



## Аннотация

Бакалаврскую работу выполнил Илларионов В.Э.

Тема работы: Разработка мероприятия по оптимизации процесса переналадки оборудования Haitan-2100 (на примере ООО «ЭСС-ТТ»).

Цель исследования – анализ текущих видов потерь ООО «ЭСС-ТТ» и разработка мероприятий по их сокращению при использовании методов и принципов «Бережливого производства».

Объект исследования – ООО «ЭСС-ТТ». Предприятие производит широкий список комплектующих, применяя технологию литья пластмассы под давлением.

Предмет исследования – теоретические и методические вопросы повышения эффективности деятельности предприятий на основе методов «Бережливого производства».

Краткие выводы по бакалаврской работе: в работе были рассмотрены теоретические аспекты потерь на предприятии и способы их сокращения на основе методов «Бережливого производства». Потребность предприятия в постоянном переходе от производства одного вида продукции к другому требовала анализа и оптимизации существующего стандарта переналадки. В результате была проведена процедура SMED.

Данная бакалаврская работа несёт в себе практическую значимость, так как рассматривает не только теоретические аспекты темы, но и предлагает практические мероприятия для реализации и получения экономического эффекта.

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 3-х разделов, заключения, списка используемой литературы и приложений.

## **Abstract**

Bachelor's work was carried out by Illarionov V.E.

The title of the graduation work is Development of measures to improve the process of changeover of Haitan-2100 equipment (on the example of JSC "Faurecia Interior Togliatti").

The graduation work consists of an introduction, 3 sections, conclusion, list of references and appendices. The total volume of the work is 93 pages of typewritten text.

The aim of the work is to give some information about analysis of current types of losses of JSC "Faurecia Interior Togliatti" and development of measures for their reduction by using methods and principles of «Lean Production».

The object of the graduation work is JSC "Faurecia Interior Togliatti". The company produces a wide list of components, using plastic injection molding technology.

The subject of the graduation work is theoretical and methodological issues of increasing the efficiency of enterprises on the basis of «Lean production» methods.

Brief conclusions on the bachelor's work: the theoretical aspects of losses at the enterprise and methods of their reduction on the basis of «Lean production» methods were considered in the work. The enterprise's need for a constant transition from the production of one type of product to another required analysis and optimization of the existing standard of changeover. As a result, the SMED procedure was carried out.

This bachelor's work has practical importance as it considers not only theoretical aspects of the topic, but also offers practical measures for implementation and obtaining economic effect.

## Содержание

Введение.....	6
1 Теоретические аспекты принципов и методов сокращения потерь на предприятии.....	9
1.1 Виды потерь на предприятии.....	10
1.2 Методы, принципы и инструменты сокращения потерь на предприятии.....	16
2 Анализ деятельности предприятия на примере «ЭСС-ТТ».....	42
2.1 Организационно-экономическая характеристика предприятия.....	42
2.2 Анализ потерь на предприятии на примере ООО «ЭСС-ТТ» .....	48
3 Внедрение инструментов и методов для сокращения потерь на предприятии .....	54
3.1 Разработка мероприятий по сокращению потерь.....	54
3.2 Экономическая оценка предложенных мероприятий .....	63
Заключение .....	67
Список используемой литературы .....	69
Приложение А Организационная структура предприятия ООО «ЭСС-ТТ» ..	72
Приложение Б Замеры времени переналадки ТПА №15 по операциям .....	73
Приложение В Время и перемещение первого наладчика .....	77
Приложение Г Время и перемещение второго наладчика.....	78
Приложение Д Текущий путь наладчика при обходе ТПА.....	79
Приложение Е Перевод внутренних операций первого наладчика во внешние .....	80
Приложение Ж Перевод внутренних операций второго наладчика во внешние .....	81

Приложение И Путь наладчика при обходе ТПА после улучшения.....	82
Приложение К График параллельного хода операций переналадки.....	83
Приложение Л Схема ТПА после оптимизации внешних операций.....	84
Приложение М Операции первого наладчика после оптимизации .....	85
Приложение Н Операции второго наладчика после оптимизации .....	86
Приложение П Обновленный стандарт переналадки.....	87

## Введение

В настоящее время данная бакалаврская работа является очень важной, поскольку компании сталкиваются с постоянной необходимостью бороться за свою долю на рынке и привлекать покупателей к своим продуктам. В таких условиях организации стремятся удовлетворить и превзойти потребности своих клиентов, путем улучшения качества предлагаемых товаров и услуг.

Если организация добьется большей доли на рынке – это позволит ей увеличить свою прибыль и общий экономический эффект. Однако этого может быть недостаточно для достижения годовых целей. Поэтому помимо увеличения объема производства и улучшения качества продукции, компании также нужно искать возможности для дополнительных улучшений и сокращения потерь на предприятии. Обычно это включает в себя идентификацию неиспользуемых ресурсов, оптимизацию процессов, снижение затрат и повышение эффективности работы всей организации. Все эти меры направлены на повышение конкурентоспособности и достижение поставленных целей в годовых планах.

В процессе развития производственных компаний они осознают, что стремление к значительному увеличению доли рынка и улучшению качества продукции требует значительных финансовых затрат. Компании приходят к выводу что более эффективным подходом является оптимизация необязательных потерь, в этой ситуации целесообразно будет обратиться к «Бережливому производству».

"Бережливое производство" или "Lean Production" — это концепция управления, которая стремится к эффективному использованию ресурсов, минимизации потерь и повышению качества продукции. Этот подход получил широкое распространение благодаря опыту и успехам японской компании "Toyota". Основные принципы Lean Production включают искоренение любых видов потерь, постоянное стремление к улучшению и вовлечение всех сотрудников в процесс оптимизации и инноваций. Компания "Toyota", которая

в период послевоенного экономического кризиса в Японии столкнулась с серьезными трудностями и вынуждена была пересмотреть свой подход к производству товаров.

Поскольку компания "Toyota" не могла конкурировать с американскими производителями автомобилей, которые в ту эпоху обладали большими финансовыми ресурсами для инвестиций, им пришлось искать альтернативные пути для повышения своей конкурентоспособности. Именно в такой ситуации было принято решение полностью изменить подход к менеджменту и разработать концепцию «бережливого производства». Вместо того, чтобы полагаться на большие инвестиции и массовое производство, Toyota сосредоточилась на устранении потерь и оптимизации процессов. Они ставили на максимальную эффективность использования имеющихся ресурсов, сокращение временных затрат, улучшение качества и вовлечение всех сотрудников в постоянное улучшение процессов. Такой подход позволил им достичь высокой производительности и гибкости, минимизируя затраты и сокращая время простоя сотрудников и оборудования.

«Бережливое производство», разработанное Toyota, стало революционной концепцией.

Концепция "Бережливого производства" или "Lean Production" направлена на борьбу предприятия с различными видами потерь, известными как "восемь потерь". В рамках данного метода стоит проанализировать все виды и рассмотреть каждый подробно. Вот и их краткое описание:

- потери из-за перепроизводства: производство продукции в большем объеме, чем требуется, что приводит к накоплению запасов и излишкам;
- потери времени из-за ожидания: простои и задержки, когда сотрудники или оборудование ожидают следующего этапа процесса;

- потери при ненужной транспортировке: лишние перемещения продукции или материалов, которые не приносят ценности и только увеличивают затраты;
- потери из-за лишних этапов обработки: ненужные шаги или операции, которые не добавляют ценности к продукту;
- потери из-за лишних запасов: накопление излишних запасов материалов, компонентов или готовой продукции, что приводит к затратам на хранение и увеличению риска устаревания;
- потери из-за ненужных перемещений: лишние перемещения сотрудников или оборудования, которые не приносят ценности и только отнимают время и ресурсы;
- потери из-за выпуска дефектной продукции: производство продукции с дефектами, что приводит к дополнительным затратам на исправление или отбраковку;
- неиспользование потенциала сотрудников: недостаточное вовлечение и использование знаний, опыта и идей сотрудников, что ограничивает возможности улучшения процессов и результативности.

Каждую потерю на производстве можно опознать и уменьшить благодаря инструментам Lean Production.

Данная Бакалаврская работа направлена на изучение производства «ЭСС-ТТ». Основной вид деятельности этого предприятия является изготовление комплектующих для трансформаторов и трансформаторного оборудования.

Целью работы является практическое применение знаний, рекомендаций, разработка проекта по оптимизации, сокращению потерь и простоя оборудования в ходе переналадки с использованием инструментов «Бережливого производства».

В ходе работы будет проведен анализ текущего состояния производственного процесса и выявлены проблемные области, связанные с

неэффективным использованием ресурсов, потерями времени и другими видами потерь, на основании чего будут разработаны рекомендации и предложения по оптимизации процесса, используя инструменты "Бережливого производства".

Для написания данной работы были использованы разные источники информации, научные труды, книги, статьи специалистов в энергетической и производственной сферах, иностранная узкоспециализированная литература, которая содержит экспертные мнения и практические рекомендации по управлению производственными системами и оптимизации процессов.

В данной работе был осуществлен практический анализ и применение теоретических аспектов "Бережливого производства" на предприятии "ЭСС-ТТ", а использование теоретических знаний на практике позволило достичь конкретных результатов и получить экономический эффект.

# **1 Теоретические аспекты принципов и методов сокращения потерь на предприятии**

## **1.1 Виды потерь на предприятии**

На предприятии, независимо от того, производится ли продукция или оказываются услуги, существуют различные виды потерь, которые оказывают негативное влияние на эффективность и результативность работы. Они являются неотъемлемой частью рабочего процесса и ведут к неэффективному использованию ресурсов, времени и усилий. Потери подразделяются на 8 видов.

Перепроизводство является первым и наиболее распространенным видом потерь на предприятии. Это процесс изготовления продукции в количестве, превышающем спрос и потребности клиентов в ближайшей перспективе. Когда компания производит больше товаров, чем может реализовать, возникают дополнительные сложности и потери. Перепроизводство также ведет к возникновению других видов потерь, таких как ожидание, транспортировка и излишние запасы [1].

Перепроизводство на предприятии может возникать по различным причинам, но одним из ключевых факторов является неэффективная работа отдела планирования, так как он играет важную роль в определении сроков производства и отгрузки готовой продукции.

Отсутствие возможности или нежелание производить частые переналадки оборудования может привести к созданию запасов продукции. На это влияет сложная конструкция оборудования или решения управляющих лиц.

В результате машины производят больше продукции, чем требуется непосредственно в данный момент, обеспечивая запасы на будущие поставки клиентам. Это может создать ненужные излишки, занимающие пространство и требующие дополнительных затрат на хранение и управление ими. Такой подход вызван стремлением минимизировать количество переналадок, чтобы

увеличить производительность и снизить время простоя оборудования [2]. Однако, в результате возникает проблема перепроизводства и ненужных запасов, которые приводят к потерям в виде дополнительных затрат на хранение и устаревание товаров.

Ещё одной причиной перепроизводства является нестабильное качество продукции. Если компания не уверена в способности своего оборудования или персонала производить товары постоянно и с высоким качеством, то она может стремиться минимизировать риски недопоставки путем создания запасов. К причинам, находящимся во внешней среде, можно отнести поставщиков, которые задерживают поставки сырья или материалов. Это связано с необходимостью компенсировать возможные дефекты или некачественные изделия, чтобы удовлетворить потребности клиентов. Если компания не может гарантировать стабильное качество продукции, ей приходится производить дополнительные запасы, чтобы быть готовой к замене или исправлению дефектных товаров. Однако, эти причины перепроизводства могут быть идентифицированы, контролированы и сокращены в рамках внутренней среды организации. Компания может принять меры для повышения качества своей продукции, обучения персонала, улучшения процессов производства и внедрения системы управления качеством [3]. В результате получится уверенно выпускать товары высокого качества без необходимости создавать излишние запасы.

Последствия перепроизводства и создания излишних запасов имеют негативное влияние на финансовое состояние предприятия. Они приводят к дополнительным расходам на содержание складских площадей и заработную плату для дополнительного персонала, который занимается управлением и обслуживанием этих запасов. Создание излишних запасов из-за приводит к финансовым затратам, замедлению оборота средств и ограничивает финансовые ресурсы необходимые для развития компании. Это влияет на конкурентоспособность, инвестиции, рост. Поэтому устранение

перепроизводства и оптимизация уровня запасов являются важными задачами для обеспечения эффективности и устойчивости предприятия.

Лишние движения сотрудников - один из видов потерь, связанных с неэффективным выполнением работы [4]. Каждое лишнее движение не только отнимает время и ресурсы, но и не добавляет ценности к процессу производства. Вместо этого, оно приводит к повышенной усталости, ошибкам и увеличению риска возникновения травм. Оптимизация рабочих движений требует вовлечения и заинтересованности самого персонала. Сотрудники, которые непосредственно участвуют в процессе производства, обладают ценными знаниями и опытом, чтобы идентифицировать проблемные зоны и предлагать улучшения, а инициатива и заинтересованность сотрудников, чаще всего, играют ключевую роль в минимизации лишних движений и создании более эргономичной и продуктивной рабочей среды. Руководство компании получает выгоду от сокращения лишних движений сотрудников так как это приводит к увеличению производительности и эффективности работы. Когда время на обработку каждой единицы продукции сокращается, сотрудники выполняют больше работы. Это повышает общий объем производства и увеличивает общий выход продукции.

Излишние перемещения работников и хаотичный порядок выполнения операций обусловлены недостаточной проработкой инструкций на рабочих станциях или их полным отсутствием. Когда рабочее место не организовано должным образом, то возникает беспорядок, например, из-за неправильного размещения инструментов, наличия лишних предметов или остатков материалов после предыдущих операций [3]. Это приводит к снижению производительности труда, утомляемости работников и эмоциональному перенапряжению, что в итоге отрицательно сказывается на удовлетворенности рабочим процессом.

Ожидание является третьим видом потерь, который возникает, когда персонал и оборудование находятся без работы и не создают добавленной стоимости. Хотя это может показаться незначительным, все же является

потерей для организации. Полное использование потенциала доступных ресурсов является важной целью практически любой компании. Поэтому нельзя допустить ситуации, при которой оборудование или персонал не задействованы в производстве, так как это противоречит целям организации [5]. Иногда при полной загруженности всех ресурсов в течение долгого промежутка времени может быть проблематичной из-за возможных поломок оборудования и риска несчастных случаев с сотрудниками, стремление к сокращению необязательного ожидания имеет значительный потенциал для повышения эффективности производства.

Существует ряд разнообразных причин, которые могут привести к возникновению потерь в виде ожидания на производстве:

- задержки или неполные поставки необходимых материалов приводят к простоему производству и ожиданию возможности продолжить работу;
- если операторы или другой персонал зависят от работы автоматизированного оборудования, они обычно ждут его окончания, прежде чем продолжить свои задачи, что приводит к потере времени;
- неравномерное распределение задач и нерациональная организация рабочего процесса приводят к несбалансированности работы персонала, когда одни сотрудники ожидают завершения работы других, что замедляет общий ход процесса;
- внезапные поломки оборудования приводят к ожиданию ремонта или замены, что влечет за собой временный простой и потерю производительности;
- если возникает уникальная ситуация, которая требует принятия решения руководством, сотрудники ожидают указаний или разрешения, прежде чем продолжить работу.

Если компания не может полностью застраховаться от случайных проблем с поставщиками, то она должна принять определенные меры для

сбалансирования нагрузки операторов и устранения ожидания в процессе производства. Грамотное управление и использование специальных инструментов позволят оптимизировать производственные процессы и избежать лишних ожиданий.

Излишняя транспортировка также является одним из важных видов потерь в производственных процессах. Он возникает из-за больших расстояний между различными участками цеха или неправильной планировки производственных помещений, что приводит к неэффективному перемещению материалов и/или продукции. Каждая минута, потраченная на перемещение, сопровождается затратами на электричество, горючее и обслуживание транспортных средств. Это значительно увеличивает операционные расходы и снижает общую эффективность производства. Полностью исключить транспортировку из производственных процессов невозможно, однако на различных организациях присутствуют возможности оптимизировать данный процесс [7]. В результате изменений достигается более эффективное использование ресурсов, сокращение временных задержек и повышение общей производительности предприятия.

Излишние запасы являются ещё одним видом потерь, который может возникать в результате перепроизводства. Организации могут рассматривать эти запасы как своеобразную "страховку" на случай непредвиденных обстоятельств, которые чаще всего приводят к недопоставке готовой продукции. Однако излишние запасы также сопряжены с определенными негативными последствиями. Во-первых, они требуют дополнительных затрат на хранение и управление складскими запасами, что включает расходы на аренду дополнительных складских площадей, затраты на обслуживание и охрану запасов, а также потери из-за потери товарной стоимости со временем. Во-вторых, излишние запасы замедляют оборот средств в организации. Деньги, которые могли бы быть вложены в другие проекты или использованы для закупки новых материалов, остаются замороженными в запасах, что может ограничить возможности роста и развития компании. Одним из способов

организаций при котором возможно будет устранить неуверенность в качестве продукта, или в том получится ли провести успешное планирование является создание больших запасов [9]. Однако это решение сопряжено с рядом проблем и негативных последствий:

- создание больших запасов влечет за собой к изменению ликвидности продукции - товары, хранимые на складе в большом количестве, могут стать менее востребованными или устаревшими со временем, что приведет к ухудшению их реализации;
- также это решение повлечет за собой дополнительные расходы на содержание дополнительного персонала и складских площадей так как большие запасы требуют дополнительных ресурсов для управления и хранения, это увеличивает операционные расходы организации может привести к созданию завалов и беспорядка на складе из-за неорганизованности и сложности управления большим количеством запасов что в целом замедляет скорость оборота денежных средств, так как капитал организации связан с нереализованными запасами, а не с активными продажами.

Избыточная обработка представляет собой процесс, при котором продукт подвергается изменениям и дополнительным операциям, которые не требуются заказчику [8]. Происходит это из-за стремления компании достичь высокого качества продукции или удовлетворить внутренние стандарты, но это не всегда соответствует потребностям клиента. Такой процесс не только не создает дополнительной ценности, но также может быть связан с дополнительными затратами на ресурсы, время и труд. Обычно данный процесс включает доработку изделий, которые уже прошли предыдущие операции, но требуют изменений или улучшений по мнению компании, что для клиента является лишней стоимостью, которую он не готов платить. В результате избыточная обработка не только увеличивает издержки для компании, но также влечет за собой задержки в поставках и удовлетворении потребностей клиентов.

Брак — это один из наиболее распространенных видов потерь на предприятиях, которая происходит независимо от уровня технологического оборудования и культуры производства. Брак в производстве означает, что продукция не соответствует установленным стандартам качества и не может быть реализована или использована по назначению. Снижение процента брака является одной из основных задач руководителей, поскольку бракованная продукция приводит к неэффективному использованию сырья и материалов и также требует дополнительных затрат на трудовые ресурсы для контроля качества, переделки и доработки продукции, чтобы сделать ее пригодной для использования. В расходы включается организация рабочего места и закупка необходимых инструментов, которыми можно будет исправить брак, а также расходы складирования и утилизацию брака. Высокий процент брака также приводит к перепроизводству, так как компания старается компенсировать возможные потери, увеличивая объем производства, что приводит к риску нарушения сроков поставки и созданию цепочки проблем и потерь на предприятии.

Неиспользованный потенциал сотрудников является последним видом потерь, связанных с человеческими ресурсами. В современном менеджменте признается, что сотрудники являются ключевым капиталом компании. Они представляют ценность, превосходящую оборудование, производственные площади и технологии. Упущение возможности раскрыть потенциал каждого сотрудника сравнимо с другими видами потерь, описанными ранее. Каждый сотрудник обладает уникальными способностями, оригинальными идеями и взглядами на бизнес-процессы, которые руководитель должен стремиться раскрыть и создать условия для их максимального использования что позволит повысить эффективность работы как отдельного сотрудника, так и всей организации в целом. Важно создавать стимулирующую рабочую среду, в которой каждый сотрудник чувствует свою значимость и имеет возможность вносить вклад в развитие организации.

## **Методы, принципы и инструменты сокращения потерь на предприятии**

«Бережливое производство» (или Lean-производство) — это методология управления, которая стремится к устранению излишеств, сокращению потерь и повышению эффективности производственных процессов. Следует рассмотреть каждый принцип, на который опирается бережливое производство [10].

Определение ценности для потребителя. Ценность продукции или услуги для потребителя определяется тем, что она может удовлетворить его потребности или принести пользу. На рынке существуют две ключевые стороны: продавцы и покупатели. Продавцы стремятся получить прибыль, но для этого им необходимо предложить продукцию или услугу, которая будет ценна для потенциальных клиентов. Определение ценности - означает понимание, какие конкретные преимущества или выгоды получит клиент от приобретения продукции или услуг. Это связано с удовлетворением его основных потребностей, решением проблемы, повышением эффективности, экономией времени или деньги и т. д. Компания должна исследовать и понять потребности своей целевой аудитории, а также выяснить, что именно делает ее продукцию или услугу уникальными, или превосходными по сравнению с конкурентами. Это поможет определить, какая ценность предлагается клиентам и почему они готовы вступать в денежные отношения с данной компанией [13].

Формирование и визуализация потока создания ценности являются важнейшими шагами в бережливом производстве. На этом этапе компания создаёт оптимальный процесс производства товара или предоставления услуги, который соответствует потребностям клиента и максимизирует эффективность. Во время процесса формирования потока создания ценности важно различать действия, которые добавляют стоимость и те, которые относятся к двум видам потерь. Эти два вида потерь включают:

— обязательные, но которые можно снизить до минимума;

— не обязательные, от них компании следует избавляться.

Важно понимать, что при построении потока создания ценности компания способна производить товары или предоставлять услуги, которые отвечают запросам потребителя, при этом снижая затраты и избегая потерь. Детальное расписание алгоритма операций от момента получения заявки потребителя до доставки готовой продукции является важным шагом для оптимизации работ и выявления лишних действий [11]. Для разработки бесперебойного механизма производства необходимо провести основательную перенастройку процессов. Это может включать следующие шаги:

- создание межфункциональных отделов. Возможно, потребуется создать новые отделы или перераспределить функции существующих отделов для обеспечения более гладкого потока работы и эффективной координации между различными функциональными областями;
- изменение течения основных процессов. Необходимо пересмотреть и изменить основные процессы производства с целью оптимизации потока работы и сокращения времени, затрачиваемого на каждую операцию. Это может включать изменение последовательности операций, внедрение новых технологий или оборудования и оптимизацию рабочих мест;
- корректировка вспомогательных процессов. Вспомогательные процессы, такие как снабжение материалами, обслуживание оборудования или управление запасами, должны быть приведены в соответствие с новыми требованиями и потоком работы, чтобы избежать задержек и сбоев;
- балансировка трудовой нагрузки. Равномерное распределение работы между операторами и рабочими местами является важным аспектом бесперебойного производства. Необходимо обеспечить равномерную нагрузку, чтобы избежать перегрузок или простоев;

— обучение персонала. Персонал должен быть обучен и подготовлен для выполнения различных операций, чтобы обеспечить гибкость производства. Обучение персонала позволит им легко переключаться между различными задачами и обеспечивать непрерывный поток работы.

«Вытягивание» потока. Вместо того чтобы основываться на прогнозах и производить продукцию заранее, система "вытягивания" реагирует на фактический спрос со стороны клиентов [12]. Поставка продукции осуществляется только после получения заказа или сигнала от следующего звена в производственной цепочке, что поможет предотвратить накопление излишних запасов и минимизировать затраты на хранение и управление запасами.

Пятый и заключительный этап «Бережливого производства» связан со стремлением к совершенству и изменением культуры и мышления в организации. Он признан наиболее важным, так как он направлен на пересмотр устоявшихся взглядов и формирование нового подхода к работе. Основная идея этого этапа заключается в развитии у сотрудников ответственности за результат своей работы, в стремлении к постоянному совершенствованию качества товара и оптимизации производственной системы. Важно внедрить в сотрудниках чувство командной работы, желание помогать другим членам команды и стремление к личному развитию [14]. Только через воспитание такой культуры и настройки сотрудников можно достичь всеобщего стремления к улучшению и постоянному совершенствованию, а это позволит создать динамичную и эффективную организацию, способную адаптироваться к изменениям на рынке и непрерывно улучшать свои процессы. Другими словами, фокус на пятом этапе заключается в развитии культуры сотрудничества, личной ответственности и стремлении к непрерывному улучшению.

Применение всех принципов «Бережливого производства» требует значительных усилий, времени и финансовых вложений. Однако результаты

этих мероприятий могут значительно улучшить финансовые показатели компании и обеспечить конкурентоспособность на рынке в долгосрочной перспективе. Обычно такие мероприятия потребуют для себя значительных начальных инвестиций, но в результате оптимизации производственных процессов и устранения потерь компания может существенно снизить свои операционные издержки. В результате компания становится способной производить конкурентоспособный товар или предоставлять услуги по более низким ценам по сравнению с конкурентами. Это дает ей значительное преимущество на рынке. Другими словами, несмотря на начальные затраты и усилия, применение «Бережливого производства» позволяет предприятию улучшить свою финансовую производительность и достичь конкурентного преимущества, производя товары и услуги более эффективно и снижая операционные издержки.

"Бережливое производство" — это не только философия, но и набор конкретных методов и инструментов, которые помогают оптимизировать производственные процессы, которые применяются с целью устранения потерь, приводят к улучшению эффективности и повышению качества продукции [16]. Давайте рассмотрим некоторые из наиболее известных методов и инструментов Lean Production.

Метод Кайдзен, или "непрерывное совершенствование", является одним из наиболее широко применяемых методов в мировой практике бизнеса. Этот термин был рождён в Японии, и представляет из себя постоянное развитие. Японское население до сих пор использует эту философию в повседневной жизни, и это отчетливо проявляется в подходе сотрудников японских компаний к своей работе. Концепция Кайдзен основана на принципе непрерывного улучшения и подразумевает, что даже самые незначительные изменения могут привести к значительному росту производительности и качества [18]. Вместо одноразовых значительных улучшений, метод Кайдзен призывает к постепенным и непрерывным во всех аспектах работы предприятия.

Систему Кайдзен можно понять как стремление к достижению непрерывного совершенствования, маленькими шагами, на всех уровнях организации. Основным фокусом этой системы становится персонал, так как их вклад и усилия играют ключевую роль в работе организации. Руководители организации ставят перед собой задачу развивать у своих сотрудников кайдзен-мышление, что является эффективным инвестированием в будущее производства, но важно, чтобы в процессе непрерывного улучшения были задействованы все сотрудники компании, начиная от высшего руководства и заканчивая обычными рабочими. Кайдзен не предлагает конкретных действий по оптимизации процессов. Его главная цель заключается в том, чтобы мобилизовать весь коллектив к предложению и реализации улучшений. В такой системе каждый сотрудник должен быть вовлечен в процесс постоянного предложения идеи по улучшению. Улучшения, основанные на данном принципе, не требуют крупных структурных изменений в цехе или радикального пересмотра рабочих процессов. Напротив, они представляют собой незаметные в отдельности мелкие изменения, которые вносятся постоянно и в большом количестве [15]. Несмотря на свою незначительность, они в совокупности приносят существенные результаты.

Для системы Кайдзен должны быть созданы условия реализации пяти её важнейших элементов.

Командная работа является ключевым элементом успешного функционирования компании. Эффективная координация и слаженное взаимодействие всех членов коллектива помогают достигать поставленных целей и задач. Каждый сотрудник должен осознавать свою значимость в команде и проявлять уважение к остальным ее участникам, а принимая решения, учитывать интересы и потребности компании в целом. Сотрудничество способствует обмену идеями, опытом и знаниями, что позволяет более качественно принимать решения и достигать лучших результатов. Каждый член команды вносит свой вклад и отвечает за свою

область, при этом работая в интересах общей цели что способствует развитию взаимного доверия, понимания и поддержки внутри команды.

Персональная дисциплина играет важную роль как у отдельного сотрудника, так и в работе всей команды. В процессе работы мотивация может временно ослабевать, поэтому поддержание и повышение уровня самодисциплины важно на ежедневной основе.

Моральное состояние сотрудников играет важную роль в их производительности и влияет на общую эффективность организации. Поэтому важно создавать благоприятные условия труда, где сотрудники чувствуют себя комфортно и являются ценными членами команды. Это достигается через ряд мероприятий, таких как предоставление комфортного и безопасного рабочего пространства, внедрение системы поощрений и вознаграждений, предоставление корпоративных льгот и преимуществ (например, скидки на продукцию компании), развитие дружественных рабочих отношений и нулевую терпимость к агрессии, дискриминации и другим формам ущемления на основе различных характеристик [17].

Кружки качества представляют собой группы сотрудников, добровольно объединившихся внутри одного отдела или участка работы, обычно в составе от 3 до 12 человек. Эти группы регулярно собираются, примерно раз в неделю, для обсуждения текущих проблем, связанных с производством, таких как производительность и качество. Во время обсуждений участники проявляют свой потенциал и предлагают различные решения для решения поставленных вопросов затем предложения применяются на практике. Главная цель кружков качества - активизировать творческий потенциал сотрудников и совместно разрабатывать улучшения процессов и производства. Кружки обычно формируются в производственной среде, где сотрудники имеют более глубокое понимание своей работы и возможности внести вклад в ее улучшение, именно это улучшает качество продукции, повышает эффективность производства и стимулирует развитие командной работы и коллективного творчества.

Важно предоставить каждому сотруднику возможность предлагать идеи по улучшению производства, независимо от его должности. Руководство не всегда может заметить все потери и возможности для оптимизации, поэтому ценно воспользоваться коллективным интеллектом всех сотрудников. Возможность предлагать идеи должна быть открытой и поощряемой и включать даже те, которые на первый взгляд могут показаться нереализуемыми. Именно в процессе анализа этих идей могут возникнуть альтернативные, более практичные способы решения проблем. Часто применяемой практикой является выражение благодарности или предоставление финансового поощрения авторам предложений, которые принесли наибольшую пользу предприятию. Это способ стимулировать сотрудников проявлять инициативу и делиться ценными идеями, что в итоге способствует повышению эффективности и успеху организации.

Существует разное мнение среди специалистов относительно того, какие из понятий более широкие - Кайдзен или "Бережливое производство".

Некоторые считают, что Кайдзен является одним из методов "Бережливого производства", в то время как другие считают, что методы "Бережливого производства" являются частью философии Кайдзен или кайдзен-подхода. Несмотря на эти теоретические различия, важно отметить, что эти концепции имеют значительное влияние на повышение эффективности производства, независимо от своего взаимного соотношения [20].

Масааки Имаи подчеркивает, что начать оптимизацию по принципам "Бережливого производства" можно с того, что уже находится перед глазами и доступно в текущем контексте. Это может быть текущий рабочий процесс или задача, над которой вы работаете в данный момент. Также можно выбрать приоритетное направление для оптимизации, то, что вы давно хотели улучшить. Иногда оптимизация становится необходимостью для выживания предприятия и важно понимать, что иногда нужно начать с малого и расширяться постепенно, поэтому главное - начать действовать.

Если руководство решает начать внедрение принципов "Бережливого производства" с обычного рабочего места среднестатистического оператора, то использование инструмента "5S" является рациональным подходом. "5S" помогает организовать и оптимизировать рабочее пространство, улучшить эргономику и безопасность труда, а также повысить производительность. Система «5S» представляет собой набор практических шагов для организации и поддержания рабочего пространства в оптимальном состоянии. Рассмотрим каждый шаг подробнее.

Сортировка в рамках системы "5S" — это процесс разделения предметов на рабочем месте на нужные и лишние. Часто люди имеют привычку сохранять все, полагая, что они могут пригодиться в будущем, однако это мышление ведет к тому, что рабочая область заставляется лишними объектами, появляется беспорядок и теряется дополнительное время на поиск рабочих инструментов. При проведении сортировки важно осознать, что лишние предметы только мешают и не приносят пользы. Задача состоит в том, чтобы избавиться от таких вещей и оставить только необходимые для оптимального выполнения работы. Это позволит создать более организованное и эффективное рабочее пространство. Сортировка позволит упорядочить рабочее место, улучшить его функциональность и сократить потери времени на поиск и перемещение предметов. Путем удаления лишних предметов и упорядочения оставшихся можно достичь улучшений в эргономике, безопасности и общей производительности рабочего процесса. Это поможет улучшить организацию и сосредоточиться на выполнении работы. Проводить сортировку стоит по 3 группам:

- необходимые инструменты (Без них не получится вести рабочий процесс);
- лишние вещи (инструменты, личные предметы и другие, оказавшиеся случайно не играющие никакой роли в рабочем процессе);

— предметы с неопределенным статусом - относятся к вещам, которые вызывают сомнение в своей необходимости и одновременно в возможности их удаления с рабочего места. Это могут быть предметы, которые редко используются, имеют неясную функцию или не имеют прямого отношения к текущей работе.

В процессе сортировки, важно оставить на своих местах предметы, которые являются необходимыми и имеют большое значение для работы или процесса. Ненужные предметы следует убрать, выбросить, переместить на более подходящее место или передать ответственным лицам, которые заботятся об их утилизации или хранении. Если статус предмета не определён и необходимо принять решение о его дальнейшей судьбе, рекомендуется поместить его на специальный стеллаж [20]. На стеллаже могут быть закреплены красные ярлыки, содержащие информацию о дате, когда предмет был помещен на стеллаж, что позволит отслеживать время пребывания предмета на стеллаже и принять решение о его будущем использовании или утилизации.

После этого следует установить определенный срок, например, 1 месяц, в течение которого будет происходить наблюдение за использованием этих предметов. Если в течение указанного срока предметы не были использованы, то принимается решение относительно их дальнейшей судьбы которое включает перемещение предметов на склад для хранения или их утилизацию. Целью такого подхода является постепенное избавление от ненужных и малоиспользуемых предметов, освобождение места и упрощение рабочего пространства.

Соблюдение порядка в системе "5S" (сэитон) – это процесс организации оптимального места хранения для предметов, которые остались после сортировки на рабочем месте. Правильное расположение инструментов и материалов непосредственно влияет на время выполнения рабочих процессов, поэтому перед размещением предметов необходимо провести тщательный анализ всех движений сотрудника, включая даже незаметные детали, такие как

наклон тела или выбор рабочей руки. Каждый шаг в организации места хранения должен быть продуман, чтобы сократить ненужные потери времени и повысить эффективность работы. Анализируя движения и потребности сотрудников, можно определить наиболее удобное расположение предметов, чтобы сотрудники могли легко доставать и возвращать их без лишних усилий. Целью соблюдения такого порядка является создание оптимальной рабочей среды, где все предметы расположены логично и удобно, что упрощает рабочий процесс и повышает производительность. Каждый детально продуманный шаг в организации места хранения способствует минимизации потерь времени и повышению эффективности работы [25].

Визуализация является эффективным средством организации хранения, поскольку на одном месте может работать несколько людей, порядок расположения предметов может изменяться со временем, но, чтобы избежать путаницы, можно просто подписать или нанести ярлык на выбранное место, указывающий название соответствующего предмета. Но иногда люди могут лениться и не обращать внимания на такие надписи. Более эффективным способом будет использование метода теней. Этот интуитивно понятный метод заключается в создании силуэтов предметов на их хранящихся местах. Таким образом, работник может просто поместить предмет в нужное место, ориентируясь на его силуэт, без необходимости читать надписи или метки. Метод теней облегчает и ускоряет процесс размещения и возврата предметов, обеспечивая наглядность и интуитивность.

Содержание в чистоте, или «сэйсо», представляет собой поддержание чистоты и порядка на рабочем месте. Важно понимать, что производство бездефектной продукции на грязных или неопрятных поверхностях сопряжено с трудностями и потенциальными опасностями, поэтому рекомендуется развить привычку регулярной и короткой уборки. Проведение ежедневной уборки помогает не только поддерживать аккуратный вид рабочего места, но и сокращает количество проблем, которые приводят к потенциальным простоям в рабочем процессе [26].

Стандартизация, или «сэйкэцу» в японской философии улучшений, означает разработку и установление четких правил и процедур, которые гарантируют соблюдение трех предыдущих этапов: сортировки, содержания в чистоте и поддержания порядка. Эти этапы дают временный эффект, если не контролируются и не поддерживаются. Для обеспечения постоянного соблюдения стандартов необходимо разработать понятный для всех сотрудников чек-лист, который будет содержать четкие критерии и требования для каждого этапа, которые должны быть выполнены. Он служит своего рода напоминанием и инструкцией для сотрудников, помогая им поддерживать высокий уровень стандартов в своей работе. Однако важно не только создать стандарты, но и обеспечить понимание их значимости, последствий их несоблюдения среди сотрудников. Чтобы обеспечить ответственное выполнение стандарта, необходимо объяснить, почему он важен и какие пользы и результаты они получают от его соблюдения [21].

Совершенствование, или сицукэ, представляет собой процесс формирования привычки точного выполнения установленных правил, процедур и технологических операций. Основная цель заключается в том, чтобы выполнение этих процедур стало автоматической привычкой. Совершенствование включает в себя не только усвоение и понимание установленных правил, но и их последовательное и их точное исполнение через повторение и практику. Сотрудники формируют привычку выполнения заданных процедур, которая становится частью их рутины и повседневной работы, но важно отметить, что совершенствование не является одноразовым действием, а является длительным процессом, который требует постоянного обучения, тренировки и поддержки со стороны руководства и коллег. Чем более регулярно и последовательно выполняются установленные правила и процедуры, тем сильнее закрепляется привычка и достигается высокий уровень выполнения работ. Когда правила и процедуры становятся привычкой для сотрудников — это способствует снижению ошибок, улучшению

производительности и созданию более надежных, и эффективных рабочих процессов.

Правильная последовательность применения основополагающих принципов 5S является ключевым фактором для достижения максимальной эффективности и успеха - начиная с сортировки, затем переходя к содержанию в чистоте, соблюдению порядка, стандартизации и заканчивая совершенствованием, можно создать рабочую зону, которая оптимизирует процессы и максимально улучшает условия работы персонала.

Все эти мероприятия имеют неограниченную зону для применения – начиная от офиса заканчивая складскими помещениями и даже личными квартирами.

На сегодняшний день гибкость производства стала неотъемлемой частью успешной деятельности производственных предприятий. Способность быстро переключаться с изготовления одного вида продукции на другой имеет прямое влияние на выполнение стратегии завода и управление запасами. Вместо создания больших запасов, которые могут быть нежелательными и неэффективными, предприятия стремятся к минимизации и более гибкому планированию производственной деятельности. Гибкость позволяет быстро перенастраивать оборудование, изменять настройки и процессы, чтобы адаптироваться к изменяющимся рыночным условиям, требованиям клиентов или изменениям в предпочтениях. Такой характер производства требует системного подхода, включающего в себя эффективное планирование, организацию производственных процессов, обучение персонала, использование технологий и методов, способствующих быстрой переналадке и адаптации.

В 1915 году Генри Форд, основатель автомобильной компании Ford, проводил эксперименты на своих фабриках, с целью сокращения времени наладки производственного оборудования. Он понимал, что длительные перерывы в производстве для переналадки являются неэффективными и могут привести к потере времени и ресурсов. Однако, в то время, основной фокус

был на наращивании масштабов производства, а не на оптимизации процессов и снижении времени наладки [22].

Спустя более полувека, в рамках своей производственной системы, японская компания Toyota разработала инновационный инструмент, который объяснил, как они достигают высокого качества и низких цен на свою продукцию. Эта система получила название "Тойота Производственная Система" или "Toyota Production System" (TPS).

SMED, или Single Minute Exchange of Dies, является методом "Бережливого производства", который существенно сокращает время процесса переналадки оборудования до нескольких минут. Он был разработан с целью устранения простоев и повышения гибкости производства. Прежде чем внедрять SMED, предприятие должно определить цели, которых оно хочет достичь с помощью этого инструмента. Приведём наиболее общие:

- минимизация простоев производства;
- необходимость изготовления маленьких партий разных деталей;
- улучшения гибкости для удовлетворения разнообразных требований клиентов;
- ликвидация запасов.

SMED, стремится перенести внутренние операции переналадки оборудования во внешние и оптимизировать их выполнение до максимума что может быть достигнуто путем идентификации и реорганизации операций, выполняемых при работающей машине, чтобы сократить время остановки производства. Основная идея заключается в максимальном использовании время, пока оборудование все еще функционирует, для подготовки следующего процесса или продукции. Внешние операции в такой системе выполняются параллельно с работой оборудования, что позволяет сократить общее время переналадки.

Процесс реализации состоит из логической последовательности шагов и включает глубокий анализ и взгляд со стороны разных отделов. Поскольку процесс переналадки включает множество аспектов, участие большего числа

сотрудников повышает вероятность обнаружения всех потерь, которые могут быть устранены, и, соответственно, достижение желаемых результатов.

В начале использования процедуры SMED обычно выделяется пилотная зона, то есть выбрать конкретный процесс переналадки для оптимизации. Часто руководство может быть заинтересовано в оптимизации самого длительного процесса переналадки, однако, перед тем как сосредоточиться именно на нем, следует проверить, соответствует ли он определенным критериям:

- процесс переналадки должен иметь достаточно большую длительность, чтобы обнаружить потери и улучшить его эффективность, но в то же время не должен быть слишком длительным, чтобы позволить доскональное исследование и внедрение улучшений;
- желательно выбрать процесс, который выполняется ежедневно или несколько раз в неделю. Это позволит увеличить скорость;
- если процесс переналадки имеет несколько вариаций, это позволит провести сравнительный анализ различных подходов и выявить наиболее эффективные методы.

Для достижения заметного эффекта рекомендуется, чтобы процесс переналадки частично или полностью соответствовал указанным критериям. После выбора пилотной зоны команда специалистов должна приступить к описанию всех операций, входящих в процесс переналадки.

Один из эффективных методов выполнения данного этапа — запись видео процесса. Захватывая процесс на видео, предприятие получает реалистичную запись того, как происходит переналадка в реальном времени. Это позволит анализировать каждый шаг и этап переналадки, выявлять потенциальные проблемы, найти возможности для оптимизации и улучшения процесса. Во время съемки один из членов команды должен использовать секундомер и параллельно записывать время выполнения каждой операции, другие же наблюдают за процессом с разных позиций и подробно описывают

содержание каждой операции. По окончании следует проанализировать записанное на видео и сравнить их с наблюдениями команды. Для каждой операции указывается длительность, что позволит точно определить, какие операции занимают больше времени и являются потенциальными кандидатами на оптимизацию. Таким образом, видеозапись, совмещенная с записью времени выполнения операций, позволит получить детальное описание процесса переналадки и выявить возможности для улучшения [23].

Первый шаг в реализации метода SMED состоит в разделении операций на внешние (external), внутренние (internal) а также операции, которые можно выполнить до остановки оборудования, во время остановки и после остановки.

На втором шаге начинается самая важная часть работы, которая заключается в переводе внутренних операций во внешние. Поскольку каждый процесс переналадки уникален и требует индивидуального подхода, для каждой области деятельности существуют свои методы и приемы сокращения времени переналадки. Например, если говорить о производстве электротехнического оборудования и деталей для них из стали и пластмассы, то специалистам необходимо обратить внимание на:

- все что можно подготовить до начала работы, должно быть опробовано на практике;
- для пресс-форм, требующих нагрева, можно использовать специальные установки, называемые станциями преднагрева которые располагаются отдельно от основного оборудования и предназначены специально для нагрева до необходимой температуры. Использование станций преднагрева позволяет значительно сократить время переналадки в случаях, когда ожидание нагрева пресс-формы является самым длительным этапом.

Естественно, что внедрение решений, которые значительно сокращают внутренние процессы переналадки, требуют в большинстве определенных инвестиций, однако принятие решения о целесообразности таких инвестиций

следует осуществлять после проведения тщательного экономического анализа.

На третьем шаге команда продолжает оптимизировать оставшиеся внутренние процессы переналадки, которые не могут быть преобразованы во внешние операции. В этом этапе можно использовать другие инструменты Lean-производства, такие как диаграмма спагетти, для отслеживания и устранения ненужных перемещений наладчика вокруг и внутри машины, а также целесообразным будет применение методики 5S в рабочей зоне, чтобы минимизировать время, затрачиваемое на поиск необходимых инструментов. Создание упорядоченного и чистого рабочего окружения поможет избежать потерь времени и повышает эффективность процесса переналадки.

На данном этапе существенно сокращается время переналадки. Целью здесь ставится максимальное сокращение простоя оборудования, путем сокращения времени, требуемого на настройку точности и окончания переналадки [21].

Пятый шаг связан с оптимизацией внешних операций. Здесь команда должна рассмотреть возможные улучшения, аналогичные тем, которые были применены к внутренним операциям. Однако здесь важно учесть, что внешние операции связаны с настройкой смежных процессов, таких как подвоз сырья или обслуживание оборудования.

На последнем этапе SMED важно зафиксировать и стандартизировать все внесенные изменения и улучшения в процесс переналадки. Это означает, что новый алгоритм действий должен быть документирован и представлен всем сотрудникам, которые занимаются переналадкой. Они должны быть полностью ознакомлены с новыми процедурами и понимать преимущества, которые были достигнуты в результате внесенных изменений. Данные мероприятия позволят всем участникам быть в курсе и эффективно применять улучшения.

Процедура SMED способна приносить значительные выгоды предприятию, такие как сокращение временных потерь и повышение гибкости

производства. Она может быть реализована без значительных инвестиций, особенно при креативном подходе к улучшению процесса, однако стоит отметить, что иногда основные проблемы эффективности и причины потерь могут быть связаны с оборудованием, а в таких случаях может потребоваться инвестиции для достижения поставленных целей. Некоторые улучшения могут потребовать приобретения нового оборудования, изменения конструкции или внедрения новых технологий. При принятии решений об следует провести тщательный анализ экономической целесообразности и оценить ожидаемые результаты и выгоды [8].

В любом процессе, независимо от характера деятельности компании, могут возникать проблемы. Иногда причина проблемы очевидна и требует простого решения, но часто ситуация становится более сложной. В таких случаях полезным инструментом является метод "Пять почему". Этот метод позволяет создать причинно-следственную связь и проникнуть до корневой причины возникшей проблемы. Идея заключается в последовательном задавании вопроса "Почему?" что помогает исследовать проблему на более глубоком уровне, раскрывая скрытые причины и предотвращая повторное возникновение проблемы в будущем. Данный метод способствует систематическому анализу и позволит обнаружить фундаментальные причины, влияющие на процесс или результат [23].

- Процесс использования метода "Пять почему" включает четыре этапа:
- первый этап - определение проблемы. Этот шаг является основным и критическим, поскольку правильная формулировка и описание проблемы позволят достичь корневой причины. Необходимо ясно определить, с чем именно возникает проблема;
  - второй этап - задавать вопрос "почему". При этом следует помнить, что ответы должны быть основаны на фактах. Вопрос "почему" должен задаваться несколько раз, обычно достаточно пяти повторений. Это помогает проникнуть глубже и раскрыть скрытые причины проблемы;

- третий этап - верификация. Каждый ответ, полученный на предыдущий вопрос, должен быть проверен различными доступными способами, но необходимо убедиться в достоверности и правильности фактов, прежде чем переходить к следующему вопросу;
- четвертый этап - установление связи с первопричиной. После достижения корневой причины проблемы необходимо связать ее с изначальной проблемой с помощью логического рассуждения, однако важно убедиться, что между корневой причиной и исходной проблемой существует причинно-следственная связь, и можно использовать союз "поэтому" для объяснения.

Рока-уоке — это еще один известный инструмент "Бережливого производства", который был создан для сокращения ошибок, связанных с человеческим фактором. Этот метод разработан японским инженером Сигео Синго (1909-1990), который являлся экспертом в области производства и одним из создателей производственной системы Toyota. Сигео разработал подход под названием Zero Quality Control (ZQC) или Zero Defects (ноль дефектов) главной идеей которого является предотвращение возникновения дефектов на стадии производства, а не исправление их после. Другими словами, Рока-уоке представляет собой меры, принимаемые на производстве, чтобы предотвратить возможность возникновения ошибок или дефектов. Это могут быть специальные устройства, проверки, шаблоны, инструкции и другие средства, которые помогают оператору выполнять работу правильно и избегать ошибок.

Основная идея данной концепции заключается в том, чтобы сосредоточить внимание на предупреждении возникновения дефектов именно на каждом этапе производства, а не только на контроле готовой продукции. В ответственность за обеспечение качества продукции лежит на сотрудниках производства, которые играют ключевую роль в предотвращении ошибок и дефектов [24].

Инструмент Рока-уоке включает в себя использование высокотехнологичных решений, например, как сенсоры, которые выполняют две основные функции. В первом случае, они составляют систему контроля, которая автоматически останавливает процесс или машину при обнаружении дефекта или некачественной продукции. Этот подход исключает влияние человеческого фактора на решение и позволяет предотвратить производство бракованной продукции. Во втором же случае, сенсоры используются для создания системы предупреждения, которая информирует сотрудника о возможном дефекте или проблеме, что позволит сотруднику принять решение и остановить процесс производства предотвращая дальнейшее возникновение дефектов [23].

В инструменте Рока-уоке устройства могут быть разделены на три уровня в зависимости от их функций и возможностей:

- на этом уровне устройства предназначены для обнаружения бракованных деталей или некачественной продукции, но не блокируют их прохождение по ходу процесса. Эти устройства предупреждают сотрудников о возможном дефекте или требуют дополнительной проверки и исправления проблемы перед продолжением процесса;
- на этом уровне устройства предотвращают прохождение бракованных деталей на следующий этап обработки или сборки. Они могут быть настроены таким образом, чтобы при обнаружении дефекта автоматически блокировать деталь или остановить процесс, что предотвращает дальнейшее продвижение некачественной продукции;
- на третьем уровне конструкция изделия предусматривает закрепление или сборку деталей только в определенном порядке или определенным образом что также предотвращает возможность неправильной сборки или установки деталей.

В Lean Production существуют шесть принципов защиты от ошибок, которые придерживаются следующей последовательности по приоритетности:

**Устранение.** Основная идея заключается в том, чтобы создать продукт или процесс, который минимизирует возможность ошибок и дефектов уже на стадии проектирования. Путем устранения и предотвращения источников проблем, можно снизить риски возникновения ошибок, повысить эффективность производства и улучшить качество конечного продукта.

**Замещение.** Замена стандартного процесса, который сложно контролировать с точки зрения возникновения дефектов, на более надежный и предсказуемый процесс. Главная цель замещения состоит в полном устранении непредсказуемого появления дефектов и повышении надежности производства. На этом уровне происходит переход от ручной обработки изделий к использованию роботизированных и автоматизированных комплексов что позволяет снизить зависимость от человеческого фактора, который является источником ошибок и дефектов.

**Предупреждение.** Специалисты прибегают к использованию различных методов и техник, чтобы предотвратить возможность ошибок. Например, они используют симметрию в сборочных полуфабрикатах, избегая при этом неправильной сборки или установки деталей. Применяются уникальные порты и разъемы для проводов, которые позволяют произвести только правильное подключение. Целью данного принципа является создание такого окружения, где потенциальные ошибки или дефекты становятся невозможными или существенно снижаются. Это способствует повышению качества продукции и снижению возможных рисков.

**Облегчение.** Данный принцип направлен на сокращение сложности процесса сборки изделия и уменьшение риска возникновения ошибок со стороны оператора. Он основывается на использовании различных методов, которые облегчают выполнение операций и повышают визуальную доступность информации. Один из примеров применения принципа

облегчения - использование средств визуального управления. Он включает подсвечивание или выделение трудно заметных зон на изделии, чтобы оператору было проще обнаружить и обработать соответствующие детали. Также применяется маркировка и нанесение характеристик на изделие, что помогает операторам легко и точно распознавать, и выполнять необходимые действия. Целью принципа облегчения является упрощение процесса сборки, уменьшение вероятности ошибок и повышение эффективности работы операторов. Это поможет снизить время выполнения операций, улучшить качество продукции и сократить затраты на исправление ошибок и/или бракованной продукции [23].

Принцип обнаружения в Lean Production направлен на то, чтобы система контроля обнаруживала ошибки, возникающие в процессе сборки, до того, как деталь перейдет на следующий этап — это позволит предотвратить передачу дефектной детали дальше по производственному процессу. Для достижения цели применяются различные сенсорные устройства, которые используют лазеры или другие технологии для идентификации ошибок, допущенных человеческим фактором. Если обнаруживается отклонение или дефект, система контроля срабатывает, и деталь блокируется для дальнейшей обработки или перехода на следующий этап.

Принцип смягчения (или амортизации) в Lean Production направлен на снижение негативных последствий возникших ошибок или дефектов. Вместо их полного предотвращения, акцент делается на том, чтобы максимально снизить воздействие этих ошибок на процесс или продукт. Данный подход позволяет минимизировать негативные последствия возникших ошибок, уменьшить потери и повреждения, а также снизить риск прерывания производственного процесса, а также способствует повышению надежности и гибкости системы, что обеспечивает быстрое восстановление работы после возникновения проблемы.

Рока-уоке, будучи применяемым на множестве предприятий в течение многих лет, прошел серьезное тестирование на эффективность и

целесообразность его внедрения. Этот инструмент успешно применяется в различных отраслях и видах деятельности, и его актуальность сохраняется и в настоящее время.

Как и любой проект Рока-уоке требует команды специалистов, способных, по мнению руководства, обеспечить необходимый спектр знаний и навыков для успешной адаптации инструмента на производстве. Привлечение своих сотрудников для работы объективно более выгодное решение сразу в нескольких пониманиях. Использование общих рекомендаций и методик также является полезным подходом, поскольку они базируются на лучших практиках и опыте предыдущих внедрений. Это позволяет извлечь преимущества и избежать типичных проблем.

Для оптимизации процесса и повышения стабильности работы предприятия важно систематизировать поток создания ценности и выявить основные слабые места.

Использование инструмента "5 почему" позволит идентифицировать корневые причины проблемы, задавая серию вопросов "почему" и выясняя глубину причинно-следственной связи, а "Диаграмма Исикавы", также известная как "диаграмма рыбьей кости" или "диаграмма причин и следствий", позволит визуально представить возможные причины проблемы и их взаимосвязи.

Сложность процесса производства может влиять на тип и сложность контролируемых устройств, а также на необходимые инвестиции для их внедрения. В некоторых случаях, при наличии простых процессов или невысоких требований к контролю, можно использовать креативные и простые решения, которые доступны из подручных средств. В таких ситуациях логическое и творческое мышление помогут найти способы защитить процесс от ошибок без необходимости в высокотехнологичных устройствах контроля [26].

Если у руководства есть выбор между предупреждающими и контролирующими системами, то действительно более рациональным

решением может быть предпочтение контролирующей системе так как они обладают способностью действовать независимо от человеческого фактора, что делает их более надежными в обнаружении и предотвращении ошибок. Предупреждающие системы, хотя и могут помочь предотвратить ошибки, все же требуют активного участия человека для реагирования и принятия соответствующих мер, в то время как контролирующие системы, такие как автоматические датчики или механизмы блокировки, могут немедленно принимать меры при обнаружении ошибки, не требуя промежуточного вмешательства человека.

Картирование потока создания ценности, или Value Stream Mapping (VSM), является важным инструментом с помощью которого предприятие может анализировать каждый этап процесса создания ценности, начиная с первого и до последнего, с целью определения логичности и обоснования потока ценности.

Поток создания ценности представляет собой последовательность процессов, направленных на производство продукта или предоставление услуги, которые удовлетворяют потребности клиента. Он является ключевым элементом в достижении высокой эффективности и качества производства.

Картирование потока состоит из четырех этапов.

Документирование карты текущего состояния является первым шагом в процессе картирования потока создания ценности. Этот шаг включает подробное описание текущих процессов, которые приведут к созданию определенного продукта или услуги. Важно собрать максимально детализированную информацию, которая будет включать в себя все операции, время, необходимое для их выполнения, количество людей, занятых на каждой операции, и объем информации, используемой в процессе.

Анализ потока производства. Здесь происходит разделение действий на добавляющие ценность продукту и нет. На этом этапе происходит разделение действий, выполняемых в процессе, на те, которые добавляют ценность продукту, и на те, которые являются потерями или избыточными. Основная

цель анализа потока производства состоит в том, чтобы идентифицировать и устранить потери и неэффективные операции, которые не приносят добавленной ценности для клиента.

Создание карты будущего состояния. В процессе создания карты будущего состояния предприятие стремится оптимизировать каждую операцию и шаг в потоке создания ценности. Неэффективные операции и потери, выявленные в процессе анализа, исправляются или устраняются. Действия, которые не добавляют ценности, могут быть пересмотрены или удалены.

Разработка плана улучшения является последним этапом в процессе внедрения Lean-подхода. На этом этапе определяются методы и инструменты, которые будут использованы для перехода к будущему состоянию, а также устанавливаются сроки, распределяются ответственности и задачи. План должен быть конкретным и реалистичным. Он может включать в себя различные мероприятия, такие как внедрение стандартов работы, обучение персонала, внедрение новых технологий или методов, изменение организационных структур и процессов, и другие подходы, направленные на повышение эффективности и качества работы и/или услуг.

Для устранения потерь, связанных с излишним перемещением, часто применяется инструмент Lean-подхода, известный как диаграмма спагетти. Она позволяет перенести на бумагу или на компьютерную модель перемещения сотрудников и предметов в рабочей области. С помощью этой диаграммы можно проанализировать пути перемещений, определить излишние или ненужные, а также идентифицировать возможности для оптимизации и сокращения излишних [25].

Для начала работы по улучшению процессов и внедрению кайдзен-подхода необходимо сформировать кайдзен-группу или команду, которая будет ответственна за анализ и внедрение улучшений. Команда должна быть многофункциональной и включать представителей различных уровней и отделов организации. Цель работы команды должна быть четко определена и

сфокусирована на улучшении процессов и достижении конкретных результатов.

Определение шагов процесса. Перед наблюдением за работником важно определить шаги процесса – это означает что нужно иметь ясное представление о последовательности и содержании каждого этапа процесса работы [19].

После определения шагов процесса, следующим шагом является наблюдение и зарисовка. Это процесс, в ходе которого команда создает графическое представление перемещений и шагов работы на плане. Начиная с точки или цифры 1, команда рисует линию, отображающую перемещение к следующему шагу, где ставится цифра 2. Аналогичным образом рисуются все последующие шаги до завершения процесса [6].

Анализ диаграммы и предложение улучшений являются заключительным этапом. После создания диаграммы и сбора информации о перемещениях и времени, команда анализирует данные и идентифицирует потенциальные области улучшений. На основе результатов анализа команда предлагает различные улучшения процесса.

## **2 Анализ деятельности предприятия на примере «ЭСС-ТТ»**

### **2.1 Организационно-экономическая характеристика предприятия**

Компания "ЭСС-ТТ" была основана в 2006 году, под названием "СЦ-ТТ". В начале своей деятельности занималась изготовлением комплектующих для высоковольтных трансформаторов в здании завода-изготовителя, однако со временем деятельность фирмы стала расширяться и добавились услуги ремонтных работ.

Ключевыми факторами успеха компании стали привлечение опытных специалистов, внедрение новых технологий и стремление к постоянному совершенствованию услуг.

В 2010 году компания приобрела собственное производственное помещение, с современным оборудованием, что позволило повысить продуктивность работ и качество предоставляемых услуг.

В 2014 году компания приступила к расширению своей географии деятельности, начав работу не только на территории региона, но и на всей территории Российской Федерации. В этом же году была разработана организационная структура (приложение А) и составлен устав организации.

В 2017 году компания решила изменить свое название на "ЭСС-ТТ", что означает "ЭнергоСоюзСтрой-Тольяттинский Трансформатор". Также был получен сертификат официального представителя и обновлено свидетельство о допуске определенным видам работ.

До 2020 года компания "ЭСС-ТТ" являлась успешным и динамично развивающимся предприятием, которое зарекомендовало себя как надежный и профессиональный поставщик различных изделий для трансформаторного оборудования из металла, резины и пластика, занимала лидирующие позиции на рынке и продолжала развиваться, стремясь стать самым лучшим и качественным поставщиком в своей отрасли.

Однако со сменой руководящего состава предприятия в 2020 году стало заметно снижение объемов производства, снижение качества продукции, существенное снижение выручки, уменьшение средней заработной платы персонала. Все это негативно сказывается на позиции на рынке в данный момент.

Расположено ООО «ЭСС-ТТ»: город Тольятти, ул. Индустриальная 1. Компания в основном занимается производством комплектующих для трансформаторов и трансформаторного оборудования, также работа компании включает:

- производство электродвигателей, электрогенераторов и трансформаторов;
- производство электрической распределительной и регулирующей аппаратуры;
- производство прочего электрического оборудования;
- монтаж промышленных машин и оборудования.

Основные конкуренты ООО «НТЦ Релтек», ООО НПФ «Дирэн» ООО «СЭЛ».

Потребители: различные подстанции, ТЭС, ГЭС, АЭС.

В таблице 1 приведены основные показатели экономической деятельности предприятия.

На сегодняшний день предприятие имеет в своей номенклатуре более 500 наименований продукции, в неё входят:

- шкафы обдува;
- панели приборов;
- клеммные коробки;
- зажимы;
- изоляция из различных материалов;
- резиновые уплотнения;
- пластмассовые части различных комплектующих;
- и многие другие изделия энергетической промышленности.

Наиболее значимыми для нее с точки зрения прибыли являются следующие наименования: панели приборов, декоративные облицовки, изоляционные покрытия, шкафы управления обдува.

Организация доставки продукции происходит путем загрузки и отправки грузовых транспортных средств в сроки, установленные договором.

Организационная структура предприятия ООО «ЭСС-ТТ» представлена на рисунке А.1 Приложения А.

Из рисунка А.1 следует, что ООО «ЭСС-ТТ» имеет линейно-функциональную организационную структуру. Данный вид имеет ряд преимуществ, в качестве которых выступают:

- конкретное и понятное разделение труда и ответственностей;
- контроль деятельности отделов и исполнителей;
- четкая координация между работниками в функциональных отделах;
- сосредоточение линейных руководителей на производственных задачах;
- высокая эффективность подразделения за счет того, что решения принимает один руководитель;
- возможность раздельного бюджетирования подразделений.

К минусам линейно-функциональной структуры относятся:

- преследование функциональными руководителями исключительно собственных показателей;
- ограничение возможности линейного руководителя в управлении специалистами, находящимися в другом подразделении, без уведомления их руководителя;
- затянутый процесс согласования важных решений, что сильно сказывается на гибкости предприятия;
- усложненное взаимодействие между подразделениями;
- крайне ограниченная свобода действий, поскольку каждому руководителю звена необходимо согласовывать решения с главным.

Данные об основных экономических показателях деятельности предприятия ООО «ЭСС-ТТ» за период 2020-2022 гг. представлены ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Основные экономические показатели деятельности ООО «ЭСС-ТТ» за период 2020-2022 гг.

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Изменение					
				2020–2021 гг.		2021–2022 гг.		2022–2020 гг.	
				Абсол	Относ%	Абсол	Относ%	Абсол	Относ %
Выручка, тыс. руб.	952678	781249	375925	-171429	82,1	-405324	48,1	-576753	39,5
Себестоимость продаж, тыс. руб.	779487	729458	336198	-50029	93,5	-393260	46,1	-443289	43,1
Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	173191	51791	39727	-121400	29,9	-12064	76,7	-133464	22,9
Коммерческие расходы, тыс. руб.	33095	28813	16387	-4282	87,0	-12426	56,9	-16708	49,5
Управленческие расходы, тыс. руб.	90477	22111	22055	-68366	24,4	-56	99,7	-68422	24,4
Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	49619	867	1285	-48752	1,7	418	148	-48334	2,59
Чистая прибыль, тыс. руб.	16827	4020	4511	-12807	23,8	491	112	-12316	26,8

Продолжение таблицы 1

Показатели	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Изменение					
				2020–2021 гг.		2021–2022 гг.		2022–2020 гг.	
				Абсол	Относ%	Абсол	Относ%	Абсол	Относ%
Основные средства, тыс. руб.	5497	6147	4038	650	111,8	-2109	65,7	-1459	73,5
Оборотные активы, тыс. руб.	703215	650406	685065	-52809	92,4	34659	105	-18150	97,4
Численность ППП, чел.	124	105	99	-19	84,6	-6	94,3	-25	79,8
Фонд оплаты труда ППП, тыс. руб.	39361	35627	33078	-3734	90,5	-2549	92,8	-6283	84
Среднегодовая выработка работающего, тыс. руб.	257402	247808	240540	-9594	96,7	-7268	97,1	-16862	93,4
Среднегодовая заработная плата работающего, тыс. руб.	21867	20475	20212	-1392	93,6	-263	98,7	-1655	92,4
Фондоотдача	40,9	38,69	36,32	-2,21	94,6	-2,37	93,8	-4,58	88,8
Оборачиваемость активов, раз	1,3	1,1	0,8	-0,2	84,6	-0,3	72,7	-0,5	61,5
Рентабельность производства, %	0,21	0,5	1,34	0,29	238	0,84	268	1,13	590
Рентабельность продаж, %	5,2	0,1	0,3	-5,1	1,9	0,2	300	-4,9	5,76

На основании приведенных экономических показателей, представленных в Таблице 1, можно сделать вывод, что выручка за 2021 год по сравнению с 2019 снизилась на 60,5 %. Валовая прибыль (убыток) в 2020 году составляла 173191 тыс.р. а к 2022 году 39727 тыс.р. Прибыль от продаж также как и остальные показатели заметно упала. Еще в 2020 году она

составляла 49619 тыс.р., а уже к 2022 году 1285 тыс. р. Это скорее всего связано с пандемией коронавируса в 2021 году.

В связи с понижением среднегодовой заработной платы каждый год на 7-8%, с предприятия стали уходить опытные работники. С каждым годом заметно снижение численности рабочих. В 2020 году было 124 человека, к 2021 году их количество уменьшилось до 105 человек, а к 2022 году и вовсе до 99. В такой узкой сфере как ремонт трансформаторного оборудования тяжело найти новых высококвалифицированных работников, поэтому предприятие страдает от недостатка кадров.

Такое резкое падение показателей обусловлено пандемией коронавируса в 2020 году и сменой руководящей «верхушки». Организация вынуждена была отправить персонал на самоизоляцию, соответственно в этот период производственная продукция не выпускалась и услуги не предоставлялись. В связи со сменой руководства были привлечены недостаточно обученные специалисты что привело к существенным потерям на предприятии. Падение в 2022 году относительно 2020 составило 70,5%. Что обусловлено тяжелой эпидемиологической ситуацией в стране, закрытием границ и сменой руководства организации.

Данные финансовые показатели, указывают на очень шаткое финансовое положение организации на рынке.

Фондоотдача организации в 2022 году по сравнению с 2020 годом снизилась на за счет того, что у организации упала стоимость основных средств на 26,5%.

Оборачиваемость активов организации в 2020 году составляла 1,3, а в 2021 году 1,1. Снижение оборачиваемости активов обусловлено тем, что организация не провела в 2021 году, работу по снижению дебиторской задолженности с потребителями и заказчиками, однако планировала. В 2022 году оборачиваемость активов снизилась на 20% по сравнению с 2020 годом и составила 0,9, при этом дебиторская задолженность выросла в два раза.

Можно сделать вывод, что после периода пандемии и кризиса связанного с пандемией в 2021 году, а также сменой руководства организации предприятию необходимо в срочном порядке принимать меры для восстановления и удержания своих прежних позиций на рынке, для этого необходимо искать и активно внедрять инструменты оптимизации производства и повышать удовлетворенность клиентов за счет снижения времени ремонта трансформаторов и производства их комплектующих, а также провести работу по снижению дебиторской задолженности.

Таким образом, проанализировав основные экономические показатели деятельности предприятия, можно заключить, что 2019 год стал для компании неудовлетворительным с точки зрения прибыли, но несмотря на это, в 2020 году компания смогла справиться с экономическим упадком.

## **2.2 Анализ потерь на предприятии на примере ООО «ЭСС-ТТ»**

Одним из наиболее критических узких мест на производстве является процесс переналадки оборудования. В случае компании ООО «ЭСС-ТТ», у которой широкий ассортимент производимых изделий, переналадки происходят часто, что и приводит к потерям времени и созданию запасов готовой продукции. Для сокращения потерь, необходимо оптимизировать и устранить первоначальные причины их возникновения. Это включает в себя рассмотрение процедур переналадки, поиск способов сокращения времени переключения между различными типами продукции, использование универсальных инструментов и быстросъемных крепежных элементов. Кроме того, важно видеть возможности автоматизации и стандартизации процесса переналадки. Внедрение автоматических систем настройки и программного обеспечения может значительно сократить время переключения между производством разных изделий. Для достижения оптимальных результатов в сокращении переналадок необходимо также включить в процесс улучшения команду сотрудников, работающих напрямую с оборудованием. Их опыт и

знания являются ценными инструментами для выявления проблемных моментов и предложения эффективных решений. Цель состоит в том, чтобы минимизировать время и ресурсы, затрачиваемые на переналадку, и увеличить гибкость производства, что позволит реагировать на изменения спроса без создания излишних запасов.

В бакалаврской работе будет рассмотрен процесс переналадки конкретного оборудования - термопластавтомата (ТПА), произведенного компанией Haitan. Одной из особенностей конструкции этого ТПА является использование магнитных плит, что вносит существенные улучшения в процесс монтажа и переналадки.

Переналадка, в данном случае, это процесс перехода на производство конкретного изделия под названием № 120-2346 / 2514-1587-9 "Обивка боковины двери шкафа обдува / Обивка боковины двери шкафа обдува отверстием под контрольные кабеля". В этом процессе используется материал "Армлен ПП ТМ 20-5 УП-901, черный", который заказывается у постоянного поставщика. На данном производственном участке производятся несколько различных изделий, и конкретная последовательность их производства определяется отделом планирования производства в зависимости от ситуации. Выбранное изделие - самая крупная деталь в ассортименте предприятия, и оно производится на оборудовании Haitan-2100 (ТПА №15), которое имеет силу сжатия в 2100 тонн. В связи с такой большой мощностью, процесс переналадки этого оборудования является самым продолжительным и должен выполняться двумя специалистами за 4358 секунд или 72,6 минуты. Стоит отметить, что последнее обновление стандарта для данного процесса было в июле 2016 года. Фактическое наблюдение за процессом с замерами времени позволит проанализировать переналадку на предмет резервов к оптимизации. Полученные результаты будут представлены в таблице Б.1 Приложения Б.

Из прямого наблюдения и анализа списка операций и их временных показателей можно сделать несколько выводов. Во-первых, среднее время, затраченное на переналадку, составило 4234 секунды, что говорит о том, что

переналадка происходит быстрее, чем указано в документации. Анализируя, можно увидеть, что текущий стандарт неактуален. Во-вторых, на данный момент операции не разделены на внутренние и внешние, хотя среди операций есть те, которые можно было бы выполнять до остановки оборудования, из чего можно сделать вывод что определенные задачи могут быть выполнены параллельно или заранее и увеличило бы эффективность процесса.

Текущий уровень организации рабочей зоны наладчика требует особого внимания, поскольку в списке операций присутствуют действия, которые приводят к излишним перемещениям. Это свидетельствует о неоптимальном расположении инструментов и оборудования, а также о неэффективной системе организации рабочего пространства.

На рисунке В.1 Приложения В представлены актуальные данные о среднем времени переналадки для первого наладчика, а также расстояние, на которое он перемещается, и графическое представление этих операций в виде диаграммы Ганта. Аналогичные данные представлены для второго наладчика на рисунке Г.1 Приложения Г. Из них можно сделать определенные выводы. Для первого наладчика самыми продолжительными этапами переналадки являются операции, связанные с перемещением пресс-формы, заполнением карты запуска и запуском первого годного изделия, из чего исходит что эти операции требуют наибольшего времени для выполнения. Для второго наладчика наиболее продолжительными операциями являются ожидание напарника и поиски необходимых предметов. Это указывает на то, что второму наладчику требуется дополнительное время для согласования действий и поиска необходимых инструментов или компонентов. Суммарное расстояние, которое первый наладчик преодолевает в процессе переналадки, составляет 550 метров, в то время как второй наладчик перемещается на расстояние 326 метров.

Далее я проведу детальный анализ наиболее проблемных и длительных по времени операций с помощью метода "Пять почему". После завершения переналадки 9 февраля 2023 года наладчики будут задавать последовательные

вопросы, чтобы выяснить первопричину проблемы. Ответы будут записываться в специальную Таблицу №3.

Таблица 3 – Определение причинно-следственной связи.

Вопрос	Ответ наладчиков
Объясните причину, по которой наладчик искал гриппер в первую очередь на участке литья, только потом в грипперной зоне?	Грипера не было на П/Ф, но часто он находится именно здесь.
Причина по которой его там не было?	Другой наладчик унес его на соседний участок или совершенно другую грипперную зону.
Почему гриппер не вернули на свое место?	Наладчик захотел настроить или заменить расходник, и оставил его в грипперной
Почему поиск занял так много времени?	Грипперы на нашем участке подписаны далеко не все, а на осмотр каждого требуется много времени. При всем этом была порвана присоска и пришлось искать инструмент, и проводить замену.
Замена метизов центровочного кольца занимает приблизительно 409 секунд, почему так затянулся?	Болты были сломаны и нам пришлось прибегнуть к помощи бригады ремонта. Это довольно частый процесс, но в общем можно было бы обойтись и без него.
Какова причина появления данной проблемы?	Причина в износе и длительном времени использования.
Обычно состояние П/Ф проверяется до переналадки, почему вы так не сделали?	У нас так не принято.
Из-за чего перемещение крана такое долгое?	У крана двигатель устаревшей конструкции, максимальная скорость не позволяет быстрее.
Нельзя ли было подготовить кран заранее и не терять эти 87 секунд?	Конечно можно, но обычно у нас так никто не делает.
Почему для поиска карты запуска потребовалось 348 секунд?	Карту сразу найти не смог. Пошел к бригадирам разбираться почему не предоставили её утром, хотя должны были.
Что ответили бригадиры?	Бригадиры положили карту совершенно в другую зону, где обычно она не находится.
Из-за чего они положили её в другую зону?	На доске информации отклеился пластиковый кармашек для карт запуска, в котором она обычно находится.

Суммарное время, затраченное на действия, по которым были заданы вопросы, составляет 1365 секунд. Оказалось, что все сомнительные операции, кроме "Замены метизов центровочного кольца", выполняются вторым наладчиком. Можно отметить, что второй наладчик нагружен меньше по сравнению с первым, что точно влияет на темп выполнения этих операций перед ожиданием.

Исходя из данных на рисунке Д.1 (Приложения Д), мы видим, что первый наладчик должен пройти 32 метра и затратить от 19 до 49 секунд на выполнение операции с обратной стороны пресс-формы повторяя 8 раз во время каждой переналадки. При переходе от одного изделия к другому происходит остановка оборудования. Теперь нам необходимо рассчитать, сколько предприятие теряет в денежном эквиваленте в результате простоя работы технологического процесса автоматического управления (ТПА).

Представим необходимые данные об изделии № 120-2346 / 2514-1587-9: отпускная цена единицы товара – 867 рублей, количество материала на единицу товара – 4 кг, цена килограмма материала – 113 р. Маржинальная прибыль рассчитывается по формуле (1):

$$\text{МП. ед.} = \text{В. ед.} - \text{ПЗ. ед.}, \quad (1)$$

где МП.ед. – маржинальная прибыль от единицы товара, р.;

В.ед. – выручка от продажи единицы товара, р.;

ПЗ.ед. – переменные издержки при производстве единицы товара, р.

Определим маржинальную прибыль единицы изделия:

$$\text{МП. ед.} = 867 - (4 \times 113) = 415 \text{ р.},$$

Таким образом, суммарное время простоя оборудования составляет 4234 секунды, а цикл литья составляет 83 секунд, то вычислить упущенную выгоду в единицах продукции до оптимизации можно по формуле (2):

$$\text{УВс. шт.} = \frac{\text{СВП}}{\text{ЦМ}}, \quad (2)$$

где УВс. шт. – упущенная выгода в смену, штук;

СВП – сокращенное время переналадки, с;

ЦМ – цикл машины, с.

Определим количество единиц продукции (округленное до целых), которое можем произвести за время переналадки:

$$\text{УВс. шт.} = \frac{4234}{83} = 51 \text{ штука.}$$

Посчитать в денежном эквиваленте выгоду можно по формуле (3):

$$\text{УВс. д.} = \text{УВс. шт} \times \text{МП. ед.} \quad (3)$$

где УВс. д. – упущенная выгода в смену, р.;

МП.ед. – маржинальная прибыль от единицы товара, р.;

УВс. шт. – упущенная выгода в смену, штук.

Следовательно, в денежном эквиваленте эффект будет:

$$\text{УВс. д.} = 51 \times 527 = 26817 \text{ р.}$$

В организации «ЭСС-ТТ» график работы состоит из трех смен, данное изделие изготавливается только в первую смену. Из полученных данных можно подсчитать что потери на переналадки составляют примерно 589974 рублей (при 22 рабочих днях), в год – 7 079 688 рублей.

Основываясь на обнаруженных резервах для оптимизации операций, значительном количестве излишних перемещений работников, отсутствии разделения переналадки на внутреннюю и внешнюю части, дисбалансе в нагрузке персонала и рассчитанных экономических потерях, делаем вывод о необходимости проведения процедуры SMED (Single Minute Exchange of Die) на данном технологическом процессе автоматического управления.

### **3 Внедрение инструментов и методов для сокращения потерь на предприятии**

#### **3.1 Разработка мероприятий по сокращению потерь**

Процедура SMED, или быстрая переналадка, включает в себя 6 последовательных этапов, которые помогут сократить время переналадки и повысят эффективность процесса:

- на первом этапе происходит анализ операций, связанных с переналадкой, и их разделение на внутренние (которые могут выполняться только при остановке оборудования) и внешние (которые могут выполняться до или после остановки);
- на втором этапе происходит перенос операций, которые можно выполнить до или после остановки оборудования, из внутренней переналадки во внешнюю и позволит сократить время, затрачиваемое на переналадку при остановке оборудования;
- третий этап состоит из исследования операции, выполняемых во время остановки оборудования, и принимаются меры для сокращения времени, необходимого для их выполнения что может включать упрощение процедур, использование более эффективных инструментов или техник;
- при сокращении времени на настройку фокусируются на операциях, и предпринимаются шаги для сокращения времени, затрачиваемого на этот процесс – используют предварительно настроенные компоненты, проводят стандартизацию процедур настройки и используют специальные инструменты;
- на этапе сокращения времени внешней переналадки анализируются операции, выполняемые до или после остановки оборудования, и принимаются меры для сокращения времени, необходимого для их выполнения. Может быть использовано автоматизированное

оборудование, улучшенные процедуры или проведена оптимизация рабочего процесса;

— завершающий этап включает стандартизацию процесса переналадки.

Именно на этом уровне устанавливаются четкие инструкции, методы и процедуры, которые помогут обеспечить повторяемость и эффективность переналадки.

В настоящее время на предприятии отсутствует разделение операций переналадки на внутренние и внешние. Это означает, что переналадка начинается непосредственно после остановки работы оборудования, без предварительных операций. В связи с этим, первый этап, затрагиваться не будет.

На этапе перевода внутренних работ во внешние мы должны определить все операции, которые могут быть выполнены параллельно с работающим оборудованием. В таблице №3 были рассмотрены операции, которые в настоящее время выполняются внутри переналадки, однако нужно заметить, что некоторые из этих операций могут быть перенесены во внешнюю переналадку и выполнены перед остановкой машины. Именно это позволит сократить их время или полностью исключить.

В таблице № 4 представлены значения этих операций, а также причины их переноса из внутренней переналадки. Анализ таблицы позволяет нам яснее наблюдать, какие операции могут быть выполнены до остановки оборудования и какие преимущества это принесет в сокращении времени.

Таблица 4 – Скрытые внешние операции

Внутренняя операция	Время, сек	Перемещение, м	Пояснение
Перемещение на участок расположения крана	21	39	Кран можно подготовить и переместить заранее до начала работы.
Смена спецодежды	26	0	Нет необходимости прерывать цикл работы для замены СИЗ.

Продолжение таблицы 4

Внутренняя операция	Время, сек	Перемещение, м	Пояснение
Передвижение крана	99	49	Кран можно подготовить и переместить заранее до начала переналадки.
Смена метизов центровочного кольца или другая ситуация с готовностью пресс формы	106	66	Необходимо заранее подготовить приборы, проверить оснастку, еще до начала переналадки, чтобы не приводить к увеличению времени.
Передвижение к стойке 1ОК	50	66	Перенести законченную пригодную деталь можно после окончания цикла.
Заполнение карты запуска, уборка бракованных изделий и отработанного материала	310	45	Все операции можно выполнить после того, как оборудование приступит к работе.
Закрытие защитной дверцы загрузчике	24	8	После закрытия защитной дверцы в шнеке машины остается определенное количество материала, которое соответствует трем циклам предыдущего изделия и занимает 247 секунд, из чего исходит, что выполнение этой операции может происходить при работающей машине и ограничивать доступное время для выполнения остальных внешних операций.
Выгрузка остаточного материала с загрузчика	35	0	После закрытия защитной дверцы можно ссыпать оставшееся сырье, не дожидаясь остановки машины.
Монтаж гофро-шланга	26	3	Сразу после зачистки от сырья, должен быть произведен монтаж гофро-шланга.
Поиск материала	103	44	Тара с сырьем может быть расположена вне рабочей зоны, однако её можно привезти и подготовить заранее.
Уборка мешков	26	37	Должно выполняться только после того, как машина приступит к работе.
Поиск инструментов (шестигранник)и передвижение к роботу	85	7	Необходимо заранее подготовить приборы, проверить оснастку, еще до начала переналадки, чтобы не приводить к увеличению времени простоя оборудования.
Поиск гриппера на участке литья	469	63	Необходимо заранее, до начала переналадки найти и подготовить гриппер для дальнейшей работы. .
Поиск гриппера в грипперной зоне участка литья	153	16	Необходимо заранее, до начала переналадки найти и подготовить гриппер для дальнейшей работы. .
Поиск карты запуска	165	50	Совершенно не нужная операция, которую можно избежать, заранее подготовив карту запуска и переместив её на участок.
Итого	1698	493	–

В результате перевода вышеперечисленных операций во внешнюю переналадку, мы получили обновленные графики, отражающие длительность переналадки. Новый график будет представлен на рисунке Е.1 в Приложении Е, а также на рисунке Ж.1 в Приложении Ж. Обновленные графики отражают

изменения во временных показателях переналадки после перевода некоторых операций во внешнюю часть процесса из чего можно наглядно увидеть, какие операции были сокращены или перенесены и как это отразилось на общей длительности.

После перевода операций во внешнюю часть переналадки удалось сократить время на 612 секунд внутренней части переналадки для первого работника. У второго работника было обнаружено больше потенциальных внешних операций, что привело к экономии времени в размере 986 секунд, но несмотря на это, возникает новая проблема в виде увеличенного ожидания второго работника, поскольку у него освободилось больше времени внутренней переналадки. Это может существенно повлиять на скорость выполнения предшествующих операций вторым работником, так как он осознает, что будет вынужден находиться в ожидании несколько минут. Из этого можно увидеть, что хотя удалось сократить время переналадки внешней части для обоих работников, возникает новый фактор, который нужно учесть - увеличенное ожидание, которое может повлиять на производительность. В данной ситуации будет целесообразно перераспределить часть операций от первого работника ко второму, что позволит достичь более равномерного распределения нагрузки, поможет сократить общее время переналадки и снизить нагрузку на первого работника. Но стоит понимать, что полностью устранить ожидание второго наладчика невозможно, вместо этого его можно использовать для подготовки к следующим переналадкам или выполнения других задач.

После перевода всех соответствующих операций во внешнюю переналадку, наступает этап сокращения времени внутренней переналадки. В таблице № 5 будут представлены рекомендации и мероприятия, которые помогут сократить временные потери на данном этапе.

Таблица 5 – Оптимизация внутренней переналадки

Проблема	Номер проблемной операции	Текущая длительность, сек	Текущее перемещение, м	Рекомендуемое мероприятие	Ожидаемый результат, сек	Ожидаемый результат, м
Небольшая максимальная скорость движения крана	1.14	94	0	Замена двигателя на более современный способствует увеличению скорости в 1.4 раза.	67	0
	1.15	139	0		99	0
	1.18	245	5		175	0
	1.20	33	2		23	5
	1.23	397	2		284	2
	1.29	118	29		84	2
Текущее местонахождения ТПА не позволяет наладчику сократить путь.	1.6	19	29	Поворот ТПА на 180 сократит уменьшит маршрут и сократит время в 2,32 раза.	8	12
	1.10	19	37		8	12
	1.32	28	29		12	16
	1.34	28	29		12	12
Главной причиной долгой переналадки является несоразмерное разделение операций между наладчиками	1.12	54	2	Передать некоторые операции второму наладчику для сокращения времени п	45	12
	1.27	35	12		0	0
	1.28	37	0		23	0
	1.30	144	3		0	0
	1.35	9	3		0	0
	1.36	9	4		0	0
	1.37	9	0		0	0
	1.39	165	3		55	0
Итого	–	1582	189	–	896	73

Графическое пояснения второго пункта таблицы №5 представлено на рисунке И.1 Приложения И.

Рисунок И., приложение 8, отображает ТПА №15, повернутый на 180 градусов. Это позволяет значительно сократить время, затрачиваемое на обход машины, фактически, путь становится короче в 2,32 раза по сравнению с предыдущим расположением, что приводит к сокращению времени выполнения операций и более эффективному использованию ресурсов персонала, поскольку они теперь тратят меньше сил и времени на перемещения вокруг машины. В результате, процесс переналадки становится более эффективным и оптимизированным.

Применение мероприятий по оптимизации внутренних операций переналадки, описанных в таблице №5, и приложении К приведет к сокращению времени процесса на 654 секунды и сокращению перемещения персонала на 110 метров. Следует отметить, что балансировка нагрузки между рабочими должна быть завершена на операции 1.30, поскольку дальнейший перевод операций от первого наладчика ко второму не имеет смысла. Это объясняется технологическими особенностями пресс-формы, которая требует определенных значений температуры, достигаемых с помощью электрического нагрева. Время, необходимое для достижения заданных параметров, составляет около 597 секунд, и зависит от состояния пресс-формы, предыдущего ремонта, прошлых переналадок и других факторов. При разделении операций во время нагрева пресс-формы, возникнет ситуация, когда оба наладчика будут ожидать завершения этого процесса и не смогут перейти к следующей задаче раньше времени, но все же для сокращения времени нагрева пресс-формы внутри ТПА, можно применить решение, которое включает использование станции преднагрева, что позволит заранее нагревать пресс-форму до требуемой температуры, сокращая время, необходимое для достижения заданных параметров на 30% до 351 секунды. Во внешней переналадке появится операция «Преднагрев пресс-формы».

Для достижения оптимальной настройки в рамках методики SMED следующим важным шагом является сокращение времени. Операция настройки, которая занимает около 701 секунды или примерно 17,4% от общего времени переналадки, включает в себя ключевой момент – «Запуск 1-ОК» что предусматривает получение первой годной детали и является сигналом о готовности машины к производству качественной партии изделий. Оптимизация данной операции невозможна из-за технологических ограничений так как она требует прогрева зон пресс-формы с помощью дозированного впрыска материала, обеспечивая качественную партию. В процессе прогрева могут возникать недолитые изделия, которые считаются браком и не могут быть использованы. Применение дозированного впрыска

материала снизит вероятность переполнения пресс-формы и аварийной остановки машины, что позволит избежать ремонта пресс-формы. Кроме того, если первые четыре изготовленных изделия являются браком, наладчик корректирует параметры литья для достижения требуемого качества.

При настройке параметров через электронное табло ТПА происходит две фазы: приблизительная и точная. Приблизительная уже заранее минимизирована, так как оптимальные значения для литья каждой детали сохранены в виде шаблонов, поэтому повторное введение этих значений не требуется. Вторая фаза, является более точной и включает корректировку микропараметров в зависимости от качества первых четырех бракованных изделий. Время этой фазы не может быть сокращено, поскольку материал может вести себя непредсказуемо и требовать постоянных коррекций.

Причинами непредсказуемого поведения являются:

- подача сырья с крайним паспортным пределом;
- неправильная температура;
- деформация формы и др.

Таким образом на этапе настройки представляется возможным сократить только переход наладчика к конвейеру в операции №1.45 с 46 секунд до 20 секунд благодаря развороту ТПА на 180 градусов.

Оптимизация переналадки не ограничивается только внутренними процессами, важно также обратить внимание на внешние операции чтобы сократить задержки в производстве партии. Если время выполнения внешних операций превысит время производства партии - может появиться узкое место и привести к простою.

Мероприятия по оптимизации внешних процессов приведены в таблице № 6.

Таблица 6 – Оптимизация внешней переналадки

Проблема	Текущая длит., сек	Текущее перемещение , м	Рекомендуемое мероприятие	Ожид. результат, сек	Ожид. результат, м
Передвижение крана	99	51	Замена двигателя на более современный способствует увеличению скорости в 1.4 раза.	70	51
Смена метизов центровочного кольца или иная проблема готовности прес-формы	106	70	Чтобы не допускать аварийных ситуаций, или тех которые могут повлиять на работу, наладчик должен провести осмотр и подготовку, после чего сообщить мастеру о начале работы или возникших проблемах	0	0
Переход к стойке 1ОК	50	70	Дифференцирование и хранение первых годных изделий рядом с местами производства поможет оптимизировать процесс и повысить эффективность.	3	2
Заполнение карты запуска, уборка брака и отработанного сырья	310	47	Размещение контейнеров в непосредственной близости от мест их происхождения позволит оптимизировать процесс обработки брака, отработанного материала и улучшить производительность.	261	17
Поиск сырья	103	44	Провести подсчет нужного числа бункеров и подобрать место их хранения рядом с сушилкой.	9	9
Уборка мешков	26	37	Переместить тару для отходов, и расположить между станками.	9	13
Поиск инструментов (шестигранник )и передвижение к роботу	85	7	Хранение инструментов и гриппера вблизи места проведения замены в рамках операции "Замена гриппера" позволит оптимизировать процесс и сократить время переналадки	75	4
Поиск гриппера на участке литья	169	55	Для улучшения доступности грипперов переместить их хранение на специальную сетку у конвейера и на каждое выделенное место и разместить табличку с маркировкой.	0	0
Поиск гриппера в грипперной зоне участка литья	153	16	Хранить грипперы следует у подходящих им машин.	0	0

Продолжение таблицы 6

Проблема	Текущая длит., сек	Текущее перемещение, м	Рекомендуемое мероприятие	Ожид. результат, сек	Ожид. результат, м
Поиск карты запуска	165	50	Наладчик должен проверить, чтобы карты запуска хранились в специальных карманах, на каждой машине. Если такие карманы отсутствуют, необходимо создать их рядом с электронным табло ТПА.	0	0
Итого	1289	444		426	97

Упомянутые мероприятия в таблице 6 будут представлены на схеме на рисунке Л.1 Приложения Л.

Рисунок М.1 в Приложении М показывает процесс переналадки ТПА №15 после внесенных изменений первым наладчиком, а рисунок Н.1 в Приложении Н отображает результаты оптимизации переналадки, проведенной вторым наладчиком.

На заключительном этапе процедуры SMED целью ставится утверждение и закрепление внедренных улучшений, направленных на ускорение процесса переналадки, и установление их как оптимального и единственно правильного способа выполнения данной работы, в результате чего достигается стандартизация и устойчивость процесса переналадки. В таблице П.1 в Приложении П будет представлен обновленный стандарт, который включает разработанные улучшения и устанавливает их как единственно правильный способ для выполнения процессов во время переналадки.

### 3.2 Экономическая оценка предложенных мероприятий

Применение инструмента "Бережливого производства" SMED привело к следующим результатам:

- благодаря анализу процесса переналадки были выявлены операции, которые не являлись необходимыми или могли быть выполнены заранее, что позволило их оптимизировать и при возможности исключить;
- была проведена детальная оптимизация внутренних операций переналадки, сокращая время выполнения каждой и устраняя ненужные или повторяющиеся действия;
- процесс переналадки был структурирован таким образом, чтобы равномерно распределить нагрузку и ответственность между двумя наладчиками, повышая эффективность работы команды;
- были внесены изменения в организацию рабочей зоны вокруг оборудования, чтобы обеспечить оптимальные условия для выполнения переналадки, улучшая доступность инструментов и материалов;
- благодаря оптимизации рабочей зоны и размещению необходимых инструментов и материалов вблизи рабочего места, удалось сократить ненужные перемещения работников;
- были внесены улучшения во внешние операции, что ускорило и упростило процесс переналадки;
- в результате всех оптимизаций и улучшений, время простоя оборудования между производственными партиями было значительно сокращено.

Гораздо нагляднее результаты охарактеризуют цифры. В таблице 8 приведём сравнение важнейших показателей до и после процедуры SMED.

Таблица 7 – Сравнение показателей до и после процедуры SMED

Показатель	Значение до SMED		Значение после SMED		Результат оптимизации	
	Время, сек	Перемещение, м	Время, сек	Перемещение, м	Время, сек	Перемещение, м
Внутренняя переналадки первого наладчика	4234	550	2812	145	1422	405
Внутренняя переналадки второго наладчика	2398	326	2151	98	247	228
Внешняя переналадки первого наладчика	0	0	416	115	416	115
Внешняя переналадки второго наладчика	0	0	303	33	303	33

Оптимизация процесса переналадки позволила сократить время на 1422 секунд что можно представить в денежном эквиваленте, учитывая маржинальную прибыль единицы изделия № 120-2346 / 2514-1587-9, которая составляет 527 рублей.

Так, время получение после сокращения операций переналадки составило 1422 секунды, а цикл литья – 90 секунд, можно рассчитать упущенную выгоду (2):

$$УВс. шт. = \frac{1422}{90} = 15 \text{ штук.}$$

В денежном эквиваленте возможно рассчитать по следующей формуле (3):

$$УВс. д. = 15 \times 527 = 7905 \text{ р.}$$

Также мы можем рассчитать изменения в показателях экономической эффективности проекта относительно показателей 2022 года.

Таблица 8 – Экономические показатели проекта.

Показатели	2022 г.	Проект	Изменение	
			Проект-2022 г	
			Абсолют.	Относит %
Выручка, тыс. руб.	375925	2086920	1710995	550
Себестоимость продаж, тыс. руб.	336198	336198	0	0
Валовая прибыль (убыток), тыс. руб.	39727	2126647	2086920	535
Коммерческие расходы, тыс. руб.	16387	997000	980613	608
Управленческие расходы, тыс. руб.	22055	22055	0	0
Прибыль (убыток) от продаж, тыс. руб.	12850	12850	0	0
Чистая прибыль, тыс. руб.	4511	12955	8444	280

Благодаря оптимизации процесса, компания может получить дополнительную прибыль в размере 173 910 рублей в месяц и 2 086 920 рублей в год и появится возможность увеличить производственную мощность и эффективность оборудования. Данные улучшения способствуют повышению доходности предприятия и общей прибыльности производства.

Необходимо проанализировать сопутствующие затраты на оптимизацию и оценить их влияние на общую рентабельность производства. Это позволит определить период окупаемости и оценить финансовую эффективность внедрения улучшений процесса таблица 9.

Таблица 9 – затраты на оптимизацию.

Мероприятие	Затраты в руб.
Замена двигателя крана	674 500
Монтаж двигателя	22 000
Разворот ТПА	83 000
Станция преднагрева	183 000
Введение системы охлаждения	35 000

Можно рассчитать окупаемость этих мероприятий по формуле (4):

$$\text{ОК. оп.} = \frac{З}{\text{УВс.д.}}, \quad (4)$$

где ОК.оп. – окупаемость мероприятия по оптимизации, дни.;

З – затраты на оптимизацию, р.;

УВс. д. – упущенная выгода в смену, р.;

Срок окупаемости мероприятий будет равен:

$$\text{ОК. оп.} = \frac{674\,500 + 22\,000 + 83\,000 + 183\,000 + 35\,000}{7905} = 126 \text{ дней.}$$

За 126 дней компания сможет вернуть затраченные ресурсы и получить положительный финансовый результат от внедрения оптимизированных изменений в процессе переналадки.

## Заключение

Концепция "Бережливого производства" стремится к эффективному управлению, при котором все ресурсы используются с целью создания ценности для конечного потребителя. Lean Production – борется со всеми известными видами потерь:

- перепроизводство;
- ожидания;
- лишняя транспортировка;
- не нужные этапы обработки;
- лишние запасы;
- лишние перемещения;
- дефектная продукция.

Именно эти потери мешают компании достичь оптимального баланса между качеством, производительностью и затратами.

Применение "Бережливого производства" включает в свой арсенал широкий набор инструментов и методов направленных на устранение потерь, улучшение производительности труда и достижение финансового успеха компании. Процесс переналадки оборудования представляет собой одну из сфер, где существует значительный потенциал для оптимизации в рамках производства товаров высокого качества. Именно здесь происходит переход от производства одного вида товара к другому, а внимание к оптимизации этого процесса связано с необходимостью минимизации времени простоя оборудования и снижения затрат, чтобы максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы.

Эффективная переналадка оборудования является ключевым фактором для создания ценности и успешного функционирования предприятия. Быстрая переналадка оборудования позволит избежать простоев и максимально использовать ресурсы, а также реагировать на потребности и требования клиентов. Путем сокращения времени переналадки, у компании получится

избегать ненужных запасов и излишнего производства. В результате чего, компания достигнет оптимальной производительности и повысит качество своих товаров.

В ходе анализа процесса переналадки на предприятии ООО "ЭСС-ТТ" было выявлено, что основной проблемой является неоптимизированный устаревший стандарт, содержащий значительные возможности для сокращения времени переналадки и перемещения сотрудников. Для решения данной проблемы была применена процедура SMED, которая позволила разделить процесс переналадки на внутреннюю и внешнюю, оптимизировать операции и сократить перемещение сотрудников, а результате чего был достигнут существенный эффект, такой как уменьшение простоя оборудования и повышение эффективности работы, кроме того, были разработаны рекомендации, позволяющие оценить экономический эффект от внедрения улучшений.

«Бережливое производство» является неотъемлемой частью конкурентоспособной компании, которая стремится эффективно удовлетворять потребности клиентов при минимальных затратах. Данная бакалаврская работа заключается в применении теоретических принципов на практике и имеет значительный экономический эффект. В результате внедрения концепции бережливого производства, позволит предприятию достигнуть улучшения производительности, сократить потери и увеличить свою конкурентоспособность на рынке.

## Список используемой литературы

1. Абилова М.Г. Теоретические и практические исследования экономического развития современных организаций [Текст] : коллективная монография – Санкт-Петербург: Изд-во «Инфо-Да», 2016. – 153 с.
2. Васин, С. Г. Управление качеством. Всеобщий подход: учебник для бакалавриата и магистратуры [Текст] / С. Г. Васин. — М.: Издательство Юрайт, 2017. — 404 с. 70
3. В погоне за совершенством: внедрение бережливого производства в компании Боинг. [Электронный ресурс] - //: <http://axesgroup.ru/>
4. Вумек Д. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании [Текст] / Вумек Д., Джонс Д. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2005.
5. Глухов, В.В. Организация производства. Бережливое производство: учебное пособие [Текст] / В.В. Глухов, Е.С. Балашова. – СПб.: Санкт-Петербургский гос. Политехнический ун-т, 2017. – 328 с.
6. Динамичный ресурс "Менеджмент: методология и практика", [Электронный ресурс]. <http://www.management.com.ua/qm/>
7. Еманаков, И.В. Первые шаги на пути к «бережливому производству» [Текст] / И.В. Еманаков, С.Я. Гродзенский, С.А. Овчинников // Вестник МГТУ МИРЭА. 2015. №1(6). С. 278–285.
8. Журнал "Искусство управления" издательства "Открытые системы" [Электронный ресурс]. <http://www.osp.ru/os/>
9. Имаи, М. Кайдзен. Ключ к успеху японских компаний [Текст] / М.: Альпина Паблишер, 2019. – 274 с.
10. Индейкина, А.А. Российский опыт внедрения концепции «бережливое производство» [Текст]/ А.А. Индейкина // Master's journal. 2015. №1. С. 337–341.

11. Канбан и «точно вовремя» на Toyota. Менеджмент начинается на рабочем месте. [Текст] / Москва: Издательство Альпина Паблишер, 2017. — 214 с..
12. Кокс, Джефф Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений [Текст] / Джефф Кокс , Ди Джейкоб , Сьюзан Бергланд. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2017. - 737 с.
13. Кузов М. Управление затратами: практика, идеи, подходы [Текст] /Кузов М. // Управление компанией. 2017. №1. – с.24-26.
14. Наугольнова И.А. Актуальность развития бережливого производства на отечественных предприятиях в условиях глобализации экономики [Текст] / И.А.Наугольнова // Проблемы развития предприятий: теория и практика : материалы 12-й Междунар. науч.-практ. конф., 21-22 нояб.2013г. -Ч1. – Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та, 2013. – 340 с.
15. Наугольнова И.А. Принципы системы бережливого производства [Текст] / И.А. Наугольнова // Экономика, финансы и менеджмент: тенденции и перспективы развития / Сборник научных трудов по итогам международнойнаучно-практической конференции. Волгоград, 2014. - 213с.
16. Паскаль Деннис. Сиртаки по-японски: о производственной системе Тойоты и не только. [Текст] /Пер. с англ. - М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. - 192с.
17. Паскаль Деннис. Сиртаки по-японски: о производственной системе Тойоты и не только. [Текст] /Пер. с англ. - М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. - 192с.
18. Пять ключевых отличий в этике бизнеса России и Японии [Электронный ресурс]. - //: <http://abnews.ru/2015/09/25/pyat-klyuchevykh-otlichij-v-etike-biznesa-v-rossii-i-yaponii/>.
19. Раздел "Управление качеством и ISO 9000" на ресурсе "Корпоративный менеджмент", [Электронный ресурс]. <http://www.cfin.ru/management/iso9000/index.shtml>

20. Рассел, Джесси Бережливое производство [Текст] / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2021. - 134 с.

21. Хоббс Д. П. Внедрение бережливого производства: практическое руководство по оптимизации бизнеса [Текст]./Пер. с англ. - П.В.Гомолко (гл. 1-3), А.Г.Петкевич; науч.ред. Д.В.Середа. - Минск: Гревцов Паблишер, 2007. - 352с.

22. A. Feigenbaum . A History of Managing for Quality. The Evolution, Trends, and Future Directions of Managing for Quality. J.M. Juran, editor-in-chief, ASQC Quality Press, 2017, p. 597

23. Defining Quality in Education, The International Working Group on Education Florence, Italy, June 2017 UNICEF Programme Division, Education, Document No. UNICEF/PD/ED/00/02, Jeanette Colby, Miske Witt and Associates, for the Education Section, Programme Division, UNICEF New York.

24. EIPPCB «Reference Document on Best Available Techniques for the Surface Treatment of Metals and Plastics», European IPPC Bureau, 2008, p. 9.

25. Emily Ysaguirre, Benefits of Implementing Risk Management in EHS Organizations.USHN, - 2015. – 34 p.

26. Shan A.W. The Mediating Effect of Kaizen between Total Quality Management (TQM) and Business Performance / A. W. Shan, M.F. Ahmad, 70 Nor N.H. Muhd // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. International Engineering Research and Innovation Symposium (IRIS), 2016.

# Приложение А

## Организационная структура предприятия ООО «ЭСС-ТТ»

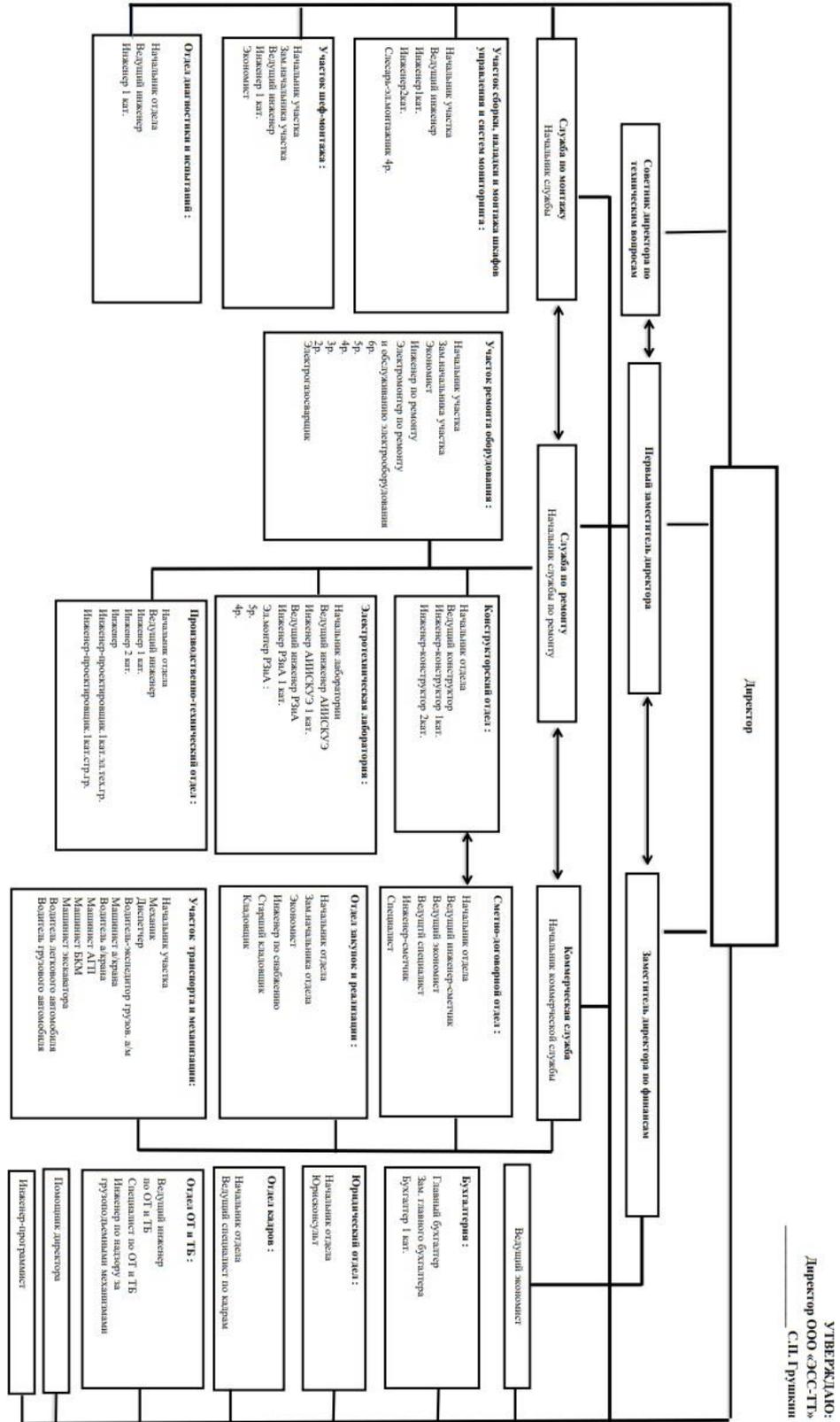


Рисунок А.1. Организационная структура предприятия ООО «ЭСС-ТТ»

## Приложение Б

### Замеры времени переналадки ТПА №15 по операциям

Таблица Б.1 – Замеры времени переналадки ТПА №15 по операциям

Дата переналадки оборудования	09.02.23					Среднее время, сек	Дата переналадки оборудования	09.02.23					Среднее время, сек
	30.11.22							07.11.22					
Наладчик	Гавринчук						Наладчик	Гавринчук					
	Мусаев							Шеретнев					
Операция №1	Затрачиваемое время №1, в сек						Операция наладчика №2	Затрачиваемое время №1, в сек					
	18.10.22							08.10.22					
1.1 Перемещение на участок расположения крана	26	9	26	17	26	21	2.1 Закрытие защитной дверцы загрузчика	26	26	17	26	26	24
1.2 Смена спецодежды	26	26	26	26	26	26	2.2 Загрузка остаточного ресурса с загрузчика	226	226	209	218	296	235
1.3 Передвижение крана	87	122	104	104	78	99	2.3 Монтаж гофро-шланга	26	26	26	26	26	26
1.4 Передвижение из монтажной зоны П\Ф	35	35	35	35	35	35	2.4 Поиск материала	87	104	87	122	113	103
1.5 Смазка П\Ф	44	52	52	52	44	49	2.5 Пополнения сырья в загрузчике	183	174	174	191	200	184
1.6 Передвижение на участок управления сис.охл.	17	17	17	26	17	19	2.6 Уборка мешков	26	26	26	26	26	26
1.7 Остановка сис.охл. (стац.)	17	17	17	26	17	19	2.7 Поиск инструментов (шестигранник) и передвижение к роботу	70	148	44	35	131	85
1.8 Передвижение, остановка (подвиж.)	9	9	9	9	9	9	2.8 Поиск гриппера на участке литья	218	174	122	78	252	169
1.9 Остановка	9	9	9	9	9	9	2.9 Поиск гриппера в грипперной зоне участка литья	305	157	131	0	174	153
1.10 Возврат к панели управления	17	17	17	26	17	19	2.10 Смена гриппера	78	70	78	70	78	75

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дата переналадки оборудования	09.02.23	30.11.22	07.11.22	18.10.22	08.10.22	Среднее время, сек	Дата переналадки оборудования	09.02.23	30.11.22	07.11.22	18.10.22	08.10.22	Среднее время, сек
	Гавринчук	Мусаев	Шерстнев	Санаев	Дубин			Гавринчук	Мусаев	Шерстнев	Санаев	Дубин	
Наладчик	Гавринчук					Среднее время, сек	Наладчик	Гавринчук					Среднее время, сек
Операция наладчика №1	Время наладчика №1 на операцию, сек						Операция наладчика №2	Время наладчика №2 на операцию, сек					
1.11 Отключение от стационарной конструкции П\Ф	157	183	278	157	174	190	2.11 Передвижение бункера	9	17	17	17	9	14
1.12 Отключение от передвижной конструкции П\Ф	52	44	44	70	61	54	2.12 Проверка подачи сырья	44	35	44	44	52	44
1.13 Смыкание П\Ф	44	35	35	35	35	37	2.13 Поиск карты запуска	348	26	244	104	104	165
1.14 Передвижение крана	78	104	96	104	87	94	2.14 Ожидание	487	583	705	800	644	644
1.15 Опускание и зацепка	139	131	139	139	148	139	2.15 Сведение плит и намагничивание	78	70	78	78	70	75
1.16 Размагничивание П\Ф и разделение плит	52	52	52	52	52	52	2.16 Ожидание	157	78	74	65	78	90
1.17 Вращение плиты	17	26	26	17	17	21	2.17 запуск двигателя П\Ф	26	26	26	26	26	26
1.18 Поднятие и опускание плиты	244	226	244	235	278	245	2.18 Ожидание крана	35	26	44	44	35	37
1.19 Снятие строп с крюка	104	96	131	104	87	104	2.19 Подключение П\Ф	218	200	235	244	218	223
1.20 Передвижение крана до П\Ф	26	44	52	17	26	33	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.21 Смена метизов центровочного кольца (неподвиж.)	409	0	0	0	122	106	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.22 Установка стропов П\Ф	96	183	131	87	78	115	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дата переналадки оборудования	09.02.23	30.11.22	07.11.22	18.10.22	08.10.22	Среднее время, сек	Дата переналадки оборудования	09.02.23	30.11.22	07.11.22	18.10.22	08.10.22	Среднее время, сек
	Гавринчук	Мусаев	Шерстнев	Санаев	Дубин		Наладчик	Гавринчук	Мусаев	Шерстнев	Санаев	Дубин	
Операция наладчика №1	Время наладчика №1 на операцию, сек						Операция наладчика №2	Время наладчика №2 на операцию, сек					
1.23 Передвижение П\Ф	400	374	400	392	418		397	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0
1.24 Центровка П\Ф	61	52	52	52	61	56	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.25 Ожидание сведения П\Ф и намагничивание	78	70	78	78	70	75	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.26 Демонтаж строп с крюка	26	26	17	35	35	28	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.27 Обход машины, с другой стороны,	35	44	35	35	26	35	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.28 Демонтаж строп с крюка	44	35	35	26	44	37	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.29 Возврат крана	122	148	78	104	139	118	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.30 Подключение неподвижной П\Ф	148	139	148	148	139	144	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.31 Включение преднагрева пресс-формы	35	35	44	44	44	40	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.32 Обход машины	26	26	26	35	26	28	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.33 Включение системы охлаждения	61	70	78	78	87	75	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.34 Обход машины	26	26	26	35	26	28	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.35 Подготовка П\Ф (Дата, Спирт)	96	96	104	78	87	92	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0

## Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

Дата переналадки оборудования	09.02.23	30.11.22	07.11.22	18.10.22	08.10.22	Среднее время, сек	Дата переналадки оборудования	09.02.23	30.11.22	07.11.22	18.10.22	08.10.22	Среднее время, сек
	Гавринчук	Мусаев	Шерстнев	Санаев	Дубин			Гавринчук	Мусаев	Шерстнев	Санаев	Дубин	
Наладчик							Наладчик						
Операция наладчика №1	Время наладчика №1 на операцию, сек						Операция наладчика №2	Время наладчика №2 на операцию, сек					
1.36 Смазка силиконом стержней	87	104	70	61	87	82	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.37 Проверка холостого хода	122	87	148	148	113	124	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.38 Включение загрузчика	9	9	9	9	9	9	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.39 Передвижение к сушилке	9	9	9	9	9	9	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.40 Открытие заслонки сушилки	9	9	9	9	9	9	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.41 Проверка системы по карте запуска	35	52	52	35	52	45	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.42 Очистка цилиндра	165	174	165	165	157	165	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.43 Запуск 1-ОК	592	574	618	609	513	581	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.44 Калибровка колонны	122	113	113	122	122	118	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.45 Перемещение к конвейеру	52	44	44	61	44	49	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.46 Визуальный осмотр	35	35	35	35	35	35	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.47 Передвижение к стойке 1ОК	52	52	52	61	35	50	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
1.48 Заполнение карты запуска, уборка брака и отработанного сырья	270	348	278	357	296	310	Перемещение на следящую наладку	0	0	0	0	0	0
Общее время	4420	4185	4263	4167	4124	4234	Общее время	2645	2192	2379	2214	2558	2398

## Приложение В

### Время и перемещение первого наладчика

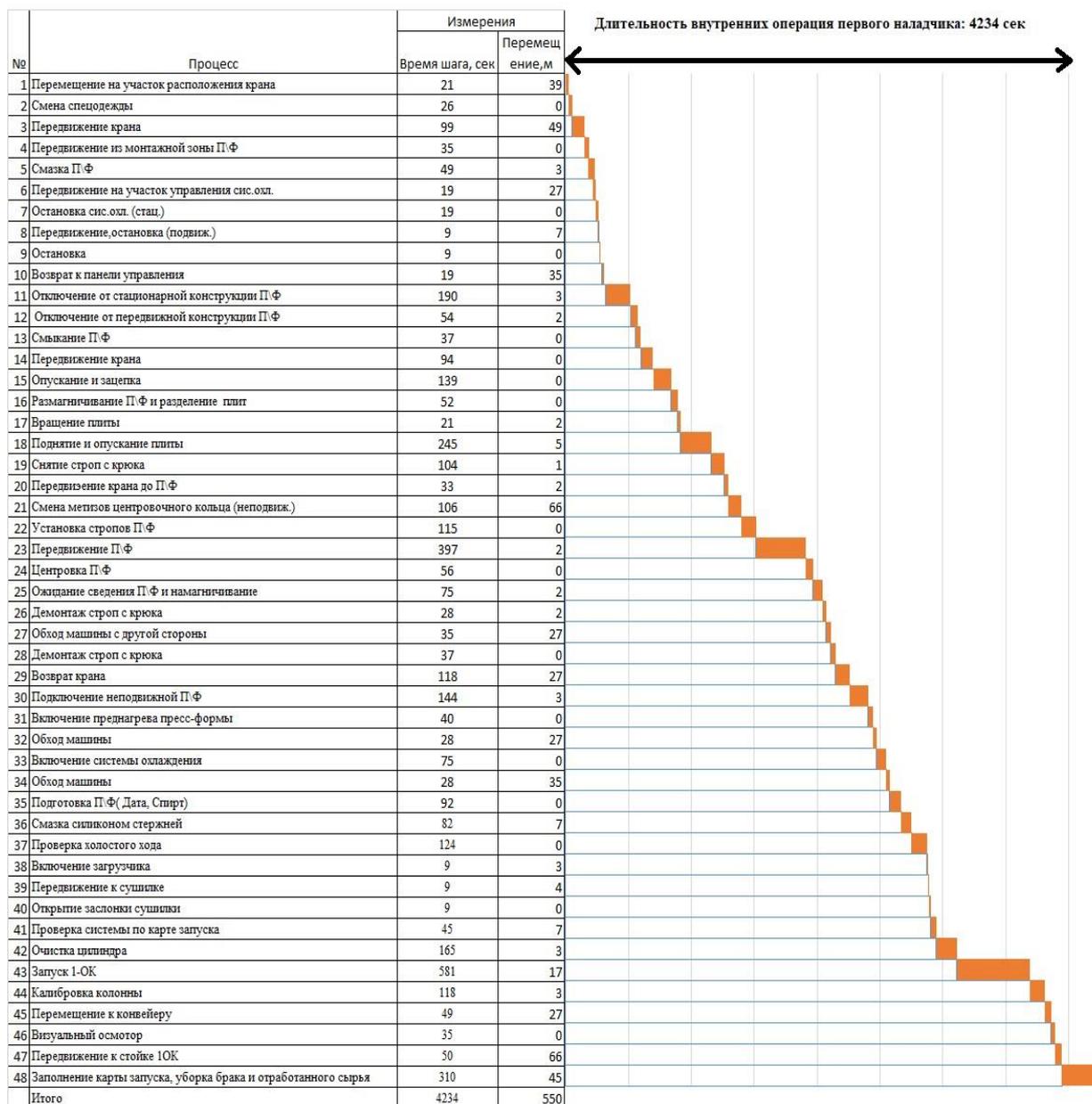


Рисунок В.1 – Время и перемещение первого наладчика

## Приложение Г

### Время и перемещение второго наладчика

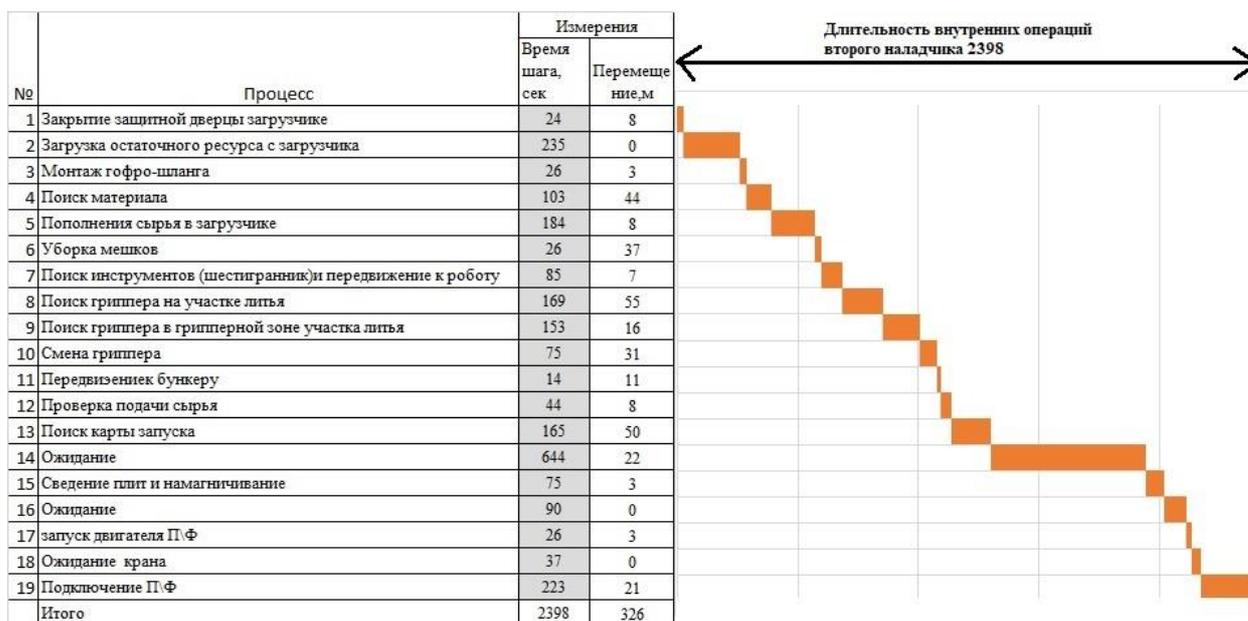


Рисунок Г.1 – Время и перемещение второго наладчика

Приложение Д

Текущий путь наладчика при обходе ТПА

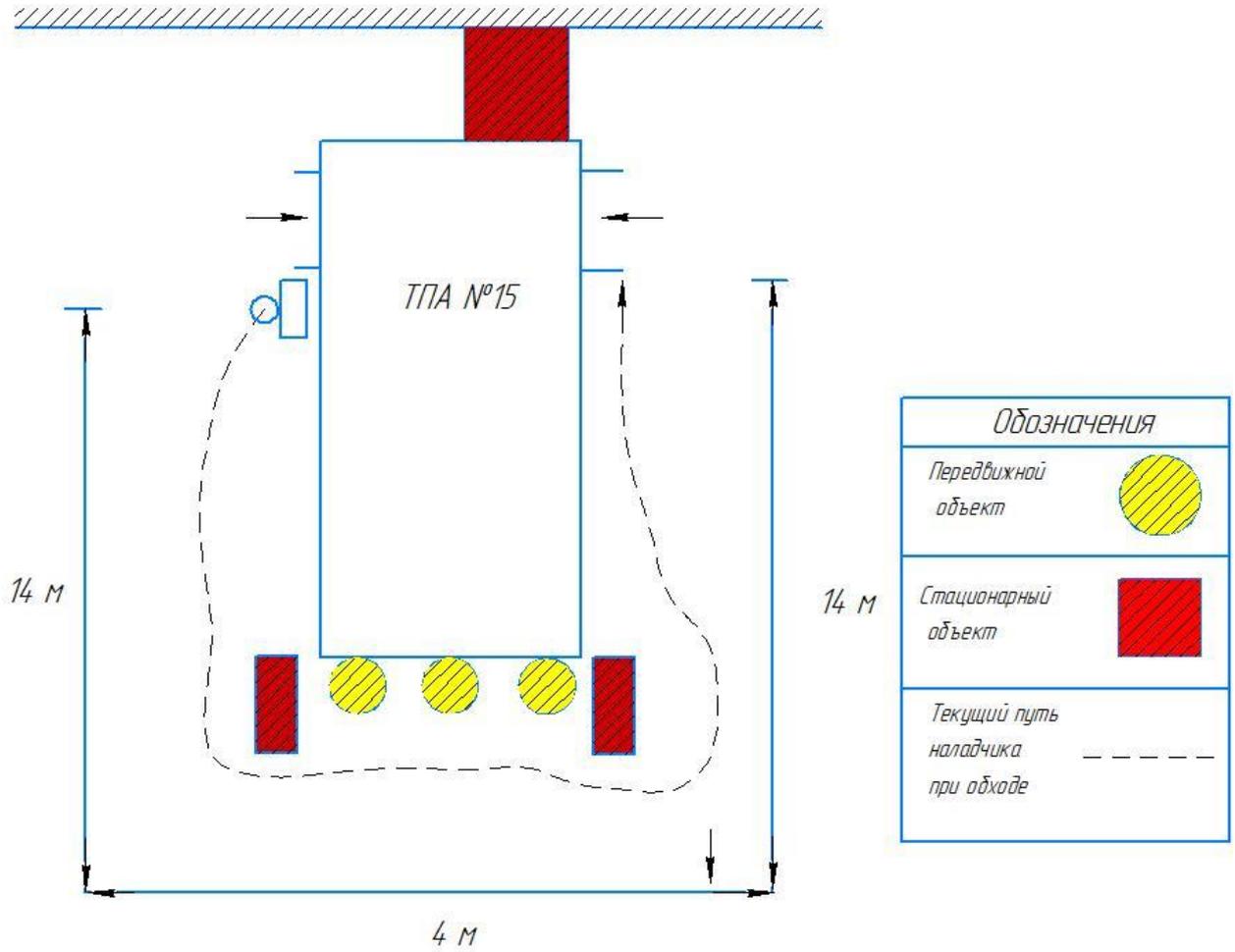


Рисунок Д.1 – Текущий путь наладчика при обходе ТПА

## Приложение Е

### Перевод внутренних операций первого наладчика во внешние

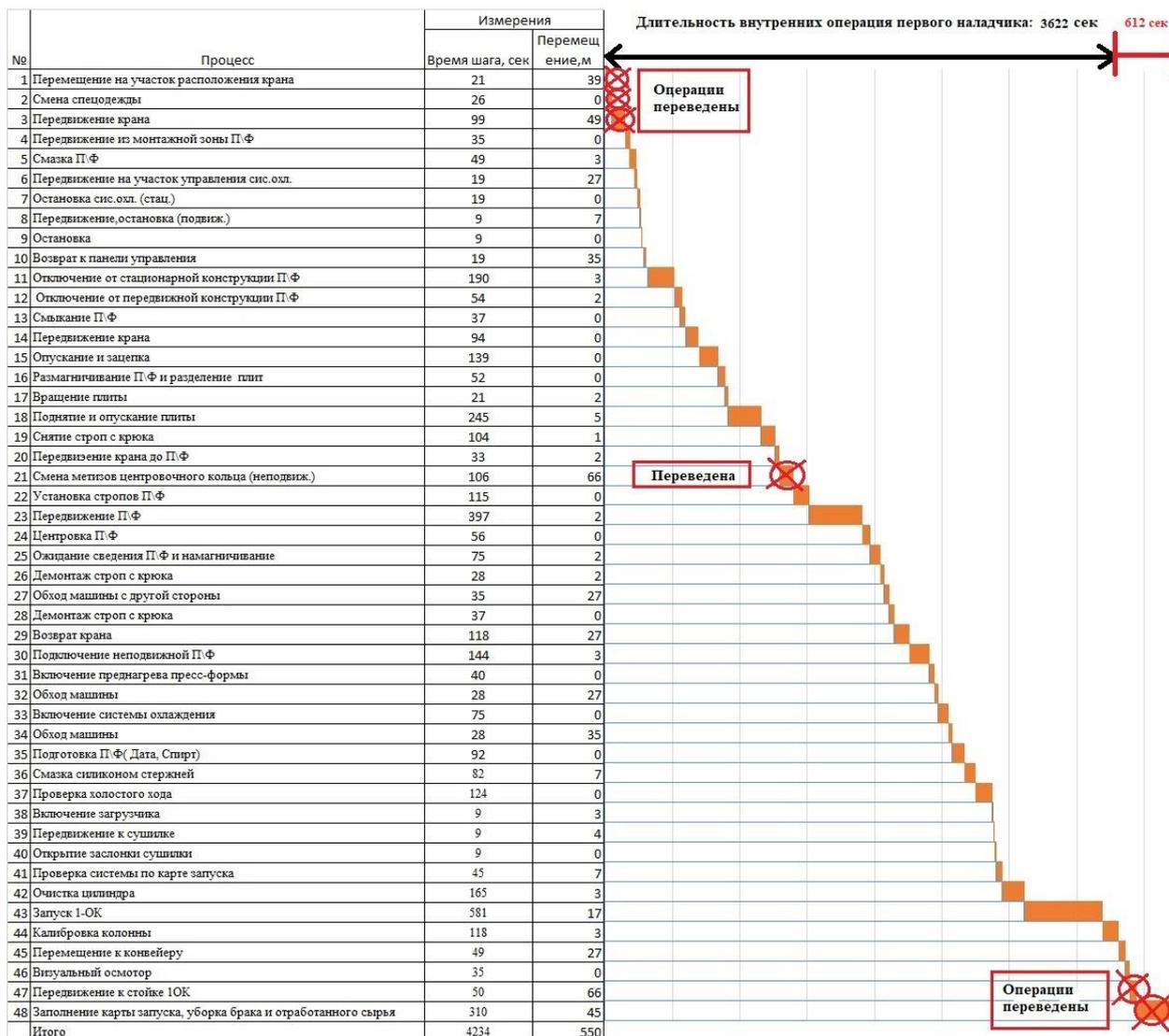


Рисунок Е.1 – Перевод внутренних операций первого наладчика во внешние

## Приложение Ж

### Перевод внутренних операций второго наладчика во внешние

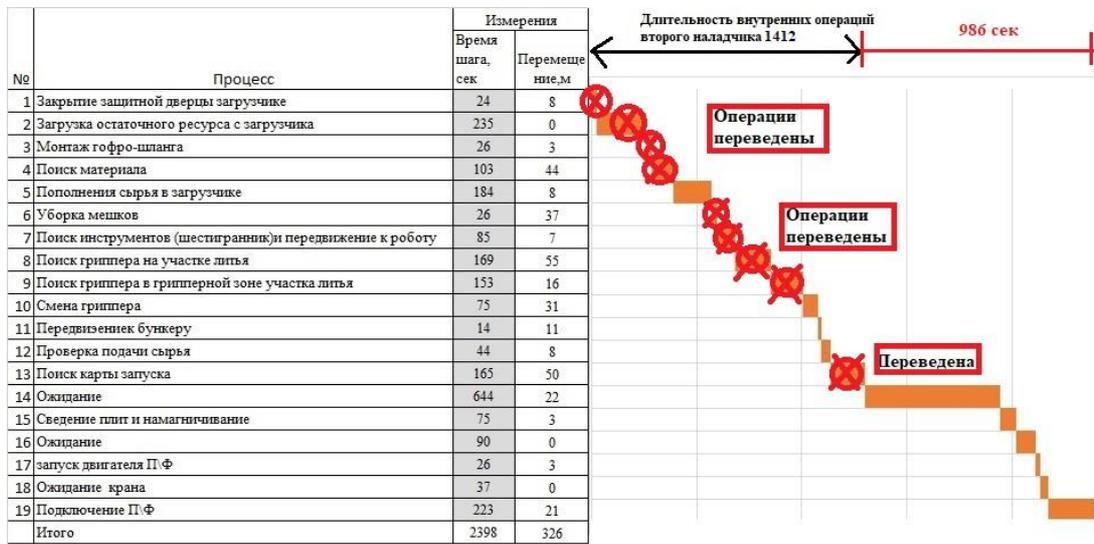


Рисунок Ж.1 – Перевод внутренних операций второго наладчика во внешние

## Приложение И

### Путь наладчика при обходе ТПА после улучшения

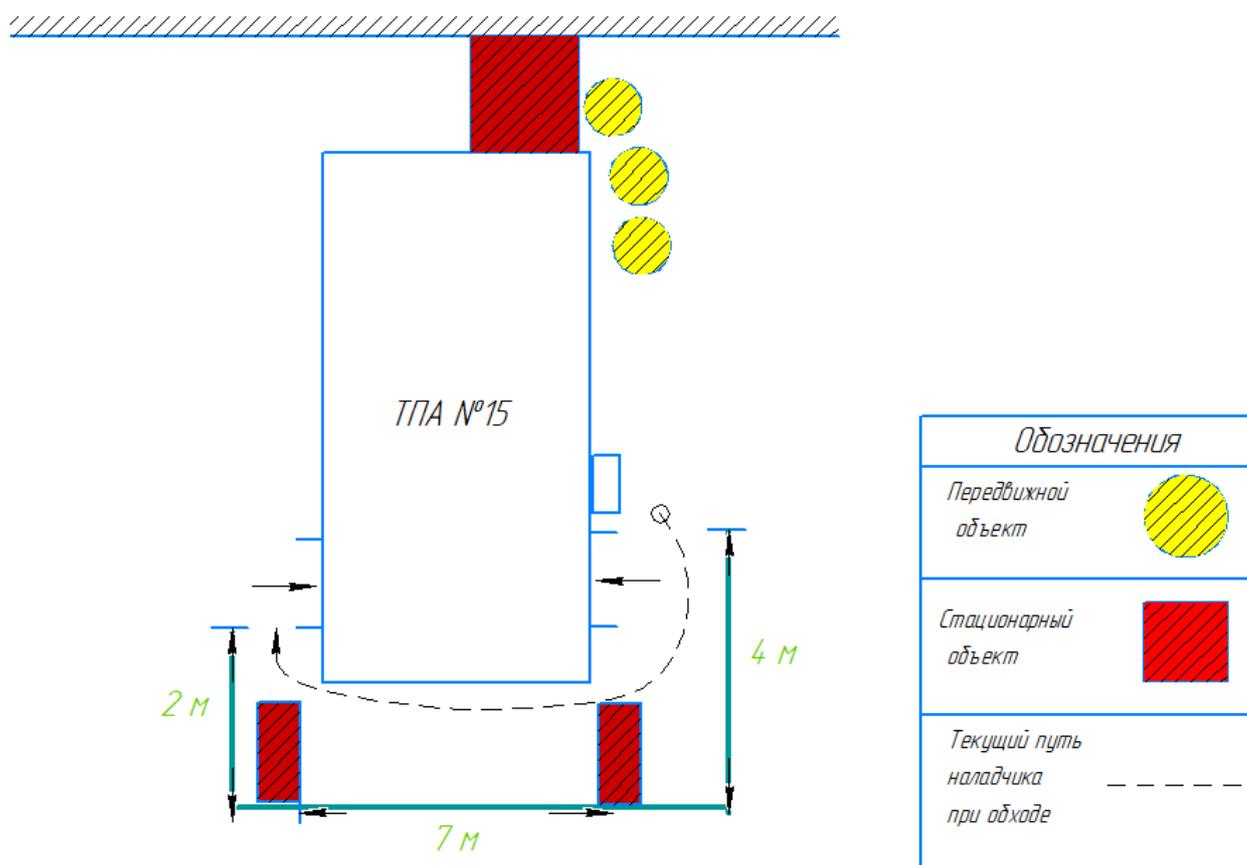


Рисунок И.1 – Путь наладчика при обходе ТПА после улучшения

## Приложение К

### График параллельного хода операций переналадки

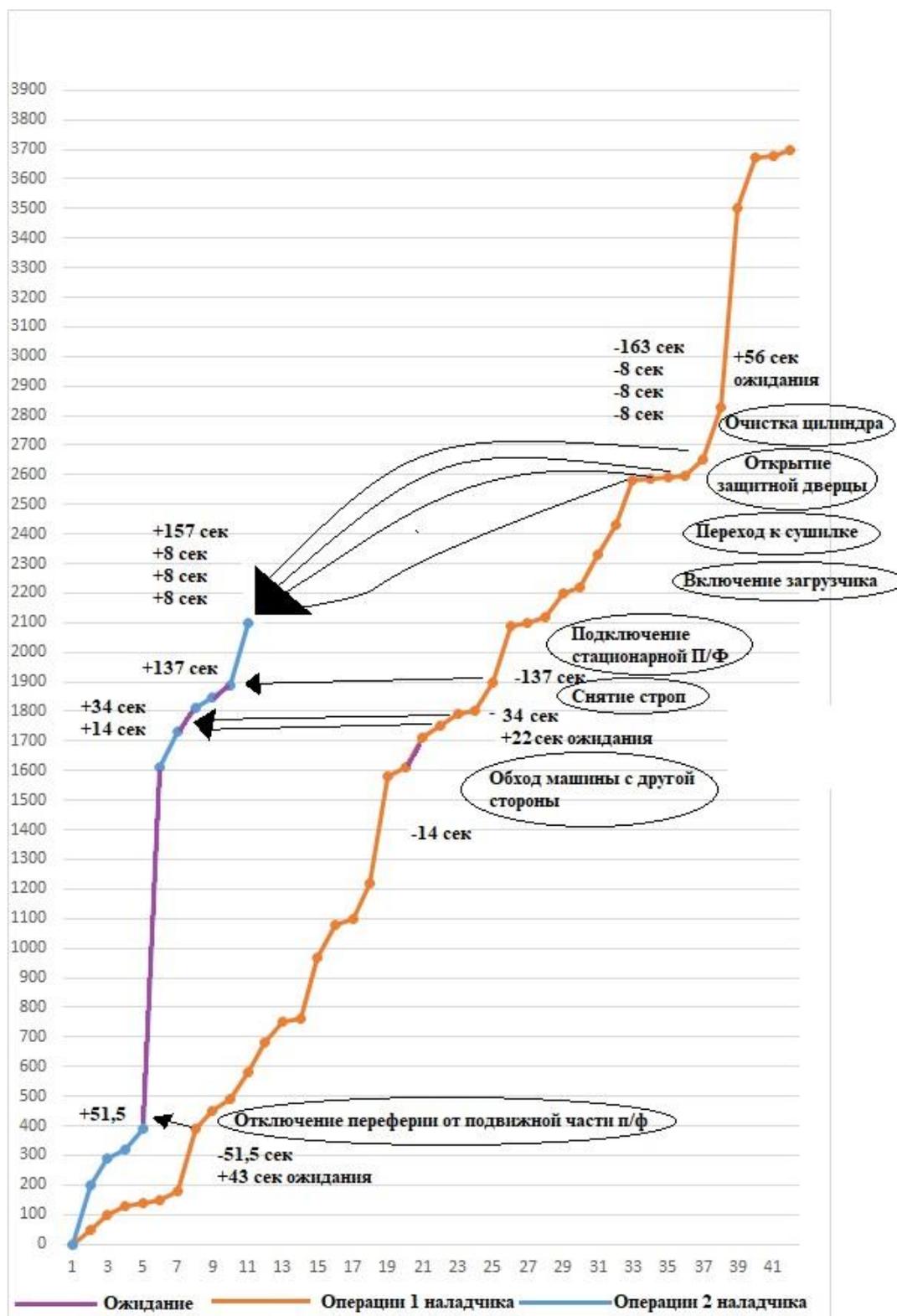


Рисунок К.1 – График параллельного хода операций переналадки

## Приложение Л

### Схема ТПА после оптимизации внешних операций

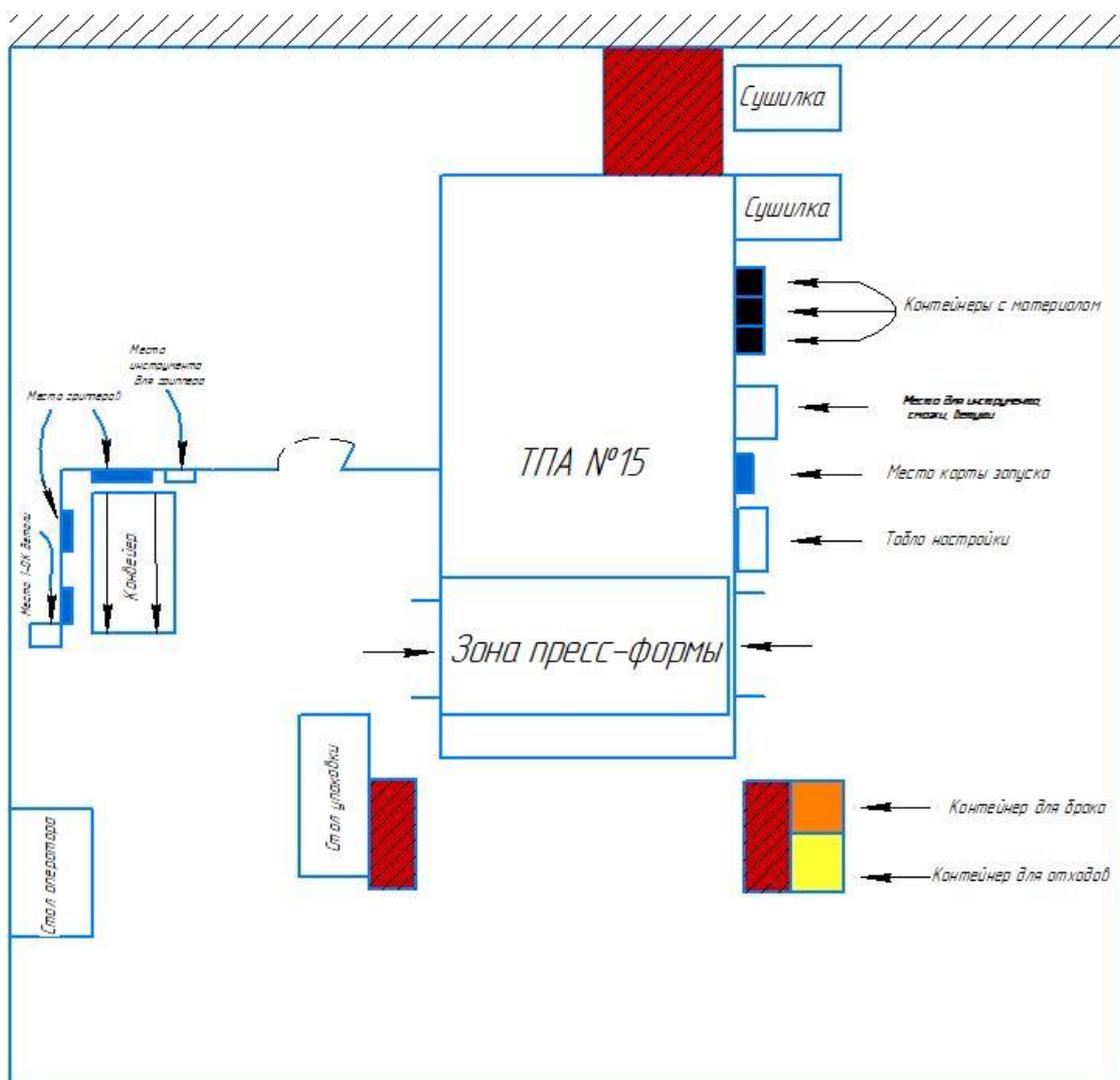


Рисунок Л.1 – Схема ТПА после оптимизации внешних операций

## Приложение М

### Операции первого наладчика после оптимизации

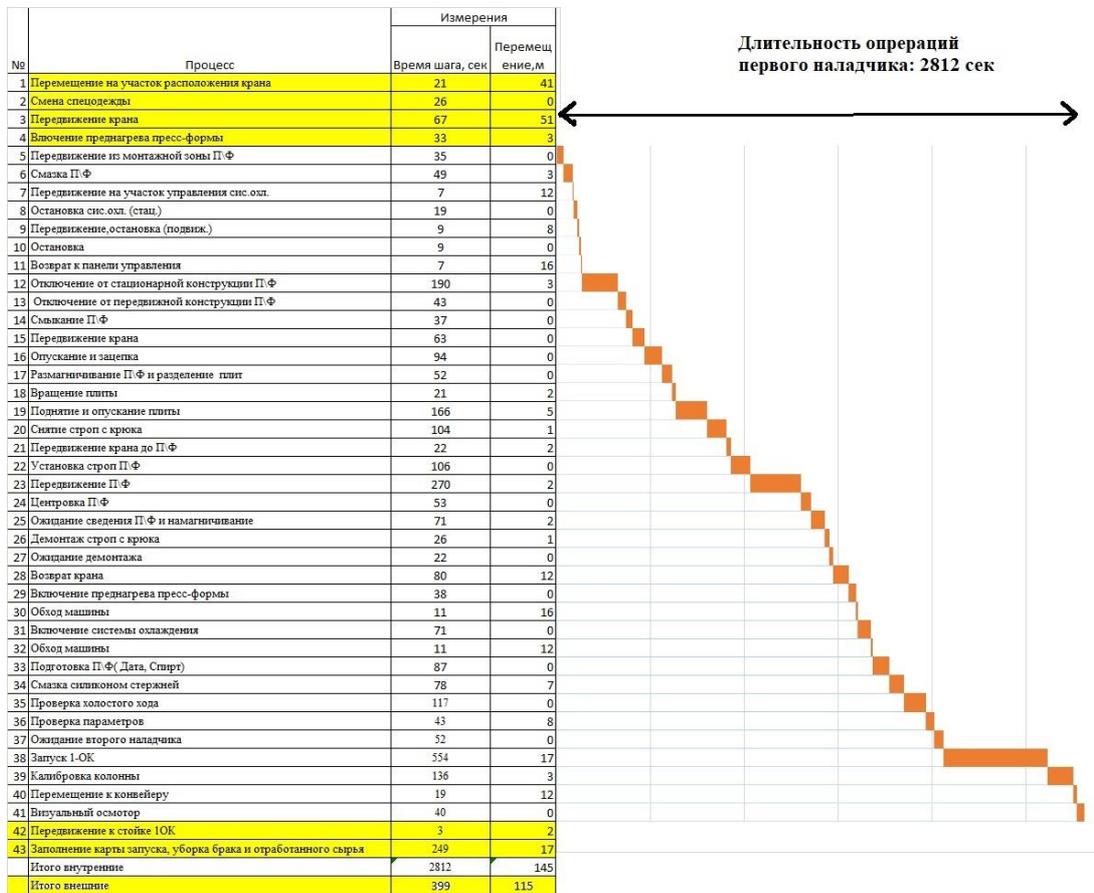


Рисунок М.1 – Операции первого наладчика после оптимизации

## Приложение Н

### Операции второго наладчика после оптимизации

1	Закрытие защитной дверцы загрузчика	21	8	
2	Выгрузка остаточного ресурса с загрузчика	204	0	
3	Монтаж гофро-шланга	23	3	
4	Поиск материала	9	9	
5	Пополнения сырья в загрузчике	184	8	
6	Смена гриппера	75	4	
7	Передвижение к бункеру	14	11	
8	Проверка подачи сырья	44	8	
9	Отключение перефирии от подвижной части	54	2	
10	Ожидание	1033	0	
11	Сведение плит и намагничивание	75	3	
12	Обход машины	15	12	
13	Демонтаж строп	37	2	
14	запуск двигателя П.Ф	26	12	
15	Ожидание крана	37	0	
16	Отключение от стационарной конструкции	144	3	
17	Подключение П.Ф	223	21	
18	Включение загрузчика	9	3	
19	Передвижение к сушилке	9	4	
20	Открытие защитной дверцы	9	0	
21	Очистка цилиндра	165	3	
22	Выгрузка мешков	9	13	
	Итого внешние	265	33	
	Итого внутренние	2151	98	

Длительность внутренних операций  
второго наладчика: 2151

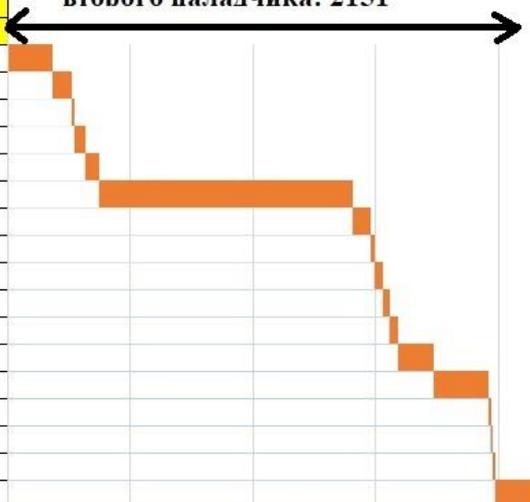


Рисунок Н.1 – Операции второго наладчика после оптимизации

## Приложение П

### Обновленный стандарт переналадки

Таблица П.1 – Обновленный стандарт переналадки

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Закрытие защитной дверцы на загрузчике	2	Закрыть защитную дверцу на загрузчике ТПА.	24	Нет	Удостоверится, что путь сырья в машину перекрыт	Снимок
Очистка загрузчика от остаточного сырья	2	Проконтролировать процесс и проверить тару.	235	Нет	Нет	Снимок
Передвижение к крану	1	Передвижение на участок расположения крана	21	Нет	Удостоверится в исправности крана и проверить пульт.	Снимок
Смена спецодежды	1	Надеть СИЗ: жилет, защитные очки, резиновый фартук, перчатки.	26	Нет	Проверить на надежность.	Снимок
Передвижение крана	1	Подогнать кран к участку, на котором проводится переналадка	70	Пульт	Кран должен быть не меньше, чем 5 м над ТПА	Снимок
Запуск преднагрева	1	Провести предварительный нагрев нужной пресс-формы	35	Нет	Убедится в подключении необходимых шлангов	Снимок
Переподключить гофрошланг	2	Подключать шланг со старым сырьем материалом к сушилке с новым	26	Нет	Нет	Снимок
Поиск материала	2	Выбрать тару с необходимым сырьем	9	Нет	Проверить правильность выбора	Снимок
Передвижение робота из зоны подключения П/Ф	1	Перевести в «Зону конвейерной ленты» на электронном табло	35	Нет	Убедится в перемещении	Снимок

## Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Загрузить сырье в загрузчик	2	Запустить загрузчик, вставить гофро-шланг и контролировать подачу сырья	184	Нет	Необходимо следить за гофро-шлангом, а когда необходимость в этом отпадет, приступить к следующей операции	Снимок
Смазка П\Ф	1	Смазать рабочую пресс-форму в том числе и матрицу.	49	Смазка	Проверить качество смазки.	Снимок
Перейти в зону управления сис. охл.	1	Перейти в зону управления системы охлаждения.	8	Нет	Нет	Снимок
Отключить систему охлаждения (неподвиж.)	1	У неподвижной части перекрыть вентиль подачи воды.	19	Нет	Проверить на сколько выкручен вентиль.	Снимок
Перейти к подвижной части	1	Перейти к системе охлаждения подвижной части.	9	Нет	Нет	Снимок
Отключить	1	У подвижной части перекрыть вентиль подачи воды.	9	Нет	Проверить на сколько выкручен вентиль.	Снимок
Вернуться к пульту управления	1	Перейти к ТБА.	8	Нет	Нет	Снимок
Отключить периферию от стационарной части П\Ф	1	Отключить шланги системы охлаждения и коннектора разместить рядом с ограждением.	190	Нет	Отключить все шланги внизу и сбоку неподвижной части пресс-формы и коннекторы сверху. Сложить таким образом, чтобы ничего не мешало смыканию пресс-формы.	Снимок
Заменить грипเปอร์	2	На конвейерной ленте заменить гриппер с помощью шестигранника.	75	Шестигранный ключ	Проверить состояние крепления гриппера и присосок.	Снимок

## Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Перейти к бункеру	2	Переместиться к бункеру с сырьем	14	Нет	Нет	Снимок
Проверить подачу материала	2	Провести проверку остатков материала в бункере.	44	Нет	Направить шланг при остановке откачки сырья	Снимок
Отключить периферию подвижной части П\Ф	2	Убрать все шланги коннектора и нагрева.	54	Нет	Нет	Снимок
Ожидать отключение периферии от подвижной части П\Ф	1	Ожидать пока второй наладчик закончит операцию.	45	Нет	Не использовать табло ТПА.	Снимок
Смыкание П\Ф	1	На табло запустить «Смыкание»	37	Нет	Проверить правильность смыкания пресс-формы	Снимок
Ожидание	2	Ожидать пока первый наладчик закончит операцию.	1033	Нет	Подсказывать первому наладчику в каком направлении производить движение.	Снимок
Переместить кран	1	Расположить кран над пресс формой.	67	Нет	Вести ориентацию на центр машины.	Снимок
Опустить кран и зацепить	1	Перевести кран к пресс-форме и провести строповку.	99		Проверить надежность строповки всех четырех строп.	Снимок
Размагнитить П\Ф и развести плиты	1	На ТПА запустить «Размагничивание» и передвинуть подвижную часть.	52	Нет	Еще раз проверить надежность строповки и медленно переводить подвижную часть.	Снимок
Повернуть плиту	1	Повернуть плиту на 90 градусов.	21	Нет	Не допускать инерции во время поворота.	Снимок

## Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Поднять и опустить плиту	1	Перемещая плиту в зону хранения – поднять не менее чем на пять метров	175	Пульт управления	Не позволять людям передвигаться через зону переналадки	Снимок
Снятия стропы	1	Снять стропы.	104	Нет	Снять все четыре стропы.	Снимок
Переместить кран до П\Ф и закрепить стропы	1	Передвинуть кран до нужной П\Ф, произвести строповку.	23	Пульт управления	С особой осторожностью произвести операцию, не задевая другие пресс-формы. Проверить крепление всех строп	Снимок
Переместить П\Ф	1	Перемещая П\Ф в проведения переналадки – поднять не менее чем на пять метров	284	Пульт управления краном	Не позволять людям передвигаться через зону переналадки.	Снимок
Центровка П\Ф	1	Повернуть плиту руками, провести центровку ориентируясь на центровочное кольцо и паз в плите.	56	Пульт управления краном	Не задевая части машины провести центровку медленно и осторожно, при необходимости задействовать второго наладчика.	Снимок
Свести и намагнитить плиты	2	Выбрать на табло ТПА соответствующие операции «Сведение» и «Намагничивание»	75	Нет	Проверить чтобы не было препятствий для сведения плит.	Снимок
Ожидание сведения П\Ф и намагничивание	1	Дождаться окончания операции второго наладчика.	75	Нет	Нет	Снимок

## Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Снять стропы	1	Снять ближайшие две стропы с этой стороны.	28	Нет	Нет	Снимок
Обойти машину	2	Перейти на другую сторону.	15	Нет	Нет	Снимок
Снять стропы	2	Снять оставшиеся стропы.	37	Нет	Подтвердить готовность наладчику №2.	Снимок
Ожидать второго наладчика	1	Ожидать окончания операций второго наладчика.	23	Нет	Подтвердить завершение операции.	Снимок
Вернуть кран	1	Вернуть кран в зону хранения П/Ф	84	Пульт управления	Нет	Снимок
Включить двигателя и раскрыть П\Ф	2	На электронном табло запустить операцию «Разведение»	26	Нет	Включить двигатель зеленой кнопкой.	Снимок
Ожидать кран	2	Ожидать пока кран переведут на безопасное расстояние от зоны переналадки.	37	Нет	Проверить безопасность работы.	Снимок
Подключить стационарную П/Ф	2	Подключить шланги системы охлаждения и коннектора.	144	Нет	Произвести подключение как можно быстрее, для быстрого запуска нагрева.	Снимок
Включить П/Ф	1	Запустить операцию «Нагрев» на электронном табло.	40	Нет	Проверить окончание операций второго наладчика.	Снимок
Обойти машину	1	Подойти к термостату.	12	Нет	Нет	Снимок

## Продолжение Приложения П

### Продолжение таблицы П.1

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Включить охлаждение термостата	1	Задать температуру 30 градусов на термостате	75	Нет	Нет	Снимок
Подключить П\Ф	2	Подключить шланги подачи воды для подвижной части П/Ф	223	Нет	Подключить только сис.охл.	Снимок
Обойти машину	1	Передвижение к столу наладчика.	12	Нет	Нет	Снимок
Подготовить П\Ф (Дата, Спирт)	1	Нанести разделительную смазку на части П/Ф при этом убрав остатки консервационной.	92	Тряпка, разделительная смазка	Тщательно распределить смазку и обработать пуансон и матрицу.	Снимок
Протереть стержни силиконом	1	Протереть силиконовой смазкой стержни П/Ф	82	Разделительная смазка	Тщательно пройтись по каждому стержню.	Снимок
Проверить движение робота и холостого хода	1	Запустить операцию «Холостой ход» и тщательно наблюдать за роботом.	124	Нет	Проверить исправность робота и наблюдать за путем холостого хода.	Снимок
Включить загрузчик	2	Произвести запуск загрузчика в работу	9	Нет	Дождаться светового сигнала загрузчика.	Снимок
Перейти к сушилке.	2	Подойти к сушилке.	9	Нет	Нет	Снимок
Открыть защитную дверцу сушилки	2	Поднять дверцу для выхода отработанного сырья.	9	Нет	Удостоверится чтобы заслонка была поднята полностью.	Снимок
Проверить параметры карты.	1	Соотнести параметры на табло ТПА и на карте запуска	45	Нет	При необходимости провести коррекцию.	Снимок
Ожидать второго наладчика	1	Дождаться пока второй наладчик закончит свои операции	55	Нет	Нет	-

## Продолжение Приложения П

Продолжение таблицы П.1

Операция	Наладчик	Описание	Время, сек	Инструмент	Ключевые моменты	Иллюстрация
Очистить цилиндр	1	Выгрузить на пол с помощью лопаты остаточный перегорелый материал (отработанное сырье)	165	Кочерга	Скорректировать на табло уровень выдавливания материала и установить параметр равный двум.	Снимок
Запустить 1-ОК	1	Запустить первые четыре цикла с зональным впрыском, а пятый с полным	581	Нет	Первые 4 изделия следует полностью проконтролировать и провести сравнение со стандартами, при расхождении подкорректировать на табло ТПА, оповестить мастера или начальника смены.	Снимок
Провести калибровку колонн	1	Включить автоматический режим и провести калибровку выталкивателей.	118	Нет	Провести контроль хода выталкивателей, чтобы изделие не выпадало.	Снимок
Перемещение к конвейеру	1	Переместиться к конвейеру.	21	Нет	Нет	Снимок
Проверить внешний вид	1	Произвести проверку пятого изделия на годность. Сообщить об окончании переналадки.	35	Эталонное изделие	Сравнение изделие с эталоном	Снимок
Перейти к стойке 1ОК	1	Поместить изделие на стеллаж.	3	Нет	Нет	Снимок
Освободить мешки	2	Освободить мешки, заполнить контейнер для отходов.	9	Нет	Запрещено выбрасывать отходы в тару с бракованными изделиями.	Снимок
Заполнить карту запуска и убрать бракованные изделия	1	Внести значения в карту запуска с табло ТПА, и убрать отработанное сырье и бракованные изделия.	261	Нет	Использовать разную тару.	Снимок