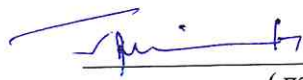


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

Институт Высшая школа экономики и менеджмента  
Кафедра Систем управления энергетикой и промышленными предприятиями

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ ПЕРЕД ГЭК

Зав. кафедрой СУЭиПП

  
\_\_\_\_\_  
(подпись) Гительман Л.Д.  
(Ф.И.О.)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Методы внедрения бережливого производства на предприятии  
АО «Уральский завод гражданской авиации»

Научный руководитель: Ф.И.О. Гаврилова ТБ.

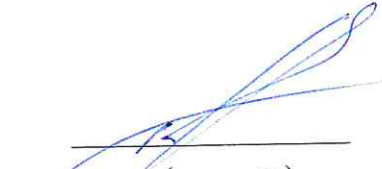
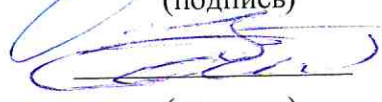
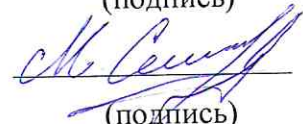
к.э.н., доцент

Нормоконтролер: Ф.И.О. Ростик О.М.

к.э.н., доцент

Студент группы ЭММ – 260701

Сесюнин М.О.

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
  
\_\_\_\_\_  
(подпись)  
  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

Екатеринбург  
2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ .....                                                                                                                                                                                   | 5  |
| 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО<br>ПРОИЗВОДСТВА .....                                                                                                                               | 7  |
| 1.1 ПОНЯТИЕ, ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ БЕРЕЖЛИВОГО<br>ПРОИЗВОДСТВА .....                                                                                                                      | 7  |
| 1.2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ .....                                                                                                                                                                      | 19 |
| 1.3 ИНСТРУМЕНТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ .....                                                                                                                                                    | 24 |
| 2 ИЗУЧЕНИЕ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА .....                                                                                                                                        | 41 |
| 2.1 ОБЗОР ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В<br>ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЯХ .....                                                                                                                     | 41 |
| 2.2 ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ В РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ .....                                                                                                                                               | 45 |
| 3 НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ<br>КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ .....                                                                                    | 49 |
| 3.1 ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В АО<br>«УРАЛЬСКИЙ ЗАВОД ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» КАК ИНСТРУМЕНТ<br>ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ<br>ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ..... | 49 |
| 3.2 ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА<br>ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКАХ ПРОЕКТА «ДВИГАТЕЛИ БОЛЬШОЙ<br>ТЯГИ» .....                                                                         | 56 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                                                                                                                 | 75 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....                                                                                                                                                           | 77 |

## ВВЕДЕНИЕ

В последнее время модно говорить о концепции «Бережливое производство». Более того, модно внедрять эту концепцию. И если она проста для понимания, то сделать так, чтобы принципы бережливого производства стали частью повседневной работы, довольно сложно.

Бережливое производство – это выявление и устранение трения, т.е. устранение сопротивления достижения целей, возникающего при взаимоотношении между людьми и окружающей средой. Причем первая часть этой задачи – выявление трения – зачастую оказывается не менее сложной, чем вторая – его устранение.

Бережливое производство – это подходы, методы, направленные на уменьшение всех возможных издержек и увеличение производительности. Опираясь на принципы бережливого производства, можно сократить внутренние потери, высвободить людей, помещения, энергию, уменьшить время между заказом и отгрузкой товара, что в конечном итоге позволит получить «бережливое предприятие». Однако создание такого предприятия не сводится к применению набора приемов и методов, оно требует коренной перестройки всей корпоративной культуры предприятия и соответствующего менталитета его работников. Для внедрения в жизнь таких изменений неотъемлемыми условиями должны быть, как личная заинтересованность руководства, так и понимание со стороны работников. Ведь каждый сотрудник предприятия должен поддерживать внедрение принципов бережливого производства.

Объект исследования – АО «Уральский завод гражданской авиации»

Актуальность данной темы обоснована тем, что на предприятии отсутствует система бережливого производства и мне, как молодому специалисту, интересно применить свои знания на практике.

Цель работы – разработать алгоритм внедрения бережливого производства на предприятии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Анализ существующего положения на предприятии.
- Разработка этапов по внедрению бережливого производства на производственных участках предприятия.
- Оценка эффективности предложенных мероприятий.

Результаты работы могут быть использованы на территории всего предприятия, а не только на экспериментальных участках проекта «Двигатели большой тяги»

# **1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

## **1.1 ПОНЯТИЕ, ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Понятие «lean production» («бережливое производство») впервые было введено Джоном Кафчиком (John Krafcik). Он входил в группу исследователей Массачусетского Технологического Института (MIT) «Международная программа “Автомобили”», которая была организована крупнейшими автомобилестроительными компаниями в 1985 году в США в результате чрезвычайно успешного выхода компании Toyota на американский рынок.<sup>1</sup>

Основателем концепции бережливого производства в ее современном понимании является японский специалист Тайити Оно, который разработал производственную систему для компании Toyota (Toyota Production System, TPS) в 1950-е годы. Коллега Оно, Сигео Синго, внес существенный вклад в развитие теории и практики бережливого производства, разработав метод быстрой переналадки (SMED), предназначенный для устранения потерь. Другой японский специалист в области бережливого производства, Масааки Имаи, был первым, кто стал распространять философию Кайдзен, идеи которой вытекают из концепции бережливого производства.

Постепенное развитие и распространение концепции бережливого производства и ее инструментов по всему миру привело к появлению lean-культуры. Идеи бережливого производства захватывают не только саму организацию, но и ее партнеров, поставщиков и клиентов, что приводит к распространению концепции на общество в целом.

На заре своего существования Тойота была не столь успешной компанией в автомобилестроении, в то время как на Западе автомобильные предприятия преуспевали благодаря идеям массового производства. Генри Форд стал

---

<sup>1</sup> James P. Womack, Daniel T. Jones. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2013

первым, кому удалось раскрыть возможности массового производства. Сборочные линии, которые он начал использовать в производстве и установил в правильной последовательности, позволили снизить производственные издержки и значительно улучшить качество выпускаемой продукции. Более того, учитывая, что его народный автомобиль «Модель Т» был единственным и выпускался 19 лет кряду, все детали для производства были полностью взаимозаменяемыми. Для автомобилестроения всё это сыграло значительную роль: производительность повысилась (издержки сборки каждого автомобиля сократились на 90%, что позволило снизить и цену автомобиля; «рабочий цикл в сборочных цехах сократился в среднем с 514 до 1,9 минуты»<sup>2</sup>); а квалификация большинства рабочих больше не играла особой роли (любой человек мог справиться с несложными действиями на конвейере). Весь сборочный процесс на конвейере был минимизирован до такой степени, что любой рабочий отвечал за одну узкоспециализированную операцию. Например, за постановку окон, установку фар отвечали двое разных рабочих, и они осуществляли эти действия в течение всей рабочей смены. Таким образом, Генри Форд предпринял попытку сформировать поток на всем производственном пути от добычи сырья до доставки готового автомобиля потребителю. Но такой способ Форда работал только при производстве больших объемов продукции, чтобы оправдать высокоскоростные сборочные линии для изделий, которые собирались из абсолютно одинаковых деталей.

В начале 20-х годов, когда Форд был абсолютным лидером рынка, десятки его заводов, разбросанных по всему миру, выпускали более двух миллионов абсолютно одинаковых машин модели «Т».

После Второй мировой войны Тайити Оно и его коллеги, в числе которых входил Сигео Синго, поняли, что если надо сделать не миллион изделий, а всего десяток или сотню, то надо создавать непрерывный поток. Для

---

<sup>2</sup> James P. Womack, Daniel T. Jones. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2013

производства небольших объемов продукции это была достаточно серьезная задача. Теперь за успех дела отвечала не одна «мощная река», а множество «маленьких ручейков». Команде Тайити Оно удалось создать такой поток для производства небольших объемов продукции, в большинстве случаев не прибегая к конвейерной сборке. Вместо этого было предложено переналаживать оборудование с производства одного продукта на выпуск другого, а также использовать «правильное» (миниатюрное) оборудование так, что разные виды работ (например, штамповка, покраска и сборка) могли выполняться сразу, друг за другом. Обработываемый объект при этом плыл по непрерывному потоку.<sup>3</sup>

Методологию бережливого производства (БП) в Японии применяют уже более 60 лет. В Америке термин Lean production был введен Джоном Крафчиком в 1990 году. На территории России первопроходцем в области БП считается Горьковский Автомобильный Завод (ГАЗ). Первые японские консультанты прибыли в Россию в 2002 году и уже в марте 2003 ГАЗ начал оптимизацию существовавшей производственной системы. Таким образом, уже 13 лет предприятия России применяют концепцию БП для оптимизации бизнес-процессов.

Консалтинговые центры и консультанты в области БП предлагают свои алгоритмы применения БП. В данной статье будет дан краткий обзор существующих и будет предложена собственная модель использования этой концепции.

Несмотря на то, что многие компании заявляют об использовании инструментов БП, по-настоящему бережливыми в России остаются не так много компаний. Выявить причины сложившейся ситуации достаточно тяжело. Некоторые консультанты утверждают о том, что нет системности на всех этапах внедрения. Кто-то говорит о том, что БП – это философия и для ее принятия должно пройти много лет. Так же существует устойчивое мнение, что

---

<sup>3</sup> James P. Womack, Daniel T. Jones. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2013

все усилия по внедрению БП разбиваются о сильную централизацию власти на предприятии, или о русский менталитет рабочих. На самом деле, давать такую оценку не совсем корректно. Поскольку не бывает двух одинаковых проектов по БП. Таким образом, можно утверждать, что ни один из предложенных на сегодняшний день алгоритмов не является универсальным для предприятий Российской Федерации.

*Алгоритм Тайити Оно.*

Тайити Оно считается разработчиком производственной системы Тойоты (TPS), на основе которой была сформулирована концепция БП. Сам Тайити Оно не предлагает четко сформулированного алгоритма, но описывает проделанные им шаги в книге «Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства.»

Шаг 1. Внедрение концепции производственного потока. Объединение различных станков в единую технологическую цепочку и выстраивание потока единичного изделия.

Шаг 2. После выстраивания производственного потока выявляются скрытые ранее потери. Для устранения производственных потерь необходимо провести оптимизацию работы линии. Оптимизация включает в себя использование системы вытягивания, применение системы «Канбан», листов стандартных операций, выравнивание производства или уменьшение колебания потока продукции на производственной линии, быструю переналадку оборудования, визуализацию.

Шаг 3. Установка системы автономного управления станками – автономизация. Автономизация препятствует образованию брака или перепроизводства во время производственного процесса, останавливая станок, линию или конвейер. Также на данном этапе необходимо использовать систему «Андон», которая оповещает сотрудника о необходимости вмешаться в работу станка.

Шаг 4. Усовершенствование технологии. Для этого необходимо использовать не новейшую, а надежную и испытанную технологию. Изученная

и опробованная технология внедряется быстрее и дает более эффективный результат.

Шаг 5. Развитие сотрудников компании и развитие партнеров. Развитие сотрудников включает в себя обучение лидеров, хорошо знающих свое дело, придерживающихся принципов и философии компании и способных научить этому других. Совершенствование партнеров достигается постановкой более сложных задач, а также помощи в решении задач партнеров.

*Алгоритм Джеймса Вумека.*

На сегодняшний день самым популярным является алгоритм американского исследователя, одного из авторов термина Lean Production - Джеймса Вумека.

Шаг 1. Выбрать лидера, пользующегося авторитетом в коллективе. Сформировать авторитетную команду внедрения БП. Члены этой команды должны иметь опыт ведения проектов, им должны доверять работники компании. Основная цель команды – «зажечь» коллектив компании идеей бережливости.

Шаг 2. Команде по внедрению БП необходимо пройти обучение принципам и использованию инструментов БП.

Шаг 3. Выявить или искусственно создать кризис в компании. Проблемы есть всегда, на любом предприятии. Необходимо выбрать самую острую, а затем побудить коллектив устранять ее.

Шаг 4. Начинать внедрение БП необходимо постепенно, подталкивая работников к устранению потерь везде, где они их замечают. Затем нужно решать более сложные задачи: улучшать потребительские свойства, уменьшать время реакции системы, снижать себестоимость продукции.

Шаг 5. Схематично изобразить производственный процесс в виде карты потока создания ценности. Если процесс сложный, его можно разбить на отдельные подпроцессы. Карта поможет выявить узкие места и существующие потери в процессе.

Шаг 6. В кратчайшие сроки реализовать план мероприятий по итогам составленной карты потока и модели будущего состояния. План мероприятий и результаты его реализации должны быть доступны всем сотрудникам.

Шаг 7. Необходимо ориентироваться на краткосрочные результаты, решая на начальных этапах простые задачи.

Шаг 8. Вовлечь сотрудников в процесс непрерывных улучшений с помощью Кайдзен.

*Алгоритм Майкла Вейдера.*

Майкл Вейдер президент американской консалтинговой компании, автор трех книг о БП и один из первых иностранных консультантов на территории России.

Шаг 1. Оценка текущего состояния предприятия. Для этого необходимо определить, на сколько плохо или хорошо организованы процессы на предприятии и на сколько эти процессы эффективны. В качестве инструмента для оценки текущего состояния рекомендуется аттестация соответствия БП. На основании проведенной аттестации выбирается самый неэффективный процесс и основные виды потерь выбранного процесса.

Шаг 2. Внедрение системы 5S в выбранном на шаге 1 процессе. При организации рабочего места, становятся более явными потери процесса: избыток незавершённого производства и ненужные дополнительные операции.

Шаг 3. Разработка карты потока создания ценности. Данный шаг поможет определить оптимальные точки, где стоит применять Канбан и метод «Точно вовремя» (Just In Time). Так же есть вероятность обнаружения скрытых потерь, для устранения которых могут оказаться необходимыми использование встроенной защиты от ошибок, быстрой переналадки или зонирования с применением визуального контроля.

Шаг 4. Используя философию постоянных улучшений, вернуться к шагу 1 и выбрать наиболее неэффективный процесс в новой производственной системе.

*Алгоритм Джеффри Лайкера.*

Джеффри Лайкер - автор восьми книг по БП, лауреат одиннадцати премий за совершенство исследований в области БП, профессор промышленного и операционного инжиниринга в Университете Мичигана, президент консалтинговой компании Liker Lean Advisors.

Шаг 1. Определите цель своей компании и действуйте в соответствии с ней. Для начала необходимо разработать собственную философию компании. На основании философии разработать долгосрочную стратегию развития. Далее руководство, менеджеры, мастера и все сотрудники должны сделать философию компании своим образом жизни. Менеджеры должны личным примером ежедневно демонстрировать приверженность философии. Выбранная цель должна быть постоянной на всех этапах жизни компании, не зависимо от внешних и внутренних обстоятельств.

Шаг 2. Приступайте к сокращению потерь. Для этого необходимо сначала усвоить концепции БП, стратегии внедрения и методы эффективного применения. Затем продумать план внедрения, предусматривая непрерывное сокращение затрат.

А. Начинайте улучшать не отдельные процессы, а создайте карту потока создания ценности всей компании.

В. Обеспечение базового уровня стабильности процессов компании. Стабильность поможет устранить бессистемные действия и увидеть действительное состояние процессов в компании.

С. Поиск и устранение крупных потерь. Для устранения потерь применяются инструменты TPS: стандартная работа, 5S, TPM, SMED, снижение вариабельности.

Шаг 3. Создайте связный процессный поток. Для этого необходимо: создать поток единичных изделий; постоянно контролировать перепроизводство; выравнивать время рабочего цикла участка и время такта изготовления продукции; выстроить систему вытягивания, позволяющую определить, когда происходит процесс передачи материала от участка к участку; организовать процесс по принципу First-In-First-Out (FIFO).

Шаг 4. Выравнивание. Равномерно распределите объем работ и сочетание видов работ.

Шаг 5. Формируйте культуру повышения качества выпускаемой продукции. Для этого необходимо сделать остановку производства для решения проблем частью культуры компании. Речь идет не только о сотрудниках, но и о «умных машинах» - Автономизации. При этом необходимо постоянно стремиться к снижению времени простоя производственных линий. Также оператором помогает предупредить ошибки использование метода «пока-ёка» (защита от ошибок).

#### *Алгоритм Сигэо Синга.*

Сигэо Синга считают одним из создателей производственной системы Тойоты, поскольку он тесно работал с компанией и с Таити Оно. Является автором системы быстрой переналадки — SMED, написал более 20 книг по управлению. У него большое количество наград в области оптимизации производства и операционной эффективности и даже премия, которую называют «Нобелевской премией в производстве», была названа в его честь.

Алгоритм Сигэо Синга (модель Синга) состоит из четырех этапов и представлен в виде дома.

Шаг 1. В основе «Дома» лежит фундамент. Для крепкого фундамента необходимо: обеспечить безопасные условия труда сотрудников, выстроить и постоянно поддерживать систему развития компетенции сотрудников, непрерывно расширять права и возможности каждого сотрудника.

Шаг 2. Первый этаж «Дома» состоит из процесса постоянных улучшений. Для выстраивания процесса улучшений необходимо:

А. Добиться стабильности процессов и стандартизовать эти процессы.

В. Проводить непосредственные наблюдения. При принятии решений необходимо доверять фактам и получаемым данным.

С. Создавать направленность на поток создания ценности и процесс вытягивания.

Д. Обеспечивать повышение системы качества.

Е. Выявлять и устранять потери, интегрировать процесс улучшения в ежедневную работу, упрощать и визуализировать имеющуюся информацию.

Шаг 3. Второй этаж — процесс выравнивания. Для выравнивания процесса необходимо мыслить систематически и обеспечить постоянство цели. Фокусироваться на долгосрочном периоде, выравнивать систему и стратегию, стандартизировать ежедневные процессы.

Шаг 4. Крыша «дома» — результаты. Основным результатом при реализации БП является создание ценности для потребителей. Для этого Синга рекомендует: проводить измерение только того, что имеет значение, выравнивать производственный ритм с производительностью, выявлять причинно-следственные связи.

*Алгоритм Денниса Хоббса.*

Деннис Хоббс сертифицированный специалист по управлению производством и учету материальных запасов. Автор многочисленных статей и популярный лектор, Хоббс является активным членом APICS (Ассоциация операционного менеджмента).

Шаг 1. Сформулировать цели проекта и целевые показатели будущего производства. Определить состав команд и обучить участников. Составить план действий. Начать сбор информации о процессах и продуктах, необходимой для проектирования бережливой линии.

Шаг 2. Определить производительность процессов с учетом вариативности, повторной обработки и отходов. Определить семейства продуктов на основании сходства процессов. Определить компоненты Канбан и задокументировать точки потребления и пополнения компонентов. Установить цепочки вытягивания и времена пополнения.

Шаг 3. Достичь консенсуса и утверждения руководящим комитетом решений по продуктам, объемам выпуска и количеству доступного рабочего времени на бережливой линии. Завершить документирование последовательности событий, длительности процессов, требований по качеству, необходимых ресурсов для проектируемой линии.

Шаг 4. Разработать бумажный макет бережливой линии на основании рассчитанного количества ресурсов. Определить местонахождение Канбан, запускающих предыдущий процесс. Разработать подробный план реализации системы Канбан. Определить требования к обучению операторов. Разработать план-график технологических и организационных преобразований линии.

Шаг 5. Проверить сбалансированность линии и способность операторов переключаться. Убедиться в правильности распределения задач по рабочим местам и в эргономичности планировки. Разработать план постепенного сокращения запасов незавершенного производства. Обеспечить внедрение механизма постоянного совершенствования процесса.

Шаг 6. Определить отклонения и разработать стратегии коррекции. Пересмотреть распределение обязанностей и модифицировать стратегии и процедуры для улучшения управления. Удостовериться в наличии всех систем, необходимых для управления бережливой линией и системой Канбан.

Универсального алгоритма для реализации программы БП на предприятии нет и, наверное, никогда не будет из-за отсутствия двух одинаковых проектов по БП, как было сказано ранее. Но определенно можно выработать рекомендации для тех компаний, которые только находятся на этапе трансформации производственной системы. Необходимо отметить, что при выборе любого алгоритма необходимо составить подробный план его внедрения с указанием конкретных ответственных и сроков реализации пунктов плана.

*Шаг 1. Уважение к сотрудникам.* Руководитель должен помогать и обучать, а не контролировать и приказывать. Сотрудникам важно не только чувствовать уважение, но и видеть его. Ярким подтверждением этого служат результаты «Хоторнского Эксперимента». Для этого необходимо повышать безопасность труда и давать сотрудникам возможности для развития. Важной частью уважения является наличие возможностей для открытого высказывания мнения и реализации потенциала сотрудников. Для этого необходимо

выстроить систему досок решения проблем и систему подачи и реализации рационализаторских (Кайдзен) предложений.

*Шаг 2. Формирование миссии, цели, стратегии и задачи.* После создания единого коллектива-команды и ответа на вопрос «Кто?», можно с помощью команды ответить на вопрос «Что?». Миссия необходима для определения направления развития компании. Цель нужна для количественной оценки достижения компанией сформулированной миссии. Стратегии необходимы для формирования путей достижения цели. Задачи руководство ставит перед отделами и функциями для достижения общей цели компании. Для того, чтобы миссия, цели, стратегии и задачи не оставались лишь лозунгами, необходимо начать ежедневно, еженедельно, ежемесячно и ежегодно отслеживать достижение поставленных задач. Такой мониторинг должен стать привычным для всех уровней и всех сотрудников компании. Помочь в этом может система собраний с четким описанием тем каждого уровня собрания и составом участников.

*Шаг 3. Формирование команды экспертов БП.* Необходимо выбрать людей, которым предстоит пройти обучение БП, а затем выступать в роли экспертов при реализации дальнейших шагов. Также в состав команды должны войти координаторы улучшений – сотрудники, отвечающие за отчетность деятельности компании в области улучшений. При этом экспертами БП должны быть действующие сотрудники компании, а координаторы – отдельная функция.

*Шаг 4. Формирование бережливого потока.*

А. Выстроить поток создания ценности одного изделия. Необходимо минимизировать изготавливаемую партию, а после окончания обработки тут же передавать ее на следующий этап.

В. Выстроить систему вытягивания. Для этого необходимо чтобы участок, после завершения обработки партии не передавал ее до тех пор и не приступал к следующей партии, пока предыдущий участок не сработает ранее выданную партию.

С. Сформировать систему Канбан. Она позволит визуально определять время передачи партии на следующий этап и время начала изготовления новой партии.

Д. Стандартизовать все операции для исключения вариативности и выравнивания производства. Для этого можно использовать листы стандартных операций и систему 5S. Стандартизировать операции должна рабочая группа из числа сотрудников участка.

Е. На основе статистики спроса определить оптимальное количество товаров на складе для уменьшения колебания потока продукции.

После выстраивания производственного потока выявляются скрытые ранее потери.

*Шаг 5. Повышение операционной эффективности.* Устранять выявленные потери, а также сокращать издержки, необходимо с помощью оптимизации выстроенного потока создания ценности. Для его оптимизации нужно выбрать подходящий стандартный инструмент БП

Эффективная организация рабочего пространства «5S». Инструмент позволяет уменьшить количество операций и/или снизить общее время на их выполнение.

Стандартная работа «SW». Необходимо найти лучшую практику и оформить ее как стандарт. После того, как все участники процесса научатся точно выполнять стандарт, необходимо его пересмотреть и найти новую лучшую практику. Стандартная работа невозможна без выполнения шага № 2.

Карта потока создания ценности «VSM». Помогает проанализировать выбранный цикл создания ценности, выявить потери и определить узкие места.

Защита от ошибок «Пока-ёка». При систематических отклонениях от стандарта необходимо пересмотреть выполняемые процедуры таким образом, чтобы минимизировать вероятность совершения ошибки или совсем ее исключить.

Быстрая переналадка «SMED». Сокращает производственные потери, которые возникают во время переналадки оборудования. На начальном этапе достаточно разделить все операции переналадки на внутренние и на внешние.

Общий эффективный уход за оборудованием «TPM». Помогает сократить непредвиденные потери и снизить стоимость ремонта оборудования.

*Шаг 6. Непрерывное улучшение качества.* Необходимо сделать показатели качества одними из основных, наряду с финансовыми показателями компании. Этот шаг поможет фокусировать всех сотрудников на воспитании культуры непрерывного улучшения качества. Повышенное внимание на качестве не только снизит количество ошибок сотрудников, но также поможет им задуматься об автономизации. Автономизация (или джидока) подразумевает под собой автоматизацию процессов с элементами интеллекта.

*Шаг 7. Совершенствование.* Используя принципы непрерывных улучшений и постоянного роста, необходимо составить план реализации улучшений для измененной производственной системы, вернувшись к первому шагу. При этом на каждом шаге необходимо задавать вопросы «Что еще можно упростить?» и «Что еще можно визуализировать?».

С хорошими инструментами компания может добиться высоких результатов. Но стоит некорректно воспользоваться инструментом, или воспользоваться формально, как инструмент вместо пользы начинает приносить компании только вред.

## **1.2 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ**

Впоследствии благодаря более детальному изучению бережливого производства Д. Вумеку, Д. Джонсу удалось выявить основные принципы бережливого производства, которые призваны бороться с главным врагом бережливого производства. Эти принципы перечислены ниже.

*Определение ценности.*

Ценность – это основной элемент бережливого производства. Несмотря на распространенное мнение, что производитель лишь создает ценность, устанавливает же ее потребитель, поскольку именно его потребность некоторый товар (услуга) должен удовлетворить. Тем не менее, из-за отсутствия качественной обратной связи с потребителем производителю зачастую достаточно трудно понять, какую именно ценность его товар должен представлять для покупателей.

К сожалению, до сих пор на многих предприятиях даже в развитых странах ценность определяется именно производителями.

*Определение потока создания ценности.*

Поток создания ценности — это совокупность всех действий, которые требуется совершить, чтобы определенный продукт (товар, услуга или все вместе) прошел через три важных этапа менеджмента, свойственных любому бизнесу:

- решение проблем (от разработки концепции и рабочего проектирования до выпуска готового изделия),
- управление информационными потоками (от получения заказа до составления детального графика проекта и поставки товара),
- физическое преобразование (от сырья до того, как в руках у потребителя окажется готовый продукт).

Определение всего потока создания ценности для каждого продукта - это следующий этап построения бережливого производства, который очень редко включается в процесс, но почти всегда показывает, насколько огромна величина муда.

Все действия, которые составляют поток создания ценности, почти всегда можно разделить на три категории:

- действия, создающие ценность, как, например, сварка велосипедной рамы из труб или перелет пассажира из Дэйтона в Де Муан;

- действия, не создающие ценность, но неизбежные в силу ряда причин, например технологических, такие, как проверка качества сварных швов или дополнительные рейсы самолетов к пересадочному центру (муда первого рода);

- действия, не создающие ценность, которые можно немедленно исключить из процесса (муда второго рода).

*Определение организации движения потока.*

Следующий этап – это организация движения потока. С целью повышения эффективности производства на заводах с коротким производственным циклом, продукцию требуется выпускать большими партиями для получения требуемой экономии от масштаба и окупать дорогостоящее специализированное оборудование.

Примером может служить завод по изготовлению велосипедов. Традиционно все велосипедное производство было поделено на подразделения, в каждом из которых выполнялась своя работа: резка труб, сгибание труб, соединение труб, сварка, покраска и окончательная сборка. Со временем выполнение множества этих действий поручили специальным конвейерам.

Вся гамма моделей велосипедов выпускалась с помощью одного и того же оборудования. Переналадка оборудования с выпуска одной детали на выпуск другой занимала много времени, имело смысл сначала выпустить большую партию одних деталей, а потом переходить к другим.

Тайити Оно осознавал эффективность поточного производства, но если есть необходимость в небольшой партии товаров, такой подход должных результатов не принесет, поэтому он пошел по другому пути. Тайити Оно решил использовать станки небольших размеров, а немного позднее его команда научилась быстро переналаживать оборудование, чтобы все стадии производства шли друг за другом, в едином непрерывном потоке.

Согласно идее Тайити Оно, система «точно вовремя» (Just in time) способна обеспечивать бесперерывный поток, но только при условии значительного сокращения времени переналадки оборудования.<sup>4</sup>

*Вытягивание продукта.*

Принцип «вытягивания» означает, что никто выше по потоку не должен ничего делать до тех пор, пока потребитель, расположенный ниже по его течению, этого не потребует.

Но «вытягивание» не должно ограничиваться только исполнением заказов конечных клиентов. Данный принцип предлагается распространить на взаимоотношения внутри производства между цехами, участками и отдельными операциями. При таком подходе каждое звено производственной цепочки является «внутренним клиентом» для предыдущего элемента потока и «внутренним поставщиком» (исполнителем) для последующего. Объем работ на каждой операции регулируется потребностью следующего по потоку участка. Метод «вытягивания» позволяет выровнять производительность по всей цепочке и минимизировать объемы незавершенного производства. Кроме того, данный подход также регулирует вопросы качества, не позволяя снабжать своего внутреннего заказчика бракованным товаром (полуфабрикатами). То есть дефекты выявляются и устраняются на каждой операции, а не «сплавляются» дальше по потоку.

Одним из инструментов практической реализации принципа вытягивания является канбан (яп. — kanban, сигнал или карточка). Суть метода – передача информации на предыдущее рабочее место о необходимости производить обработку или выпускать детали. Сигнал может передаваться в различной форме. Это может быть, например, ящик (контейнер) из под деталей. Принцип прост — если ящик пуст, значит пора его заполнять. Необходимая порция деталей определена емкостью тары, а периодичность изготовления диктуется частотой возврата пустых ящиков на предыдущую операцию.

---

<sup>4</sup> James P. Womack, Daniel T. Jones. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2013

Работа по системе вытягивания означает производство только нужного Заказчику продукта в нужном количестве. Вытягивание является наиболее экономичной системой работы, т.к. оно избавляет от наиболее страшных видов потерь: перепроизводства и излишних запасов.

### *Совершенство.*

Достижение совершенства путем непрекращающихся улучшений – это фундаментальный принцип бережливого мышления.<sup>5</sup>

Опыт Тайити Оно показывает, что процесс совершенствования бесконечен: всегда можно немного снизить время производства, количество бракованных деталей, затраты на производство и т.д.; и постоянно приближаться к тому, что действительно нужно потребителю. В япононском языке этот принцип имеет название «Кайдзен».

Чтобы этот процесс никогда не прекращался, требуется прозрачность и открытость производства, чтобы совершенно все участники производства потока имели общее понимание и имели возможность внести свой вклад в улучшение.

Непрерывный процесс совершенствования (НПУ) – это не только изучение новых методов и инструментов, но и иная форма сотрудничества. Больше самоорганизации на местах с помощью способных сотрудников, больше личной ответственности всех участников, больше развития инновационного потенциала на предприятии. Причем, дополнительное значение приобретают требования к менеджменту. Наряду с профессиональной и методической компетенцией, успех зависит от наличия у менеджеров социальной компетенции. Процесс изменения взглядов происходит «сверху вниз», и, лучшей гарантией успеха посредством НПУ, является образцовый лидирующий менеджмент. Необходимые изменения в подходе к работе проводятся менеджментом, показывая пример сотрудникам, которые познают эти изменения и перенимают их.

---

<sup>5</sup> James P. Womack, Daniel T. Jones. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании. – М.: Альпина Паблишер, 2013

На предприятиях, использующих технологию кайдзен, непрерывный процесс совершенствования составляет важнейшую часть функционирования производственного менеджмента. Он охватывает:

- организацию (организационную структуру, распределение ответственности, координацию, механизм контроля);
- управление (разграничение целей, выбор тематики, формирование команды);
- квалификационные мероприятия (поведенческий тренинг, методический тренинг);
- систематику (регулярность, документирование, охват рабочих бригад, инструменты);
- поощрительная система (поощрение рационализаторства, специальные системы морального и материального поощрения).

### **1.3 ИНСТРУМЕНТЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

Следующая стадия внедрения бережливого производства – выбор необходимых инструментов. На данный момент существует множество примеров компаний, руководители которых пытались организовать бережливое производство на своих предприятиях, однако потерпели неудачу. Зачастую это происходит как раз из-за неправильного выбора инструментов, точнее, из-за их частичного применения, когда как успешное функционирование предполагает комплексный подход.

Выбор инструментов зависит от каждой конкретной ситуации, поскольку каждый из них направлен на решение определенных проблем, а при разнообразии производственных сфер, и вовсе всё сводится к тому, что к решению этих проблем можно подойти с различных сторон. На этом этапе начинает играть роль творческая составляющая процесса руководства фирмой.

Именно на этой почве бережливое производство и зарождалось. Тем не менее, необходимость применения ряда инструментов обусловлена тем, что они задают начальный вектор развития, без которого в дальнейшем предприятие не сможет успешно работать.

По изучении пяти принципов руководители предприятия ещё до начала применения инструментов бережливого производства уже должны уметь определять ценность для потребителя, смотреть на поток создания ценности целиком, постоянно улучшать продукт на каждой стадии производственного процесса, чтобы, в итоге, покупатели могли «вытягивать» продукт из рук производителя; а также уметь определять и, по возможности, устранять все виды скрытых потерь<sup>6</sup>:

- Перепроизводство
- Дефекты и переделки
- Передвижения
- Перемещения материалов
- Запасы
- Излишняя обработка
- Ожидание

Эти потери увеличивают издержки производства, не добавляя потребительской ценности, действительно необходимой заказчику. Они также увеличивают срок окупаемости инвестиций и ведут к снижению мотивации рабочих.

#### *Потери перепроизводство.*

Потери перепроизводства появляются, когда товары производятся в большем количестве чем это необходимо. Производители делают что-то «просто на всякий случай», вместо того чтобы делать «точно вовремя». Производители беспокоятся о том, что клиенты могут нуждаться в большем, и в результате страдают от затрат на производство товаров и услуг, которые не удается продать.

#### *Потери из-за дефектов и необходимости переделки.*

Потери из-за дефектов или необходимости переделки возникают, когда нет надежной превентивной системы, включающей методы *пока-ёкэ* и

---

<sup>6</sup> Michael Wager. Инструменты бережливого производства. Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства. – М.: Альпина Паблишер, 2012

встроенной защиты от ошибок. Каждый раз, допуская ошибку при работе с изделием и передав его на следующую операцию процесса или, что еще хуже, покупателю, производитель мирится с переделкой как неотъемлемой частью процесса. Производитель вынужден *дважды* терять деньги всякий раз, когда что-то производит, собирает или ремонтирует, в то время как клиент платит за товар или услугу только *один* раз.

#### *Потери при передвижении.*

Потери при передвижении – это ненужные перемещения персонала, продукции, материалов и оборудования, которые не добавляют ценности процессу. Часто рабочие совершают лишние перемещения со своего участка до цехового склада и обратно, а также ходят вокруг ненужного им оборудования. Такие перемещения можно устранить и за счет этого ускорить процесс. Это одна из наиболее неприятных потерь и для рядового персонала, и для руководства, так как потраченное время и простои лишают эффективности большинство производственных процессов, утяжеляя труд рабочих.

#### *Потери при транспортировке.*

Транспортные потери возникают, когда персонал, оборудование, продукция или информация перемещаются чаще или на большие расстояния, чем это действительно необходимо. В ходе многоэтапных процессов материалы и персонал перемещаются от процесса к процессу, которые разделены пространством и/или временем. Вместо того чтобы расположить процессы последовательно или рядом, их часто располагают далеко друг от друга, что требует применения автопогрузчиков, конвейеров или других транспортных устройств для перемещения материалов на следующую операцию.

#### *Потери от излишних запасов.*

Потери скрывающиеся в излишних запасах, таят в себе множество неприятных проблем качества, такие как переделка и дефекты, проблемы в планировании рабочей силы и/или производства, завышенное время выполнения заказа, проблемы с поставщиками. Содержать чрезмерные запасы, замораживающие капитал и требующие выплаты банковских процентов,

слишком дорого. Излишние запасы снижают отдачу от вложений в рабочую силу и сырье.

*Потери от излишней обработки.*

Потери от излишней обработки возникают при производстве продукции или услуг с более высокими потребительскими качествами, чем это востребовано покупателем и за которые он согласен платить. Добавление функциональных возможностей, не имеющих ценности в глазах потребителя, не улучшает продукт или процесс. Недостаток информации о том, как потребители используют продукцию или услуги, часто способствует добавлению к ним излишних функциональных возможностей, в которых, по мнению производителя, клиенты нуждаются или желают их.

*Потери времени на ожидание.*

Потери времени на ожидание возникают, когда люди, операции или частично готовая продукция вынуждены дожидаться дальнейших действий, информации или материалов. Плохое планирование, необязательность поставщиков, проблемы коммуникации и несовершенство управления запасами приводит к простоям, которые стоят нам времени и денег.

Первым инструментом бережливого производства, с которого нужно начать, является система 5С (5S), без которой остальные нововведения не будут иметь должного эффекта. Система 5С представляет собой метод организации рабочего места, который значительно повышает эффективность и управляемость операционной зоны, улучшая корпоративную культуру, и сохраняет время. Данная система позволяет правильно организовать рабочее место персонала. Она помогает избавиться от производственного захламления и исключить его появление в дальнейшем. Итогом внедрения данной системы будет повышенная скорость работы сотрудников за счет более продуктивного управления рабочим пространством.

Система 5С включает в себя:

- Сортировку
- Соблюдение порядка

- Содержание рабочего места в чистоте
- Стандартизацию процедуры поддержания порядка
- Стимулирование поддержания порядка

Систем 5С – самый простой инструмент, однако он сразу же дает видимые результаты, поскольку является средством визуального контроля.

#### *Сортировка.*

Сортировать – значит обойти операционную зону и удалить все ненужное. Удаление ненужных предметов и наведение порядка на рабочем месте улучшает культуру и безопасность труда.

#### *Соблюдение порядка.*

Соблюдать порядок означает определить и обозначить «свое место» для каждого предмета, необходимого в рабочей зоне. Иначе, если, например, производство организовано по сменам, рабочие разных смен каждый раз будут класть инструменты, документацию и комплектующие в разные места. В целях рационализации процессов и сокращения производственного цикла крайне важно всегда оставлять нужные предметы в одних и тех же отведенных для них местах. Это – ключевое условие минимизации затрат времени на непродуктивные поиски. Одним из мест, где применение системы 5С дает наилучшие результаты является склад материалов и сырья. Все предметы – от канцелярских принадлежностей до ручных инструментов, от производственной оснастки до средств безопасности – должны иметь специально отведенные и обозначенные места хранения. И при первом же взгляде на любое из них должно быть сразу видно, что там лежит, каково количество предметов и срок их хранения.

Для того чтобы сразу выявить неправильно размещенные или потерянные инструменты и мелкие вещицы, используются специальные стеллажи или шкафы с обозначенными контурами предметов, которые должны там находиться. На полу делается разметка краской или специальной желтой лентой для обозначения мест расположения крупных предметов.

#### *Содержание рабочего места в чистоте.*

Содержать в чистоте – значит обеспечить оборудованию и рабочему месту опрятность, достаточную для проведения контроля, и постоянно поддерживать ее. Уборка в начале и/или в конце каждой смены обеспечивает немедленное определение потенциальных проблем, которые могут приостановить работу или даже привести к остановке всего участка, цеха или завода. Поверочные клейма, разметка положений органов управления и точек смазки на оборудовании должны всегда быть чистыми, а присутствующий там текст – четким и легко читаемым. Стершиеся разметки на местах хранения оборудования и материалов необходимо регулярно обновлять, а обозначения опасных зон, маркировки качества и другие производственные индикаторы сделать чистыми и разборчивыми. Ранние признаки ухудшения работы оборудования такие как подтекание масла нехарактерный шум двигателя или вибрацию нужно немедленно фиксировать с целью принятия неотложных мер. Необходимо составить специальный контрольный лист описывающий все места подлежащие контролю и регулярной уборке. Данное мероприятие способствует лучшему пониманию рабочими, что за кем закреплено, каждый знает, что он должен выполнить не отвлекаясь на посторонние задачи.

#### *Стандартизация процедуры поддержания порядка.*

Стандартизировать – значит разработать такой контрольный лист, который всем понятен и прост в использовании. Руководителю/специальному подразделению необходимо продумать стандарты чистоты оборудования и рабочих мест, для того чтобы каждый сотрудник знал как важно данное мероприятие для общего успеха. Рабочие должны использовать контрольные листы, отвечать за их ведение и подписывать, а руководители – регулярно проверять, ведутся ли они.

Стандартизация требует от руководства активного участия, с тем чтобы возглавить в организации общее движение по внедрению системы 5С. Каждый обязан понимать необходимость и обоснованность новых требований и стандартов, и для этого целесообразно провести специальное обучение. Выполнение требований системы 5С должно стать частью профессиональной

аттестации работников и превратиться в общую культурную норму – от кабинета директора до каморки дворника.

*Стимулирование поддержания порядка.*

Чтобы совершенствовать систему 5С, руководители и рабочие должны проводить улучшения совместно, не забывая наградить тех, кто выполняет договоренности. Каждый должен увидеть, какие преимущества он получает от системы 5С, включая растущую безопасность работы. Постоянное поддержание порядка потребует регулярных усилий со стороны среднего звена руководства и лидеров команд по обеспечению и контролю выполнения рабочими новых требований. Также они должны определить, какие машины и рабочие зоны пора заново покрасить и привести в порядок. Руководство должно планировать и проводить покраску, чтобы показать всем, что это не разовое мероприятие и теперь программа 5С – часть обычной работы.

Периодическая уборка в раздевалках и зонах отдыха и включение этих зон в контрольный лист покажут рабочим, что в целях благополучия компании внедрение программы следует распространять не только на производственные помещения.

В последнее время всё большую популярность приобретает бережливое производство. Для его внедрения требуется трансформация менталитета работников и руководителей предприятий, которые обязаны научиться выявлять потери, понимать, какие действия или состояния реально являются потерями, и непрерывно работать над их устранением. Начать внедрение бережливого производства можно с системы организации рабочего пространства 5S («Упорядочивание»), разработанной на рубеже 60-70 гг. XX века в Японии.

Система 5S включает в себя пять шагов (табл. 1).

Таблица 1 - Суть этапов системы 5S и возможные эффекты

| Наименование<br>этапа                      | Расшифровка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Виды эффектов:<br>П – производительность; Б –<br>Безопасность; К - качество                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Удаление<br>ненужного                   | <p>Все предметы рабочей среды разделяются на три категории: нужные, ненужные и не нужные срочно.</p> <p>Ненужные удаляются по определенным правилам. Нужные сохраняются на рабочем месте. Не нужные срочно располагаются на определенном удалении от рабочего места или хранятся централизованно.</p> <p>Распределяются и закрепляются зоны ответственности каждого работника</p>                                         | <p><b>П:</b> Сокращение ненужных запасов</p> <p>Сокращение занимаемых площадей</p> <p><b>Б:</b> Сокращение травматизма за счет освобождения производственной среды от ненужного</p> <p><b>К:</b> Улучшение сохранности сырья, материалов, готовой продукции.</p> <p>Устранение причин аварий, пожаров, несчастных случаев</p> <p><b>К:</b> Сокращение брака и потерь, связанных с загрязнением.</p> <p>Сокращение брака</p> <p>из-за неисправности оборудования и контрольно-измерительных приборов</p> |
| 2. Упорядочение<br>размещения<br>предметов | <p>По отношению к нужным предметам и предметам, не нужным срочно, вырабатываются и реализуются решения, которые обеспечивают:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- быстроту, легкость и безопасность доступа к ним;</li> <li>- визуализацию способа хранения и контроля наличия, отсутствия или местонахождения нужного предмета;</li> <li>- свободу перемещения и эстетичность производственной среды</li> </ul> | <p><b>П:</b> Эффективное использование рабочих мест, улучшение организации труда. Сокращение потерь времени на поиски, хождения и т.п.</p> <p><b>Б:</b> Сокращение травматизма из-за безопасного способа хранения предметов – создание безопасной ситуации</p> <p><b>К:</b> Сокращение брака из-за случайного использования несоответствующих компонентов</p>                                                                                                                                           |
| 3. Очистка<br>рабочего места               | <p>Определяются основные источники загрязнения рабочего пространства.</p> <p>Проводится анализ и определяется, кто имеет доступ к документам /деталям, к каким именно, каким образом и т.д.</p>                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>П:</b> Сокращение простоев из-за неисправности оборудования</p> <p><b>Б:</b> Улучшение санитарно-гигиенических условий труда.</p> <p>Предотвращение утечек пара, газа, воздуха, воды и опасных веществ.</p> <p>Сокращение аварий из-за неисправности оборудования.</p> <p>Устранение причин аварий, пожаров, несчастных случаев</p> <p><b>К:</b> Сокращение брака и потерь, связанных с загрязнением.</p>                                                                                         |

# Окончание таблицы 1

| Наименование<br>этапа                                         | Расшифровка                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Виды эффектов:<br>П – производительность; Б –<br>Безопасность; К - качество                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Сокращение брака<br>из-за неисправности оборудования и<br>контрольно-измерительных приборов                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4. Стандартизация<br>правил уборки                            | Разрабатывается инструкция, включающая<br>правила пользования<br>документами/деталью в отделах /на<br>участках. Определяется круг лиц, которые<br>имеют право ими пользоваться                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>П:</b> Сокращение потерь за счет<br>визуализации контроля и управления<br><b>Б:</b> Визуализация контроля<br>безопасности<br><b>К:</b> Стандартизация методов контроля                                                                                                                                                                                                                |
| 5. Формирование<br>привычки<br>соблюдать чистоту<br>и порядок | Разработанные на 4-м этапе инструкции<br>утверждаются приказом директора,<br>изданным по предприятию. С людьми,<br>занимающими должности, которые имеют<br>доступ к документам/деталью, проводится<br>инструктаж по работе.<br>По окончании инструктажа, подписывается<br>документ, подтверждающий, что человек с<br>инструктажем ознакомлен. Обязательно<br>назначается лицо, ответственное за<br>хранение документов / деталей. При<br>необходимости вводится система штрафов | <b>П:</b> Рост выработки за счет<br>мотивированности персонала на<br>производительный труд<br><b>Б:</b> Соблюдение правил охраны труда.<br>Безопасное производственное<br>поведение<br><b>К:</b> Сокращение брака из-за<br>невнимательности или Безопасное<br>производственное поведение<br><b>К:</b> Сокращение брака из-за<br>невнимательности или<br>недисциплинированности персонала |

Внедрение системы 5S является первым шагом к развёртыванию бережливого производства (Lean-Manufacturing) и воспитания в персонале способности осуществлять постоянное совершенствование производственной среды и поддерживать достигнутый уровень. Для повышения эффективности внедрения 5S на промышленном предприятии следует вводить конкурсы «Лучный цех», «Самый чистый рабочий участок» и т.д. Одновременно следует присваивать звание «Худший цех» и «Самое грязное рабочее место» для повышения дисциплины.

В ходе проведения 5S – упорядочения, проводится инвентаризация специализированной оснастки и составляется перечень не задействованного спец. инструмента. По её итогам должно быть списано и отправлено на дальнейшую утилизацию изношенных и снятых с производства агрегатов,

оборудования, металлического лома. Сумма, полученная с утилизации и переработки и будет суммой прямого экономического эффекта.

Однако, эффект от данных мероприятий заключается не только в снижении затрат на производство, увеличения цены выпускаемой продукции за счёт роста качества, снижении затрат времени на изготовление единицы продукции, но и в психологической составляющей – работники будут с большим энтузиазмом и эффективностью работать на аккуратном, чистом рабочем месте (табл. 1).

Основным результатом является относительная экономия ресурсов, а не затрат, в первую очередь сокращение остатков незавершённого производства за период, что ведёт к экономии на кредитовании или возможности вложения раньше высвободившихся денежных средств в альтернативные мероприятия.

Для внедрения данных изменений необходим человек-лидер, занимающий руководящее положение и имеющий право принимать важные решения и нести за них ответственность. Его следует назначить «агентом изменений», тем, кто будет продвигать идею и контролировать процесс.

Перед внедрением системы требуется провести для всех руководителей подразделений однодневный семинар-тренинг. Менеджеры должны реализовать на своих рабочих местах три первых принципа системы за три месяца.

Каждые три недели они должны участвовать в индивидуально-групповых консультациях по внедрению: сначала обсуждаются накопившиеся вопросы и проблемы в аудитории (в группах по 10-12 человек), а затем все члены группы вместе с консультантами последовательно обходят кабинеты, рабочие места каждого члена группы. При этом решения многих проблем находятся именно в ходе таких обсуждений и посещений. Руководители легко будут перенимать опыт друг друга. Достижение результата должно проверяться по контрольному листку.

Следует изменить организационную схему управления. В первую очередь - изменить штатное расписание. Управление производством доверить мастерам и

бригадирам. Все промежуточные управленцы в лице бывших заместителей переводятся в группу развития.

#### *Система всеобщего ухода за оборудованием (TPM).*

В начале 1970-х годов в Японии возник термин TPM (англ. Total Productivity Maintenance) – «всеобщий уход за оборудованием». Это инструмент производственной системы, который служит улучшению качества оборудования, ориентирован на максимально эффективное использование благодаря всеобщей системе профилактического обслуживания. Основная задача TPM – вовлечь работника в повышение эффективности ухода за промышленной техникой. Это означает, что сотрудник не просто придет и отработает смену, а еще и обслужит, внесет улучшение, создаст условия для результативной работы и отнесется к оборудованию как к собственному автомобилю.

#### *TPM включает в себя:*

- 5С - начальная стадия TPM;
- подготовка и обучение персонала;
- визуализация работы оборудования;
- планирование обслуживания;
- профилактическое обслуживание;
- качество обслуживания;
- условия работы оборудования;
- автономное (самостоятельное) обслуживание оборудования;
- быстрая переналадка оборудования (SMED).

#### *Этапы внедрения TPM*

*Этап 1: оперативный ремонт.* Начать следует с ревизии документов, регламентирующих эксплуатацию и ремонты. Все виды работ следует обосновать, указав ответственных лиц и временные рамки. Определить, какие виды работ выполняются необоснованно, а какие возникли под воздействием объективной необходимости. Проанализировать схему движения запасных частей и расходных материалов. Обратить внимание на удобство и скорость

получения всего необходимого со склада. Пристальное внимание нужно уделить результату ремонтно-профилактических работ. Полностью ли восстановлена функциональность оборудования? Как часто используются временные меры по восстановлению узлов? Что необходимо для повышения качества ремонтных работ? То есть, систематизировать существующий порядок обслуживания и ремонта оборудования.

*Этап 2: обслуживание на основе прогнозов.* На большинстве предприятий присутствует система профилактического обслуживания оборудования. В основном в форме планово-предупредительных ремонтов (ППР). Это позволяет произвести необходимый ремонт или замену деталей до того, как неисправность оборудования приведет к остановке производства.

*Этап 3: корректирующее обслуживание.* В процессе производства не всегда удается точно следовать рекомендациям производителя оборудования. В этом случае необходимо разработать комплекс мероприятий, которые позволят станку или механизму максимальным образом соответствовать условиям его эксплуатации. Фактически речь идет о совершенствовании оборудования, повышении его надежности, удобства эксплуатации и обслуживания. В этом процессе должны участвовать и ремонтники, и сами работники.

*Этап 4: автономное обслуживание.* На данном этапе работники изучают принципы действия оборудования, его основные характеристики, возможные неисправности и способы диагностики. Кроме того, регистрируют любое изменение параметров оборудования, появление грязи, подтеков, запахов. Все эти сведения доводятся до лиц, ответственных за анализ состояния устройства.

*Этап 5: непрерывное улучшение.* Создаются условия, при которых работники будут стремиться повышать свою квалификацию, модернизировать оборудование, повышать его ремонтпригодность и надежность.

Постоянно действующая программа совершенствования дополняется системой всеобщего ухода за оборудованием, или всеобщей эксплуатационной системой (от англ. Total Productive Maintenance. TPM). В TPM участвуют операторы и ремонтники, которые обеспечивают повышение надежности

оборудования. Поскольку операторы постоянно находятся рядом с оборудованием, именно они первыми определяют посторонний шум или вибрацию двигателей, нехарактерный скрип приводных ремней и цепей, протечки масла и утечку воздуха. Операторы должны знать основные параметры своего оборудования и в течение каждой смены проверять, соответствуют ли они стандартам. При обнаружении в эксплуатируемом оборудовании малейших дефектов следует сразу же известить ремонтную службу, так как своевременное выявление и немедленное устранение возникающих проблем – ключевое условие исключения аварий или полной остановки дорогостоящих механизмов.

Обслуживающему персоналу нужно поддерживать тесный контакт с операторами, указывать им, на что следует обращать внимание при работе оборудования, чтобы быстро определить возможные проблемы. Работая сообща и определяя возникающие неисправности еще на начальных стадиях, команда операторов и специалистов по обслуживанию может значительно продлить срок службы оборудования, быстро локализуя проблемы, пока они не обусловили серьезных аварий и дорогостоящих простоев. Для обеспечения более эффективной поддержки в эту команду следует включить представителей руководства, которые определяют необходимое количество профилактических остановок оборудования для выполнения планового техобслуживания. Руководство должно также следить за своевременным выделением денег на ремонтные работы. Основа ТРМ – составление графика профилактического техобслуживания, смазки, очистки и общей проверки. Методики ТРМ и 5С работают «рука об руку», чтобы обеспечить безопасность и высокую производительность на каждом рабочем месте, значительно уменьшая затраты от простоев оборудования. Параметры ТРМ обычно включают в контрольный лист 5С или выносят на отдельный контрольный лист. Когда процессы ТРМ выполняются одновременно, все вовлеченные в них сотрудники несут коллективную ответственность.

*Системы «точно-в-срок» (JIT; just-in-time).*

Точно-в-срок (англ. Just-in-Time, JIT, точно вовремя) – один из базовых столпов Производственной Системы Toyota, метод организации производства. Заключается в том, что во время производственного процесса необходимые для сборки детали оказываются на производственной линии точно в тот момент, когда это нужно, и в строго необходимом количестве. В результате компания, последовательно внедряющая подобный принцип, устраняет простои, минимизирует складские запасы, или может добиться сведения их к нулю. Основные характеристики – иметь только необходимые запасы, когда это необходимо; улучшать качество до состояния «ноль дефектов»; уменьшать длительность цикла путем снижения времени оснащения, размер очереди и величину производственной партии; постепенно модифицировать сами операции; и выполнять эти виды деятельности с минимальными издержками.

Метод «точно-в-срок» изобретен в 1954г. в корпорации Тойота. Он возник на основе экономических ограничений, которые господствовали тогда в Японии. Так как у Японии было немного естественных ресурсов и очень высокие цены на недвижимость, японским фирмам нельзя было допускать расточительство, к примеру, склады для больших запасов возможно излишних товаров. Эффективность метода была подтверждена в 1973 году посредством продолжительного успеха корпорации Тойота (время нефтяного кризиса в Японии).

#### *Области применения JIT*

- JIT в производственной области – охватывает управляемый с помощью JIT производственный процесс;
- JIT в области поставок;
- JIT в области сбыта – обеспечивает снабжению множества потребителей, которые выставляют свои запросы в онлайн-информационные системы.

Метод строится на трех базовых принципах:

- Система вытягивания производства (pull-принцип);
- Производство непрерывным потоком;
- Время такта.

Японский менеджмент достигает принципа «точно вовремя» систематическим предотвращением трех нежелательных компонентов:

- MURI - излишки;
- MUDA - потери;
- MURA - дисбаланс.

*Предотвращение потерь:*

Шаг 1: Введение поточной системы движения материала.

Шаг 2: Снижение времени переналадки.

Шаг 3: Систематическое повышение продуктивности.

Шаг 4: Сокращение размера производственной партии.

Шаг 5: Поощрение поставщиков вводить ЛТ - производство.

Предпосылками эффективного применения метода являются следующие признаки:

Таблица 2 – Признаки эффективного применения метода

| Признаки               | Описание                                                                                                                                             |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Программа производства | Постоянная спрос (очень низкая степень колебаний)                                                                                                    |
| Размещение/площади     | Имеющиеся в распоряжении площади должны быть расширяемыми / внимание: ЛТ имеет очень низкую потребность в площадях в сравнении с содержанием складов |
| Процесс                | Короткое время наладки, высокая готовность средств производства                                                                                      |
| Мощности               | Наличие гибких резервов мощности                                                                                                                     |
| Квалификация           | Важнейшим условием занятости в процессе является 100 %-ый уровень квалификации                                                                       |
| Планирование           | а) программа изготовления деталей централизованно управляется с помощью ЛТ;<br>б) потребление деталей управляется децентрализованно с помощью kanban |
| Поставка               | Обеспечения связи выбранных поставщиков при невыполнении поставок                                                                                    |

Можно определить преимущества данного метода:

- Сокращение затрат на содержание складских запасов (складских работников, складского оборудования, аренда складских помещений и др.).

- Сокращение времени проведения заказа (из-за уменьшения размера партии, времени переналадки, времени простоев).
- Лучшее обеспечение материалами, деталями и полуфабрикатами из-за размещения поставщиков ближе к производителям (кроме того, больше рабочих мест, развитие регионов).
- Долгосрочное планирование для поставщиков и лучший сбыт товаров.
- Рационализация производства через специализацию поставщиков на заказанных товарах и др.

Возможные проблемы применения:

- Высокие затраты на транспорт и обустройство транспортного пути (высокая нагрузка на пути, возможность пробок, шум из-за транспорта).
- Высокая зависимость от одного поставщика (при несоблюдении сроков поставок возможны производственные потери).
- Высокая зависимость от соблюдения качества поставляемых материалов (затраты на входной контроль, рекламации).
- Требуется постоянный информационный обмен (обязанность подтверждения финансового состояния поставщика и производителя).
- Высокие штрафы для поставщиков из-а несоблюдения сроков поставок, высокая зависимость от одного потребителя.
- Необходимость для поставщиков перемещать производства и склады ближе к потребителю.
- Большие потери у поставщиков от специализации в кризисных ситуациях.

*Метод Poka-yoke.*

Poka-yoke (Принцип нулевой ошибки, англ. Zero defects) – предотвращение ошибок, метод, благодаря которому работу можно сделать только одним правильным способом и дефект просто не может появиться. Принцип нулевой ошибки означает: допускается минимум ошибок или всего одна. При инициировании программ нулевой ошибки отношение к дефектам следующее: промахи из-за забывчивости, случайной перестановки, перепутывания, неправильного считывания, ложной интерпретации,

заблуждений, незнания или невнимательности возможны и неизбежны. Однако они должны рассматриваться сотрудниками как нормальное явление. Их следует вскрывать и нельзя замалчивать. Необходимо искать не виновников дефекта, а его причину.

Причины дефектов отыскиваются путем разделения следующих понятий: причина – промах и заблуждение – сотрудник – действие – дефект, возникший в продукте. Таким образом, определяется механизм предотвращения ошибок. Его основные моменты:

- создание предпосылок для бездефектной работы,
- внедрение методов бездефектной работы,
- систематическое устранение возникших ошибок,
- принятие мер предосторожности и внедрение простых технических систем, позволяющих сотрудникам предотвратить совершение промаха (рока-случайная, непреднамеренная ошибка; уока-избежание, сокращение количества ошибок).

## 2 ИЗУЧЕНИЕ ОПЫТА ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

### 2.1 ОБЗОР ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЗАРУБЕЖНЫХ КОМПАНИЯХ

Не секрет, что самой успешной компанией, которая в современном мире использует систему бережливого производства, является Toyota, которая в этом году вернула себе позицию мирового лидера автомобильной промышленности, утратив её ранее в результате катаклизмов на территории Японии. После успеха компании Toyota, значительная часть компаний решила на основе ее принципов внедрить у себя основы системы бережливого производства.

Ярким примером внедрения бережливого производства является компания Boeing. Начало было положено в 1996 году. Были проведены крупные организационные мероприятия по уменьшению потребляемых ресурсов:

#### *Перемещение ресурсов.*

Один из наиболее ресурсоемких типов издержек считается неверная организация рабочего пространства, по которому приходится передвигать груз или передвигаться рабочим, так как эти операции затрачивают слишком много времени рабочего. В данной сфере компания Boeing достигла значительных результатов за счет определенной формы организации рабочего процесса, который ограничивал его одним подразделением, в котором располагалось всё обрабатывающее оборудование, сборочная лента и отдел по проверке качества продукта. Помимо этого, всё оборудование было выстроено в нужном для сборки порядке, и по возможности, оборудовано колесами для обеспечения мобильности, чтобы минимизировать нужду в лишних погрузчиках. Каждое подразделение имело небольшие складские помещения для устранения ненужных транспортировочных операций. Результатом явилось сокращение<sup>7</sup>:

---

<sup>7</sup> В погоне за совершенством: Внедрение бережливого производства в компании Boeing. – Управление производством, 2012

- Перемещения деталей на 1,5-5 км
- Перемещения персонала на 10 км
- Энергии и расходов на погрузчиков

*Экономия пространства.*

Применение потока создания единичных изделий вместо массового производства позволило сократить количество изделий, которые находились в цехе одновременно, отпала потребность в больших складских помещениях. Итогом данных манипуляций явилось сокращение:

- Рабочей зоны с 60000м<sup>2</sup> до 42000 м<sup>2</sup>
- Расходов на электроэнергию
- Расходов на аренду складов

*Управление товарно-материальными запасами.*

Переход к системе бережливого производства привел к тому, что отпала нужда в крупных партиях сырья, а небольшие партии стали поставляться «точно вовремя», для чего стал строго координироваться процесс производства-поставки. Результатом явилось сокращение:

- Расходов на сырье в краткосрочном периоде на \$22млн.
- Вероятности отказа от сырья ввиду порчи от длительного хранения или устаревания

Согласно данным компании общий результат составил<sup>8</sup>:

- Сокращение общих расходов на 30%
- Рост производительности на 39%
- Сокращение перемещения на 70%
- Рост гибкости производства на 45%
- Сокращение количества брака на 75%
- Сокращение расходов на повторную обработку на 51% (ввиду предыдущего пункта)

---

<sup>8</sup> В погоне за совершенством: Внедрение бережливого производства в компании Boeing. – Управление производством, 2012

Чтобы показать, что бережливое производство возможно применять в совершенно различных экономических секторах, пример следующего предприятия будет связан с энергетическим сектором. Руководящий состав компании Nuon, которая осуществляет поставки электроэнергии в Бельгию, Германию и Нидерланды, ориентируется на улучшение эффективности производства в своих рабочих сегментах. Обстановка на данном предприятии отличается от вышеуказанных компаний, так как его продукт никак не поддается складированию, следует регулярно доставлять электроэнергию в срок. Так как в нынешнем обществе электроэнергия является предметом первой необходимости, подразумевается, то что работа оборудования не должна останавливаться, следовательно и обслуживающий персонал должен обладать достаточной квалификацией, чтобы предотвращать аварии на линии электропередач. Это свидетельствует о том, что с целью эффективного внедрения бережливого производства руководству компании требуется искать собственные алгоритмы решения, а не брать готовые модели успешных компаний.

Результаты, которых удалось добиться компании Nuon по введению бережливого производства таковы<sup>9</sup>:

- Количество времени, требуемого на починку оборудования, снизилось на 33%
- Эффективность от расхода горючих материалов увеличилась на 5%
- Мощность, вырабатываемых генераторов увеличена на 7%

Необходимо отметить, что улучшение показателей позволило привлечь инвесторов, благодаря финансам которых компания обновила оборудование до более современных моделей, в результате чего уменьшилось количество простоев, а также существенно сократился расход тока на внутренние нужды.

Еще одним примером является компания Porsche. Компания Porsche известна своей приверженностью философии непрерывного совершенствования. Несмотря на отлично организованное производство, ее

---

<sup>9</sup> Практика: Бережливая энергетика. – Ключевые решения, 2011

руководители никогда не останавливаются на достигнутом и никогда не бывают вполне довольны результатом<sup>10</sup>.

Конкурентное преимущество компании Porsche заключается в отлаженной производственной системе и грамотной логистике, позволяющей синхронизировать весь производственный цикл, включая поставки материалов и отгрузку готовых автомобилей, и работать с практически нулевыми складскими запасами. Благодаря этому, Porsche можно смело назвать производителем с минимальными складскими запасами в Европе. К примеру, на заводе в Лейпциге запас материалов и комплектующих на складе не превышает объема, достаточного для 0,8 рабочего дня.

К решению о ликвидации складских запасов компания пришла в 2009 году. Теперь в цеха, прямо на место сборки, поступали только необходимые для конкретного этапа производства компоненты и только в то время, когда они необходимы, и все движение материальных потоков организовывалось в четкой согласованности с процессом производства.

Особенностью производства на заводе Porsche в Лейпциге является то, что автомобили разных серий собираются на одном конвейере. Более того, даже автомобили одной серии порой имеют довольно значительные вариации. Из этого следует, что система должна работать безукоризненно, сохраняя в то же время определенную долю гибкости. Основная задача заключается в том, чтобы сохранять запасы материалов и комплектующих на низком уровне, несмотря на высокую вариативность конструкций, не теряя при этом возможности оперировать большим числом комбинаций деталей. Конечно, в этом есть и определенный риск: компании приходится учиться функционировать без стратегического запаса материалов и комплектующих на случай непредвиденных обстоятельств, а значит нужно исключить саму возможность этих непредвиденных обстоятельств. Чтобы достичь этого, компания разрабатывает четкую последовательность, в которой должны выполняться заказы на поставку материалов на несколько дней вперед, и

---

<sup>10</sup> Heiner von der Laden «Typical Porsche: No superfluous parts»

требует от поставщиков точного их выполнения. Заказ с точным указанием объемов и сроков поставки служит отправной точкой всей производственной цепочки.

В компании Porsche ничего не пускается на самотек. В стремлении оптимизировать поставки компания разработала замкнутый цикл транспортировки деталей в более компактных и удобных для обращения контейнерах: грузовики, доставляющие контейнеры с деталями, сразу забирают пустые. Этот «принцип молочника» соблюдается на всей производственной цепочке. Прибыв на завод, контейнеры перемещаются на тележку и сразу развозятся по местам назначения, согласно информации указанной на ярлыках, строго в нужной последовательности.

## **2.2 ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ В РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Не смотря на достаточно короткий срок существования рыночной экономики в России, ряд компаний успешно смогли внедрить производственную систему по принципу Тойоты, поскольку она ориентирована на эффективность использования ресурсов, постоянный прогресс и на разработку инноваций, в частности наиболее известные из них: «КамАЗ», «ГАЗ», «РусАЛ», «Сбербанк», «ПИК», «Мосэнерго», «РЖД» – все они в той или иной степени внедрились «лин» на своих предприятиях.

Одной из первых компаний по внедрению бережливого производства стала компания «ГАЗ». Для осуществления крупных реформ были привлечены внешние консультанты, перед которыми стояли задачи по сокращению материальных расходов, росту производительности труда, зарплат сотрудников и качеству продукции. Для проведения мероприятий по улучшению был предоставлен участок по сборке автомобильных кабин, на данном примере руководство получило положительные результаты и убедилось, что можно достичь значительных успехов без особых капиталовложений. Впоследствии эксперимент был признан успешным, а бережливое производство стали

внедрять и в остальные сектора предприятия. Первые видимые результаты работы и финансовые показатели «ГАЗ»<sup>11</sup>:

- Рост выпуска продукции на 30%
- Производительность труда увеличилась на 60%
- Количество брака сократилось на 50%
- Время прохождения по сборочной линии сократилось на 65%

Основные сложности внедрения были обусловлены сопротивлением штата работников реформам, поскольку люди опасались массовых сокращений. Для преодоления сопротивления компания проводила разъяснительные работы со всем штатом, где описывала все подробности планов о переходе к новой производственной системе, которая не подразумевала увольнений. Кроме того, поскольку внедрение новой системы производства сразу показала плодотворные улучшения, для реформаторов было неожиданностью, насколько сложно оказалось поддержание эффекта, требовавшее длительного периода для перестроения мышления работников.

Следующим примером является компания «РусАЛ», которая начала внедрение бережливого производства в 2006 году. Первоначальные усилия по внедрению бережливого производства потерпели провал, вследствие того что программы изменений стремительно теряли значимость. Решением данной проблемы стало объединение цеховой составляющей завода и формирование общего потока создания ценности. Следующим этапом стало желание сформировать сопричастность персонала в рабочий процесс, так как обнаружение проблем и их преодоление в такой атмосфере проходит гораздо эффективнее, что, в свою очередь, ведет к улучшению рабочих условий и росту производительности. Во время перехода к новой производственной системе работа ста человек была заменена механической составляющей, данный шаг вместе с остальными привел к тому, что<sup>12</sup>:

- Запасы цехов снижены на 70%

---

<sup>11</sup> Как внедрялась производственная система ГАЗа – Эффективная производственная система, 2010

<sup>12</sup> Директор Братского алюминиевого завода о производственной системе предприятия. – Leaninfo.ru, 2010

- Количество времени, требуемого для переналадки оборудования, сократилось на 46%
- Производительность труда повысилась на 35%
- Продажи выросли на 30%
- Используемое пространство уменьшилось на 40%

Опыт «КамАЗа» также начался в 2006 году. Установив для компании глобальную цель «Достичь мирового уровня» и ряд промежуточных целей, команда реформаторов, вооружившись опытом «Тойоты» и «ГАЗа», заложила фундамент для «Производственной системы КамАЗ» – PSK, куда помимо самого предприятия теперь включаются дистрибьюторы, сервисные центры и т.д. Основная трудность при внедрении бережливого производства заключалась в том, что не все работники компании имели гибкое мышление для перехода к новым производственным принципам, в соответствии с этим, у одних получалось лучше чем у других, производительность труда сильно колебалась. Решением проблемы стало обучение рабочего персонала на своих рабочих местах небольшими группами. Обучение началось с работников обладающих наихудшими показателями. Результаты использования бережливого производства на предприятии КамАЗ за 5 лет<sup>13</sup>:

- Снижение уровня брака на 50%
- Увеличение скорости выпуска продукции на 30%
- Сокращение используемых площадей на 360 тыс. м<sup>2</sup>
- Достижение экономического эффекта в 19 млрд. руб.

К 2010 году результаты перехода заинтересовали крупную международную компанию Daimler AG. Позднее был подписан ряд соглашений с фирмой ZF, выпускающей коробки передач, что скажется на качестве автомобилей и подведет компанию ещё на шаг ближе к достижению глобальной цели.

Решение о проведении внедрения бережливого производства в «Сбербанке России» было принято после изучения результатов компании

---

<sup>13</sup> «КамАЗ»: Трудно поверить, но так бывает// Стандарты и качество. 2011. №6;

«ГАЗ». Реформирование началось в 2008 году, в это же время были поставлены основные задачи, включающие в себя выход на мировой уровень производительности и качества сервиса. Компанию не устраивало значительное устаревание основных принципов работы и большое число ненужных операций в работе. Были выбраны три филиала, в которых начались реформаторские процессы, направленные на исключение наименее полезных действий и на улучшение остальных (например, сокращение времени обработки запросов клиентов на оказание определенной банковской услуги; времени вывода новых услуг на рынок).

Сравнительно «Сбербанка» и иных компаний в области услуг, проблема внедрения состоит в том, что инструменты бережливого производства охватывают не всю область применения, в отличие от промышленных предприятий. Для решения данной проблемы компания должна адаптировать систему под свои производственные нужды, на что может уйти большое количество времени.

Тем не менее, результатом работы за первые три года стало<sup>14</sup>:

- Рост продаж на 300%
- Сокращение очередей на 36%
- Снижение длительности рабочих процессов на 38%

Важным шагом является открытие 36 обучающих центров, которые периодически проводят семинары по повышению квалификации в области эффективного применения бережливого производства в рамках каждой должности, поскольку для достижения полноценного эффекта могут потребоваться годы и большое количество квалифицированных специалистов в этой области.

---

<sup>14</sup> Бережливое производство. – Bankir.ru, 2010

### **3 НАПРАВЛЕНИЕ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

#### **3.1 ВНЕДРЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В АО «УРАЛЬСКИЙ ЗАВОД ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Концепция бережливого мышления и производства - это одно из модных направлений развития менеджмента, которое явилось еще одним каналом проникновения западных консультантов на российский рынок. Системное изложение этой концепции в русском переводе книги Вумека и Джонса "Бережливое производство" появилось на российских книжных прилавках только в 2004 году. Однако говорить, что эта концепция впервые пришла в Россию лишь тогда, было бы абсолютно неверно.

Все дело в том, что эта концепция, как и множество других, наводнивших наш бизнес идей, таких, как "шесть сигм", "система 5S", TQM (всеобщая система управления качеством), TPM (всеобщая система обеспечения деятельности производства), JIT (точно в срок), КАНБАН и других подобных, являются компонентами огромной цельной системы японского менеджмента Кайдзен (постоянные улучшения), основанной на идеях Деминга, Джурана, Фейгенбаума и их японских коллег Исикавы, Тагути и Сингу. Внимательное изучение других концепций, выдаваемых за новое последнее слово в построении эффективного менеджмента, изложенных во многих книгах, заполнивших отечественные прилавки, таких, как BSC (система сбалансированных показателей), ABC (учет, основанный на процессном подходе), BPR (реинжиниринг бизнес-процессов), Agile Manufacturing System (быстро реагирующая система производства), Synchronous Manufacturing System (система синхронного производства), оказываются менее эффективным

воплощением тех же идей. То есть это всего лишь системы, облегчающие переход от централизованного жесткого управления бизнесом к бизнесу, основанному на вовлечении работников и превалировании горизонтальных подходов к управлению над вертикальными. С этой точки зрения и различные классические варианты MRP и ERP также обеспечивают поддержку уходящим в прошлое неэффективным концепциям бизнеса. На смену им приходят различные варианты представления Кайдзен, одним из важнейших компонентов которого является Lean Production.

В основе концепции лежит оптимизация процессов путем их ранжирования по признакам, определяемым понятиями Муда. Под этими понятиями подразумеваются процессы, которые не приносят добавленной ценности потребителям, или уменьшают ее. Выделяют до 7 видов таких процессов, хотя никто не ограничивает фантазию по поводу умножения их номенклатуры:

- Процессы, ведущие к перепроизводству.
- Процессы ожидания.
- Процессы лишней транспортировки.
- Процессы излишней обработки.
- Процессы, приводящие к избытку запасов.
- Процессы, содержащие лишние движения.
- Процессы, создающие дефекты.
- Восьмая группа процессов связана с потерями, обусловленными игнорированием человеческого фактора. Последовательное или взрывное уменьшение таких процессов позволяет приблизить время и уровень издержек к минимуму, определяемому только временем передела.

Воплощение концепции возможно в двух направлениях: либо для получения разового результата, либо для создания постоянного улучшения процесса. В первом случае набор разовых мероприятий напоминает то, что делается при реинжиниринге бизнес-процессов в соответствии с методологией

Хаммера. Во втором случае формирование системы бережливого производства фактически означает освоение абсолютно всех элементов Кайдзен.

Все начинается с наведения порядка и наглядной демонстрации неудобств, вызванных большими запасами. Для этого необходимо внедрить концепцию 5С (S), чтобы каждый работающий смог понять и прочувствовать необходимость самоорганизации и исключения превышения некоторого разумного минимума.

Параллельно необходимо провести огромную работу по делегированию полномочий и доведению стратегических целей от высшего уровня вплоть до рабочих, в соответствии с их квалификациями и способностями. Эта работа сочетается с постановкой маркетинга и выстраиванию цепочек внутренних потребителей и поставщиков, ориентированных на потребителей.

Цепочки внутренних потребителей и поставщиков необходимо превратить в последовательности процессов. Это даст возможность сформировать потоки создания ценностей, как для внутренних, так и для внешних потребителей. Эти потоки нужно распространить на поставщиков, что позволит минимизировать дискретности и разовые объемы поставок с максимальным приближением их к реальным потребностям процессов. Фактически речь идет о подготовке к внедрению бережливого производства по всем предприятиям и сетям поставщиков. Превращение сетей поставок в потоки означает также непрерывность движения перерабатываемых в процессах ресурсов в ритме, задаваемом потребителями (еще одна модная концепция - Supply Chain Management) по принципу вытягивания. Таким образом, автоматически получается система "точно в срок". Все это приводит к созданию тотальной системы вовлечения работников в процессы создания ценностей в соответствии с целями предприятия.

Следующие шаги по созданию бережливого производства осуществляются уже фактически с помощью и на основе тотальных инициатив по повышению качества и уменьшению издержек. Искусное направление этих инициатив в сторону поддержания непрерывного движения потока с помощью

инфраструктуры (оборудования и оптимально планируемых помещений) приводит нас к технологии TPM (Total Productive Maintenance).

Такая последовательность действий ведет к тому, что на предприятии начинает работать система тотального обеспечения качества и уменьшения издержек. Рабочие, инженеры и менеджеры, направляя свои усилия на устранение причин несоответствий и лишних и вредных издержек, в рамках периодических мероприятий по прорывным улучшениям способны совместными усилиями создать бережливое производство, как высшую форму эффективного бизнеса. Естественно, все вышесказанное касается не только производственных, но и других процессов на предприятии.

В бережливом производстве особое значение имеет информационное обеспечение, которое также принимает характер универсального средства, поддерживающего непрерывность потоков и их эффективность. Однако растут требования и к эффективности самого информационного обеспечения. Поэтому обязательно наличие в системе четкого управленческого учета, обеспечивающего пользователей только релевантной информацией, которая всегда достоверна, своевременна и объективна. Кроме того, информация должна быть представлена в форме, понятной ее потребителю, в виде, позволяющем очень быстро принять правильное решение.

Поэтому для работающих очень важно соблюдение принципа визуальной информированности о состоянии дел в ближайших точках потоков. Информация должна отображаться в виде, доступном для наблюдения практически всем работающим в пределах данной актуальной части потоков. Таким образом, наличие центрального плана актуально только в маркетинге и в финансовой структуре, ибо все остальные участники потока работают на основе визуализации, и для них важнее ситуационная информация о движении потоков, чем откорректированный централизованный план.

В стандартах ИСО серии 9000 изложены очень правильные идеи. Более того, 8 принципов системы менеджмента качества полностью согласуются с основными положениями Кайдзен, а, следовательно, и бережливого

производства. Однако требования, правильно написанные руководителями в виде документированных процедур, вовсе не гарантируют их правильной интерпретации и тщательного исполнения. Поэтому недооценка человеческого фактора предприятиями, внедряющими требования ИСО 9000, не позволит им даже приблизиться к тому уровню эффективности, который гарантирует полное внедрение бережливого производства в составе Кайдзен.

Концепция бережливого производства родилась на европейском континенте и представляла собой синтез и обобщение ряда передовых управленческих практик различных стран. Не следует видеть в ней лишь японскую или шведскую модель, хотя многие идеи этой концепции впервые появились и в дальнейшем развивались на японских предприятиях. Менеджеры на обоих континентах ссылаются на феномен Тойоты и принципы КАНБАН, однако акценты в предлагаемых решениях различаются. Также они разнятся в поддержке этих процессов с помощью ERP-систем.

Несколько слов о различиях между европейским и американским подходом к реализации бережливого производства. В США понятие «бережливое производство» интерпретируется с несколько другими акцентами, нежели, чем в Европе.

Подход США - возможность набора рабочей силы невысокой квалификации, их скорейшая подготовка, возможность быстрой подготовки кадров с темпом, соответствующим темпу роста производства. Легко уволить с работы, легко и набрать новый персонал. Проекция на ERP - детальные, жесткие, «разжеванные» интерфейсы, где приоритет отдан американским реалиям.

В Европе акцент в реструктуризации во многом делался (и делается) на мотивацию персонала, в том числе на его участие в создании оптимальных форм труда. Lean в Европе - это гораздо больший упор на мотивационной составляющей.

В США акценты пришлось расставить по другому. Первым препятствием явились индивидуализм и независимость, характерные для американской

культуры, плюс традиционно узкая специализация работников, не позволявшая во всей широте применить европейские подходы.

Как подтверждает практика, предприятия, внедрившие бережливое производство, не только используют ИТ-системы со 100% эффективностью, но еще и вовлекают их в сферу постоянного улучшения. В то же время, общепризнанным является факт, когда система менеджмента качества и ERP-система существуют параллельно, не только не затрагивая друг друга, но и не особо подозревая и взаимном наличии.

Бережливое производство предусматривает внедрение новых принципов управления на основе постоянного уточнения реальной ценности продукта, непрерывной оптимизации потока создания ценности, обеспечение самой непрерывности потока создания ценности, формирования условий для «вытягивания» продукта потребителем. Без системы постоянных улучшений и системы мотивации к совершенству (продукта и процессов его создания) не может быть результативного бережливого производства.

Ценность для потребителя с течением времени изменяется, и система управления должна быть настроена на своевременное реагирование производства в соответствии с новыми запросами потребителя. Для этого требуется создать не только систему мониторинга удовлетворенности потребителя, но и систему исследования его ожиданий по улучшению продукта или оказываемых услуг.

Из зарубежной практики следует, что результативным внедрением бережливого производства должно обеспечиваться снижение времени производственного цикла в 2–3 раза, увеличение оборачиваемости незавершенного производства в 1,5–2,0 раза, снижение накладных расходов и затрат на обеспечение качества на 20–40%.

Только за счет бережливого производства можно без больших инвестиций добиться увеличения нормы валовой прибыли на 30%, нормы операционной прибыли в 2,0–2,5 раза, рентабельности инвестированного капитала в 3 раза.

В целях реализации программы «Бережливое производство» на АО «Уральский завод гражданской авиации» проведено обучение «Основам Бережливого производства» и элементу «5S Организация рабочего места», проведено обучение «Инструментам Бережливого производства», проведено обучение по системе «TPM всеобщее обслуживание оборудования».

Разработана и распространена памятка по Производственной системе АО «Уральский завод гражданской авиации». При устройстве на работу вновь прибывшие работники ознакамливаются с определениями Производственной системе АО «Уральский завод гражданской авиации».

С 1 марта 2010 года взамен временного положения с учетом практических наработок введено в действие положение «О системе непрерывного совершенствования производственной системы АО «Уральский завод гражданской авиации». Положение упрощает и стимулирует подачу предложений для разработки и внедрения мероприятий, направленных на повышение качества продукции, улучшение условий труда, экономию всех видов ресурсов, сокращение времени на выполнение рабочих операций и реализацию программы «Бережливого производства». В рамках данного положения сформированы рабочие группы по внедрению мероприятий и работе с инициативными предложениями. Данные по инициативным предложениям можно увидеть в таблице 3.

Таблица 3 - Инициативные предложения работников за 2010 год

| № пп | Показатель                                             | С начала года |
|------|--------------------------------------------------------|---------------|
| 1    | Подано предложений                                     | 85            |
| 2    | Принято к реализации                                   | 79            |
| 3    | Реализовано                                            | 64            |
| 4    | Выплачено вознаграждений                               | 76            |
|      | сумма                                                  | 63600         |
| 5    | Предложений на одного работника подразделения (службы) | 0,13          |
| 6    | Размер экономического эффекта от внедрения, руб.       | 1033,8        |

В 2011 году были проведены обучения по базовому курсу «Бережливое производство» на всех предприятиях, по системам: 5S «Организация рабочего места», «Лин-офис», «Канбан».

Для успешности бережливого производства на АО «Уральский завод гражданской авиации» создается и обеспечивается функционирование процессов постоянного совершенствования. Инструменты «Бережливого производства» позволяют при незначительных вложениях добиться существенного снижения себестоимости, повышения производительности труда, конкурентоспособности. Это осуществляется на основе регулярного анализа и корректировки целей, выраженных в конкретных показателях. На основе регулярной оценки результативности реализованных мероприятий по бережливому производству осуществляется выбор наиболее результативных мер и намечаются мероприятия по поддержке, так называемых, правильных моделей проектов снижения потерь в процессах при создании ценности.

### **3.2 ВНЕДРЕНИЕ МЕТОДОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКАХ ПРОЕКТА «ДВИГАТЕЛИ БОЛЬШОЙ ТЯГИ»**

Проект «Двигатели большой тяги» был основан 22 июля 2016 года. Основная задача данного проекта – это освоение ремонта двигателя Д-18Т, устанавливаемого на крыло самолета Ан-124 «Руслан».

В связи с тем, что требовалось быстрое налаживание ремонтного цикла двигателя и внедрение его в производственную цепочку завода, руководством компании было принято решение на базе данного проекта одновременно внедрить и методы бережливого производства сначала на участках двигателя большой тяги, а затем и на всем заводе.

Для разработки алгоритма внедрения системы 5S на производственных участках был сформирован приказ, согласно которому формировалась группа

по разработке и внедрению системы на производственных участках двигателя большой тяги в лице технологов.

На разработку проекта был выделен срок – один месяц. На внедрение системы – три месяца. И на тестирование системы – шесть месяцев.

За основу алгоритма была взята стандартная система 5S адаптированная под производственные участки завода.

Внедрение системы 5S проходило при непосредственной поддержке Высшего руководства АО «Уральский завод гражданской авиации». Была поставлена цель: повысить организационную культуру, повысить производительность рабочих, ускорить производственную цепочку, сократить количество брака на одного рабочего.

Прежде чем приступить к внедрению системы был проведен обучающий семинар с начальником производственных участков, мастерами производственных участков, главным технологом, мастера в свою очередь ознакомили своих сотрудников.

Внедрение проходило в 5 этапов. По каждому этапу составлялся план мероприятий, необходимых для реализации. Каждый этап внедрения решал свои задачи.

На 1-ом этапе «Удаление ненужного» за каждым сотрудником (исполнителем) были закреплены сферы ответственности, определены критерии «нужности» предметов, произведена классификация предметов по степени нужности.

На производственных участках был использован такой инструмент, как «кампания красных ярлыков» - это простой метод, который позволяет определить потенциально ненужные предметы на заводе, оценить степень их полезности и в соответствии с этим принять решение об их дальнейшем местонахождении. Предметы, степень необходимости которых легко определить, оцениваются сразу. Предметы, степень необходимости которых неочевидна, становятся объектами «кампании красных ярлыков». На предметы,

нуждающиеся в оценке степени их необходимости, наклеиваются красные ярлыки.

После того как к предметам были прикреплены красные ярлыки собирается комиссия для принятия одного из решений:

- хранение в «зоне карантина» до того времени, когда предметы могут понадобиться;
- удаление предметов;
- передислокация предметов;
- хранение на том же месте, где предметы находились ранее.

Для более эффективного проведения «кампании красных ярлыков» было выделено небольшое помещение под «зону карантина» - помещение, где хранятся помеченные красными ярлыками предметы, ожидающие дальнейшего решения. Данная зона обеспечивает необходимую подстраховку от поспешно принятых решений по поводу ненужности того или иного предмета.

Последовательность проведения «кампании красных ярлыков»:

- A. Инициирование проведения «кампании красных ярлыков»
- B. Определение предметов, которые должны быть удалены
- C. Установление критериев ненужности предмета
- D. Изготовление красных ярлыков
- E. Прикрепление красных ярлыков
- F. Оценивание степени необходимости предметов, помеченных красными ярлыками
- G. Документирование результатов «кампании красных ярлыков»

*Инициирование проведения «кампании красных ярлыков»* на производственных участках освоения ремонта двигателя большой тяги было осуществлено по воле главного технолога, инженера-технолога и начальника производственных участков.

*Определение предметов, которые должны быть удалены* было сделано в пользу измерительных инструментов. Большое количество разнообразных измерительных инструментов (штангенциркули, индикаторные скобы,

микрометры, индикаторы, стенкомеры) на участке дефектации занимает семь стеллажей. Большая часть инструмента никогда не использовалась.

*Критериями необходимости предметов стали:*

- максимально измеряемый размер инструментом (на участке не требуются измерительные инструменты с измерительной шкалой больше 1500 мм, т.к. на участке отсутствуют детали, габаритные размеры которых превышают данный размер);

- точность измерительного инструмента (в связи с тем, что все детали измеряются с микронной точностью, то на участке отпадает необходимость в измерительном инструменте с ценой деления одна десятая миллиметра);

- количество рабочих на участке (не требуется большего количества однотипного инструмента чем рабочих на участке в одной смене);

*Изготовление красных ярлыков*, согласно стандартам предприятия, легло на технолога подразделения двигателя большой тяги.

На ярлыке отображается:

- категория (измерительный, слесарный, режущий инструмент);
- название предмета, инвентарный номер;
- количество;
- причины;
- подразделение;
- дата.

Руководством было принято решение выделить на развешивание красных ярлыков четыре часа рабочего времени.

После развешивания красных ярлыков и определения количества предметов комиссией в лице начальника производственных участков, главного технолога, начальника центральной заводской лаборатории было принято решение инструмент передать в другие цеха, нуждающиеся в данном инструменте. Инструмент, который не пригодился ни одному из подразделений, было решено отправить на заводской инструментальный склад.

Все заключения по инструменту, его перемещение внутри завода были занесены в специальный журнал, в котором отмечается причина по которой инструмент либо передан на другой участок либо удален с него.

Все «нужные» документы, были систематизированы по темам и размещены в папках, папки были подписаны в едином стиле и убраны на полки, составлен перечень документов, хранящихся в подразделениях.

Все «нужные» измерительные инструменты на участках были промаркированы, была произведена опись инструмента, обозначены места хранения инструмента на полках инструментальных шкафов.

На 2-ом этапе «Рациональное размещение предметов» была обеспечена быстрота и безопасность доступа к ним, визуализация способа хранения и состояния предметов, легкость перемещения и эстетичность среды.

Внедрение процедуры рационального размещения на производственных участка двигателя большой тяги началось с принципов хранения инструментов и приспособлений. Для инструментов и приспособлений были приобретены инструментальные специализированные шкафы. Каждый шкаф был пронумерован в соответствие с тем какой тип инструмента в нем будет храниться.

На участке дефектации имеются 5 инструментальных шкафов: для измерительных скоб, для штангенинструмента, для микрометрического инструмента, для маркировочного инструмента, шкаф для настроечных предметов.

Каждый инструмент хранится строго на своем месте. Это было достигнуто за счет разметки полок под габаритные размеры каждого из инструментов.

На участке ремонта имеются 2 инструментальных шкафа: для электрического инструмента и для ручного инструмента. Также у каждого рабочего на участке ремонта имеется инструментальная тумба, в которой по отсекам разбит инструмент:

Полка № 1 – набор слесарных ключей;

Полка № 2 – набор плоскогубцев, кусачек, щипцов;

Полка № 3 – набор трещеточных ключей и накидных головок под соответствующие ключи;

Полка № 4 – комплект ударного инструмента

Полка № 5 – личного пользования, в которой хранятся: средства индивидуальной защиты, каска, наборы надфелей, ножовка.

Стеллажи, для хранения деталей поступающих в ремонт, были помечены определенными указателями (шифрами узлов). Стеллажи представлены в виде секций с 3 полками, каждой секции и полке присваивается нумерация. По секциям от 1 до 13, по полкам от А до В. Таким образом каждый из сотрудников имеет представление, какая деталь находится на какой полке. Это значительно сокращает время на поиски детали и взятие ее в работу.

Для крупногабаритных деталей была разработана производственная зона с напольной разметкой. Напольная разметка представляет из себя клейкую желтую ленту, шириной 50 мм. При помощи нее были размещены габаритные размеры под хранение крупногабаритных деталей.

Для измерительного инструмента не имеющего защитной упаковки, было продумано и реализовано окунтирование инструмента в инструментальных шкафах. Для данного процесса использовались листы поролона, в которых вырезались определенные контуры под определенный инструмент.

На 3-м этапе «Уборка, проверка, устранение неисправностей» за каждым сотрудником были закреплены зоны ответственности (ответственность за поддержание в них чистоты и порядка). Был разработан и доведен до сведения персонала перечень подразделений, в которые необходимо обращаться при обнаружении различного вида неполадок.

Был составлен график уборки для рабочего персонала.

Уборка способствует поддержанию чистоты и порядка. Одной из главных целей уборки является содержание в идеальном порядке и полной готовности к работе всего, что может понадобиться для выполнения производственных задач.

При проведении уборки была определена последовательность действий:

- 1) Определение объекта уборки
- 2) Распределение задания среди рабочих
- 3) Выбор метода уборки
- 4) Подготовка инструмента для уборки
- 5) Внедрение регулярной уборки в ежедневный распорядок

Для обеспечения постоянства чистоты и порядка технологами был разработан чек-лист аудита представленный в таблице 4.

Таблица 4 - Чек-лист аудита метода 5S

| Руководитель подразделения<br>Аудитор                                                                                |                                                                                              | Фамилия руководителя<br>Фамилия аудитора |             | Дата: |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|-------|
|                                                                                                                      |                                                                                              | Оценка                                   | Комментарии |       |
| <b>Шаг 1 –<br/>Сортировка,<br/>удаление<br/>ненужного</b>                                                            | 1. Все ненужные вещи удалены или обозначены                                                  |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 2. Все ненужные вещи перемещены на новое место или утилизированы                             |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 3. Определены места для нахождения материалов, штабелеров и др.                              |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 4. Разработан список отсутствующих предметов.                                                |                                          |             |       |
| <b>Шаг 2 –<br/>Самоорганизация,<br/>соблюдение<br/>порядка,<br/>определение для<br/>каждой вещи<br/>своего места</b> | 1. Все пути и проходы доступны и свободны                                                    |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 2. Все средства производства чисты и функциональны                                           |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 3. Рабочие места содержаться в чистоте                                                       |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 4. Рабочие места для производственных отходов и их переработки в наличие и функциональны     |                                          |             |       |
| <b>Шаг 3 –<br/>Соблюдение<br/>чистоты,<br/>систематическая<br/>уборка</b>                                            | 1. Графики уборки и обслуживания существуют и соблюдаются                                    |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 2. Рабочие зоны для рабочих мест разграничены и обозначены                                   |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 3. Пространство для загрузки доступно и свободно                                             |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 4. Порядок поддерживается через визуализацию                                                 |                                          |             |       |
| <b>Шаг 4 –<br/>«Стандартизация»</b>                                                                                  | 1. Все ненужные вещи регулярно удаляются                                                     |                                          |             |       |
|                                                                                                                      | 2. Места складирования установлены для минимальной потребности и используются в нужных целях |                                          |             |       |

#### Окончание таблицы 4

|                                      |                                                                                 |  |  |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                      | 3. Все маркировки и обозначения актуальны                                       |  |  |
|                                      | 4. Сотрудники следуют предписаниям и инструкциям по охране и безопасности труда |  |  |
| <b>Шаг 5 –<br/>Совершенствование</b> | 1. Результаты предыдущего аудита вывешены для ознакомления                      |  |  |
|                                      | 2. Планы мероприятий вывешены и реализуются                                     |  |  |
|                                      | 3. Корректирующие действия по последнему аудиту выполнены                       |  |  |
|                                      | Общая оценка в баллах                                                           |  |  |
|                                      | Установленный целевой показатель                                                |  |  |

На 4-м этапе «Стандартизация» главной задачей являлось предотвратить отход от постоянной реализации первых трех этапов и стимулировать их ежедневное и полномасштабное применение.

Для этого были предприняты 3 шага: распределение 3S-обязанностей, встраивание комплекса процедур 3S в ежедневный трудовой распорядок, проверка внедрения 3S.

##### Шаг 1. Распределение 3S-обязанностей.

Добиться высоких результатов по первому шагу удалось при помощи следующих инструментов:

- карт 5S;
- графиков 5S;
- контрольных листов выполнения рабочего цикла 5S, в которых указано, какие виды деятельности должны быть выполнены в каждой зоне и к какому сроку.

Шаг 2. Встраивание комплекса процедур 3S в ежедневный трудовой распорядок.

Было принято решение применить визуальную систему 5S

Визуальная система 5S позволяет с первого взгляда определить степень реализации пяти этапов системы 5S.

Главная отличительная особенность визуального управления – это возможность с первого взгляда определить разницу между правильным выполнением работы и неправильным.

Данный подход был внедрен на участке механической обработки. Где рабочее место токаря, рабочая поверхность верстака, было поделено на определенные (операционные) зоны, размеченные клейкой лентой, желтого и красного цвета. По ходу выполнения работы исполнитель стал быстрее передавать законченную деталь дальше по производственной цепочке.

### Шаг 3. Проверка внедрения 3S.

Для оценки эффективности деятельности по внедрению 3S было принято решение разработать и внедрить на производственные участки контрольные листы стандартизации.

В итоге, мы получили работающую систему, вносящую по оценкам наших специалистов 15-процентный вклад в улучшение качества выполняемой работы. В настоящее время 2 раза в месяц комиссиями проводятся проверки подразделений по системе «5S», что позволяет поддерживать систему в работоспособном состоянии.

### Подводные камни:

При внедрении системы «5S» возникало много сложностей. Основной проблемой, и это отмечают все, кто занимался внедрением подобной системы на предприятиях, является человеческий фактор.

Поставив сотруднику задачу, навести порядок на рабочем месте и поддерживать его изо дня в день, мы столкнулись с огромным сопротивлением, т.к. каждый считал, что у него на рабочем месте идеальный порядок и ничего менять не нужно.

Изменение отношения сотрудников к порядку на рабочем месте оказалось самой серьезной трудностью, которую мы преодолели.

### Мотивация сотрудников

Для смягчения и устранения сопротивления, с персоналом предприятия, с начальниками подразделений был проведен большой объем работ по разъяснению и консультированию, что принесло положительный эффект. Теперь, когда система «5S» уже внедрена, позиция у сотрудников изменилась: они недоумевают, как можно было раньше обходиться без соблюдения предложенных требований, ведь они так естественны и удобны.

Создана система мотивации сотрудников к соблюдению принципов системы «5S». Каждый квартал проводится подведение итогов и награждение лучших подразделений и сотрудников за лучшие рабочие места.

Регулярно выпускаются стенгазеты, на которых наглядно отображаются результаты внедрения системы «5S».

Итоги внедрения системы «5S» признаны безусловно положительными:

- изменилось сознание сотрудников в сторону улучшения культуры производства;
- увеличилась производительность труда, благодаря порядку на рабочих местах;
- вопросы повышения производительности решаются более творчески, заметно усилился рационализаторский подход.

Как уже отмечалось выше, одним из инструментов «Lean Production» является система 5S, с внедрения которой и начинается освоение новой производственной парадигмы. Было решено использовать этот подход на участке горизонтально-расточных станков в качестве пилотного.

Выбор именно данного участка был неслучаен. Горизонтально-расточные станки – это металлообрабатывающее технологическое оборудование, предназначенное для выполнения очень широкого спектра операций механической обработки, с выполнением самых жестких требований по точности и качеству обрабатываемых поверхностей. Они относятся к наиболее сложному технологическому оборудованию в части его оснащения, эксплуатации и обслуживания. Комплект оснастки и инструмента для горизонтально-расточных станков может состоять из нескольких сотен

позиций. Как правило, данный комплект размещается в непосредственной близости от станка на различных стеллажах, столах, тумбочках и т.д. По мере накопления инструмента его номенклатура и количество становятся настолько значительными, что рабочий начинает забывать: какая именно оснастка и инструмент есть у него на рабочем месте, на поиски необходимой оснастки тратится значительное время.

Для наведения порядка на рабочих местах и внедрения системы 5S были проведены следующие мероприятия:

- краткосрочное обучение производственного персонала (станочников), посвящённое назначению и основным принципам системы 5S;
- инвентаризация всей технологической оснастки, вспомогательного и режущего инструмента, находящегося на рабочих местах;
- сортировка оснастки и инструмента по группам: часто используемые, редко используемые, неиспользуемые (по опыту прошедшего года);
- освобождение рабочих мест от неиспользуемой и редко используемой оснастки и инструмента, её передача в инструментальную кладовую;
- разработка схемы организации каждого рабочего места и определение зон хранения станочной оснастки, инструмента, заготовки и обработанных изделий, визуализация мест хранения;
- организация рабочих мест в соответствии с разработанной схемой, поддержание порядка.

Для проведения сортировки оснастки было предложено использовать такой широко известный метод группирования запасов как ABC-анализ.

В классическом ABC-методе выделение групп классификации производится на основе стандартного принципа Парето или «правила 80/20», при котором считается, что контроль над 20% доминирующих субъектов позволяет контролировать ситуацию на 80%. Иначе говоря, необходимо сосредоточиться на 20% номенклатуры оснастки, которая используется 80% от общего рабочего времени. Всю номенклатуру оснастки (инструмента) располагают в порядке убывания общего времени (продолжительности)

использования в течение последнего года. При этом, к группе «А» относят все наименования оснастки, общее время использования которой составило порядка 80% годового фонда работы оборудования. В группу «В» включают позиции, общее время использования которых составило 20% годового фонда работы оборудования, в группу «С» — оснастка, неиспользовавшаяся в течение прошедшего года. При ABC-анализе формулируются рекомендации по дальнейшему использованию отсортированной оснастки для групп «А», «В» и «С», которые имеют универсальный характер (табл.5).

Таблица 5 - Рекомендации по дальнейшему использованию оснастки, отсортированной с применением ABC-анализа

| А                                                                                                                                                                                                                                                | В                                                                                                                                              | С                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Группа высшего приоритета;</p> <p>Хранение непосредственно на рабочем месте оператора;</p> <p>Тщательный контроль технического состояния;</p> <p>Точное определение ресурса эксплуатации;</p> <p>Точное определение периодичности заказа.</p> | <p>Передача на хранение в инструментальную кладовую до востребования;</p> <p>Обычный контроль;</p> <p>Обычный порядок управления запасами.</p> | <p>Передача на хранение в инструментальную кладовую;</p> <p>Анализ возможности дальнейшего использования;</p> <p>Принятие решения о реализации или списании.</p> |

В результате определения вида и количества оснастки, которую необходимо хранить непосредственно на рабочем месте, появилась возможность определения оптимального варианта её размещения, закрепления за каждым видом оснастки определенных зон хранения (соответствующий стеллаж или шкаф). Всё лишнее с рабочего места было убрано. Это позволило минимизировать время поиска необходимой оснастки и оптимизировать схему её своевременного восполнения (восстановления), что привело к снижению потерь.

Следующий практический пример относится к внедрению системы ТРМ на участке горизонтально-расточных станков.

Как уже было отмечено, горизонтально-расточные станки относятся к наиболее сложному технологическому оборудованию в части его эксплуатации и обслуживания. Комплекс работ по техническому обслуживанию оборудования такого вида состоит из множества позиций, по каждой из которых чётко определена последовательность выполнения, а также сроки. Довольно часто возникают остановки оборудования из-за несвоевременного выполнения регламентных работ.

Для внедрения системы ТРМ на рабочих местах и, как следствие, сокращения потерь из-за простоя оборудования были разработаны следующие мероприятия:

- краткосрочное обучение производственного персонала (станочников) и специалистов служб механика и энергетика о назначении и основных принципах системы ТРМ;
- тщательная уборка оборудования;
- выполнение всех необходимых регламентных работ по обслуживанию оборудования;
- разработка и оформление карт технического обслуживания оборудования и размещение их на рабочих местах;
- выполнение всех необходимых работ в строгом соответствии с картами технического обслуживания (в течение полугода);
- мониторинг работы оборудования с фиксацией всех случаев остановки (простоя) станка, с обязательным указанием достоверной причины остановки;
- анализ полученной информации и формулировка соответствующих выводов и рекомендаций.

Наконец, рассмотрим организацию производственных мини-ячеек на примере изготовления крепёжных изделий.

Практически во всех видах основной продукции предприятия используются крепёжные детали (болты, гайки, шпильки), изготовленные с

соблюдением специальных требований. Номенклатура данных изделий составляет порядка 100-120 позиций при относительно незначительных размерах партий. Общее количество крепежа может доходить до 12000 шт. в год. До настоящего времени для изготовления данных изделий применялась традиционная технология изготовления, состоящая из основных этапов, представленных в табл.6 (на примере крепежных изделий).

При этом, перечисленные операции выполнялись на разных участках (токарных станков, фрезерных станков, слесарном и т.д.) разными исполнителями.

Это приводило к дополнительным затратам времени на передачу деталей с одного участка на другой.

Учитывая значительное количество крепёжных изделий, изготавливаемых в течение года, а также возможности современного технологического оборудования, было предложено организовать производственную мини-ячейку для изготовления крепежа.

Таблица 6 - Основные этапы изготовления крепежных изделий по традиционной технологии

| № п/п | Наименование операции       | T <sub>шт</sub> , н. час. |
|-------|-----------------------------|---------------------------|
| 1     | Входной контроль материалов | 0,2                       |
| 2     | Отрезка заготовки           | 0,1                       |
| 3     | Маркировка                  | 0,1                       |
| 4     | Токарная обработка          | 0,5                       |
| 5     | Слесарная обработка         | 0,2                       |
| 6     | Фрезерная обработка         | 0,3                       |
| 7     | Слесарная обработка         | 0,2                       |
| 8     | Контроль                    | 0,2                       |
|       | ИТОГО                       | 1,8                       |

Этот метод предполагает создание производственных ячеек, где все оборудование размещается в соответствии с последовательностью операций в

отдельно взятом процессе. Такой тип производства обеспечивает равномерный поток выпуска продукции и сокращает производственный цикл. Кроме того, данный метод позволяет реализовать «беззапасное» производство широкого ассортимента продукции.

Для этого было предложено реализовать следующие мероприятия:

- Определить среднюю годовую программу выпуска крепежных изделий;
- Подобрать современное высокопроизводительное металлообрабатывающее оборудование (предпочтительно из наличия), необходимое для изготовления крепежа, а именно, токарно-фрезерный обрабатывающий центр и вертикально-фрезерный обрабатывающий центр;
- Разработать новый технологический процесс с использованием высокопроизводительного металлообрабатывающего оборудования;
- Разработать технологическую планировку организации мини-ячейки, включая токарный и фрезерный обрабатывающие центры, рабочие места слесаря и контролера ОТК;
- Организовать мини-ячейку в соответствии с планировкой;
- Изготовить опытную партию крепежных изделий;
- Выполнить технико-экономический анализ выполненной работы.

Кроме группирования всех основных операций в непосредственной близости друг к другу, что позволило исключить потери времени на межоперационную транспортировку, новая технология обработки на обрабатывающих центрах дала возможность изготавливать крепёжные детали в автоматизированном режиме за счет средств автоматической подачи заготовки и снятия детали. При этом болты и шпильки можно изготовить за один установ (без переустановки с одного оборудования на другое) на токарно-фрезерном обрабатывающем центре. Переход на современное оборудование позволило изготавливать значительную часть изделий в условиях многостаночного обслуживания. В результате организации мини-ячейки с использованием современного металлообрабатывающего оборудования технология

изготовления крепежа состоит из основных этапов, представленных в табл.7. (на примере крепежных изделий).

Таким образом, изготовление крепёжных изделий в мини-ячейке дало возможность сократить трудоёмкость изготовления почти в 2 раза, исключив при этом потери времени на межоперационную транспортировку.

Таблица 7 - Основные этапы изготовления крепежных изделий в мини-ячейке

| № п/п | Наименование операции          | T <sub>шт</sub> , н.час. |
|-------|--------------------------------|--------------------------|
| 1     | Входной контроль материалов    | 0,2                      |
| 2     | Отрезка заготовки              | 0,1                      |
| 3     | Маркировка                     | 0,1                      |
| 4     | Токарная и фрезерная обработка | 0,25                     |
| 5     | Слесарная обработка            | 0,1                      |
| 6     | Контроль                       | 0,2                      |
|       | ИТОГО                          | 0,95                     |

Данный подход к организации рабочих мест и участков можно распространить и на другие типы деталей, имеющих однотипные конструктивно-технологические признаки. Логичным продолжением данной работы является внедрение принципа организации мини-ячеек на сборочных и сборочно-сварочных участках, на которые приходится более 60% от общей трудоёмкости изготовления изделий.

Динамика изменения производственных показателей в результате внедрения бережливого производства на участке дефектации и участке ремонта представлены в таблицах 8 и 9:

Таблица 8 – Динамика изменений на участке дефектации

| Показатели                                          | Ед. изм. | До внедрения | После внедрения | Улучшение, % |
|-----------------------------------------------------|----------|--------------|-----------------|--------------|
| Количество измерительных операций                   | шт.      | 547          | 511             | -6,5         |
| Время выполнения операций, добавляющих стоимость    | мин.     | 48693        | 46883           | -2,0         |
| Время выполнения операций, не добавляющих стоимость | мин.     | 1307         | 1009            | -22,8        |
| Ожидание                                            | мин.     | 5420         | 3844            | -29,0        |

## Окончание таблицы 8

| Показатели                             | Ед. изм. | До внедрения | После внедрения | Улучшение, % |
|----------------------------------------|----------|--------------|-----------------|--------------|
| Количество транспортировочных операций | шт.      | 130          | 100             | -23,0        |
| Время выполнения заказа                | мин.     | 55420        | 51736           | -6,6         |
| Время цикла участка                    | мин.     | 50000        | 47892           | -4,2         |
| Коэффициент эффективности потока       | %        | 84           | 92              | 8,0          |

Таблица 9 - Динамика изменений на участке ремонта

| Показатели                                          | Ед. изм. | До внедрения | После внедрения | Улучшение, % |
|-----------------------------------------------------|----------|--------------|-----------------|--------------|
| Время выполнения операций, добавляющих стоимость    | мин.     | 10950        | 9550            | -13          |
| Время выполнения операций, не добавляющих стоимость | мин.     | 1250         | 910             | -27,2        |
| Ожидание                                            | мин.     | 2200         | 840             | -61,8        |
| Количество транспортировочных операций              | шт.      | 24           | 19              | -20,8        |
| Время выполнения заказа                             | мин.     | 14400        | 11300           | -21,5        |
| Время цикла участка                                 | мин.     | 12200        | 10460           | -14,3        |
| Коэффициент эффективности потока                    | %        | 80           | 93              | 13           |

В результате проведенных мероприятий из таблиц 8 и 9 следует, что система 5S рабочего пространства положительно сказывается на всем производственном цикле ремонта и сборки участков «Двигатели большой тяги».

Данные мероприятия позволили: сократить время сборочного цикла на 6,5% согласно рисунку 1. Количество брака на одного исполнителя сократилось

на 53,3% согласно рисунку 2. Время на переналадку оборудования сократилось на 40% согласно рисунку 3. Производственный площади сократились на 33,3% согласно рисунку 4.

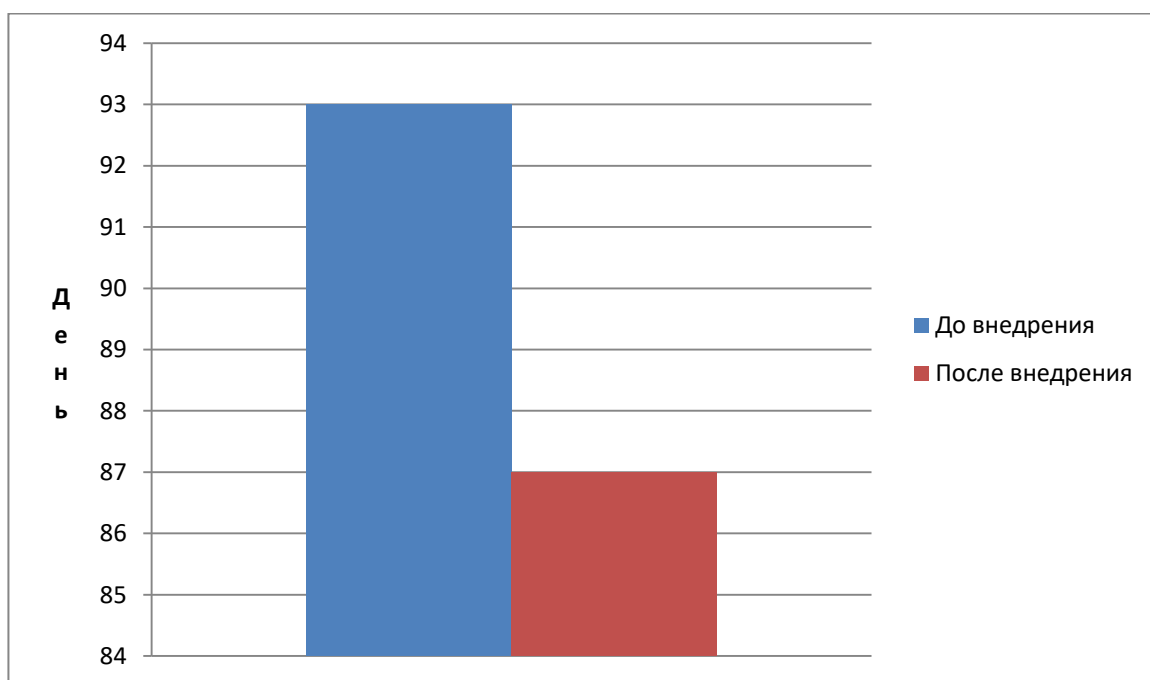


Рисунок 1 – Время прохождения по сборочной линии, день.

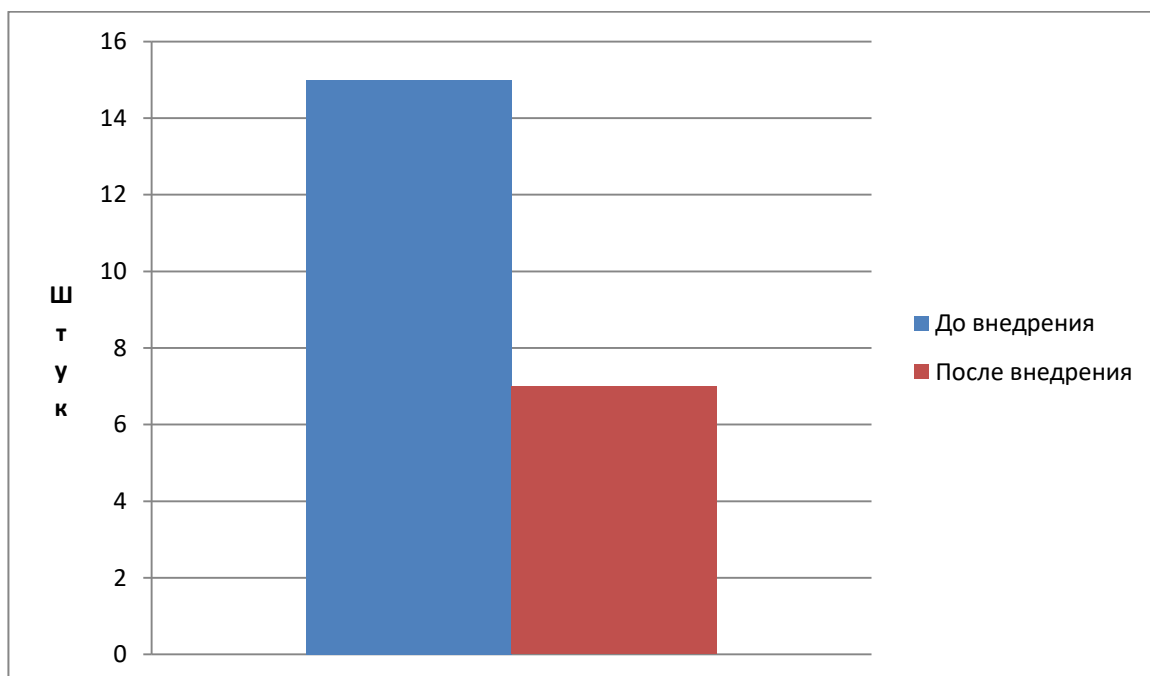


Рисунок 2 – Количество брака на одного исполнителя, штук.

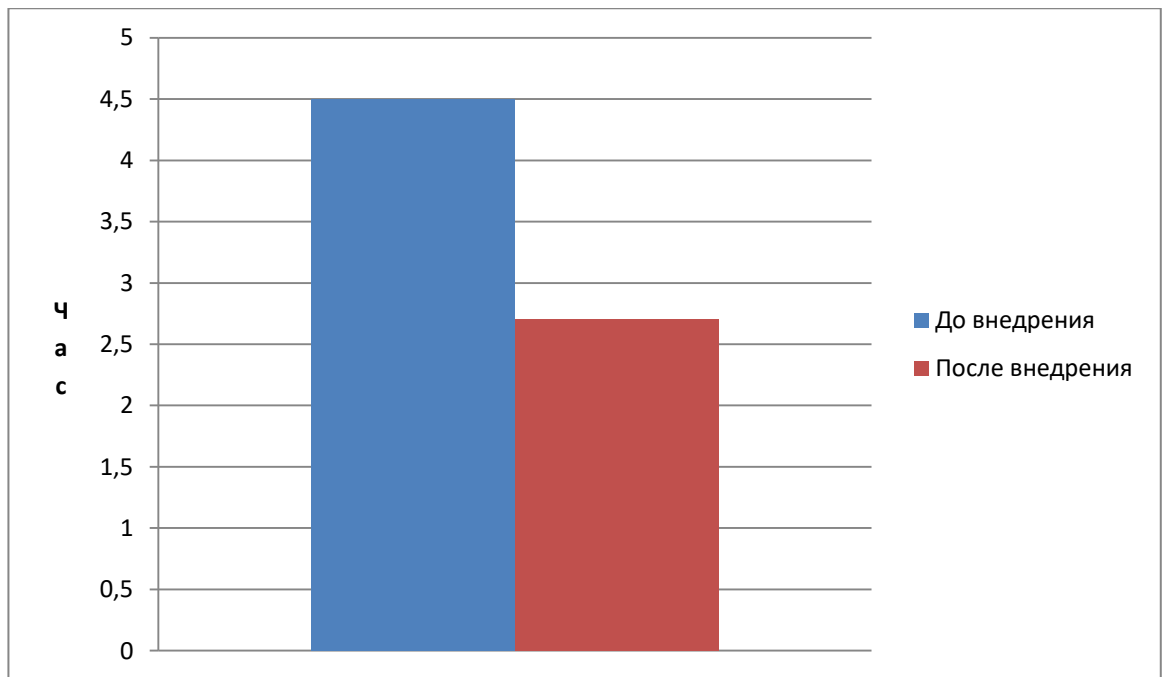


Рисунок 3 – Время, требуемое на переналадку оборудования, час.

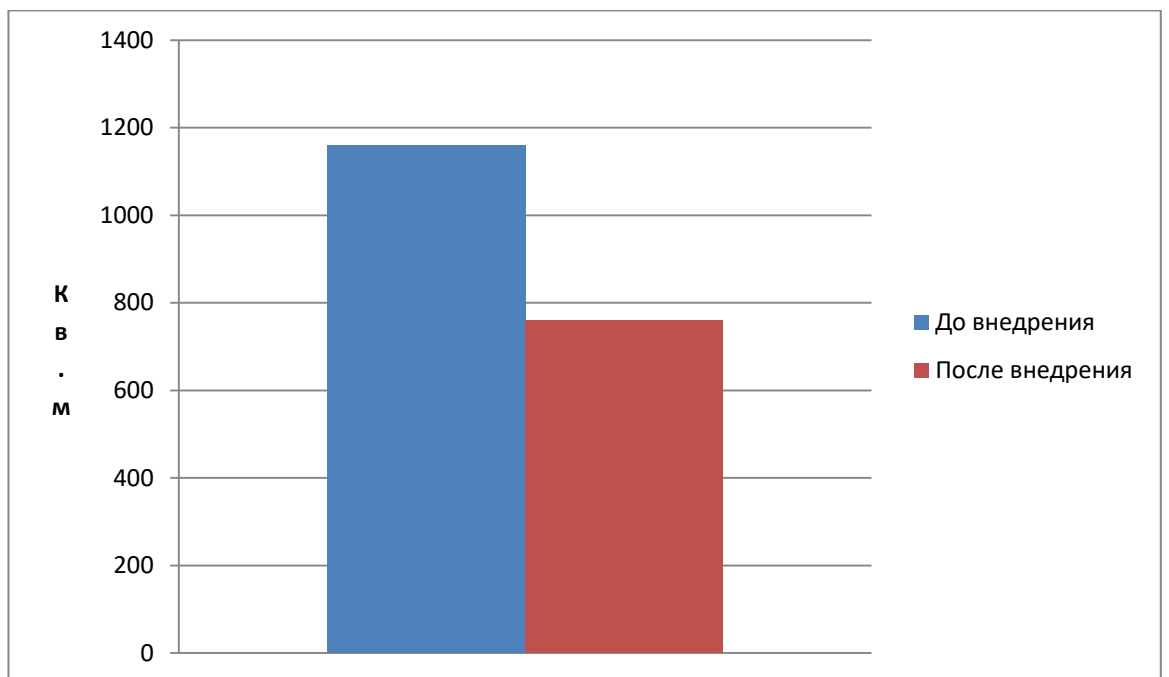


Рисунок 4 – Производственные площади, м<sup>2</sup>.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Таким образом, концепция бережливого производства набирает всё большую популярность в России. Зачастую внедрение новых производственных систем встречает серьезное сопротивление со стороны персонала компаний. Многие производственные компании заинтересованы в снижении издержек, повышении производительности и улучшении показателей по качеству.

Внедрение принципов бережливого производства требует коренных изменений корпоративной культуры, т. е. привычных представлений о том, как следует работать компании. Для внедрения в жизнь подобных изменений необходимо наличие трех предварительных условий: приверженности руководства компании новой идеологии, уверенности работников в сохранении рабочих мест при проведении преобразований и отказа от жесткой специализации работников.

Как известно, личная заинтересованность руководителей служит обязательным условием успешности любых инициатив по повышению производительности и качества работы предприятий. Защищенность рабочих мест и способность персонала к смене места и характера работы взаимосвязаны, поскольку это служит средством сохранения работников от увольнения.

Каждый сотрудник предприятия должен понимать общую концепцию бережливого производства и поддерживать ее внедрение. Выработка у персонала правильных привычек, закрепление навыков соблюдения правил приводит к тому, что люди работают как команда: четко, слаженно, синхронно.

Как только предприятие научится правильно определять ценность, видеть весь поток создания ценности, непрерывно добавлять ценность в продукт на каждом этапе потока и позволит потребителю вытягивать ценность, все участники процесса поймут, что процесс улучшения бесконечен. Можно сколько угодно уменьшать трудозатраты, время, производственные площади,

себестоимость и число ошибок, при этом создавая продукт, который все больше и больше приближается к тому, что действительно нужно потребителю.

Рациональным будет устранение из рабочих зон цехов лишних предметов, материалов, инструментов, не используемых в текущем производстве, а также освобождение дополнительного пространства на производственных участках за счет рационального размещения предметов и стандартизации процессов.

В ходе проделанной работы были получены следующие результаты:

- 1) Теоретическое изучение бережливого производства позволило сделать выводы, что бережливое производство это неотъемлемый инструмент успешной компании, нацеленной на высокий результат и в первую очередь направленный на улучшение условий труда и повышение производительности сотрудников компании.
- 2) Внедрение системы 5S на производственных участках предприятия АО «Уральский завод гражданской авиации» имеет положительный эффект.
- 3) Рабочий персонал завода полностью заинтересован во внедрении бережливого производства, так как это позволяет минимизировать человеческие затраты и повысить производительность. Повышение производительности напрямую влияет на заработную плату рабочих, так как на заводе применяется сдельная оплата труда.

Соответственной, по результатам проделанной работы можно утверждать, что внедрение методов бережливого производства на экспериментальных производственных участках «Двигатели большой тяги» оказалось успешным. Основные показатели, с аналогичными участками на этом же заводе, имеют повышенные показатели.

Данная работа может стать отправной точкой по внедрению основ бережливого производства на всем предприятии АО «Уральский завод гражданской авиации», а не только на экспериментальных производственных участках «Двигатели большой тяги».

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вумек, Д.П., Джонс, Д.Т. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании: пер. с англ./ Д.П. Вумек, Д.Т. Джонс. – М.: Альпина Паблишерз, 2013. – 476 с. [текст]
2. Родионова, В.Н., Коваленко, В.С. Основные тенденции развития организации производства / В.Н. Родионова, В.С.Коваленко // Организатор производства. – 2012. – №3. – С.11-14. [текст]
3. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства: пер. с англ. Грязнова А., Тяглова А. / Т. Оно. — 3-е изд., доп. и перераб. — М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. — 208 с. [текст]
4. Кайдзен для рабочих / Пер с англ. — М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. — 152 с.[текст]
5. Канбан и «точно вовремя» на Toyota: менеджмент начинается на рабочем месте / Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. — 218 с. [текст]
6. Болтрукевич В. «Точно вовремя» для рабочих. - М: ИКСИ, 2008.- 120 с. [текст]
7. Брайан Маскелл и Брюс Баггали. Практика бережливого учета: управленческий, финансовый учет и система отчетности на бережливых предприятиях. / Пер. с англ. - М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2010.-384 с. [текст]
8. Влад Лившиц. Век бережливого производства. - М: ИКСИ, 2007.- 113 с.
9. Деннис П.Хоббс. Внедрение бережливого производства: Практическое руководство по оптимизации бизнеса. М. Издание: Гревцов Паблишер, 2008 – 235 с. [текст]
- 10.Лайкер Джеффри. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира — М. 2011. – 375 с. [текст]

- 11.Левинсон У., Рерик Р. Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь. – М.: Издательство: Стандарты и качество. 2007 . – 219 с. [текст]
- 12.Майкл Вэйдер. Инструменты бережливого производства: Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 274 с. [текст]
- 14.Байкулов, Х.Х. Вопросы проектирования и производства запоминающих устройств / Х.Х. Байкулов, Я.М. Беккер, Б.Д. Платонов. - Л.: ЛДНТП, 2014. - 371 с. [текст]
- 15.Басаков, М.И. Охрана труда: безопасность жизнедеятельности в условиях производства: учебно-практическое пособие / М.И. Басаков. - М.: Ростов н/Д: Феникс, 2016. - 345 с. [текст]
- 16.Вумек, Джеймс Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Вумек , Дэниел Джонс. - М.: Альпина Паблишер, 2013. - 472 с. [текст]
- 17.Вумек, Джеймс Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Джеймс Вумек , Дэниел Джонс. - М.: Альпина Паблишер, 2016. - 472 с. [текст]
- 18.Вумек, Джеймс Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства / Джеймс Вумек , Дэниел Джонс. - М.: Альпина Паблишер, 2014. - 264 с. [текст]
- 19.Вэйдер, Майкл Инструменты бережливого производства. Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / Майкл Вэйдер. - М.: Альпина Паблишер, 2012. - 125 с. [текст]
- 20.Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления СанПин 2.1.7.1322-03. - М.: СПб: Деан, 2012. – 159 с. [текст]
- 21.Гитлевич, А.Д. Механизация и автоматизация сварочного производства / А.Д. Гитлевич, Л.А. Этингов. - М.: Машиностроение, 2015. - 280 с. [текст]

- 22.Голдсби, Томас Бережливое производство и 6 сигм в логистике. Руководство по оптимизации логистических процессов / Томас Голдсби , Роберт Мартиченко. - М.: Гревцов Пабlishер, 2012. - 416 с. [текст]
- 23.Деннис, П. Хоббс Внедрение бережливого производства. Практическое руководство по оптимизации бизнеса / Деннис П. Хоббс. - М.: Гревцов Пабlishер, 2015. - 352 с. [текст]
- 24.Деннис, Паскаль Основы бережливого производства. Путеводитель по самой эффективной в мире системе производства / Паскаль Деннис. - М.: Олимп-Бизнес, 2013. - 169 с. [текст]
- 25.Джейкоб, Ди Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений / Ди Джейкоб , Сьюзан Бергланд , Джеф Кокс. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. - 108 с. [текст]
- 26.Джордж, Майкл Бережливое производство плюс шесть сигм в сфере услуг. Как скорость бережливого производства и качество шести сигм помогают совершенствованию бизнеса / Майкл Джордж. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. - 659 с. [текст]
- 27.Дудка, В.Д. Менеджмент качества в области высокотехнологичных производств / В.Д. Дудка. - М.: Финансы и кредит, 2013. - 238 с. [текст]
- 28.Дьяченко, К.П. Потребительская кооперация в городской социальной сфере, торговле и производстве / К.П. Дьяченко, В.П. Дьяченко. - М.: Институт Индустрии Моды, 2016. - 176 с. [текст]
- 29.Кокс, Дж. Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений / Дж. Кокс, Д. Джейкоб, С. Бергланд. - Москва: Высшая школа, 2012. - 400 с. [текст]
- 30.Кокс, Джефф Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений / Джефф Кокс , Ди Джейкоб , Сьюзан Бергланд. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. - 224 с. [текст]
- 31.Кузнецов, Л.А. Основы теории, конструирования, производства и ремонта электромusыкальных инструментов / Л.А. Кузнецов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 2015. - 312 с. [текст]

- 32.Лукас, А. Материалы и ремесленные производства Древнего Египта / А. Лукас. - М.: Иностранной литературы, 2016. - 748 с. [текст]
- 33.Организация производства на предприятиях АПК: Учебное пособие / ред. Ф.К. Шакиров. - М.: КолосС, 2017. - 224 с. [текст]
- 34.Петров, В.А. Программно целевая организация производства и оперативного управления в условиях групповой технологии и гибких автоматизированных производств / В.А. Петров, А.Н. Масленников. - М.: Лениздат, 2017. - 176 с. [текст]
- 35.Погребняк, С. Бережливое производство. Формула эффективности / С. Погребняк. - М.: Триумф, 2013. - 239 с. [текст]
- 36.Правила производства механизированных работ под пропашные культуры. Пособие для бригадиров и звеньевых / ред. К.С. Орманджи. - М.: Россельхозиздат, 2012. - 206 с. [текст]
- 37.Проблемы информационной технологии и интегральной автоматизации производства / ред. В.М. Пономарев. - М.: Наука, 2015. - 202 с.
- 38.Ранчева, Ц. Интенсивное производство шампиньонов / Ц. Ранчева. - М.: Агропромиздат, 2012. - 192 с. [текст]
- 39.Рассел, Джесси Бережливое производство / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2012. - 648 с. [текст]
- 40.Слепцов, А.И. Автоматизация проектирования управляющих систем гибких автоматизированных производств / А.И. Слепцов, А.А. Юрасов. - М.: Техника, 2017. - 110 с. [текст]
- 41.Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник / Р.А. Фатхутдинов. - М.: ИНФРА-М, 2014. - 672 с. [текст]
- 42.Фокс, А. Вычислительная геометрия. Применение в проектировании и на производстве / А. Фокс, М. Пратт. - М.: [не указано], 2012. - 576 с. [текст]
- 43.Голдсби, Томас Бережливое производство и 6 сигм в логистике. Руководство по оптимизации логистических процессов / Томас Голдсби , Роберт Мартиченко. - М.: Гревцов Пабlishер, 2012. - 416 с. [текст]

44. Деннис, Паскаль Основы бережливого производства. Путеводитель по самой эффективной в мире системе производства / Паскаль Деннис. - М.: Олимп-Бизнес, 2013. - 169 с. [текст]
45. Дудка, В.Д. Менеджмент качества в области высокотехнологичных производств / В.Д. Дудка. - М.: Финансы и кредит, 2013. - 238 с. [текст]
46. Вэйдер, Майкл Инструменты бережливого производства. Мини-руководство по внедрению методик бережливого производства / Майкл Вэйдер. - М.: Альпина Паблишер, 2012. - 125 с. [текст]
47. Кокс, Дж. Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений / Дж. Кокс, Д. Джейкоб, С. Бергланд. - Москва: Высшая школа, 2012. - 400 с. [текст]
48. Лукас, А. Материалы и ремесленные производства Древнего Египта / А. Лукас. - М.: Иностранной литературы, 2016. - 748 с. [текст]
49. Джейкоб, Ди Новая цель. Как объединить бережливое производство, шесть сигм и теорию ограничений / Ди Джейкоб, Сюзан Бергланд, Джеф Кокс. - М.: Манн, Иванов и Фербер, 2014. - 108 с. [текст]
50. Кузнецов, Л.А. Основы теории, конструирования, производства и ремонта электромузыкальных инструментов / Л.А. Кузнецов. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 2015. - 312 с. [текст]
51. Деннис, П. Хоббс Внедрение бережливого производства. Практическое руководство по оптимизации бизнеса / Деннис П. Хоббс. - М.: Гревцов Паблишер, 2015. - 352 с. [текст]
52. Родионова, В.Н., Коваленко, В.С. Основные тенденции развития организации производства / В.Н. Родионова, В.С. Коваленко // Организатор производства. – 2012. – №3. – С.11-14. [текст]
53. Яманов, С.М. Бережливое производство как инструмент повышения производительности труда и сокращения издержек / С.М. Яманов // Методы менеджмента качества. – 2012. – №8. – С. 4-9. [текст]

- 54.Маркин, А.Н. Внедрение Производственной системы «Росатом» в ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» / А.Н.Маркин // Методы менеджмента качества. –2011. – №5. – С. 4-9. [текст]
- 55.Гапанович, В.А. «Бережливое производство» в ОАО «Российские железные дороги» / В.А.Гапанович // Стандарты и качество. – 2012. – №11. – С.26-29. [текст]
- 56.Бухалков М.И., Кузьмин М.А. Организационно-экономические основы бережливого производства // Организатор производства. — 2009. — № 4. — С. 63—68. [текст]
- 57.Давыдова Н.С., Клочков Ю.П. Модель управления внедрением системы «Бережливое производство» на предприятии // Вестник Удмурского университета. — 2012. — № 2—4. — С. 32—35. [текст]
- 58.Давыдова Н.С. Бережливое производство как фактор повышения конкурентоспособности предприятия // Инженерный вестник Дона. — 2012. — № 2. — С. 720—727. [текст]
- 59.Зарецкий А.Д., Иванова Т.Е. Инновационное использование технологий как основа бережливого производства // Основы экономики, управления и права. — 2012. — № 3. — С. 59—62. [текст]
- 60.Клочков Ю.П. «Бережливое производство»: понятия, принципы, механизмы // Инженерный вестник Дона. — 2012. — № 2. — С. 429—437. [текст]
- 61.Кононова В.Ю. Модернизация производственных систем на российских промышленных предприятиях: современное состояние и перспективы / В.Ю. Кононова // Российский журнал менеджмента. — 2006. — № 4, Т. 4. — С. 119—132. [текст]