



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА

На тему: «Бережливое производство в судостроении»

Исполнитель: Клошник Павел Александрович

Руководитель: руководитель проекта развития производственной системы ООО
«Балтийский завод – Судостроение»

Дьямшиц Александр Александрович

«К защите допускаю»

и.о. заведующего кафедрой: _____

кандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

«14» июня 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет Информационных систем и геотехнологий

Кафедра «Морские информационные системы»

Допустить к защите

Исполняющий обязанности заведующего кафедры МИС

к.г.н. Фокичева А.А. _____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

«БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО В СУДОСТРОЕНИИ»

Направление подготовки – 17.03.01 «Корабельное вооружение»

Профиль - «Морские информационные системы и оборудование»

Исполнитель:

Клюшник Павел Александрович

Руководитель:

**Руководитель проекта развития производственной системы ООО «Балтийский
завод – Судостроение»**

Дымшиц Александр Александрович

Санкт-Петербург - 2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ (РГГМУ)

Факультет ИС и ГТ

Кафедра Морские информационные системы

Направление подготовки 17.03.01 Корабельное вооружение

Профиль Морские информационные системы и оборудование

ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование

студента Ключника Павла Александровича

1. Тема дипломного проектирования: «Бережливое производство в судостроении».

2. Цели исследований: Внедрение инструментов бережливого производства в цехе №7 ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД-СУДОСТРОЕНИЕ».

3. Перечень подлежащих разработке разделов по теме:

- теоретические основы бережливого производства;
- разработка проекта применения инструментов бережливого производства в цехе №7 ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД-СУДОСТРОЕНИЕ»;
- экономическое обоснование проекта.

4. Основные ожидаемые результаты:

Практические рекомендации по организации бережливого производства. Оценка увеличения объемов выпускаемой продукции в цехе №7 ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД-СУДОСТРОЕНИЕ».

5. Состав технической документации проекта в соответствии с методическими указаниями.

Задание утверждено на заседании кафедры МИС «__»_____2016 года

Дата выдачи задания «__»_____2016 года

Зав. кафедрой МИС _____(А.Г. Соколов)

Руководитель _____(А.А. Дымшиц)

Студент _____(П.А. Ключник)

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА .	8
1.1 История вопроса	8
1.2 Бережливое производство в наше время	17
1.3 Инструменты бережливого производства	23
Выводы	54
2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕХЕ №7 ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД – СУДОСТРОЕНИЕ»	57
2.1 Анализ ситуации до внедрения	57
2.2 Моделирование ситуации после внедрения	62
2.3 5S	63
2.4 U-образные ячейки	71
2.5 OEE	72
2.6 SMED	74
Выводы	80
3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	81
Выводы	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	83
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	87

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

TPS – производственная система Тойоты

НОТ – научная организация труда

ЦИТ – центральный институт труда

ВЦПС – всесоюзный центральный совет профессиональных союзов

SMED – система быстрой переналадки оборудования

TPM – всеобщий уход за оборудованием

КСПЦ – карта потока создания ценности

ОЕЕ – общая эффективность оборудования

СМПО – система мониторинга промышленного оборудования

НКМ – начальник комплекса машиностроения

ТП – технологический процесс

НКС – начальник комплекса судостроения

ГД – генеральный директор

ОПР – основной производственный рабочий

ФОТ – фонд оплаты труда

ОТиПБ – охрана труда и пожарная безопасность

ОТК – отдел технического контроля

ИТР – инженерно-технический работник

ФРВ – фонд рабочего времени

ИК – инструментальная кладовая

МК – маршрутная карта

УП – управляющая программа

ЧПУ – числовое программное управление

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Изменения происходят в промышленности по всему миру. Производители всех отраслей промышленности от автомобильной до авиационной, лакокрасочной, компьютерной, мебельной и прочих переходят на новую систему производства, именуемую бережливым производством. Речь идёт не о добавлении каких-либо новых методов к тому, как создаётся продукция сейчас. На самом деле меняется понимание производства. Такие перемены не из лёгких. Лучший способ понять бережливое производство – начать с изучения его корней в производственной системе Тойоты. Тойота сначала следовала базовым принципам, установленным Генри Фордом для движущегося сборочного конвейера. Форд подчёркивал значимость создания непрерывного материального потока, стандартизации процессов и устранения потерь. В то время как Генри Форд рассказывал об этом, его компания производила миллионы чёрных моделей Т, применяя при этом нерациональные методы производства партиями, создавая горы незавершённой продукции по всей цепи ценности, выталкивая продукцию на следующий этап производства. У Тойоты такой роскоши не было. Нехватка пространства, финансов и отсутствие возможности производить большие объёмы однотипных транспортных средств заставили компанию Тойота выработать такую систему, которая могла реагировать на изменение спроса потребителя и при этом была эффективной.

Судостроение существенно отличается от автомобильной отрасли. Со сборочной линии ежеминутно не сходят новые суда относительно стандартной конфигурации. Суда строятся на заказ, по одному или по несколько штук одновременно в течение месяцев или лет, и строго в соответствии с требованиями заказчика. Так стоит ли рассматривать модель «бережливого производства» в судостроении? Конечно, стоит. Во-первых, базовые принципы предоставления потребителям того, что они хотят, за меньшие сроки и без

потерь применимы к любым процессам, с большими или малыми объёмами, стандартизированными или индивидуальными. Вероятно, что конкретные примеры использования инструментов бережливого производства на Тойоте в её условиях, не подойдут абсолютно всем, зато её философия и принципы уже прекрасно проработаны. Во-вторых, при изучении моделей судостроения мирового класса, в них можно заметить практически ту же основополагающую философию производственной системы Тойоты. Например, японские судоверфи являются одними из наиболее эффективных в мире. Они используют относительно стандартные модульные конструкции для создания так называемых корабельных доков – предприятий, имеющих постоянный поток базовых и промежуточных продуктов, часто построенных на движущихся линиях, а материалы движутся по доку в определённой последовательности в соответствии с тщательно соблюдаемым порядком – точно вовремя. Качество встраивается в источник, а не проверяется там. Процессы чётко стандартизированы и рассчитаны по времени. Обеспечение качества – обязанность каждого работника, а не нескольких контролёров. Сырьё, например, листовое железо, не закупается на несколько месяцев вперёд и не хранится в доках, а поступает в работу в соответствии с принципом точно-вовремя.

В данном дипломном проекте представлена структура и некоторые принципы для проектирования процесса бережливого судостроения на ООО «Балтийский завод – Судостроение». Применение этих принципов сильно зависит от конструкции судна. Предполагается, что судно сконструировано пригодным для производства и основано на относительно стандартизованных модулях. И пусть каждый модуль будет уникальным, они должны быть спроектированы так, чтобы проходить через общие процессы и за предсказуемое время.

Объектом исследования является ООО «Балтийский завод – Судостроение».

Предмет исследования настоящей работы – применение инструментов бережливого производства в судостроении.

Цель исследования - Внедрение инструментов бережливого производства в цехе №7 ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД-СУДОСТРОЕНИЕ».

Для достижения данной цели в процессе исследования были решены следующие **задачи**:

- Изучена теория появления бережливого производства и его инструментов;
- Разработан проект применения инструментов бережливого производства в цехе №7 ООО «Балтийский завод – Судостроение»;
- Приведён расчет экономической выгоды проекта.

1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1 История вопроса

Эволюция производства

1) Ремесленное производство – это мелкое ручное производство, основанное на применении ручных орудий труда. Возникло с началом производственной деятельности человека, прошло длинный исторический путь развития.

Отличительные особенности ремесленного производства: фокус на удовлетворении нужд клиента, минимальные запасы материалов, выполнение заказов к определенному времени, один заказ за другим, ответственность за весь процесс производства и вспомогательные процессы (обеспечение материалами, финансовые вопросы, обмен информацией и т.п.) лежит как правило на одном человеке.

В процессе промышленного переворота (середина XVIII века – первая половина XIX века) ремесленное производство вытеснила основанная на применении машин фабрично-заводская промышленность.

Эли Уитни в 1794 г. изобрёл и запатентовал хлопкоочистительную машину. Позднее, работая над военными заказами для нужд американской армии, разработал принцип взаимозаменяемости деталей. Выполняя государственный контракт по производству 10 000 мушкетов, он смог предложить невероятно низкую цену \$13,40 за каждый. Именно Эли Уитни заложил основы организации массового производства и ввел принцип взаимозаменяемых деталей, которые оказали решающее воздействие на развитие промышленности.

2) Массовое производство – это производство однородной продукции в крупных объёмах в течение длительного времени.

Характерные черты массового производства: рост запасов материалов, использование производительных машины; производство большими партиями, а не поштучно; специализация; в первую очередь используются физические силы людей, а не интеллектуальные.

Эволюция производственных систем двигалась по пути снижения издержек. Первым этапом эволюции был переход к массовому производству. Массовое производство позволяло экономить на масштабе производства, но оно было рассчитано на изготовление ограниченного числа моделей. Для компании Ford (где впервые был использован конвейерный тип производства) это было выгодно, т.к. она имела в своем распоряжении огромный американский и международный рынок. Однако для небольших рынков это было неприемлемо.

3) Производственная система компании Тойота:

Следующий этап эволюции производства наступил в том момент, когда Япония после окончания Второй мировой войны столкнулась с проблемой восстановления экономики и промышленности, а также с задачей выхода на международный автомобильный рынок. В 1950 г. Эйдзи Тойота и Тайити Оно после визита на производственные площадки Ford пришли к выводу, что в Японии модель американского массового производства работать не будет, по ряду причин: 1) японский рынок был требователен к разнообразию моделей автомобилей; 2) усиление роли профсоюзов и новые трудовые законы сделали невозможным эффективное использование дешевой рабочей силы; 3) в послевоенной Японии наблюдался дефицит свободных денег для финансирования автомобильной промышленности, а возможность привлечения иностранных инвестиций была ограничена законодательно.

Одна из основных стратегий TPS – производить не миллион одинаковых машин, а десятки или сотни разных моделей.

Появляется система Just-in-time, которая устраняет избытки запасов, тем самым, снижая издержки. Эта система предполагает производство маленькими партиями, что позволяет избежать перепроизводства и разнообразить продукцию.

Следующий этап эволюции связан с появлением "производственной ячейки". В производственной ячейке изделие изготавливается от начала до конца в одном месте. Благодаря этому обеспечивается снижение издержек. Создание производственных ячеек позволяет развить высокую скорость обновления, т.к. перестроить относительно небольшую производственную ячейку проще, чем всю компанию.

Эволюция производственной системы усиливает полезное действие системы, т.е. увеличивать прибыль, а эффективность системы зависит от относительного количества задействованных ресурсов, т.е. ресурсов, затраченных на производство единицы продукции.

История в лицах



Фредерик Уинслоу Тейлор (1856 - 1915). Родился в Филадельфии (США). Начинал свою карьеру с разнорабочего. В 1884 году на Мидвэльском сталелитейном заводе впервые использовал систему дифференциальной оплаты за производительность труда.

Является организатором первого в истории менеджмента собственного дела по управленческому консультированию.

С 1895 года начать проводить исследования по научной организации труда (НОТ). В 1911 году учредил Общество содействия научному менеджменту.

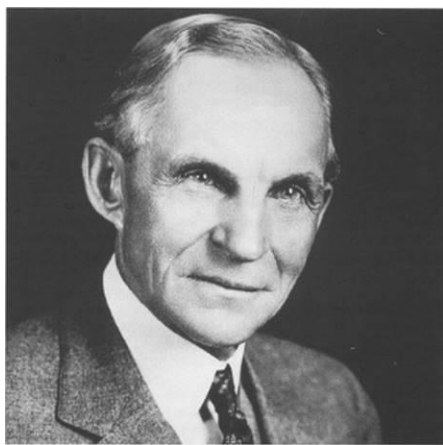
Первым провёл хронометраж (анализ поведения рабочего в течение рабочего дня). Придумал разделение ответственности за разработку проекта и его выполнение, разделение сложных операций на простые.

Ввёл инспекцию (контроль) качества конкретного изделия, ввёл обязательное профессиональное обучение персонала.

Призывал всех придерживаться принципу: человек – живой автомат, который совершенно спокойно может выполнять монотонную работу и не испытывать при этом никаких эмоций.

Согласно Тейлору, любой квалифицированный и неквалифицированный труд мог быть проанализирован, систематизирован и передан в процессе обучения любому человеку. Впоследствии из его идей выросла современная система профессионально-технического обучения.

Тейлор полагал, что власть на предприятиях не должна принадлежать его владельцу только на основании права собственности. Управлять должны специально подготовленные люди, которые в нынешней терминологии называются менеджерами.



Генри Форд (1863 - 1947) – американский промышленник, владелец заводов по производству автомобилей. Сформулировал первую всеобъемлющую производственную стратегию, объединив воедино людей, машины, инструменты – все элементы производственной цепи. Вопреки распространенному заблуждению, конвейерный принцип использовали и до Форда, в том числе и для массового производства, например на разделочных линиях знаменитого мясного концерна в Чикаго. Генри Форд первым «поставил на конвейер» технически сложный, т.е. нуждающийся в поддержке на протяжении всего срока эксплуатации сложный объект – автомобиль. Книга Форда «Моя жизнь, мои достижения» является классическим произведением по организации труда. Форд был настолько успешен, что за несколько лет он стал одним из богатейших людей в мире и подарил человечеству серийный автомобиль.

Фордизм – практики, применяемые на автомобильных заводах Г. Форда.

Четыре ключевых элемента фордизма:

- 1) Разделение труда – процессы разбиты на небольшие операции, которые может выполнить низкоквалифицированный персонал. Высококвалифицированные кадры заняты управлением, разработками и совершенствованием процесса.
- 2) Высокая стандартизация узлов, агрегатов и запчастей.

- 3) Организация не вокруг станков с определёнными свойствами, а станки размещены в необходимом для производства порядке.
- 4) Лента конвейера связывает различные стадии процесса. Вся система нацелена на удешевление производимого продукта (автомобиля).



Алексей Капитонович Гастев (1882 - 1939) - русский революционер, профсоюзный деятель, поэт и писатель, теоретик и практик научной организации труда, руководитель Центрального института труда.

В 1921 г., после организации Центрального института труда (ЦИТ) при ВЦСПС, Алексей Гастев назначен его руководителем.

Основным научным трудом Гастева является книга «Трудовые Установки» (издана в 1924 г.), где изложена методика ЦИТа по обучению трудовым приемам.

Гастев считал, что нужно провести полную реконструкцию производственной структуры страны и прежде всего главной производительной силы – трудящегося.

В организации производства должен постоянно слышаться призыв к непрерывному совершенствованию как самого производства, так и работы каждого отдельного руководителя.

Придумал концепцию трудовых установок, которая включает в себя теорию трудовых движений в производственных процессах и организации рабочего места, методику рационального производственного обучения, теорию управленческих процессов. Также он сформулировал идею «узкой базы»

(сосредоточение внимания на отдельном рабочем месте и строго ограниченных операциях; всю работу по НОТ и управлению следует начинать с упорядочения труда отдельного человека, кем бы он ни был - исполнителем или руководителем).

В 1921 году Гастев сделал памятку «Как надо работать», которая включает в себя 16 правил (рис. 1).

Памятка А.К. Гастева «Как надо работать»

(была вывешена в приемной Совнаркома).

1. Сначала продумай всю работу досконально.	План
2. Приготовь весь нужный инструмент и приспособления.	Заготовка
3. Убери с рабочего места всё лишнее, удали грязь.	Чистота
4. Инструмент располагай в строгом порядке.	Порядок
5. При работе ищи удобного положения тела: наблюдай за своей установкой, по возможности садись; если стоишь, то ноги расставляй, чтобы была экономная опора.	Установка
6. Не берись за работу круто, входи в работу исподволь.	Вход в работу
7. Если надо сильно приналечь, то сначала приладься, испробуй на полсилу, а потом уже берись вовсю.	
8. Не работай до полной усталости. Делай равномерные отдыхи.	Режим
9. Во время работы не ешь, не пей, не кури. Делай это в твои рабочие перерывы.	
10. Не надо отрываться в работе для другого дела.	
11. Работай ровно, работа приступами, сгоряча портит и работу, и твой характер.	Выдержка
12. Если работа не идет, не волнуйся: надо сделать перерыв, успокоиться и снова за работу.	
13. Полезно в случае неудачи работу прервать, навести порядок, прибрать рабочее место, облюбовать его и снова за работу.	
14. При удачном выполнении работы не старайся ее показывать, лучше потерпи.	
15. В случае полной неудачи — легче смотри на дело, попробуй сдержать себя и снова начать работу.	
16. Кончил работу и приberi всё до последнего гвоздя, а рабочее место вычисти.	Еще раз чистота и порядок

Рисунок 1 – Памятка Гастева «Как надо работать»



Эдвард Деминг (1900 – 1993) — всемирно известный ученый, автор многочисленных работ в области управления качеством.

В 1946 году впервые посетил Японию, читал там лекции по методам статистического контроля. Эти методы настолько впечатлили руководителей японских компаний, что почти сразу был организован процесс массового обучения менеджеров.

Статистические методы контроля качества Деминга стали внедряться на японских предприятиях. В них входит:

- сосредоточение на проблемах вариабельности в производстве
- концентрация внимания на идентификации причин вариабельности
- разделение особых и случайных причин изменчивости — контрольные карты Шухарта
- применение системного подхода в решении проблем PDCA (Plan, Do, Check, Act) — «план, осуществление, проверка, действие»

Деминг выделял следующие основные принципы для успешного развития предприятий:

- Цель — непрерывное улучшение;
- Качество должно встраиваться в процесс;
- Должно быть активное взаимодействие с поставщиками;
- Постоянно должна проводиться подготовка и переподготовка кадров;

- Существование корпоративной культуры (отказ от страхов, гордость за труд, стремление к образованию);



Тайити Оно (1912 – 1990). В 1943 году был переведён на Тойоту с прядильно-ткацкой фабрики. В 1949 году назначен начальником механического цеха, в 1954 году стал директором завода Тойота, в 1964 году – управляющим директором, в 1970 году – старшим управляющим директором, в 1975 году – исполнительным вице-президентом компании.

Тайити Оно считается создателем производственной системы Тойоты, системы Канбан и метода «Точно вовремя».

Оно говорил: «Концепция TPS заключается в повышении эффективности производства путём тщательного и последовательного исключения потерь. Эта концепция вместе с идеей уважения к человеку лежит в основе TPS».



Сигео Синго (1909 – 1990) – выдающийся японский промышленный инженер, один из ведущих экспертов в производстве и производственной системе Тойоты.

Также, как и Тайити Оно, считается одним из создателей производственной системы Тойота. Работая с ним в тесном сотрудничестве, он придумал и описал систему быстрой переналадки — SMED.

Синго посвятил всю свою жизнь усовершенствованию производственных процессов, был уверен в том, что нет недостижимых целей.

Придумал и воплотил в жизнь «защиту от дурака».

1.2 Бережливое производство в наше время

Введение в бережливое производство

Бережливое производство – философия организации и ведения бизнеса, включающая в себя практически все аспекты деятельности компании (стратегию; организационную культуру; управление маркетингом, производством, разработками, логистикой; управленческий учёт и др.).

Бережливое производство подразумевает не только использование методик и техник, но и изменений всей корпоративной культуры; не только изменение процессов и способов работы, но и изменение подходов работы с людьми (самих людей) – вовлечение людей, наделение полномочиями.

Бережливая компания – командная работа всех сотрудников компании для создания продуктов и услуг, отвечающих требованиям клиентов.

Бережливое производство – это: системный подход к выявлению и устранению потерь путём непрерывного совершенствования; настройка производственных процессов в зависимости от ценности для потребителя; стремление к безупречности во всех аспектах деятельности компании.

В производственной системе Балтийского завода, как и во многих других ПС, используются инструменты бережливого производства, которые прекрасно подходят для оптимизации процессов, происходящих на предприятии. Но во

главе угла, конечно, стоят сотрудники – единственный ресурс предприятия способный к саморазвитию и развитию систем вокруг себя.

Приоритеты бережливого производства на Балтийском заводе:

- Приоритет долгосрочных целей (коллектив предприятия уверен в завтрашнем дне, он стремится достигнуть целей, инвестируя в технологическое перевооружение предприятия и создание системы менеджмента на основе лучших мировых практик);
- Ориентированность на заказчика (именно заказчик определяет стоимость и качество выпускаемых продуктов, будь то ледокол или отдельные узлы машиностроительных механизмов; Балтийский завод предлагает крупнейшим в стране организациям новейшие суда, не имеющие аналогов во всем мире, богатый опыт их постройки, обслуживания и ремонта);
- Сотрудники – самый ценный актив завода (команда Балтийского завода - лучшая в своей отрасли, сегодня внутри страны она не имеет конкурентов в строительстве надводных атомных судов; это, в том числе, возможно, благодаря эффективному использованию профессиональных навыков и опыта работников завода);
- Культура непрерывных улучшений и отсутствия потерь (Для сохранения лидирующего положения в отрасли Балтийский завод обязан предлагать заказчику лучшее качество по самой низкой цене в максимально короткие сроки; для этого в процесс разработки и внедрения вовлекается весь персонал компании, каждый сотрудник может вносить свои предложения и участвовать в их реализации, тем самым снижая затраты на производство и одновременно улучшая свое рабочее пространство);

- Всё внимание производственной площадке (Принятие ключевых решений происходит именно на производственной площадке; это обосновано тем, что именно на производственной площадке продукту добавляется ценность; именно здесь работают сотрудники, которые знают производственный процесс, и именно они стоят в авангарде всех улучшений).

Ценность и 7 видов потерь

Ценность – это полезность, присущая продукту с точки зрения клиента, и находящая отражение в цене продаж и рыночном спросе.

Так же можно сказать, что ценность – это тот набор свойств и качеств продукта, ради которого клиент его и покупает.

Ценность любого продукта или услуги определяет только потребитель.

Для того, чтобы понять ценность продукта, необходимо провести исследование мнений клиентов, например, в виде опроса. Фактически, это можно сделать, придя к клиенту, и спросив его – чем именно для него ценен этот продукт или услуга.

Один и тот же продукт или услуга могут иметь разную ценность в глазах разных клиентов. Чтобы уточнить понятие ценности продукта (услуги) нужно разделить всех клиентов на группы. Разные группы потребителей будут отличаться тем, как или для чего они используют приобретаемый продукт (услугу).

Ценность создается в ходе выполнения производственных процессов или процессов оказания услуги. Действия, которые выполняются в этом процессе, могут создавать, а могут и не создавать ценность для потребителя.

Действия, создающие ценность - это любые действия, которые добавляют ценность продукту (услуге) в глазах конечного потребителя. Т.е. те действия, которые, собственно, и создают те свойства и качества продукции или услуги, которые нужны нашему потребителю.

Это те действия, которые превращают продукт именно в то, что требуется потребителю.

Действия, не создающие ценность – это любые действия, которые потребляют ресурсы (материалы, время, деньги, человеческий труд), но при этом не добавляют ценности продукту или услуге в глазах конечного потребителя.

Очень важно понимать, что действия, не создающие ценности, могут делиться на две категории. Это действия, от которых можно избавиться, и действия, которые необходимо выполнять в силу разных условий. Например, по требованию законодательства.

Потери – элементы производственного цикла, не увеличивающие ценность продукта с точки зрения клиента. Потери – это скорее симптомы, нежели глубинная причина проблемы.

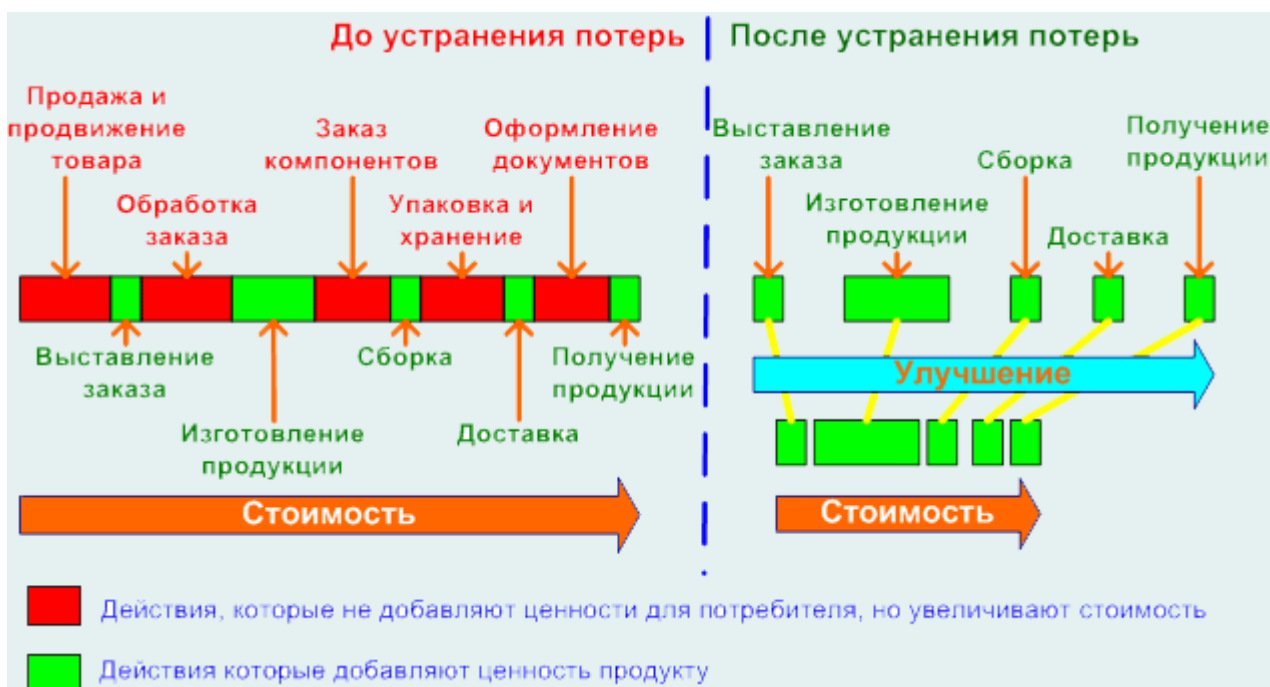


Рисунок 2 – До и после устранения потерь

Задача организации, внедряющей систему бережливого производства, заключается в сокращении действий, не приносящих ценности. Это позволит значительно уменьшить производственный цикл и снизить конечную стоимость продукции (рис. 2).

Выделяют следующие 7 видов потерь (рис. 3):



Рисунок 3 – виды потерь

Перепроизводство – этот вид потерь является наиболее существенным из всех. Непроданная продукция требует затрат на производство, затрат на хранение, затрат на учет и пр.

Лишние движения – лишние движения операторов и оборудования увеличивают потери времени, что опять же приводит к увеличению стоимости без увеличения ценности продукта.

Ненужная транспортировка – транспортировку готовой продукции и незавершенного производства необходимо оптимизировать по времени и расстоянию. Каждое перемещение увеличивает риск повреждения, потери, задержки и пр. и что еще важнее – чем дольше продукт перемещается, тем больше накладные расходы. Транспортировка не прибавляет ценности продукту, и потребитель не готов за нее платить.

Излишние запасы – чем больше запасов находится на складах и в производстве, тем больше денежных средств оказывается «замороженными» в этих запасах. Запасы не добавляют продукту ценности.

Избыточная обработка – добавление изделию свойств или качеств, которые не нужны заказчику.

Ожидание – продукты, находящиеся в незавершенном производстве и ожидающие своей очереди на обработку увеличивают стоимость без увеличения ценности.

Переделка/брак – каждый дефект приводит к дополнительным затратам времени и денег.

1.3 Инструменты бережливого производства

Инструменты бережливого производства – это набор определённых методик, правил и решений, эффективное развёртывание которых позволяет обеспечить устойчивость и стабильность производственной системы, сочетающиеся с её непрерывным совершенствованием.

Домик TPS

Схема Toyota Production System (TPS) в виде дома (рис. 4) широко известна тем, кто занимается производством. Её впервые разработал Фудзио Тё (ученик Тайити Оно) для обучения персонала на заводах Toyota и поставщиков, расположенных вне Японии.

Почему именно Дом? Потому что Дом — это целостная структура, а не совокупность приёмов и методов. И чтобы он был крепким и прочным, должны быть крепки и прочны крыша, опоры и фундамент! Слабое звено может разрушить всю систему.

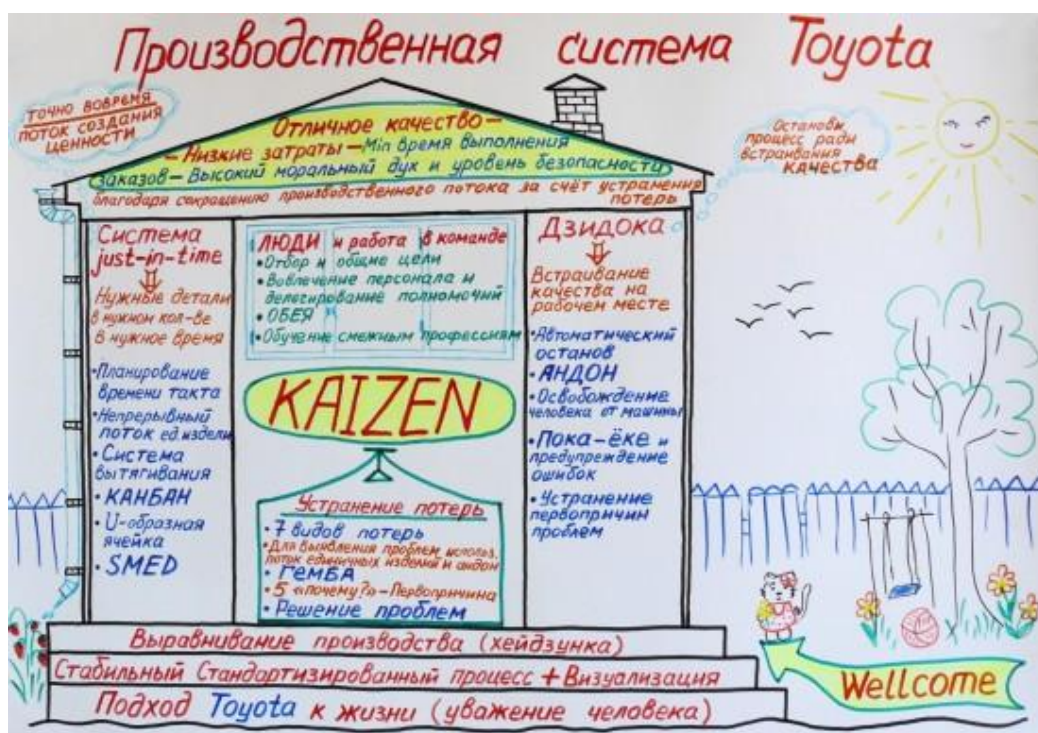


Рисунок 4 – Домик TPS

Сначала цели: отличное качество, низкие затраты и предельно короткое время выполнения заказов, — это крыша. На заводах Toyota практикуют более широкий подход к целям, включающий высокий моральный дух сотрудников и безопасность труда, потому что компания никогда не жертвует безопасностью рабочих ради производства. У неё просто нет такой необходимости, поскольку устранение потерь не имеет ничего общего с созданием стрессовых условий и не угрожает безопасности.

Затем идут 2 внешние опоры: система «Точно вовремя» и непрерывный поток единичных изделий, с другой стороны — Дзидока, цель которой встраивание качества на рабочем месте, чтобы не допустить передачу дефектной продукции дальше.

В центре дома ЛЮДИ, поскольку добиться устойчивых результатов можно лишь благодаря их постоянному совершенствованию в стиле KAIZEN! И в этом состоит основная задача TPS: побудить людей постоянно совершенствовать процесс работы. Поэтому их следует обучить замечать потери и выявлять первопричины возникающих проблем. С проблемой важно разбираться на месте, увидев ситуацию своими глазами (гемба), а чтобы отыскать первопричину этой проблемы поможет метод многократной постановки вопроса «5 Почему?».

И, наконец, фундамент: стабильные стандартизированные процессы, визуальное управление и синхронизированное производство (хейдзунка), т.е. такой производственный график, при котором колебания объёмов и ассортимента будут минимальными.

Особенно важна взаимосвязь между элементами Дома. Система «точно вовремя» минимизирует запасы, что позволяет устранить многие проблемы в производстве. Поток единичных изделий обеспечивает последовательное

изготовление изделий со скоростью, соответствующей запросам потребителя. Сведение запасов к минимуму означает, что дефекты изделий выявляются немедленно, чему способствует метод дзидока, который останавливает производственный процесс ради встраивания качества. Чтобы возобновить производство, сотрудники должны незамедлительно решить проблему. Казалось бы, работа при минимальных запасах и возможность остановить производство ведёт к нестабильности, и если предположить, что один за другим остановятся отдельные участки, то положение может стать критическим. Поэтому все сотрудники совместными усилиями стремятся как можно быстрее принять срочные меры, чтобы проблема не повторилась вновь. Именно люди в доме TPS, как одна команда, ежедневно доводя до совершенства свои процессы и операции, создают тот высокий уровень стабильности, который необходим для бесперебойной работы системы.

Система 5S

5S — система, направленная на правильную, эффективную и безопасную организацию рабочего места (рис. 5). Это первый шаг на пути к созданию бережливого предприятия и применению других инструментов системы менеджмента компании Toyota.

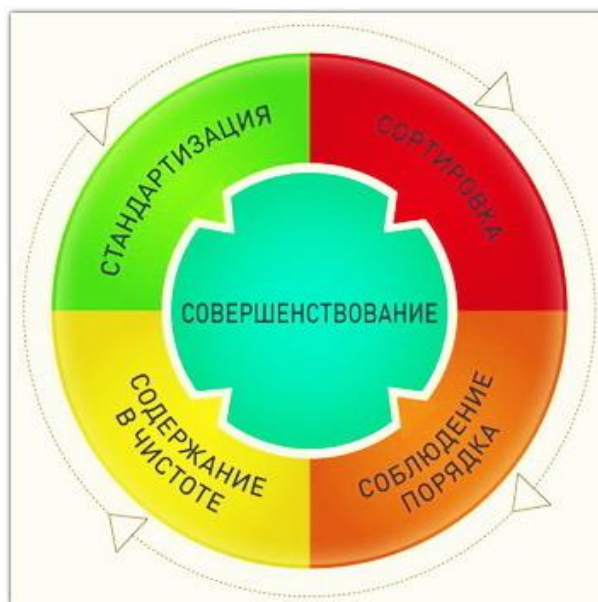


Рисунок 5 – Система 5S

Система 5s включает в себя 5 действий, начинающихся на букву С:

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

Все сотрудники вовлекаются в сортировку и выявление предметов, которые:

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

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

2) Соблюдение порядка – означает определить и обозначить «дом» для каждого предмета, необходимого в рабочей зоне. Иначе, если, например, производство организовано по сменам, рабочие разных смен будут класть

инструменты, документацию и комплектующие в разные места. В целях рационализации процессов и сокращения производственного цикла крайне важно всегда оставлять нужные предметы в одних и тех же отведённых для них местах. Это ключевое условие минимизации затрат времени на непродуктивные поиски.

3) Уборка (содержание в чистоте) – значит обеспечить оборудованию и рабочему месту опрятность, достаточную для проведения контроля, и постоянно поддерживать её. Уборка в начале и/или в конце каждой смены обеспечивает немедленное определение потенциальных проблем, которые могут приостановить работу или даже привести к остановке всего участка, цеха или завода.

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

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

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

Стандартизированная работа

Стандартизированная работа – это набор процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого рабочего (рис. 6).

Стандартизированная работа позволяет выявить:

- Наиболее оптимальные методы и процедуры для процесса;
- Оптимальный уровень загрузки рабочих и оборудования, максимально соответствующий потребительскому спросу.



Рисунок 6 – Последовательность операций

Время цикла – это время, за которое процесс в среднем выдаёт одно готовое изделие (полуфабрикат).

Время такта – синхронизирует выпуск продукции с потребительским спросом.

В идеальных условиях оператор должен делать только значимую работу. Незначимая работа должна быть ликвидирована (но требует изменения системы) и должна быть устранена муда (ненужная работа, не приносящая никакой ценности).

Формы стандартизированной работы используются совместно с рабочими стандартами, инструкциями и должностными инструкциями.

Рабочие инструкции должны быть как можно больше визуализированы.

Преимущества стандартизированной работы:

- Документирование текущего процесса для всех рабочих смен;
- Сокращение вариабельности;
- Облегчение обучения новых операторов;
- Сокращение уровня травматизма и перегрузки;
- Сокращение количества аварий и поломок;
- Предоставление исходной информации для деятельности по совершенствованию.

Стандартизированная работа – предмет непрерывного совершенствования.

TPM

TPM (Total Productive Maintenance) – это такое обслуживание оборудования, которое позволяет обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала.

Целью TPM является повышение эффективности, снижение расходов на содержание оборудования за счёт исключения основных видов потерь.



Рисунок 7 – Этапы TPM

Этапы TPM (рис.7):

1) Аварийное обслуживание:

- Ремонтные работы, производимые после поломки и вызванной ею остановки оборудования и снижения его эксплуатационных качеств;
- Система ремонта, в плановом порядке принятая на вооружение компанией;

- Вынужденный, неплановый аварийный ремонт оборудования.

2) Профилактическое техническое обслуживание:

- Текущее техническое обслуживание оборудования;
- Периодический осмотр, диагностика оборудования;
- Восстановительный ремонт.

3) Корректирующее техническое обслуживание – это усовершенствование оборудования в целях:

- устранения вероятности поломок;
- облегчения проверки, ремонта и эксплуатации оборудования;
- повышения степени безопасности оборудования.

4) Предупреждение технического обслуживания – это процесс разработки и конструирования безаварийного (высоконадёжного) оборудования, характеризующегося простотой своего технического обслуживания.

Особенность ТРМ – самостоятельное обслуживание оборудования операторами. Реализация принципа: «о своём оборудовании забочусь сам».

Этапы внедрения ТРМ, осуществляемые оператором, состоят из следующего:

1) Основополагающая чистка станка и завода (чистка и смазка, пометка дефектов, восстановление состояния);

- 2) Предотвращение загрязнения, улучшение обслуживания (устранение подтёков, облегчение доступа к местам проверки, устранение источников загрязнений);
- 3) Использование стандартов чистки и обслуживания (использование чек-листов и планов проверки, визуализация на станке, среда вокруг станка (стандарты чистки));
- 4) Обучение работников независимому обслуживанию (выработка знаний о конструкции и работе станка, обучение независимому обслуживанию);
- 5) Независимое обслуживание оператором (независимое обслуживание в соответствии с чек-листом и планом проверки);
- 6) Использование стандартов, обеспечивающих процесс (углубление знаний об обслуживании и предупредительных работах);
- 7) Использование автономного обслуживания (полное использование).

Визуализация

Визуальный менеджмент - это расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы так, чтобы они были хорошо видимы, и чтобы любой участник процесса с первого взгляда мог оценить состояние системы.

Визуальный менеджмент внедряется в несколько этапов:

Этап 1. Производится организация рабочих мест, это тот этап, на котором нужно использовать всю мощь и возможности 5S.

Этап 2. Визуализируется важная информация, которая находится на рабочих местах: информация о безопасности, о качестве, о том, как выполняются операции и о том какое и как должно использоваться оборудование.

Этап 3. Визуализируются результаты и показатели эффективности того или иного процесса.

Этап 4. Внедряется принятие решений на основе этой визуализированной информации.



Рисунок 8 - Визуализация



Рисунок 9 - Визуализация



Рисунок 10 - Визуализация

Точно вовремя

Точно вовремя (Just-In-Time) – система, при которой изделия производятся и доставляются точно в нужное время и точно в нужном количестве.

Цель – устранение всех потерь для достижения максимального качества, минимальных затрат и экономии ресурсов, а также минимального времени производственного цикла и времени поставки.

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.

Карта потока создания ценности

Карта потока создания ценности (КСПЦ) (с англ. VSM – value stream mapping) (рис. 11) — это схема, отображающая каждый этап движения потоков материалов и информации, нужных для того, чтобы выполнить заказ потребителя.

Карта потока создания ценности нужна для того, чтобы увидеть весь поток в целом. И дать менеджерам возможность говорить на одном языке о проблемах разных этапов потока. Плюс увидеть все потери, которые есть в потоке.

Карта потока создания ценности отражает состояние потока на определенный момент времени. Поэтому различают карты разных состояний:

- прошлого состояния,
- текущего состояния,
- целевого состояния
- и состояния долгосрочной перспективы или идеального состояния.

Течение потока – последовательное выполнение операций по ходу создания ценности, позволяющее без остановок, образования браков и возвратов назад, пройти от концепции до запуска в производство, от принятия заказа – до доставки, от сырья – до готового изделия.

Карта потока создания ценности должна отражать:

1. Требования заказчика;
2. Возможности поставщика;
3. Материальные потоки;

4. Информационные потоки;
5. Запасы: сколько штук и сколько времени;
6. Сведения об этапах/операциях процесса;
7. Разделение этапов/операций на создающие ценность и не создающие ценность;
8. Расчет эффективности потока создания ценности:

Коэффициент эффективности = Время создания ценности (обработки)/Время производственного цикла.

Время производственного цикла всего процесса можно определить как сумму времени производственных циклов этапов/операций.

9. Первопричины потерь и препятствия, не позволяющие обеспечивать требуемый уровень эффективности потока создания ценности.

Цель - выявить препятствия не позволяющие обеспечивать требуемый уровень эффективности потока создания ценности.

Действия:

1. Определить объект для анализа (семейство продуктов, продукт, процесс);
2. Собрать команду;
3. Определить лидера;
4. Всей командой быстро пройти по потоку, начиная с выхода процесса (отгрузки заказчику);
5. Определить и зафиксировать требования заказчика;
6. Определить и зафиксировать возможности поставщика;

7. Определить объем и стратегию сбора данных о процессе (операциях, запасах, информационных потоках и особенностях управления), подготовить бланки для сбора данных;
8. Разделить весь процесс (объекты сбора данных) между членами команды;
9. Собрать данные, двигаясь по фактическим путям материальных и информационных потоков, замеряя время, считая запасы и общаясь с непосредственными исполнителями;
10. Нанести собранную информацию на бумагу.
11. Рассчитать эффективность потока создания ценности.
12. Выполнить анализ собранных данных с целью выявления потерь, препятствий достижения целевой эффективности и возможностей для улучшений. Все выявленные причины нанести на КПСЦ.

Результаты:

1. Визуальное представление текущего состояния потока создания ценности, обеспечивающее однозначное видение ситуации участниками процесса.
2. Собрана необходимая информация для определения целевого состояния процесса и выработки решений по совершенствованию процесса.

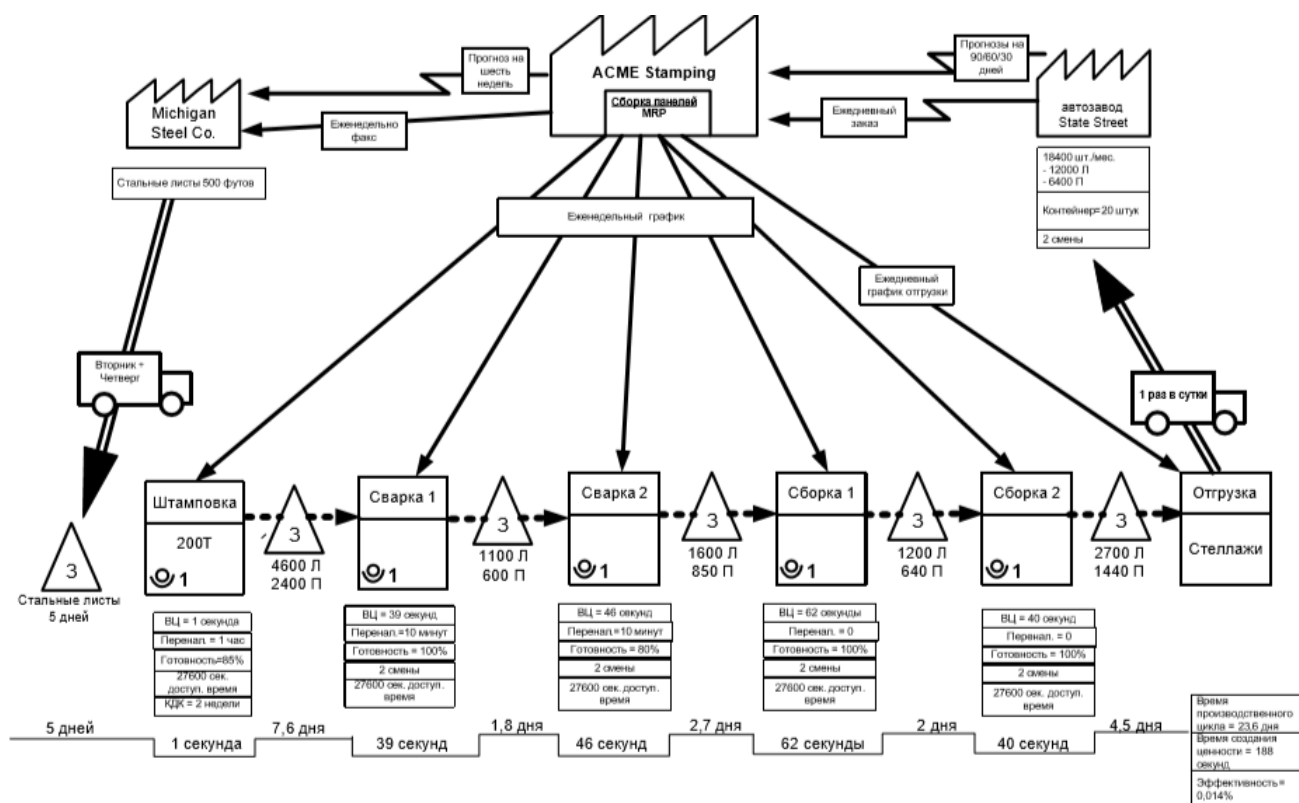


Рисунок 11 – Карта потока создания ценности

U-образная ячейка

U-образные ячейки - расположение оборудования в форме латинской буквы «U» (рис. 12). В U-образной ячейке станки расставлены подковообразно, согласно последовательности операций. При таком расположении оборудования последняя стадия обработки проходит в непосредственной близости от начальной стадии, поэтому оператору не нужно далеко ходить, чтобы начать выполнение следующего производственного цикла.

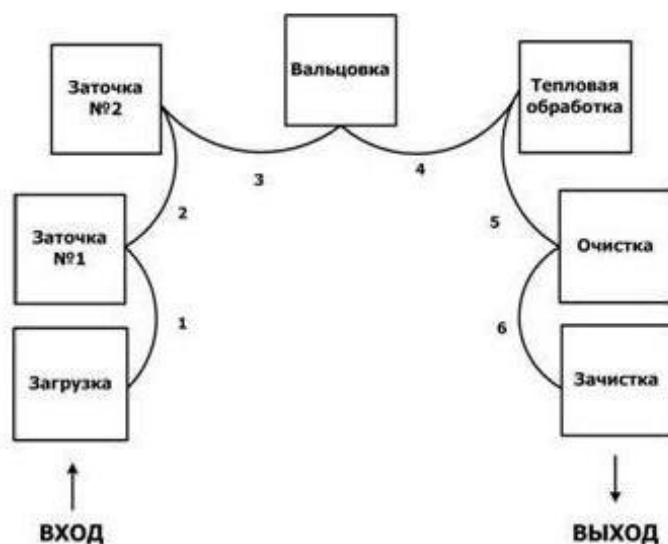


Рисунок 12 – U-образная ячейка

Важным свойством расстановки оборудования в виде U-образной ячейки является возможность при изменении спроса варьировать количество операторов, работающих в ячейке, следовательно, можно регулировать производительность, увеличивая или уменьшая число операторов.

SMED

Быстрая переналадка (SMED — Single Minute Exchange of Die) дословно переводится как «Смена штампа за 1 минуту». Это процесс переналадки оборудования\процесса для перехода от производства одного вида продукции к другому за максимально короткое время путём замены деталей, зажимных соединений, пресс-форм и т.д..

Время переналадки измеряется числом минут, обозначаемым одной цифрой (то есть не более 10 минут).

В результате многочисленных статистических исследований было установлено, что время на осуществление различных операций в процессе переналадки распределяется следующим образом:

- подготовка материалов, штампов, приспособлений и т.п. — 30%;
- закрепление и снятие штампов и инструментов — 5%;
- центрирование и размещение инструмента — 15%;
- пробная обработка и регулировка — 50%.

В результате были сформулированы следующие принципы, позволяющие сокращать время переналадки в десятки и даже сотни раз:

- разделение внутренних и внешних операций наладки,
- преобразование внутренних действий во внешние,
- оптимизация внутренних операций наладки
- оптимизация внешних операций наладки

Внутренняя наладка – работы выполняются только при остановленном оборудовании.

Внешняя наладка – работы выполняются при работающем оборудовании.

Быструю переналадку придумал Сигео Синго для того, чтобы можно было производить продукцию минимальными партиями.

Система вытягивания; Канбан

Вытягивающее производство— каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик) ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель) не сообщит ему о необходимости.

Таким образом, каждая последующая операция «вытягивает» продукцию с предыдущей.

Иными словами, правило любой операции вытягивающего производства следующее:

Выполнять только те заказы, которые поступают непосредственно от следующей операции.

Если для следующей операции не требуется ничего производить, следует остановить работу.

Логика вытягивающего производства следующая:

Прибыль производства увеличивается, если повышается скорость производства. В свою очередь скорость производства повышается, если запасы в производстве снижаются. Запасы в производстве снижаются, если производится только то, что нужно для выполнения заказов. Следовательно, если каждый станок производит только то, что требуется для следующей операции — повышается прибыль. Отсюда вывод: станки должны выпускать только то, что нужно для следующих операций.

Как работать в режиме вытягивания? Во-первых, нужно выполнять работу только тогда, когда появляется заказ с последующей операции. Во-вторых, нужно остановить работу, если заказов нет. В-третьих, нужно устранить все возможные причины брака, не производить и не передавать брак на следующую операцию.

Канбан — это средство информирования, с помощью которого дается разрешение или указание на производство или изъятие (передачу) изделий в вытягивающей системе. В переводе с японского означает бирка или значок.

Наиболее известным и распространенным примером таких средств являются карточки канбан (рис. 13).

Склад стеллаж №			5E215	Шифр изделия	A2-15	Предшествующий участок
Номер изделия			35670507			
Наименование изделия			Ведущее зубчатое колесо			Ковка В-2
Модель автомобиля			SX50BC			
						Последующий участок
Вместимость тары		Тип тары		Номер выпуска		
20		В		4/8		
						Механическая обработка Т-6

Рисунок 13 – Карточка Канбан

Канбан содержит следующую информацию:

- Наименование и артикул (номер или код) детали,
- Название внешнего поставщика или внутреннего процесса-поставщика
- Количество деталей в партии, упаковке или контейнере
- Место размещения продукции на складе
- Наименование процесса-потребителя

В производстве канбан несет две функции:

1. Для процесса канбан является сигналом к производству продукции, его еще называют канбан изготовления.
2. Для рабочих канбан является сигналом к перемещению продукции, его называют канбан отбора или канбан перемещения.

Существует шесть правил эффективного использования системы канбан:

1. Процесс-потребитель заказывает продукцию в точном объеме, указанном на карте канбан.
2. Процесс-поставщик производит продукцию ровно в том объеме и последовательности, которые задаются картами канбан.
3. Без карт канбан изделия не производятся и не перемещаются.
4. Ко всем деталям и материалам всегда прикрепляется карта канбан.
5. На последующую производственную стадию никогда не передаются дефектные детали и детали в неточном количестве.
6. Чтобы уменьшить объем запасов и обнаружить новые проблемы, следует аккуратно уменьшать число карт канбан.

Пять почему

Основа научного подхода компании Toyota заключается в том, чтобы при обнаружении проблемы пять раз задать вопрос «Почему?». Если пять раз получить ответы на вопрос «Почему?», то причина проблемы и метод ее решения станут очевидны.

Первопричина: под «причиной» проблемы скрывается ее первопричина (глубинная причина). В каждом случае мы должны докопаться до настоящей причины, пять раз задавая вопрос: «Почему?». В противном случае нельзя принять контрмеры и по-настоящему решить проблему.

Приходилось ли вам, столкнувшись с какой-либо проблемой, остановиться и пять раз подряд задать себе вопрос: «Почему это случилось?». Сомневаюсь. Давайте попробуем сделать это вместе. Представьте, например, что у вас перестал работать автомобиль:

1. Почему автомобиль остановился? Потому что была перегрузка, и полетел предохранитель.
2. Почему была перегрузка? Потому что подшипник был плохо смазан.
3. Почему подшипник был плохо смазан? Потому что насос, подающий смазку, плохо работал.
4. Почему он плохо работал? Потому что поршень изнашивался и разболтался.
5. Почему поршень изнашивался? Потому что не поставили фильтр, и в поршень попала металлическая стружка.

Пятикратное повторение вопроса «Почему?» поможет вам разобраться в первопричине проблемы и решить ее. Если вы не пройдете через весь цикл вопросов, то, возможно, решите, что достаточно просто заменить предохранитель или поршень насоса. Тогда буквально через несколько месяцев та же проблема с автомобилем возникнет снова.

Собственно говоря, производственная система Тойоты строится на использовании и развитии именно этого научного подхода. Пять раз задав один и тот же вопрос «Почему?» и каждый раз ответив на него, мы можем добраться до сути проблемы, которая часто прячется за более очевидными, лежащими на поверхности причинами.

Гемба

Слово «гемба», в переводе с японского — фактическое место, часто используется для обозначения цеха или любого другого места, где производится работа по созданию ценности.

Почему гемба важна? Единственное место, где факты существуют в неискаженном виде — это гемба, место, где происходит действие. Нельзя выяснить причину проблем или дефектов, не проанализировав все, что происходит на месте их возникновения.

Как происходит управление в гемба? Менеджер работает в гемба, или регулярно приходит в гемба, чтобы лично увидеть ситуацию и иметь возможность оценить факты без посредников. Принятие решения происходит значительно быстрее.

В последнее время вы видели, что руководители нашей страны очень часто любят бывать на предприятиях, чтобы лично удовлетвориться в том, как происходят дела. И вы знаете, насколько быстрее принимаются решения после таких поездок.

Для решения возникающих в гемба проблем используется процедура «утреннего рынка». Это процедура анализа проблем при приеме-передаче смены:

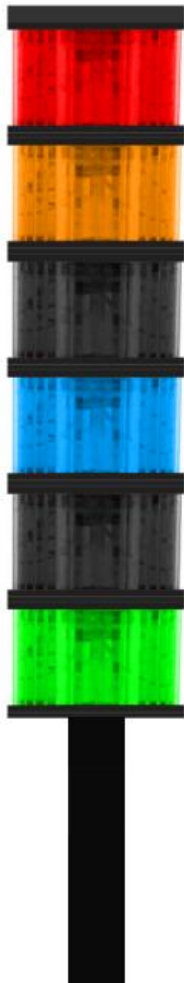
- Во время «утреннего рынка» обсуждается список проблем предыдущей смены,
- разрабатываются варианты возможных решений,
- разрабатывается план реализации
- и определяются ответственные.

Чтобы научиться видеть и понимать проблемы в гемба, человек должен научиться наблюдать. Для этого японские гуру рекомендуют «стоять в круге»:

- В цеху мелом рисуется круг
- Менеджер встает в круг и наблюдает за тем, что происходит вокруг него

- Пока менеджер молча стоит в кругу, не имея возможности повлиять на окружающее, он обучается находить причины происходящего и влиять на них, а не на симптомы.

Андон



Андон, или в переводе с японского «лампа», это инструмент визуального менеджмента, позволяющий с одного взгляда определить состояние операций в какой-либо зоне и предупреждающий о возникновении любых отклонений.

Какие могут быть варианты андонов?

Это цветные лампы (рис. 14), это панель с кодами рабочих мест и станков, или это монитор.

Что указывает андон?

На андоне может обозначаться:

- состояние оборудования (например, работа штатном режиме)
- возникшая проблема (например, нехватка материалов)
- плановые действия (например переналадка, очистка станка)

или может показываться сравнение плана с фактом, как показано на рисунке.

Рисунок 14 - Андон

Вот типовые обозначения цветовых сигналов на цветовых лампах:

- Красный — это остановка или авария
- Желтый — требуется помощь
- Зеленым обозначается рабочий режим станка
- Синий — требуются материалы

Poka yoke (Защита от дурака)

Poka yoke («Защита от дурака») — набор методов, позволяющих сотрудникам избежать при работе ошибок в результате установки неправильной детали, пропуска детали, установки детали другой стороной и т.д.

Система защиты от ошибок не полагается на оператора – решает проблему возникновения проблемы технически.

Например:

- ванны и раковины зачастую содержат отверстия перелива, расположенные сверху и предотвращающие переполнение резервуара водой;
- детали сборных агрегатов (например, кухонных комбайнов) проектируются таким образом, чтобы не допустить случайную неправильную сборку (вставка их не той стороной, не в той последовательности и т. п.);
- многие станки имеют датчики, подающие сигнал, что деталь закреплена неправильно;
- и т. п.

Основная идея состоит в остановке процесса, как только обнаруживается дефект, определении причины и предотвращении возобновления источника дефекта. Поэтому не требуется никаких статистических выборок. Ключевая часть процедуры состоит в том, что инспектирование источника ошибки проводится как активная часть производственного процесса с целью выявления ошибок до того, как они становятся дефектами. Обнаружение ошибки или останавливает производство до ее исправления, или процесс корректируется, чтобы воспрепятствовать появлению дефекта. Это осуществляется на каждой

стадии процесса путем мониторинга потенциальных источников ошибок. Таким образом, дефекты определяются и корректируются у самого их источника, а не на более поздних стадиях.

Система Рока уоке – основа бездефектного производства.

Метод Рока уоке базируется на семи принципах:

- 1. для создания эффективных процессов используйте проектирование;
- 2. работайте в командах: только так можно максимально полно использовать знания сотрудников;
- 3. устраняйте ошибки, также используя проектирование: это позволит приблизить число ошибок к нулю;
- 4. устраняйте коренные причины появления дефектов, применяя метод «Пять почему»;
- 5. действуйте сразу, используйте все возможные ресурсы;
- 6. устраняйте деятельность, не добавляющую ценность;
- 7. внедряйте улучшения и сразу задумывайтесь над дальнейшими улучшениями.

ОЕЕ (управление мощностью производства)

Общая эффективность оборудования (ОЕЕ — Overall Equipment Effectiveness) – это основной показатель всеобщего ухода за оборудованием (TPM). ОЕЕ отражает степень эффективности использования оборудования.

Насколько эффективно вы используете свое оборудование? Каковы потери, снижающие эффективность оборудования? Как с ними бороться?

На все эти вопросы поможет ответить расчет показателя Общей эффективности оборудования.

Для расчета ОЕЕ необходимо перемножить следующие показатели: производительность, готовность оборудования и качество. Эти показатели находятся следующим образом:

$$\text{Готовность} = \text{Машинное время} / \text{Чистое рабочее время}$$

$$\text{Производительность} = \text{Текущая выработка} / \text{Запланированная выработка}$$

$$\text{Качество} = \text{Количество качественных изделий} / \text{Текущая выработка}$$

Произведение этих элементов умножают на 100, таким образом полученный результат можно выразить в процентах:

$$\text{ОЕЕ} = \text{Готовность} \times \text{Производительность} \times \text{Качество} \times 100$$

На рис. 15 наглядно показано, как потери могут снижать общую эффективность оборудования, а также отражены элементы необходимые для расчета коэффициента ОЕЕ.



Рисунок 16 – Расчёт OEE

Элементы Общей эффективности оборудования (OEE) и потери, связанные с особенностями функционирования оборудования.

Измерение общей эффективности оборудования предполагает мониторинг того, как функционирует оборудование или протекает процесс. Определение OEE происходит на основе ежедневного фиксирования показателей, отражающих состояние оборудования, что способствует открытому подходу к обмену информацией и предотвращает случаи, когда плохое функционирование станков ставится в вину конкретному рабочему.

ОЕЕ является сбалансированным показателем, отражающим реальное положение дел, позволяющим улучшать производство и повышать прибыль предприятия.

Управление качеством продукции

Качество - это совокупность характеристик объекта, которые могут удовлетворять установленным или предполагаемым требованиям. Качество продукции в последнее время приобретает все большее значение в связи с постоянно возрастающими требованиями потребителей. Параметров, определяющих качество товара, большое множество, и для каждого они различны, возникла необходимость развития такого течения в менеджменте, как управление качеством.

Управление качеством - это деятельность по управлению всеми этапами жизненного цикла продукции, а также взаимодействием с внешней средой. В результате во всем мире стали разрабатываться системы качества продукции, которых на настоящий момент насчитывается уже несколько сотен. Их общей задачей является выпуск товаров, соответствующих требованиям потребителей по всем параметрам. Основопологающим принципом любой системы качества является постоянное совершенствование качества продукции, так как иначе затраты на нее будут бессмысленными в связи с постоянно возрастающими требованиями покупателей. Растущий объем, а также разнообразие методов и средств управления качеством создает определенные трудности при их изучении и выборе для практического применения

Существуют следующие инструменты контроля качества:

- 1) Контрольные листы - специальные бланки для сбора данных; облегчают процесс сбора данных; результаты легко преобразуются в гистограмму или диаграмму Парето;
- 2) Диаграмма Парето (рис. 16) - названа по имени швейцарского социолога и экономиста Вильфредо Парето; изображает сравнительную важность проблем; позволяет выделить наиболее важные проблемы и выбрать приоритетные направления по совершенствованию;

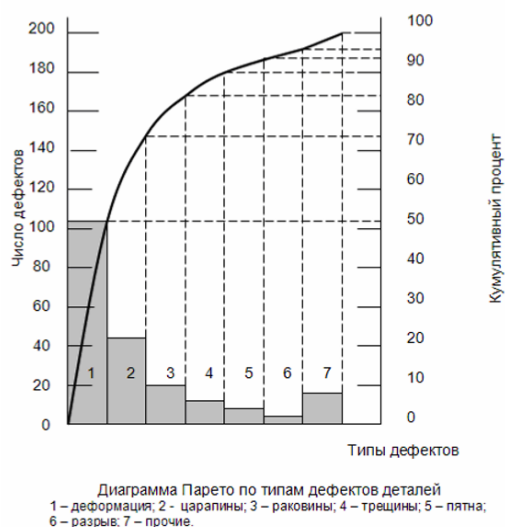


Рисунок 16 – Диаграмма Парето

- 3) Гистограмма (рис. 17) - диаграмма, служащая для обобщения цифровых данных; демонстрирует разброс (частотное распределение характеристик продукции или процесса);

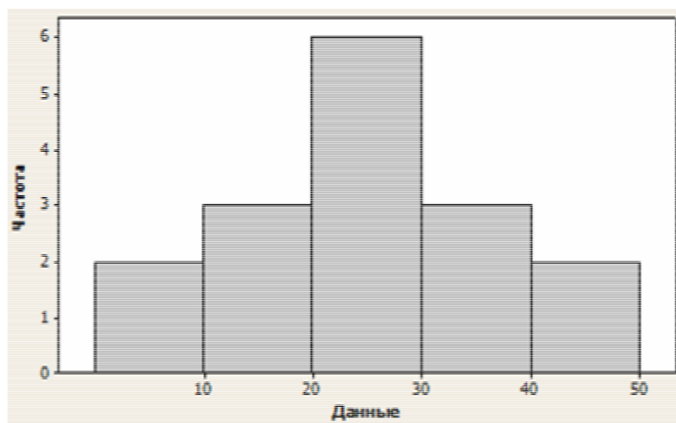


Рисунок 17 - Гистограмма

4) Диаграмма разброса (рис.18) - показывает характер взаимоотношений между двумя переменными;

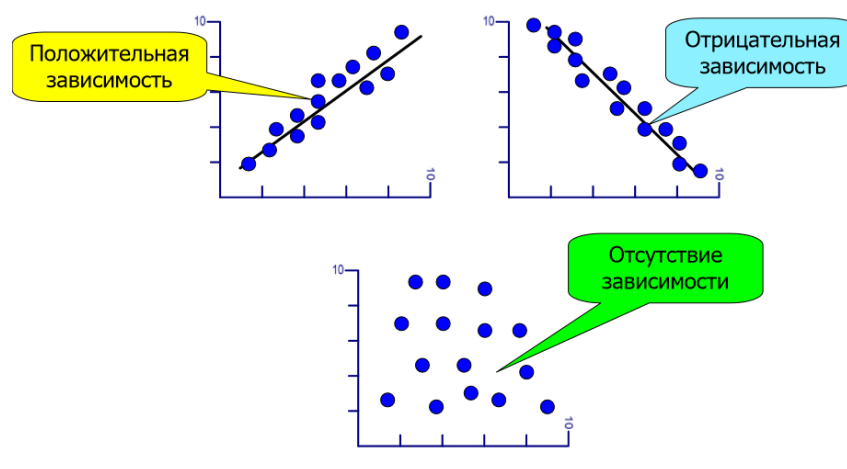


Рисунок 18 – Диаграмма разброса

5) Контрольные карты (рис. 19)- границы обозначают допустимый диапазон разброса характеристик в обычных условиях течения процесса; выход характеристик за пределы контрольных границ и/или определённая динамика показателей означает нарушение стабильности процесса и требует проведения анализа причин и принятия соответствующих мер;

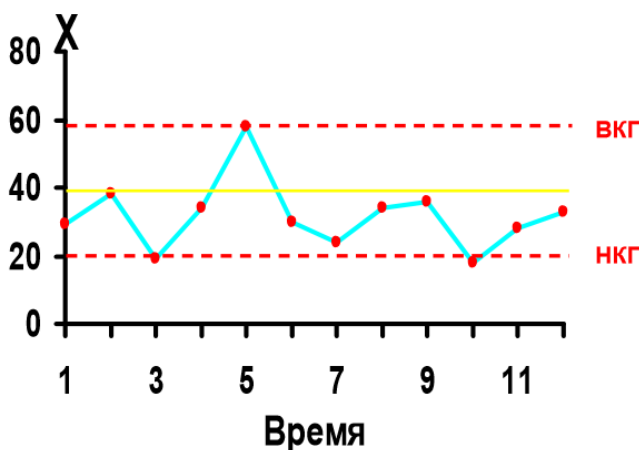


Рисунок 19 – Контрольные карты

6) Метод расслоения - данные группируют в зависимости от условий их получения и производят обработку каждой группы в отдельности; позволяет получить представление о скрытых причинах дефектов;

7) Причинно-следственная диаграмма (рис. 20) (диаграмма Исикавы, «рыбий скелет») – демонстрирует отношения между проблемой и её возможными причинами. Анализируется 4 основных причинных фактора: человек (исполнитель, персонал), машина (оборудование), материал, метод работ (технология).

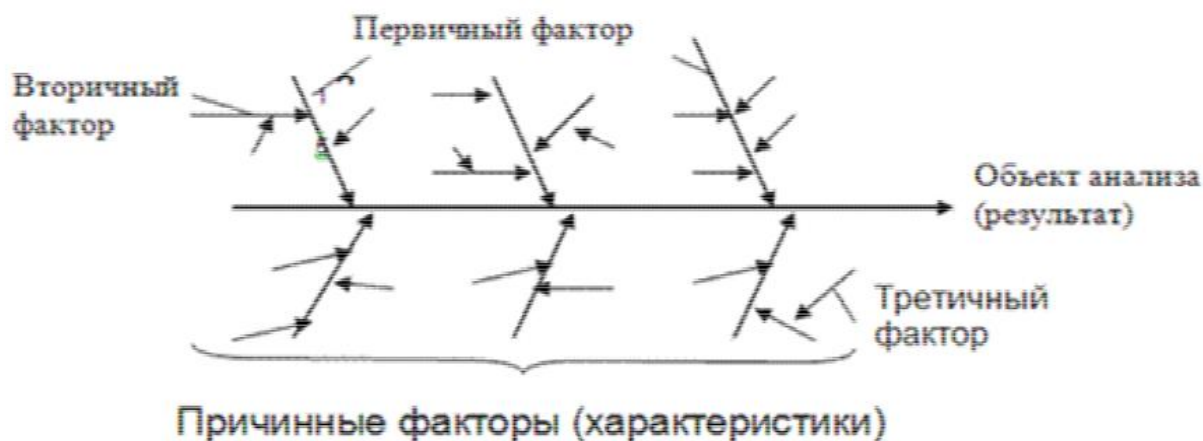


Рисунок 20 – Причинно-следственная диаграмма

Этапы построения причинно-следственной диаграммы:

- 1) Выбор проблемы;
- 2) Выбор главных причин, влияющих на данную проблему. Их необходимо поместить в прямоугольники («большие кости»);
- 3) Выбор вторичных причин («средние кости»), влияющих на главные;
- 4) Выбор (описание) причин третичного порядка («мелкие кости»), которые влияют на вторичные;
- 5) Ранжирование факторов по их значимости и выделение наиболее важных.

Выводы: Промышленность прошла долгий эволюционный путь и на сегодняшний момент бережливое производство является наиболее эффективной практикой менеджмента, применяемой наиболее успешными компаниями мира. Бережливое производство – это: системный подход к выявлению и устранению потерь путём непрерывного совершенствования;

настройка производственных процессов в зависимости от ценности для потребителя; стремление к безупречности во всех аспектах деятельности компании. Выделяют 7 потерь в производстве – перепроизводство, лишние движения, ненужная транспортировка, излишние запасы, избыточная обработка, ожидание, переделка\брак. Со всеми этими потерями можно бороться при помощи инструментов бережливого производства.

Инструменты бережливого производства – это набор определённых методик, правил и решений, эффективное развёртывание которых позволяет обеспечить устойчивость и стабильность производственной системы, сочетающиеся с её непрерывным совершенствованием. Наиболее часто используемые из них, это:

1) Система 5S (система правильной эффективной безопасной организации рабочего места);

2) Стандартизированная работа (набор процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого рабочего);

3) TPM (такое обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала);

4) Визуальный менеджмент;

5) Just-in-time (система, при которой изделия производятся и доставляются точно в нужное время и точно в нужном количестве);

6) Карта потока создания ценности (схема, отображающая каждый этап движения потоков материалов и информации, нужных для того, чтобы выполнить заказ потребителя);

7) U-образная ячейка (расположение оборудования в форме латинской буквы «U»);

8) SMED (быстрая переналадка оборудования);

9) Система вытягивания (каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик) ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель) не сообщит ему о необходимости);

10) Канбан (карточки с информацией о детали);

11) Метод 5 почему;

12) Гемба (место, где производится работа по созданию ценности);

13) Андон (лампа, позволяющая определить состояние операции);

14) Рока уоке (защита от дурака);

15) ОЕЕ (общая эффективность оборудования);

16) Управление качеством продукции.

2 РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРИМЕНЕНИЯ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕХЕ №7 ООО «БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД – СУДОСТРОЕНИЕ»

В практической части проанализировано внедрение инструментов бережливого производства в цехе механической обработки №7 ООО «Балтийский завод – Судостроение», который является важнейшим звеном производственной цепочки и который периодически является «узким» местом процесса постройки судов. Следовательно, он нуждается в реформации системы менеджмента.

Было разработано 2 проекта. Первый связан с созданием пилотного участка применением инструментов бережливого производства в цехе №7. Второй проект развёртывает систему мониторинга промышленного оборудования на уникальном оборудовании цеха №7.

2.1 Анализ ситуации до внедрения

Проект 1

В качестве пилотного участка применением инструментов бережливого производства выбрано оборудование маршрута изготовления фланцев ПВИЕ.871.005-021 в цехе №7 (рис. 21).

Фотографии участка до внедрения (рис. 22-29):



Рисунок 22 – 23 - ситуация до внедрения



Рисунок 24 - ситуация до внедрения

Нет никакой разметки, непонятно разграничение рабочих зон; непонятно, что находится на своём месте, а что нет, где проходы и т.п.



Рисунок 25 - ситуация до внедрения

Хаотичное хранение мусора, отходов металла и ненужных предметов.



Рисунок 26 - ситуация до внедрения
Оператор стоит и чего-то ждёт – один из видов потерь – ожидание.



Рисунок 27 - ситуация до внедрения
Инструменты хранятся хаотично (суммарное время на поиск нужного инструмента – более одного часа в смену; в случае замены сотрудника инструмент невозможно будет найти);



Рисунок 28-29 - ситуация до внедрения

Хаотичное хранение мусора, отходов металла и ненужных предметов. Везде лежат детали (один из видов потерь – перепроизводство), ненужные предметы хранятся по всему участку.

Проект 2

В цехе нет информации о простоях оборудования, ввиду чего невозможно:

- Детально спланировать процесс производства
- Понять корневые причины возникновения критичных простоев оборудования и, как следствие, устранить их
- Соотнести затраты на реализацию мероприятий по устранению простоев и сами простои

2.2 Моделирование ситуации после внедрения

Проект 1

Прохождение партии деталей после внедрения (рис. 30)



Рисунок 30 – схема прохождения партии после внедрения

Преимущества:

- Рабочие места сосредоточены в U-образную ячейку максимально близко друг к другу
- Партия деталей проходит вместо 370 метров 189 метров
- Для перемещения партии деталей используются вместо четырех 2 крана
- Перемещение между операциями планируется осуществлять без задействования кран-балки с помощью тележек

Планируется создать порядок с помощью внедрения системы 5S.

Проект 2

Планируется внедрить систему мониторинга простоев оборудования.

По результатам статистики, набранной при помощи системы мониторинга, планируется разработать мероприятия по устранению ключевых потерь ФРВ. Мероприятия обеспечивают рост коэффициента готовности оборудования не менее чем до 0.7.

2.3 5S

Проведено обучение операторов оборудования, предполагаемого к использованию в потоке изготовления фланцев ПВИЕ.871.005-021. Обучение состояло в теоретическом семинаре длительностью 2 академических часа и практической части – преобразование одного рабочего места под руководством сотрудника отдела №271 (группа проекта развития производственной системы).

После обучения перед операторами была поставлена задача провести первые 3 шага 5S (сортировка, содержание в чистоте, соблюдение порядка) каждому на своём рабочем месте, на которое была отведена одна неделя без отвлечения от производства. На протяжении этой недели в цехе постоянно присутствовал сотрудник отдела №271, который по необходимости консультировал операторов.

По результатам аттестационной работы для каждого из рабочих мест был составлен план мероприятий по дополнительному обеспечению рабочих мест необходимой мебелью и расходными материалами, а также по нанесению разметки.

Результаты исполнения плана мероприятий зафиксированы на фотографиях (рис. 31 – 35).



Рисунок 31 - 32 – Результат мероприятий по внедрению 5S

Была закуплена и расставлена специальная мебель, произведена сортировка инструментов, оснастки и заготовок (все разложено отдельно, например, по виду и частоте применения, и промаркировано).



Рисунок 33 - Результат мероприятий по внедрению 5S
Появились удобные тележки для перемещения заготовок.



Рисунок 34-35 - Результат мероприятий по внедрению 5S

Была нанесена разметка (обозначены проходы, границы рабочих зон), убран мусор и ненужные предметы, появился супермаркет заготовок.

Также была выбрана и промаркирована зона временного хранения ненужных предметов, было сдано на металлолом 90кг.

Четвёртое С – стандартизация. Представляет собой разработку всем понятного и простого в использовании стандарта рабочего места. Который

однозначно определяет перечень инструмента и оснастки каждого рабочего места и закрепляет их местонахождение.

Ниже приведён пример стандарта рабочего места (рис. 36).

БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД ОБЪЕКТОВЫЙ ЦЕНТР		СТАНДАРТ РАБОЧЕГО МЕСТА Перечень инструмента (оснастки)	
Разработал: Технолог _____		Цех: _____ "Утверждаю" Начальник цеха _____	
Участок: _____		Рабочее место: _____ Согласовано: Ст. консультант ПСБЗ _____	



Перечень инструмента	Кол-ство
Резцы:	Наружные Внутренние
Отрезные	25 шт.
Резьбовые	10 шт. 15 шт.
Проходные отогнутые	25 шт. 20 шт.
Подрезные прямые	20 шт.
Канавочные	5 шт.
Расточные прямые	5 шт.
Сверла: от 1 до 50 мм.	50 шт.
Метчики	40 шт.
Плашки	35 шт.
Вороток	8 шт.
Державка	14 шт.
Кулачки	30 шт.

Перечень инструмента	Кол-ство
Центра	8 шт.
Накатка прямая	2 шт.
Зенковка	5 шт.
Ключи для патрона	4 шт.
Полировальный круг	1 шт.
Камень наждачный	2 шт.
Молоток	1 шт.
Ножевка	1 шт.
Отвертка	3 шт.
Плоскогубцы	2 шт.
Рулетка	1 шт.
Карсетка	1 шт.
Зубило	2 шт.

Перечень инструмента	Кол-ство	Ключи	6-ти гранные ключи
Микрометр: 0,25	1 шт.	36	1 шт. 10 3 шт.
Микрометр: 25,50	1 шт.	32	1 шт. 8 2 шт.
Микрометр: 50,75	1 шт.	24	2 шт. 6 1 шт.
Штангенциркуль 0-250	1 шт.	22	2 шт. 5 1 шт.
Штангенциркуль 0-150	1 шт.	17	1 шт. 4 1 шт.
		14	1 шт. 3 1 шт.
		9	1 шт. 2,5 1 шт.
		7	1 шт. 2 1 шт.




* Получение инструмента (оснастки) в инструментально-раздаточных кладовых в соответствии с СТП БЗС-363-2013 п.6

** На рабочем месте находится только тот инструмент (оснастка), которая необходима для выполнения работ в соответствии с производственным заданием (технологической документацией) и стандартом рабочего места.

Ознакомлены: Мастер участка: _____	
_____	подпись Ф.И.О.
Оператор (токарь): _____	
_____	подпись Ф.И.О.
_____	подпись Ф.И.О.

Рисунок 36 – Стандарт рабочего места

Для пятого С (совершенствование), регламентирована процедура оценки участка по десяти категориям:

- сортировка (на рабочем месте нет ненужных предметов);
- организация и порядок вокруг рабочего места (вокруг рабочего места чисто, проходы свободны, работать приятно);
- организация и порядок на рабочем месте (инструменты отсортированы и хранятся на своих местах, документация доступна);
- чистота станка, станок исправен (станки чистые, исправны; обслуживание проводится);
- визуализация (зона станка промаркирована, опасные места визуализированы);
- стандартизация (есть стандарты рабочих мест: работы, уборки, обслуживания оборудования);
- показатели работы участка (показатели определены, визуализированы и обновляются);
- коммуникация (есть планы действий, изменения представлены на стендах);
- участие (сотрудники участка принимают участие в командах по улучшению);
- обучение (проводится обучение; на участках есть материалы по 5S).

Для каждого из этих критериев определены вопросы и сформирован контрольный листок аудита (рис. 37).

 БАЛТИЙСКИЙ ЗАВОД			КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТК АУДИТА по 5С *					
Цех			Дата с _____ по _____					
Участок	Рабочее место		Заполнил _____ / _____ / _____					
№ п/п	Категории аудита	Что проверять	Дата аудита в соответствии с регламентом				Общий итог за период	Итог предыд. периода
			06.06.2014	13.06.2014	20.06.2014	27.06.2014		
1	СОРТИРОВКА	На рабочем месте нет ненужных предметов. (смотри. Стандарт рабочего места)	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
2	ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ВОКРУГ РАБОЧЕГО МЕСТА	Вокруг рабочего места чисто, проходы свободны, работать приятно.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
3	ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ	Инструменты отсортированы и хранятся на своих местах, документация доступна.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
4	ЧИСТОТА СТАНКА. СТАНОК ИСПРАВЕН	Станки чистые, исправны. Обслуживание проводится. (соблюдается Стандарт выполнения работ)	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
5	ВИЗУАЛИЗАЦИЯ	Зона станка промаркирована, опасные места визуализированы.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
6	СТАНДАРТИЗАЦИЯ	Есть стандарты рабочих мест: работы, уборки, обслуживания оборудования.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
7	ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ УЧАСТКА	Показатели определены, визуализированы и обновляются.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
8	КОММУНИКАЦИЯ	Есть планы действий, изменения представлены на стендах.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
9	УЧАСТИЕ	Сотрудники участка принимают участие в командах по улучшению.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
10	ОБУЧЕНИЕ	Проводится обучение. На участке есть материалы по 5S.	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
Итоговое значение на дату:								
Критерии оценки, расшифровка			Подписи членов комиссии:				Начальник цеха	
1	Требования не выполняются. Работа не ведется.						Технолог	
2	Минимальное соблюдение требований. Много замечаний.						Механик	
3	Требования выполняются, есть небольшие замечания.						ПСБЗ	
4	Требования выполняются полностью, замечаний нет.							
* заполняется в соответствии с регламентом аудита.			Ознакомлены: мастер участка		оператор (токарь)			

Рисунок 37 – Контрольный листок аудита

На Балтийском заводе действует система мотивации предложений по улучшению (эти предложения называются «кайзены»), в ходе проекта было подано 25 кайзенов, некоторые из которых приведены ниже (рис. 38 – 40):

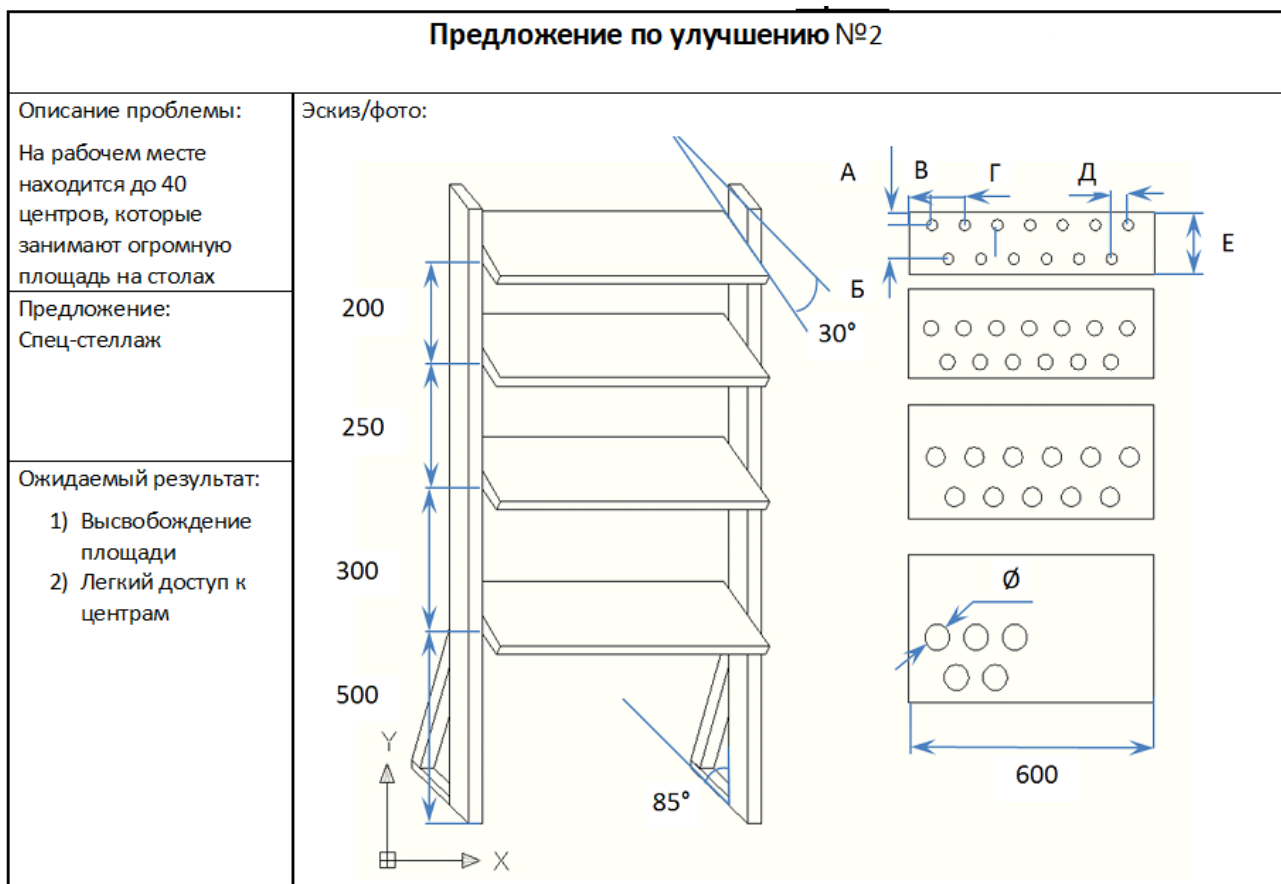


Рисунок 38 – Предложение по улучшению №2

Описание проблемы:	Эскиз/фото: Предложение по улучшению № 11 
Инструмент	
используемый постоянно хранится прямо на оборудовании	
Предложение: Изготовить полку под инструмент на бак	
Ожидаемый результат:	
1) Исключение опасности падения инструмента в рабочую зону станка 2) Легкий доступ к инструменту	

Рисунок 39 – Предложение по улучшению №11

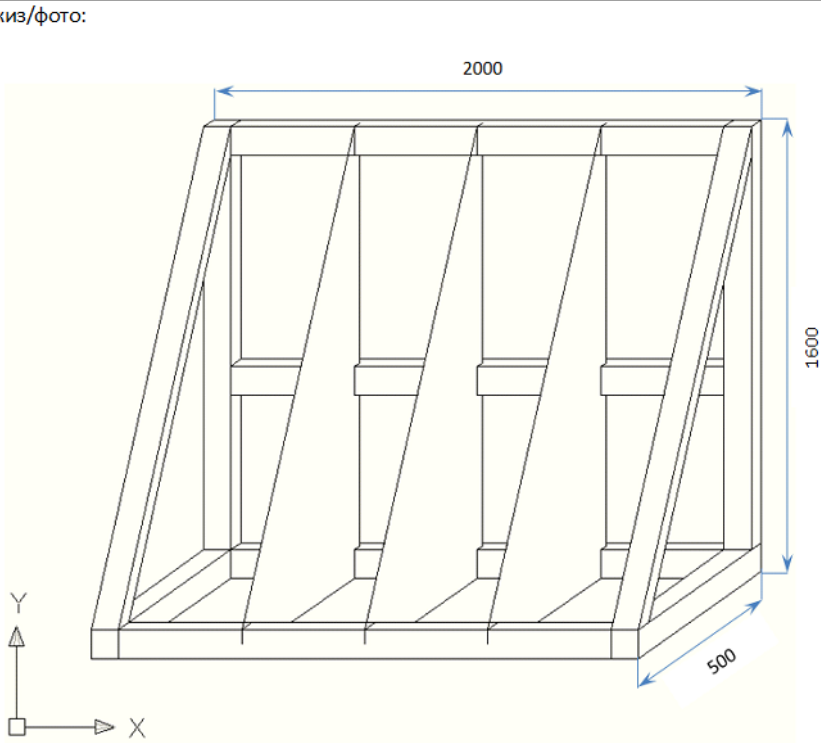
Предложение по улучшению № 18	
Описание проблемы:	Эскиз/фото: 
Деловой отход хранится навалом прислоненный к стене	
Предложение: Изготовить 2 стеллажа вертикального хранения делового отхода	
Ожидаемый результат:	
1) Высвобождение площади 2) Упорядоченное хранение делового отхода по сортаменту	

Рисунок 40 – Предложение по улучшению №18

За каждое из предложений операторы поощрены премией в размере 700 рублей.

2.4 U-образные ячейки

Схема участка фланцев (рисунок 41)

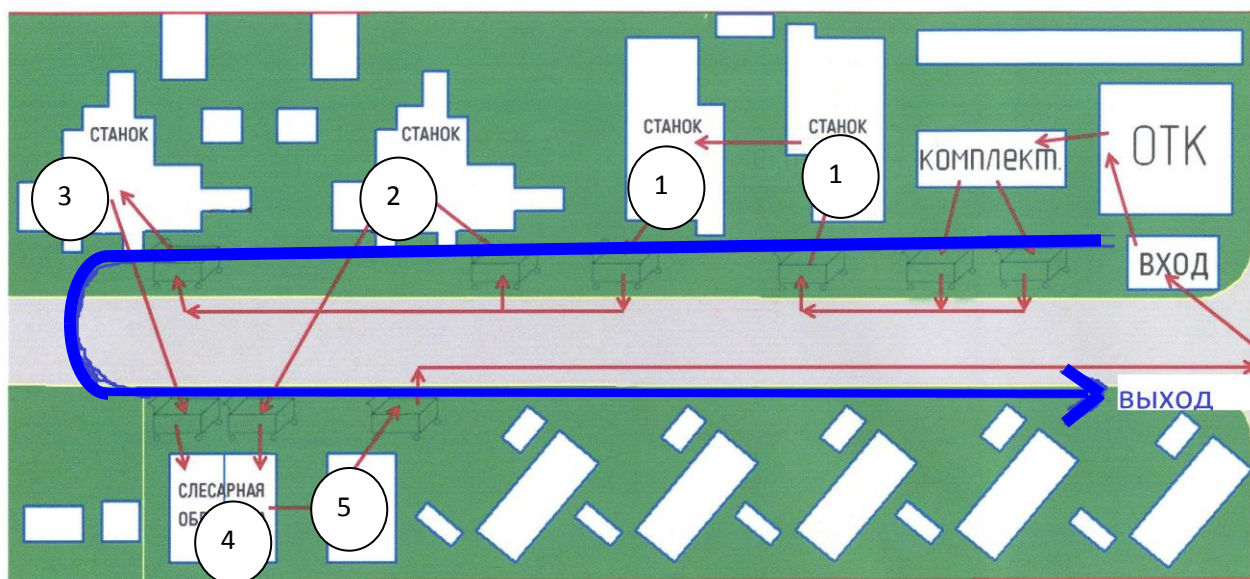


Рисунок 41 – U-образная ячейка

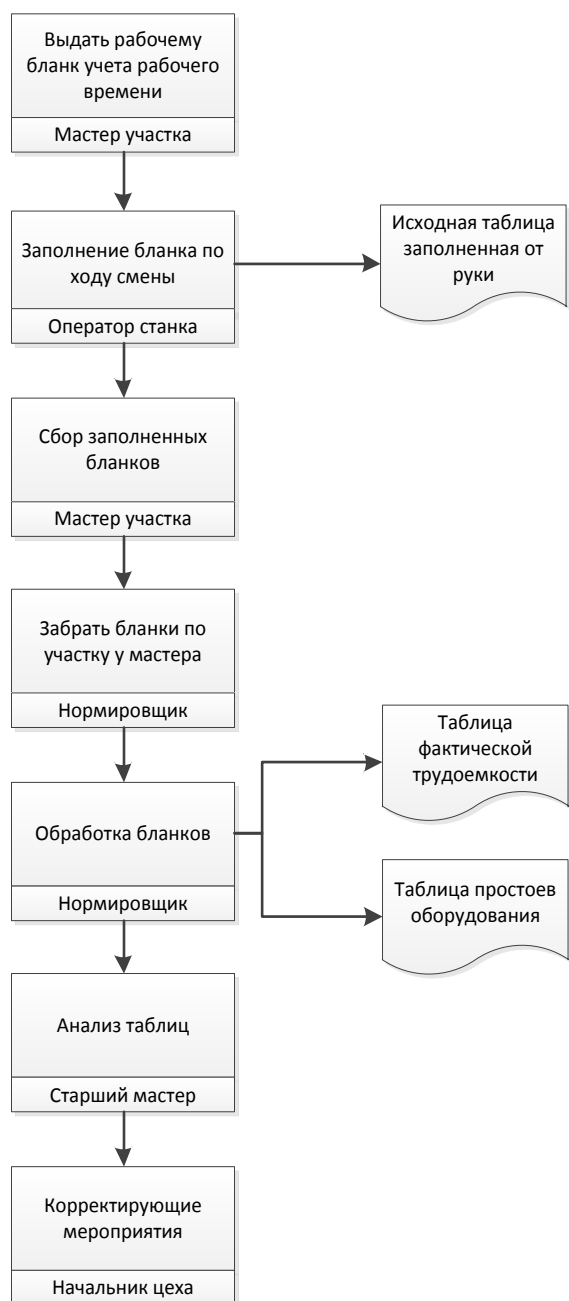
- Оборудование скомпоновано в U-образную ячейку
- За счёт применения станка с ЧПУ исключена операция разметки
- За счёт применения передаточных тележек исключены крановые операции передачи партии изделий внутри потока
- Сформирован магазин заготовок
- Лимитирующая ранее токарная операция расшита за счет многостаночного обслуживания на двух станках 16K20

Рабочие места в U-образной ячейке:

- 1) Токарный станок 16K20
- 2) Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ VMC-2000Q
- 3) Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ V-700
- 4) Рабочее место маркировки фланцев
- 5) Рабочее место комплектации фланцев

2.5 ОЕЕ

Сотрудниками отдела №271 была разработана схема системы мониторинга промышленного оборудования (СМПО) (рис. 42), включающая в себя:



1. Ежедневно, в начале смены мастер раздает операторам бланк учета рабочего времени (приложение 3);
2. В ходе работы оператор фиксирует простои и работу, заполняя бланк учета рабочего времени;
3. Каждые 2 часа мастер проверяет достоверность заполнения листов на каждом рабочем месте и подтверждает ее своей подписью;
4. Ежедневно, в конце смены операторы сдают листы учета рабочего времени мастеру участка;
5. Ежедневно, по предварительной договоренности нормировщик забирает у мастеров участков, заполненные бланки учета рабочего времени;
6. Ежедневно, нормировщик вносит данные в электронные таблицы Excel по формам из приложений 4 и 5, располагающиеся на сетевом диске;

Рисунок 42 – Схема СМПО

Каждую пятницу старший мастер готовит на имя начальника цеха аналитическую записку, выделяя в ней наиболее критичные проблемы и возможные методы их устранения;

Каждый понедельник начальник цеха проводит совещание по итогам работы предыдущей недели, в котором участвуют представители обеспечивающих подразделений (ремонт, технология, контроль качества, по необходимости цеха смежники и представители дирекции по логистике и МТО, группа 271). По результатам совещания актуализируется план корректирующих мероприятий, призванных увеличить эффективность использования оборудования.

Были разработаны следующие документы системы мониторинга промышленного оборудования:

1) Бланк учёта рабочего времени:

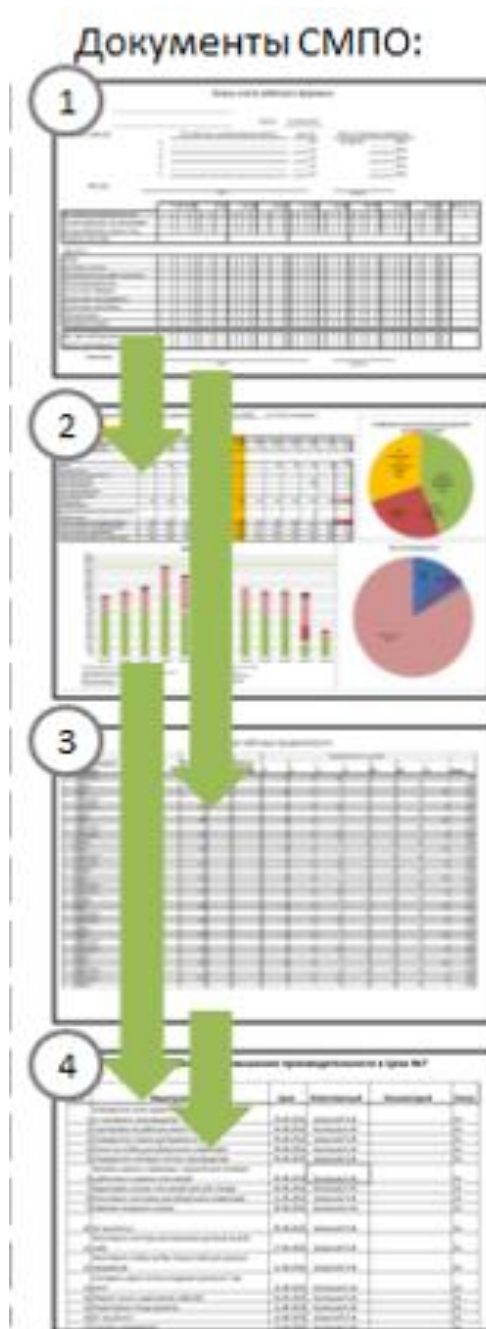
- оператор заносит информацию по простоям и изготавливаемым продуктам;
- мастер контролирует правильность заполнения каждые 2 часа;
- нормировщик забирает у мастера заполненные бланки еженедельно.

2) Сводная таблица по единице оборудования:

- содержит информацию о значимости причин простоев оборудования;
- визуальная информация строится автоматически.

3) Сводная таблица трудоёмкости:

- содержит информацию о фактических трудовых затратах на каждую единицу выпущенной продукции;
- имеет огромный потенциал для автоматического построения сводных таблиц.



4) Лист мероприятий по повышению производительности в цехе №7:

- план действий по результатам анализа причин простоев.

Для пилотного применения системы мониторинга были выбраны 4 станка из ключевого оборудования цеха №7, включая VMC-2000Q, V-700, ACE-V650, 2A622Ф2.

По результатам первой недели мониторинга было определено, что:

- 62% ФРВ - станок работает по программе;
- 2% ФРВ – станок работает в ручном режиме;
- 17% ФРВ – нет данных мониторинга;
- 19% ФРВ – простои (10% из 19% ФРВ – переналадка оборудования).

Система сбора данных прошла тест в цехе №7.

Для достижения ключевой цели проекта коэффициент готовности оборудования 0,7 необходимо сокращение длительности переналадок, то есть внедрение инструмента быстрой переналадки SMED.

2.6 SMED

Для вовлечения персонала цеха в процесс внедрения инструмента SMED было проведено обучение ключевого состава ИТР цеха, включающее в себя:

- Теоретическая часть: Введение в «бережливое производство» (История, принципы, потери) - 2 часа
- Практическая часть: Хронометражные наблюдения в цехе и выявление потерь - 2 часа
- Теоретическая часть: SMED – инструмент оптимизации переналадок - 1 час
- Практическая часть: Хронометражные наблюдения в цехе (переналадка) - 3 часа
- Теоретическая часть: Методы решения проблем - 1 час
- Практическая часть: Анализ данных хронометража - 3 часа

В ходе анализа хронометражных наблюдений переналадки были определены основные этапы процесса, свойственные для любой переналадки в цехе №7:

- выяснить, какую деталь производить следующей (15 минут);
- доставить заготовку к станку (25 минут);
- доставить технологическую документацию к станку (5 минут);
- проанализировать технологический процесс (ТП) (10 минут);
- выбрать схему базирования детали (20 минут);
- найти оснастку для базирования детали (40 минут);
- выбрать инструмент для осуществления ТП (10 минут);
- найти и доставить к станку инструмент (40 минут);
- снять обработанную деталь (10 минут);
- установить заготовку (30 минут);
- привязать заготовку к системе координат (30 минут);
- написать управляющую программу (10 минут);
- протестировать программу (5 минут).

Итого – 250 минут.

Проблемы, которые возникают в подготовке процесса переналадки:

- найти мастера;
- мастер может быть не готов ответить на заданный вопрос;
- найти деталь;
- деталь может находиться в другом цехе;
- найти стропальщика;
- стропальщик может быть занят другой работой;
- на технологической документации может не быть допуска;
- документации может физически не быть в ПРБ;
- технологический процесс может быть не полным;
- выбранная схема базирования может быть не оптимальна;

- оснастка может быть сломана или в принципе отсутствовать на станке;
- инструмента может не оказаться в наличии на станке.

Шаг №1: разделение внутренних и внешних операций наладки.

В текущей ситуации все зафиксированные хронометражем действия выполняются после завершения обработки предыдущей детали, то есть являются внутренними операциями переналадки.

Шаг №2: преобразование внутренних действий во внешние.

Участниками проектной группы определено, что часть действий внутренней переналадки может быть выполнена параллельно с обработкой предыдущей детали по управляющей программе, в частности:

- выяснить, какую деталь производить следующей (15 минут);
- доставить заготовку к станку (25 минут);
- доставить технологическую документацию к станку (5 минут);
- проанализировать технологический процесс (ТП) (10 минут);
- выбрать схему базирования детали (20 минут);
- найти оснастку для базирования детали (40 минут);
- выбрать инструмент для осуществления ТП (10 минут);
- найти и доставить к станку инструмент (40 минут);
- написать управляющую программу (10 минут);

Итого – 175 минут.

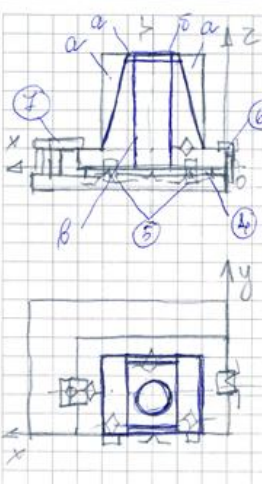
Для перевода перечня операций во внешние и закрепления процесса рабочей группой сформирован ряд мероприятий, в том числе:

- 1) Визуализация процесса подготовки к переналадке (рисунок 44)
- 2) Определить и обозначить место для заготовки следующей по очереди обработки
- 3) Визуализировать схему базирования и потребность в инструменте оснастки с помощью карты наладки (рисунок 43)

- 4) Функционал по обеспечению рабочего места оснасткой, инструментов и т.д. и т.п. передать мастеру участка
- 5) Ответственность за разработку управляющей программы вне рабочего места возложить на технолога цеха

Карта наладки на ОП № 030_040 Детали 1798-86-324-01

Схема базирования



Инструменты:

- 1 - фрезеровка по а
- 2 - фрезеровка по б
- 3 - сверление отверстий в
- 4 - фрезеровка отверстий в

Оснастка:

- 5 - портняжная линейка
- 6 - боковые упоры
- 7 - боковой упор с прижимом
- 8 - прижим

Необходимо:				
№	Наименование	Инструмент:		
		Нужно	Есть	Еще
1	концевая фреза $\varnothing 16$	1	1	0
2	концевая фреза $\varnothing 60$	1	1	0
3	сверло $\varnothing 40$ мм, $L = 180$ мм	1	0	1
4	Фартушка $\varnothing 100$ мм высотой $L = 100$ мм	1	0	1
5	фреза концевая $\varnothing 10$ мм высотой $L = 100$ мм	1	1	0
	Плоскофрез в фрезе 4	1	6	2

Оснастка:				
6	лист $\varnothing = 10 - 15$ мм 100×300 мм	1	0	1
7	боковые упоры	2	2	0
8	боковой упор с прижимом	1	1	0
9	прижим	1	1	0

1 Выделить обрабатываемые поверхности

2 Номера указать инструмент и оснастку из перечня

3 По факту заполнения передать мастеру

Составил: Шанов А.М.

Рисунок 43 – Карта наладки

Для изготовления заполнения карты наладки необходимо:

- 1) заранее спланировать выполняемую операцию, исключив:
 - ошибки при наладке;
 - время на подбор процесса обработки;
 - время на подбор схемы базирования;
 - время на подбор инструмента и оснастки;
- 2) придумать средство коммуникации ОПР – мастер-кладовщик ИК в процессе получения инструмента с ИК;
- 3) в случае смены оператора в процессе обработки – придумать средство коммуникации между ОПР разных смен;

Спланированный и написанный на бумаге процесс наладки в среднем сократит длительность простоев оборудования на 15-20%.

[illegible]

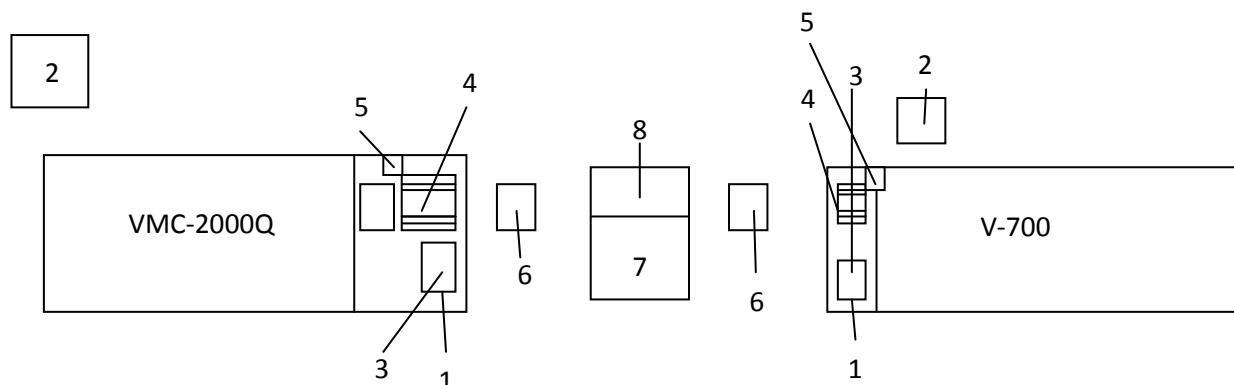
Данные, отслеживаемые в банках очереди производства:

- наличие технологической документации;
- наличие детали;
- наличие инструмента и оснастки;
- наличие управляющей программы;
- дата старта наладки;
- дата старта обработки;
- дата окончания обработки.

Для пилотного применения оптимизации внутренней и внешней наладки
выбраны станки V-700 и VMC-2000Q.

В первую очередь, решено перепланировать рабочие места:

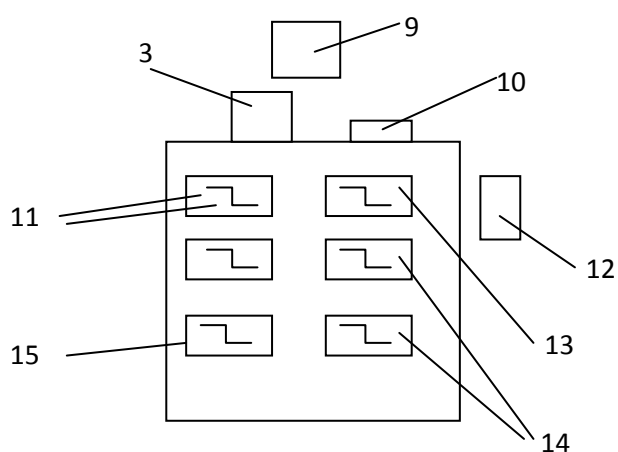
Схема расположения зоны переналадки для станков V-700 и VMC-2000Q:



На схеме обозначены:

- 1 – стол с полками для наладки;
- 2 – основной пульт;
- 3 – место для следующей заготовки;
- 4 – плита для наладки;
- 5 – малый пульт;
- 6 – стул;
- 7 – стеллаж с инструментами;
- 8 – столик с ноутбуком.

Во вторую очередь, использовать стеллаж:



На схеме обозначены:

- 9 – чертёж;

- 10 – плита;
- 11 – место для болтов, гаек, шпилек стандартных, прижимов и т.п.;
- 12 – пневмогайковёрт маломощный;
- 13 – инструмент для переналадки;
- 14 – крупная крепёжная оснастка;
- 15 – очень редко используемые вещи.

Выводы:

На территории цеха №7 ООО «Балтийский завод – Судостроение» были эффективно применены следующие инструменты бережливого производства:

- 1) 5S (система правильной организации рабочего места);
- 2) U-образная ячейка (расположение оборудования в форме буквы «U»);
- 3) OEE (система мониторинга промышленного оборудования);
- 4) система быстрой переналадки SMED.

В результате их применения получены следующие положительные эффекты:

- 1) Рабочие места сосредоточены в U-образную ячейку максимально близко друг к другу;
- 2) Сокращен маршрут прохождения партии фланцев ПВИЕ.871.005-021 с 370 до 189 метров;
- 3) Создан порядок на участке и на рабочих местах с помощью внедрения системы 5S;
- 4) Перемещения между операциями можно осуществлять без задействования кран-балок с помощью тележек;
- 5) Внедрена система мониторинга простоев оборудования;
- 6) Разработаны мероприятия по устранению ключевых потерь ФРВ;
- 7) Время переналадки оборудования благодаря внедрению SMED сократилось на 70%.

3 ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

5S

1) Сокращение времени на поиск инструмента и оснастки – 2 н/ч в смену с участка (5 рабочих мест)(1231 руб\час); $1231 * 2 * \text{кол-во смен в год} (247) = 608114$ рублей/год

Сократилось время на поиск инструмента и оснастки, следовательно, появилось дополнительное время для изготовления деталей.

2) Экономия от изъятия дублирующего инструмента на рабочих местах – 28 (едини инструмента) * 2500 рублей (средняя цена) = 70000 рублей;

3) Прибыль от реализации металлолома (10 кг твёрдого сплава (по 758 руб за кг), 20 кг бронзы (247 руб за кг), 60 кг нержавеющей стали (40 руб за кг) = 14920 рублей

U-образная ячейка

1) Благодаря исключению операции разметки высвобождено 0,43 н/ч на одну деталь фланцев ПВИЕ.871.005-021. Годовая потребность во фланце - 1877 штук. Следовательно, в год высвободилось $1877 * 0,43 = 807,11$ н/ч * 1231 руб/час = 993552,41 рублей/год

2) Благодаря исключению человеческого фактора при выполнении операции разметки количество неисправимого брака сократилось с 3% до 1%. (дополнительно появилось 35 штук годных изделий) Цена каждого фланца 3587 рублей. $3587 * 35 = 125545$ рублей в год

OEE

Мониторинг сам по себе никакого экономического эффекта принести в принципе не может, так как это просто наблюдение, а не какая-либо корректировка.

SMED

- 1) За счёт высвобождения рабочего времени из-за переноса внутренних операций во внешние: $175/250 * 100 = 70\%$ переналадок перенесено во внешние операции. То есть в это время станок может производить обработку деталей. Переналадка составляла 10% всего рабочего времени, соответственно: $247 \text{ смен в год} * 8 \text{ часов} * 0,1 * 0,7 * 4 \text{ станка} = 553,28 \text{ н/ч в год высвобождено}$. $553,28 \text{ н/ч} * 1231 \text{ руб/час} = 681087,68 \text{ рублей в год}$
- 2) По опыту сотрудников отдела №271 в реализации проектов SMED за счёт оптимизации и упорядочивания рабочего пространства длительность внутренней переналадки сократится ещё в 2 раза, соответственно: $(250-175)/2 = 37,5 \text{ минут}$ будет ещё высвобождено для двух станков. $37,5/250 * 100 = 15\%$. $247 * 8 * 0,1 * 0,15 * 2 = 59,28 \text{ н/ч в год}$. $* 1231 \text{ руб/час} = 72973,68 \text{ руб в год}$

Общие затраты на реализацию двух проектов составили 1,5 миллиона рублей.

Соответственно, за первый год эксплуатации нововведений предполагаемый экономический эффект составит $2566192,77 - 1500000 = 1066192,77 \text{ рублей}$.

А в последующие года: 2481272,77 рублей.

Выводы:

Предполагается, что оба проекта окупятся в первый же год и в дальнейшем принесут заводу значительный экономический эффект.

Общие затраты на реализацию двух проектов составили 1.5 миллиона рублей. За первый год эксплуатации нововведений предполагаемый экономический эффект составит 1066192,77 рублей, а в последующие года – 2481272,77 рублей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель работы выполнена – внедрены инструменты бережливого производства в цехе №7 ООО «Балтийский завод – Судостроение».

В процессе достижения цели получены следующие результаты:

1 Изучена теория появления бережливого производства, его философии и основных инструментов.

Промышленность прошла долгий эволюционный путь и на сегодняшний момент бережливое производство является наиболее эффективной практикой менеджмента, применяемой наиболее успешными компаниями мира. Бережливое производство – это: системный подход к выявлению и устранению потерь путём непрерывного совершенствования; настройка производственных процессов в зависимости от ценности для потребителя; стремление к безупречности во всех аспектах деятельности компании. Выделяют 7 потерь в производстве – перепроизводство, лишние движения, ненужная транспортировка, излишние запасы, избыточная обработка, ожидание, переделка\брак. Со всеми этими потерями можно бороться при помощи инструментов бережливого производства.

Инструменты бережливого производства – это набор определённых методик, правил и решений, эффективное развёртывание которых позволяет обеспечить устойчивость и стабильность производственной системы, сочетающиеся с её непрерывным совершенствованием. Наиболее часто используемые из них, это:

1) Система 5S (система правильной эффективной безопасной организации рабочего места);

2) Стандартизированная работа (набор процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого рабочего);

3) TPM (такое обслуживание оборудования, позволяющее обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала);

4) Визуальный менеджмент;

5) Just-in-time (система, при которой изделия производятся и доставляются точно в нужное время и точно в нужном количестве);

6) Карта потока создания ценности (схема, отображающая каждый этап движения потоков материалов и информации, нужных для того, чтобы выполнить заказ потребителя);

7) U-образная ячейка (расположение оборудования в форме латинской буквы «U»);

8) SMED (быстрая переналадка оборудования);

9) Система вытягивания (каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик) ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель) не сообщит ему о необходимости);

10) Канбан (карточки с информацией о детали);

11) Метод 5 почему;

12) Гемба (место, где производится работа по созданию ценности);

13) Андон (лампа, позволяющая определить состояние операции);

- 14) Poka yoke (защита от дурака);
- 15) OEE (общая эффективность оборудования);
- 16) Управление качеством продукции.

2 Разработан проект применения инструментов бережливого производства в цехе №7 ООО «Балтийский завод – Судостроение».

На территории цеха №7 ООО «Балтийский завод – Судостроение» были эффективно применены следующие инструменты бережливого производства:

- 1) 5S (система правильной организации рабочего места);
- 2) U-образная ячейка (расположение оборудования в форме буквы «U»);
- 3) OEE (система мониторинга промышленного оборудования);
- 4) система быстрой переналадки SMED.

В результате их применения получены следующие положительные эффекты:

- 1) Рабочие места сосредоточены в U-образную ячейку максимально близко друг к другу;
- 2) Сокращен маршрут прохождения партии фланцев ПВИЕ.871.005-021 с 370 до 189 метров;
- 3) Создан порядок на участке и на рабочих местах с помощью внедрения системы 5S;
- 4) Перемещения между операциями можно осуществлять без задействования кран-балок с помощью тележек;
- 5) Внедрена система мониторинга простоев оборудования;
- 6) Разработаны мероприятия по устранению ключевых потерь ФРВ;
- 7) Время переналадки оборудования благодаря внедрению SMED сократилось на 70%.

3 Проведён расчет экономической выгоды проекта.

Предполагается, что оба проекта окупятся в первый же год и в дальнейшем принесут заводу значительный экономический эффект.

Общие затраты на реализацию двух проектов составили 1.5 миллиона рублей. За первый год эксплуатации нововведений предполагаемый экономический эффект составит 1066192,77 рублей, а в последующие года – 2481272,77 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Джеймс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс «Бережливое производство. Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании». Издательство Альпина Паблишер, 2017.
2. М.В. Пшенникова «Упорядочение/5S: технология развёртывания». Издательство LAP Lambert Academic Publishing, 2011.
3. Сергей Гродзенский «Обеспечение качества продукции». Издательство Palmarium Academic Publishing, 2014.
4. Майкл Томас Вэйдер «Инструменты бережливого производства». Издательство Альпина Паблишер, 2012.
5. Джеймс Вумек, Дэниел Джонс «Продажа товаров и услуг по методу бережливого производства». Издательство Альпина Паблишер, 2014.
6. Джефффри Лайкер «Дао Toyota. 14 принципов менеджмента ведущей компании мира». Издательская группа «Точка», 2017.
7. Дональд Уилер, Дэвид Чамберс «Статистическое управление процессами». Издательство Альпина Паблишер, 2017.
8. Дон Тэппинг, Энн Данн «Бережливый офис. Устранение потерь времени и денег». Издательство Альпина Паблишер, 2017.
9. Сергей Колесников, Игорь Альтшулер, Татьяна Бертова «Эффективное производство в России? Да!». Издательство Альпина Паблишер, 2017.
10. «Японская ассоциация менеджмента» - «Канбан и Точно вовремя на Toyota. Менеджмент начинается на рабочем месте». Издательство Альпина Паблишер, 2017.
11. Масааки Имаи «Гемба. Кайдзен. Путь к снижению затрат и повышению качества». Издательство Альпина Паблишер, 2017.
12. Сигео Синго «Быстрая переналадка. Революционная технология оптимизации производства». Издательство Альпина Паблишер, 2006.
13. Майкл Вейдер «Как оценить бережливость вашей компании. Практическое руководство». Издательство Альпина Паблишер, 2016.

14. Джеймс П. Вумек, Дэниел Т. Джонс «Бережливое обеспечение. Как построить эффективные и взаимовыгодные отношения между поставщиками и потребителями». Издательство Альпина Паблишер, 2006.
15. Том Фабрицио, Дон Тэппинг «5S для офиса. Как организовать эффективное рабочее место». 2012.
16. Джон Флемминг, Джим Асплунд «Управление качеством услуг». Издательство Альпина Паблишер, 2009.
17. Уильям Детмер, Эли Шрагенхайм «Производство с невероятной скоростью». Издательство Альпина Паблишер, 2009.
18. Элияху М. Голдрат, Джефф Кокс «Цель: процесс непрерывного совершенствования». Издательство Попурри, 2009.
19. http://www.up-pro.ru/library/production_management/lean/
20. <http://www.arbconsulting.ru/management/berezhlivoe/>
21. <https://4brain.ru/blog/концепция-lean-бережливое-производство/>
22. <http://sovman.ru/article/5508/>
23. <http://www.leanzone.ru/>
24. https://iteam.ru/publications/logistics/section_79/article_3093
25. <https://www.bz.ru/about/system-of-production/>
26. http://www.vcudmurtia.ru/events/lean/on_the_lean_production/
27. http://www.kpms.ru/General_info/Lean_Production.htm
28. <https://www.gd.ru/articles/3578-berejlivoe-proizvodstvo>
29. <http://www.leaninfo.ru/>
30. <http://produc.ru/lean-manufacturing/>