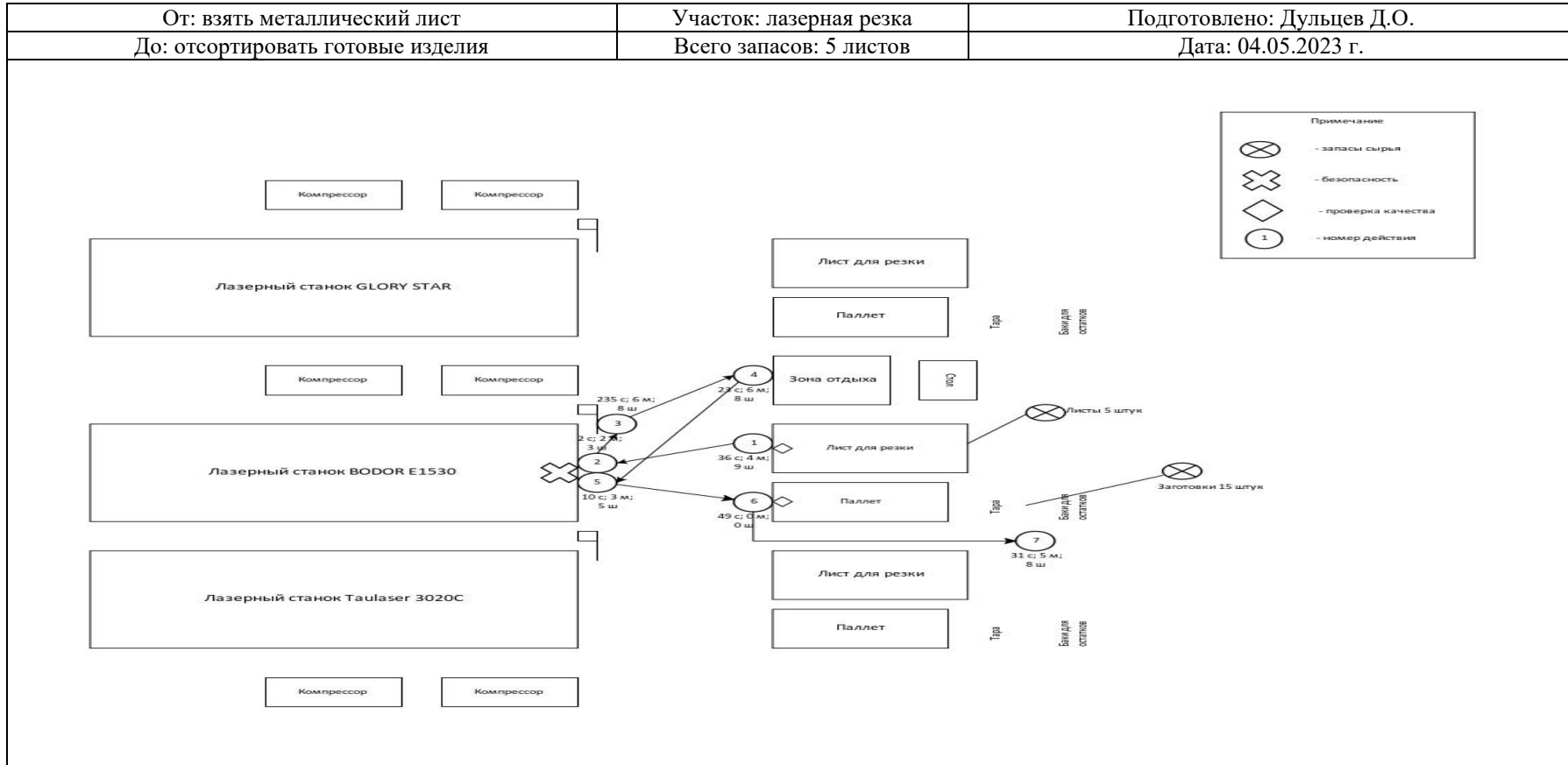


Рисунок К.5 – Карта стандартизированной работы 2 оператора после реструктуризации

Продолжение приложения К

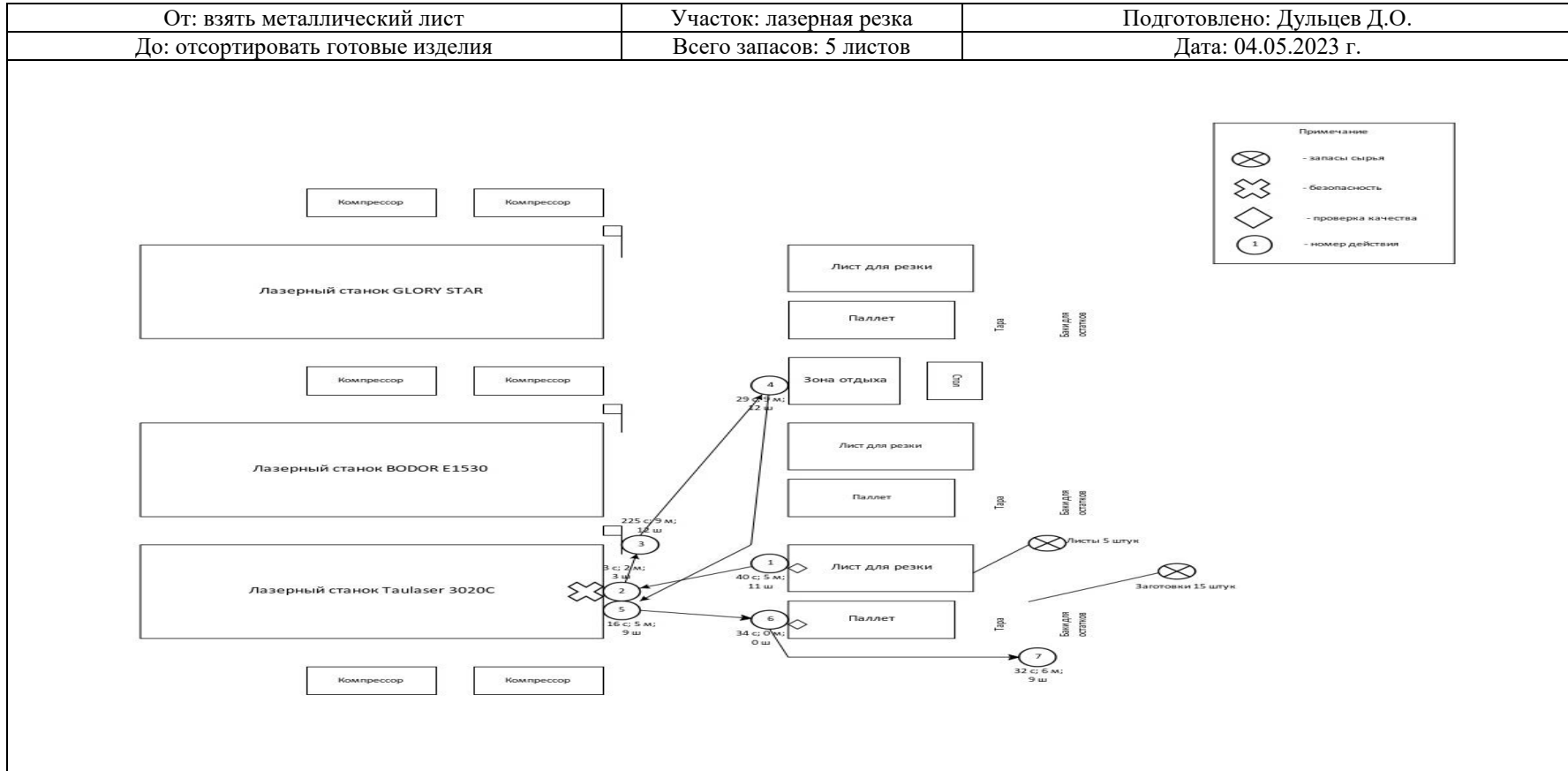


Рисунок К.6 – Карта стандартизированной работы 3 оператора после реструктуризации

Приложение Л
Сравнительная характеристика рабочей зоны

Таблица Л.1 – Сравнительная характеристика рабочей зоны до и после реструктуризации

Действие	ДО									ПОСЛЕ								
	GLORY STAR			BODOR E1530			Taulaser 3020C			GLORY STAR			BODOR E1530			Taulaser 3020C		
	Сек	М	Ш	Сек	М	Ш	Сек	М	Ш	Сек	М	Ш	Сек	М	Ш	Сек	М	Ш
Взятие листа и укладка на рабочую поверхность	49	7	15	69	7	18	53	7	14	36	4	9	36	4	9	40	5	11
Выставление на панели нужного режима и мощности	19	2	3	39	2	3	10	2	3	21	2	3	32	2	3	13	2	3
Уход в зону отдыха и ожидание окончания резки	265	8	13	277	13	20	248	16	30	230	6	9	235	6	8	225	9	12
Приход к станку и снятие листа	25	8	15	45	13	22	35	15	28	14	4	5	23	6	8	29	9	12
Перекладка на паллет	10	3	5	30	7	11	26	6	11	19	4	8	10	3	5	16	5	9
Ручное извлечение заготовок из формы	35	1	2	55	5	12	31	5	9	33	1	1	49	0	0	34	0	0
Сортировка заготовок и остатков от формы в спец. тары и баки	43	5	8	63	5	10	19	5	7	26	5	8	31	5	8	32	6	9
Итого	446	34	61	578	52	96	412	56	102	379	26	43	416	26	41	389	36	56

Приложение М Инструкция по 5С

Таблица М.1 – Инструкция по 5С

Этап 1. Сортировка	
<p>Цель</p> <p>Предметы, не востребованные рабочей группой в течении определенного количества дней должны быть перемещены в центральную зону красных бирок компании. Устраните несущественные предметы с рабочего места.</p>	<p>Результат</p> <p>Не загромождённое рабочее место.</p>
<p>Пошаговые действия</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определите область для 5S-проекта и сделайте снимок «до» 2. Рассмотрите критерии сортировки 3. Создайте локальную зону красных бирок 4. Надпишите, промаркируйте и переместите предметы с красными бирками в зону 5. Сделайте фото «после» 6. После определенного времени переместите невостребованные предметы в центральную зону красных бирок. 	<p>Ресурсы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Красные бирки 2. Формы отчета по красной бирке 3. Фотокамера для снимков «до» и «после»
Этап 2. Рациональное расположение	
<p>Цель</p> <p>Уберите грязь и мусор, осмотрите оборудование и устраните источники загрязнения</p>	<p>Результат</p> <p>Чистое упорядоченное рабочее место - организует пространство и тем самым уменьшает источники загрязнения</p>
<p>Пошаговые действия</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определите понятие «порядок» 2. Получите средства для уборки 3. Сделайте снимки «До» 4. Уберите рабочую зону 5. Зафиксируйте небольшие недостатки 6. Идентифицируйте источники загрязнения 7. Сделайте снимки «после» 	<p>Ресурсы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Средства для уборки, такие как швабры, контейнеры для пыли, ветошь, очистители, в том числе для пола. 2. Личное защитное оборудование: перчатки и защита глаз. Не надевайте аксессуары, которые могут попасть в оборудование.
Этап 3. Поддержание чистоты	
<p>Цель</p> <p>Оцените рабочее место и добавьте функциональные особенности</p>	<p>Результат</p> <p>Рабочее визуально читаемое место, являющееся минимальным источником ненужных затрат и человеческих ошибок</p>
<p>Пошаговые действия</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нарисуйте диаграмму текущего состояния рабочего места. 2. Команда распределяет обязанности, полученные во время S1 и S2 3. Оцените текущее состояние рабочего места. Создайте диаграмму будущего состояния рабочего места 5. Получите одобрение на изменения от владельцев имущества 	<p>Ресурсы</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Флипчарты для описания текущей и будущей ситуации в виде диаграммы 2. CAD-система (опционально) для изображения рабочего места в виде шкалы 3. Фотокамера 4. Ответственные за средства (напр., продукция, ремонт, безопасность) для получения одобрения на изменения
Этап 4. Стандартизация	
<p>Цель</p> <p>Установление стандартов для поддержания улучшений 5S.</p>	<p>Результат</p> <p>Развитие Процедур, контрольных листов и других инструментов помогают сделать рабочее окружение визуально более информативным, менее отходным, уменьшить количество ошибок и т.д.</p>

Продолжение приложения М

Продолжение таблицы М.1

Этап 4. Стандартизация	
<p>Пошаговые действия</p> <ol style="list-style-type: none">1. Идеи мозгового штурма для того, чтобы сделать 5S- изменения стандартным рабочим процессом2. Обновление документации с целью отражения изменений.3. Удостоверьтесь, что все владельцы спорного имущества знают о новом стандарте – информированы и обучены.	<p>Ресурсы</p> <ol style="list-style-type: none">1. Поддержка от тех, кто может создать документацию, рабочие инструкции и визуальные пособия2. Информация и одобрение от ответственных за поддержание процедур компании3. Создание плакатов для размещения новых стандартов в рабочих зонах

Приложение Н Стандарт ЕТО

Таблица Н.1 – Стандарт по ежедневному уходу за оборудованием в начале смены

Исполнитель	Разработал	Согласовано		Согласовано	Средства индивидуальной защиты		
		Заместитель службы главного механика	Главный механик		Начальник ОТК	1. Защитные очки 2. Перчатки 3. Халаты из бязевой ткани	
Оператор лазерного станка GLORY STAR	Должность	Поляков А.В	Нараев А.Н.	Устинов О.В.			
	ФИО	-	-	-			
	Подпись	-	-	-			
Время смены	Действие	Описание действия		Инструменты	Время, сек	Иллюстрация	
Начало смены	Очистка оптической линзы	Отключить шланг обдува		Ключ	30	Фото	
		Взять ключ и открутить нижнюю часть конуса и гайки у линзы		Ключ	40		
		Вытащить линзу и положить на стол		-	30		
		Взять салфетки и жидкость и протереть линзу		Салфетки и жидкость	80		
		Взять ключ и линзу и закрепить на место		Ключ	60		
		Подключить шланг обдува		Ключ	30		
	Очистка рабочей поверхности	Взять силиконовый спрей и обработать поверхности гофр		Силиконовый спрей	180	Фото	
		Взять специальное масло и обработать координирующую поверхность станка		Масло и смазка	180		
	Проверка натяжки ремней по осям X и Y	Взять гаечный ключ и снять защитный кожух		Ключ	90	Фото	
		Проверка на глаз ровности натяжения ремней		-	40		
		Закрепить кожух		Ключ	90		
	Проверка чиллеров на исправность системы охлаждения	Открыть щиток чиллера		-	20	Фото	
		Проверить температуру чиллера		-	30		
		Закрыть щиток чиллера		-	20		
	Проверка юстировки (обеспечение правильности и точности выравнивания заготовки)	Взять кусок фанеры		Фанера	20	Фото	
		Скотчем приклеить кусок к головке лазерного излучателя		Скотч	40		
Выставить на панели мощность 25 %		Панель управления	20				
Двигаем лазерную головку в левый угол станка и нажимаем «Начать»		Панель управления	10				

Продолжение приложения Н

Таблица Н.2 – Стандарт по ежедневному уходу за оборудованием в течение смены

Исполнитель	Разработал	Согласовано		Согласовано	Средства индивидуальной защиты		
		Заместитель службы главного механика	Главный механик		Начальник ОТК	1. Защитные очки 2. Перчатки 3. Халаты из бязевой ткани	
Оператор лазерного станка GLORY STAR	Должность	Поляков А.В	Нараев А.Н.	Устинов О.В.			
	ФИО	-	-	-			
	Подпись	-	-	-			
Время смены	Действие	Описание действия			Инструменты	Время, сек	Иллюстрация
В течение смены	Остановка работы станка	Отключить питание станка			-	10	Фото
	Продувка компрессоров	Взять инструмент и снять клапаны			Ключ	40	Фото
		Обкатка компрессора на холостом ходу			-	120	Фото
		Вернуть клапаны на место			Ключ	40	Фото
	Проверка циркуляции воды внутри лазерной трубки	Визуально осмотреть лазерную трубку			-	90	Фото
	Проверить воздушный шланг на предмет изгибов и скручивания	Снять защитную стенку			Ключ	20	Фото
		Визуально осмотреть шланг			-	30	Фото
		Прикрепить защитную стенку			Ключ	20	Фото
	Проверить винты заземления (в случае слабой фиксации – закрутить)	Взять ключ и проверить степень фиксации			Ключ	60	Фото
	Проведение диагностики на панели управления	Проверка функционирования панели управления			-	40	Фото
Включение станка	Включение питания			-	10	Фото	

Продолжение приложения Н

Таблица Н.3 – Стандарт по ежедневному уходу за оборудованием после смены

Исполнитель	Разработал	Согласовано		Согласовано	Средства индивидуальной защиты		
		Заместитель службы главного механика	Главный механик		Начальник ОТК	1. Защитные очки 2. Перчатки 3. Халаты из бязевой ткани	
Оператор лазерного станка GLORY STAR	Должность						
	ФИО	Поляков А.В	Нараев А.Н.	Устинов О.В.			
	Подпись	-	-	-			
Время смены	Действие	Описание действия			Инструменты	Время, сек	Иллюстрация
Конец смены	Очистка оптической линзы и зеркал	Отключить шланг обдува			Ключ	30	Фото
		Взять ключ и открутить нижнюю часть конуса и гайки у линзы			Ключ	60	Фото
		Вытащить линзу и положить на стол			-	30	Фото
		Открутить винты крепления кожухов зеркал			Ключ	70	Фото
		Снять их положить на стол			-	30	Фото
		Взять салфетки и жидкость и протереть линзу и зеркала			Салфетки и жидкость	60	Фото
		Установить зеркала и линзу на место			Ключ	90	Фото
		Подключить шланг обдува			Ключ	30	Фото
	Слив конденсата	Извлечь резервуар для конденсата			-	25	Фото
		Слить накопившуюся воду			-	15	Фото
		Вставить обратно резервуар			-	25	Фото
		Отсоединить конденсационный шланг			-	20	Фото
		Взять специальный шланг для слива и вставить в разъем			Специальный шланг	25	Фото
		Слить конденсат			-	30	Фото
		Вытащить специальный шланг			-	15	Фото
Присоединить конденсационный шланг			-	20	Фото		
Суммарное время за всю смену		2105 секунд					

Приложение П График ППР

Таблица П.1 - Пример графика ППР на лазерном станке

Наименование оборудования	Объем работ, мин	Месяц проведения																		Комментарии
		Июль			Август			Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь			
		1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-31	
Лазерный станок GLORY STAR (001)	2520	03.07.2023, текущий ремонт (420 минут)	-	-	03.08.2023, текущий ремонт (420 минут)	-	-	04.09.2023, текущий ремонт (420 минут)	-	-	03.10.2023, текущий ремонт (420 минут)	-	-	06.11.2023, текущий ремонт (420 минут)	-	-	04.12.2023, текущий ремонт (420 минут)	-	-	-

Приложение Р
Чек-лист

Таблица Р.1 – Чек-лит «Проблема дня»

Проблема и кто выявил. Описание проблемы, потери и риски. Информирования руководства о наличии проблемы	-
Причина проблемы	-
Принятое решение	-
Ответственный за выполнение	-
Отметка о выполнении и результат	-
Отражение на системе и полученный опыт	-

Приложение С
Заявка на внеплановый ремонт

В службу главного механика

ООО ВСТЗ «Луч»

Полякову А.В.

Заявка на ремонт оборудования

Участок	Участок лазерной резки
Наименование оборудования	Лазерный станок
Инвентарный номер и модель	001 GLORY STAR
Время происшествия	28.04.2023 – 14:55
Детали происшествия	Во время резки по металлу лазерное излучение иногда пропадало. Как итог, заготовки получились бракованными

Работник _____ (ФИО, должность, подпись)

Рисунок С.1 – Пример заполненной заявки оператора на внеплановый ремонт лазерного станка

Приложение Т Регламент проведения ППР

Таблица Т.1 – Регламент проведения ППР на ООО «Луч»

Операция	Описание	Время, выделяемое на выполнение, мин.
Получение лазерного станка на ремонт	<ul style="list-style-type: none"> - Проведение анализа состояния работы за месяц - Проведение анализа работы панели управления - Проверка уровня давления и масла - В случае возникновения неполадок, заполняется дефектная ведомость	30
Очистка деталей системы станка	<ul style="list-style-type: none"> - Очистка режущей головки, линз, зеркал и сопла - Очистка направляющих - Очистка трубок водяной системы охлаждения - Очистка накопителя отходов - Очистка сменного стола и удаление посторонних объектов <ul style="list-style-type: none"> - Очистка шкафа автоматики от пыли - Очистка лазерного источника 	90
Проведение проверки узлов, механизмов и иных деталей и их замена, в случае необходимости	<ul style="list-style-type: none"> - Проверка разъемов режущей головки - Проверка состояния компонентов шкафа автоматики и удаление пыли - Проверка состояния сменной платформы - Регулировка температуры чиллера - Проверка пылезащитных кожухов и повреждений каждой оси - Проверка реле и его замена при необходимости - Проверка соосности сопла и лазерной головки - Проверка закрепления клемм двигателя и их очистка - Проверка фиксирующих винтов на сменном столе - Проверка кнопок панели управления и кнопки аварийного останова - Проверка датчика сменного стола и функции защиты от столкновений - Проверка воздушного компрессора - Проверка давления потока рабочего газа - Проверка бесконтактных датчиков - Проверка надежности соединения всех кабелей - Проверка системы на наличие утечек - Проверка фокусирующей и коллимирующей линз и их замена при необходимости - Проверка режущей пластины и ее замена при необходимости - Проверка фокусирующей и коллимирующей линз и их замена при необходимости - Проверка станка на присутствие посторонних шумов 	180
Замена изношенных узлов, механизмов и иных деталей	<ul style="list-style-type: none"> - Замена воздушного фильтра - Замена шарико-винтовой пары - Замена фильтра чиллера - Замена цепной передачи - Замена трубок для подачи воды и воздуха - Замена трубок высокого давления - Замена оптических бесконтактных датчиков 	90
Монтаж и проверка работоспособности	<ul style="list-style-type: none"> - Пробный запуск станка - Укладка листа для резки и вырезание заготовки - Проверка на отсутствие «градика» на заготовках 	30
Суммарное время на проведение		420

Приложение У

Стандарт контроля качества

Таблица У.1 – Стандарт проведения контроля качества

Действие	Ответственный	Исполнитель	Документ
Проверка продукции на соответствие требованиям ТУ и НД	Начальник производства Начальник ОКК	Оператор Работник ОКК	Сопроводительная документация
Контролируемые параметры соответствию?	Начальник производства Начальник ОКК	Оператор Работник ОКК	Журнал контроля качества
Оформление сопроводительной документации Укладка деталей на поддоны, тележки и упаковка продукции	Начальник ОКК Начальник участка	Работник ОКК Начальник участка	Бирка контроля качества, сопроводительный талон, упаковочная бирка
Информирование	Начальник производства	Оператор Начальник участка	-
Идентификация несоответствующей продукции	Начальник ОКК	Работник ОКК	Бирка «Брак»
Анализ несоответствующей продукции	Начальник производства Начальник ОКК Начальник ТО	Работник ОКК Начальник участка Технолог	-
Регистрация результатов контроля	Начальник ОКК	Работник ОКК	Журнал контроля качества
Изоляция несоответствующей продукции	Начальник ОКК	Работник ОКК	Бирка «Брак»
Устранение несоответствий	Начальник производства	Оператор	-
Оформление документов на забракованную продукцию, которая является окончательным браком	Начальник ОКК	Работник ОКК	Акт возврата, акт о браке в производстве, рекламация
Повторное проведение контроля с отметкой об устранении брака	Начальник ОКК	Работник ОКК	Журнал контроля качества

Приложение Ф
Программа для расчета ОЕЕ

ООО ВСТЗ "Луч"	Форма для расчета показателя ОЕЕ		
Оборудование: лазерный станок	Модель: GLORY STAR		
1	2	3	4
Наименование показателя	Обозначение	Ед. измерения	Значение
Продолжительность смены	С	мин	55020
Перерывы	П	мин	3840
Обед	О	мин	7680
Время простоя	ВП	мин	2890
Общее количество деталей	ОКД	штуки	50655
Количество отбракованных деталей	Б	штуки	2371
Идеальная производительность	ИП	штук в минуту	2
Планируемое время работы	ПВР = С – П – О	мин	43500
Реальное время работы	РВР = ПВР – ВП	мин	40610
Количество годных деталей	ГД = ОКД – Б	штуки	48284
Готовность	Г = РВР/ПВР	%	93,4
Производительность	ПР = (ОКД/РВР)/ИП*100	%	62,4
Качество	КАЧ = ГД/ОКД*100	%	95,3
ОЕЕ	ОЕЕ = Г*ПР*КАЧ	%	55,5
Составил			
ФИО:			
Должность:			
Дата:			

= D5-D6-D7

= D12-D8

= D9-D10

= D13/D12*100

= (D9/D13)/D11*100

= D14/D9*100

= D15*D16*D17/10000

Рисунок Ф.1 - Порядок расчета в программе Excel показателя ОЕЕ

Приложение Ц Диаграмма Исикавы



Рисунок Ц.1 – Диаграмма Исикавы

Приложение III Бланк 8D

Таблица III.1 – Пример заполненного бланка 8D

D0. Подготовка к процессу 8D и немедленные ответные действия (ERA)	Проблема: отсутствие лазерного потока на станке		<p>Диаграмма Исикавы</p>	D4. Определение корневых причин и точек выявления
	Симптомы проблемы: лазерная головка не излучает лазер			
	Проблема обнаружена: Куприянов С.А.			
	Владелец процесса: Куприянов С.А.			
	Немедленные ответные действия: остановка резки и отключение станка от питания			
	Ответственный: Поляков А.В. Срок: решить до 11.05.2023			
D1. Формирование команды	Руководитель: Нараев А.Н.		Корневые причины: нарушение правил эксплуатации со стороны оператора	D5. Определение постоянных корректирующих действий (PCA)
	Лидер: Поляков А.В. Участники: Поляков А.В., Куприянов С.А.			
D2. Описание проблемы	Анализ 5-почему		Действия: разработка инструкции по использованию панели управления и выставления требуемых значений	
	1. Почему остановился лазерный поток?	Лазерная головка перестала подавать лазерное излучение		
	2. Почему она перестала подавать его?	Была треснута оптическая линза		
	3. Почему она была треснута?	Из-за повышенной мощности		

Продолжение приложения Ш

Продолжение таблицы Ш.1

D2. Описание проблемы	Анализ 5-почему		Действия: разработка инструкции по использованию панели управления и выставления требуемых значений		D6. Выбор и внедрение лучших РСА
	4. Почему мощность была выше требуемой?	Оператор установил			
	5. Почему оператор ее установил?	Нет ответа			
	Уточненная проблема: трещина на оптической линзе		Действия: установка на панель управления датчика, показывающего превышение допустимого значения мощности		D7. Устранение повторения проблемы
Детальное описание проблемы: в связи с неверно выставленным уровнем мощности оператором, линза треснула					
D3. Разработка временных сдерживающих действий (СА)	Действие: замена оптической линзы		Решение: найдено		D8. Оценка работы команды
	Ответственный: Поляков А.В.				
	Срок: до 15.05.2023		Подпись лидера:		
	Статус: в работе		Подпись руководителя:		

Приложение Щ Учебный курс ТРМ

Таблица Щ.1 - Учебный курс по повышению уровня знаний работников в области ТРМ

Основная информация для работников ремонтной службы и оператора	Основная информация для специалистов из других структур
<ol style="list-style-type: none"> 1. Общая информация и концепция бережливого производства 2. Концепция и суть методики ТРМ; основные понятия, цели и идеи; порядок внедрения 3. Рассмотрение основных видов потерь 4. Обучение расчету показателя ОЕЕ для постоянного мониторинга трех ключевых показателей 5. Обучение операторов автономному обслуживанию, а работникам службы главного механика новым более комплексным задачам 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подробный разбор бережливого производства и его концепции; история возникновения 2. Рассмотрение метода ТРМ: анализ фундамента методики (системы организации рабочего места 5С, визуальный менеджмент) и "8 столпов"; история развития; основная суть; какие понятия применяются и каких концепций нужно придерживаться (стремление к исключению дефектов, простоев, брака, поломок и т.д.); комплекс ТРМ 3. Анализ возможных проблем, с которыми предприятие может столкнуться на этапе внедрения ТРМ 4. Рассмотрение показателей готовности, производительности, надежности, эффективности, стоимости эксплуатации 5. Рассмотрение показателя всеобщей эффективности работы оборудования (ОЕЕ): особенности при расчете для разного вида оборудования; порядок сбора данных; анализ причин простоев при расчете показателя 6. Проверка станка на геометрическую и технологическую точность; верификация наладок и использование данных по верификации наладок для анализа работы оборудования. 7. Аудит по ТРМ: выявление текущего состояния, возможных рисков и мероприятий, направленных на устранение 8. Основные роли и зоны ответственности в ТРМ, организационная структура ТРМ 9. Основные фазы построения системы ТРМ, последовательность шагов развертывания. Затраты на ТРМ 10. Организация работы на предприятии по внедрению методики ТРМ

Приложение Э Матрица обучения

Таблица Э.1 - Матрица обучения операторов лазерного участка

Станок	ФИО	Должность	Проверка чиллеров на исправность системы охлаждения	Очистка оптической линзы	Количество навыков у оператора	
					Цель	Факт
GLORY STAR	Куприянов С.А.	Оператор	○	☾	2	0
BODOR E1530	Волков Р.Д.	Оператор	☾	☽		0
Taulaser 3020C	Бираев С.С.	Оператор	☽	⊗		1
Количество опытных работников	Цель		3		Проверяющий: Пиксаев И.Г.	
	Факт		0	1		

- - запланировано обучение;
- ☾ - обучается;
- ☽ - может работать, нужна периодическая поддержка;
- ☾ - может самостоятельно работать;
- ⊗ - опытный, может обучать.

Приложение Ю
Сравнение ТЭП за 2022 и 2023 год

Таблица Ю.1 – Сравнительная характеристика ТЭПа 2022/2023 гг.

Показатели	2022 г.	2023 г.	Изменение	
			2023-2022 гг.	
			Абс.изм. (+/-)	Темп прироста %
1	2	3	4	5
1. Выручка, тыс. руб.	823354	836146	12792	1,553645212
2. Себестоимость продаж, тыс. руб.	615859	615859	0	0
3. Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	207495	220287	12792	6,164967831
4. Управленческие расходы, тыс. руб.	80047	80077,6	30,6	0,038227541
5. Коммерческие расходы, тыс. руб.	100102	100102	0	0
6. Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	27346	40107,4	12761,4	46,66642288
7. Чистая прибыль, тыс. руб.	8218	13621	5403	65,74592358
8. Основные средства, тыс. руб.	24600	35188	10588	43,04065041
9. Оборотные активы, тыс. руб.	337060	337060	0	0
10. Среднесписочная численность ППП, чел.	193	193	0	0
11. Фонд оплаты труда ППП, тыс. руб.	56973,6	56973,6	0	0
12. Производительности труда работающего, тыс. руб. (стр1/стр10)	4266,1	4332,36269	66,27979275	1,553645212
13. Среднегодовая заработная плата рабочего, тыс. руб. (стр11/стр10)	295,2	295,2	0	0
14. Фондоотдача (стр1/стр8)	33,47	23,76	-9,707426303	-29,00364692
15. Оборачиваемость активов, раз (стр1/стр9)	2,44	2,48	0,0379517	1,553645212
16. Рентабельность продаж, % (стр6/стр1) ×100%	3,32	4,80	1,475405035	44,42260794
17. Рентабельность деятельности, % (стр6/(стр2+стр4+стр5)) ×100%	3,44	5,04	1,602981158	46,66078497
18. Затраты на рубль выручки, коп. (стр2+стр4+стр5)/стр1*100 коп.)	96,68	95,20	-1,475405035	-1,52609099