



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

---

Кафедра технологии металлов  
и ремонта машин

## МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям по дисциплине

### **БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО**

**Направления подготовки бакалавров:**

35.03.06 Агроинженерия

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Уфа 2022

Рекомендовано к изданию методической комиссией механического факультета (протокол № 7/1 от 24 марта 2022 г.)

Составители: канд. техн. наук, доцент Фаюршин А.Ф.,  
канд. техн. наук, доцент Гаскаров И.Р.

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры «Технология металлов и ремонт машин» (протокол № 8/1 от 24 марта 2022 г.)

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

### Применение принципов бережливого производства (на примере участка по сборке насосов НШ)

**Цель работы:** Изучение видов потерь на производстве и способов их устранения. Сбор информации о производственном процессе для построения карты потока создания ценности, заполнения чек-листов SFM. Комплектация лабораторной работы:

**Оборудование:** 1. Насос шестеренчатый (НШ)– 20 шт.

2. Стеллаж металлический (габариты (ВхШхГ) 1800\*1200\*600 мм. – 1 шт. 3. Шкаф инструментальный (габариты 1880\*1000\*500 мм.) – 1 шт.

4. Верстак передвижной (на колесиках) Т 10 (габариты (ДхШхВ) 1000\*750\*840 мм.) - 8 шт.

5. Тележка платформенная ТПР-100 (металлическая, Нагрузка: 500 кг, Размер платформы: 500х800 мм – 1 шт.

6. Рольганг металлический, габариты (ВхШхГ) рольганга - 800\*600\*400 мм. - 3 шт.

7. Тележка металлическая на колесах с восьмью отдельными обрезиненными отсеками, габариты платформы (ВхШхГ) -600\*1000\*500 мм., отсеки высотой 400 мм., расстояние между отсеками - 100 мм. - 1 шт.

8. Гравитационный стеллаж Trilogiq LeanTek, на колесах – 3 шт.

9. Доска двухсторонняя магнитно-маркерная на передвижном стенде (габариты (ДхШхВ) 90\*120 см.)- 1 шт.

10. Пластиковый складской лоток (ящик полимерный) 12.403.61 (габариты (ДхШхВ) 35\*22,5\*15 см.) – 5 шт. 24

11. Пластиковый складской лоток (ящик полимерный) 12.402.61 (габариты (ДхШхВ) 25\*15\*13 см.) - 25шт.

12. Пластиковый складской лоток (ящик полимерный) 12.401.61 (габариты (ДхШхВ) 16,5\*10\*7,5 см.) - 40 шт.

**Приборы:** 1.Дальномер BOSCH PLR 15 - 1 шт. 2. Секундомер Stopwatch, электронный - 10 шт.

**Инструменты:** 1.Ключ рожковый 12 х 14 мм 2.Ключ рожковый и накидной (комбинированный) 9 мм 3.Ключ разводной 150 мм 4.Ключ разводной 200 мм 5.Набор шестигранников (комплект 9 шт.) 6.Ключ рожковый 10 х 13 мм 7.Ключ рожковый 13 х 14 мм 8.Киянка резиновая 9.Молоток 10.Отвертка плоская 11.Отвертка крестовая 12.Длинногубцы 140 мм 13.Плоскогубцы 180 мм 14.Отвертка аккумуляторная (не менее 150 об./мин).

**Средства индивидуальной защиты:** 1.Очки защитные (ударопрочные) открыты (используются на рабочих местах, в инструкции которых есть особое указание). 2.Перчатки механически стойкие, обеспечивающие легкое манипулирование мелкими предметами и защиту рук. Рекомендуется применять бесшовные перчатки с полиуретановым покрытием. 3.Халаты или производственные фартуки. 4. Каскетка.

**Документация:** 1. Эскиз (чертеж) сборочной единицы. 25 2. Спецификация сборочной единицы. 3. Схема расстановки рабочих позиций в начале первого раунда. 4. Операционные (рабочие) карты (процедуры). 5. Карточки с описанием ролей участников имитационной игры «Участок по сборке насосов». 6. Бланк диаграммы «спагетти». 7. Бланк листа наблюдения.

### **Общие сведения**

В основе данной работы лежит имитационная игра «Участок по сборке насосов НШ». В ходе выполнения всех действий игры происходит практическое освоение студентами принципов и инструментов Лин (бережливого производства). Благодаря активным формам обучения происходит формирование качественных лин-компетенций в максимально сжатые сроки. Погружение студентов в обучение производится наиболее полно и быстро за счет того, что в основе лежит имитация, наиболее реалистично повторяющая типичное положение дел в компаниях. В лабораторной работе воспроизводятся реальные техпроцессы (комплектующие, инструмент, оборудование, средства индивидуальной защиты, инструкции),

типичные системы управления производством, логистикой и административными процессами. Во время обучения студенты, используя лин-принципы и инструменты, реализуют улучшения, позволяющие повысить производительность в 2 раза, сократить цикл производства в 2-3 раза, повысить качество выпускаемой продукции на 20- 50%, сократить производственные площади до 70%. Сценарий развивается в искусственно созданной среде, у студентов есть возможность индивидуально или в команде принять обоснованное решение как действовать в конкретной ситуации. В течение учебного процесса через определенные промежутки времени обеспечивается обратная связь (см. приложение Ж). Лабораторная работа проводится в три раунда, продолжительность одного раунда – 15 минут. По окончании каждого раунда проходит обсуждение результатов с целью выявления возможностей для снижения потерь. Общее время проведения работы 2-4 академических часов. Минимальное необходимое количество студентов, принимающих участие в лабораторной работе – 14 человек. Из них: работники основного производства -10 человек, работники службы обеспечения производства – 2 человек, работники службы качества – 2 человека. Организационная структура участка по сборке насосов НШ включает: основное производство, вспомогательные службы и службу качества.

### **Порядок проведения работы**

До проведения работы проводится инструктаж по технике безопасности, все участники имитационная игра «Участок по сборке насосов» обеспечиваются необходимыми средствами индивидуальной защиты. Перед началом лабораторной работы студенты должны быть ознакомлены с ее целью и задачами. Далее необходимо изучить сборочную единицу, в качестве которой выступает шестеренчатый насос (НШ-10). Затем студенты распределяются по ролям: Рабочий - непосредственная сборка детали на производстве в соответствии с инструкцией. Количество - 7 человек. Во время проведения первого раунда рабочие-сборщики находятся на позициях 1-2, 4-8 (см. рисунок 1). Контролер ОТК - контроль сборки детали в соответствии с ключевыми параметрами, прописанными в инструкции.

Количество - 2 человека. Во время проведения первого раунда контролеры находятся на позициях 3, 9 (см. рисунок 9) .

Таблица 1 - Список минимально необходимого инструмента для рабочих/контролеров ОТК

Операция №	Инструмент
1	Киянка
2	Инструмент для установки машжет.
3	Отвертка «-» с узким шлицем.
5	Плоскогубцы (на первом раунде)/ тонкогубцы (начиная со второго раунда), разводной ключ 150 мм (на первом раунде)/ ключ на 8 (начиная со второго раунда)
6	На шаге 5 - тонкогубцы (начиная со второго раунда).
7	Разводной ключ 200 мм (на первом раунде)/ ключ на 9 (начиная со второго раунда), киянка, инструмент для установки валика рычага.
8	Отвертка «+» с широким шлицем.

Также на рабочих местах рабочих-сборщиков и контролеров ОТК должны находиться: тара для деталей и незавершенного производства (НЗП); эскиз сборочной единицы 28 и спецификация (приложение В); операционная (рабочие) карта, соответствующая позиции рабочего/контролера (приложение Г); карточка с описанием роли (приложение Д). Мастер\начальник производства - контроль над выполнением рабочих стандартов (общие процессы, размер партий и т.д.), реакция на проблемы производства и службы ОТК, мотивация сотрудников для выполнения поставленных задач, сбор kaizen-предложений от работников в процессе игры. Мастер организует работу на участке. Для этого он должен обеспечить всем необходимым работников, в том числе: инструментом, оборудованием, приборами, комплектами документации, средствами индивидуальной защиты. Также мастер фиксирует в каждом раунде: количество годных и бракованных сборочных единиц, количество дефектов (причина брака изделия может заключаться во множестве различных дефектов), причины

дефектов, на какой операции дефект был обнаружен и на какой операции дефект был произведен. Мастеру необходимы: планшет с чистыми листками бумаги, карандаши, схема расстановки рабочих позиций в начале первого раунда, эскиз сборочной единицы и спецификация (приложение В), карточка с описанием роли (приложение Д). Мастер не привязан к какому-либо рабочему месту. Количество - 1 человек. Примечание: Мастер, рабочие и контролеры являются работниками основного производства. Комплектовщик. В его обязанности входит комплектация запасных частей в соответствии с потребностями производства. Передача скомплектованных тар логисту. Комплектовщика необходимо обеспечить: комплектовочным столом (тележка платформенная), тарой для деталей, эскизом сборочной единицы и спецификацией (приложение В), карточкой с описанием роли (приложения Д). Рабочее место комплектовщика находится на складе. Количество -1 человек. 29 Логист - доставка комплектующих со склада на производство, перемещение незавершенного производства (НЗП) между позициями, перемещение готовой продукции с последней позиции на склад ГП. Для работы логисту необходимы: тележка на колесиках, планшеты с чистыми листками бумаги, карандаши, эскиз сборочной единицы и спецификация (приложение В), карточка с описанием роли (приложение Д). Во время выполнения своих функциональных обязанностей логист может перемещаться между рабочими позициями, складом и производственным участком. Количество – 1-2 человека. Примечание: Комплектовщик и логист являются работниками службы обеспечения производства, но по условиям игры «Участок по сборке насосов» они непосредственно подчиняются мастеру/ начальнику производства. Менеджер по улучшению - запись текущей ситуации процесса, схематичное изображение процесса, измерение времени выполнения основных игровых операций, построение диаграммы спагетти, заполнение листа наблюдения, разработка возможных вариантов улучшений существующего процесса. В каждом раунде менеджеры по улучшению замеряют время цикла операций. Рекомендуются до 5 замеров на каждую операцию. В ходе замеров также фиксируются структура цикла каждой операции: время создания ценности, потери первого рода, потери второго

рода. Менеджеры по улучшению дополнительно фиксируют все перемещения работников основного производства и логистов. Вся информация вносится в лист наблюдения и диаграмму «спагетти». Для выполнения своих функциональных обязанностей менеджеру по улучшению необходимы: дальномер, секундомер, планшет с чистыми листками бумаги, бланк диаграммы «спагетти» и бланк листа наблюдения (приложение А), карандаши, схема расстановки рабочих позиций в начале первого раунда, эскиз сборочной единицы и спецификация (приложение В), карточка с описанием роли (приложение Д). Менеджер по улучшению не привязан к какому-либо рабочему месту. Количество - 2-3 человека. Примечание: Менеджеры по улучшению являются работниками службы качества, но по условиям игры «Участок по сборке насосов» они непосредственно подчиняются мастеру/ начальнику производства. Дополнительные роли: Директор участка. Ему подчинены как основное производство, так и вспомогательные службы. Директор участка осуществляет связь с заказчиком. Руководитель вспомогательных служб. Ему подчинены служба обеспечения производства и служба качества. Заказчик. Заказчик принимает изготовленные изделия от директора участка и именно он окончательно определяет, является ли изделие годным или нет. В случае обнаруженного брака заказчик отправляет насос обратно на участок. Задание считается выполненным в зависимости от того, сколько изделий принял заказчик. После распределения ролей перед началом первого раунда работники основного производства и вспомогательных служб должны быть обеспечены всем необходимым, рабочие-сборщики и комплектовщики расставляются согласно схеме расстановки рабочих позиций (см. рисунок 2), остальные работники отправляются на свои рабочие места. Все участники игры «Участок по сборке насосов» должны быть ознакомлены со своими ролями, рабочие-сборщики и контролеры с операционными (рабочими) картами, соответствующими их позиции согласно расстановке. Для того чтоб обеспечить рабочие позиции (операции) необходимыми деталями, рабочие должны сделать заказ логисту. Для этого рабочий позиции N должен внимательно изучить свою операционную карту и эскиз сборочной единицы со спецификацией. Делая заказ, рабочий исходит из того,



что ему нужно вначале собрать три детали. Поэтому количество деталей, требуемое для операции N, согласно эскизу сборочной единицы и спецификации, умножается на 3. После чего логист отправляет заказ для позиции (операции) N на комплектование на склад комплектовщику. Рекомендуются при комплектовании заказа для каждой операции детали разных номеров спецификации класть в отдельные тары. По мере готовности заказов, логисты развозят их на соответствующие позиции. Для обеспечения своей позиции необходимыми инструментом, оборудованием, приборами и комплектами документации работники основного цеха и вспомогательных служб должны сделать заявку мастеру/начальнику производства, руководителю вспомогательных служб.

Примечание Рекомендуется для лучшего понимания своих ролей участниками игры «Участок по сборке насосов НШ» сделать пробную сборку.

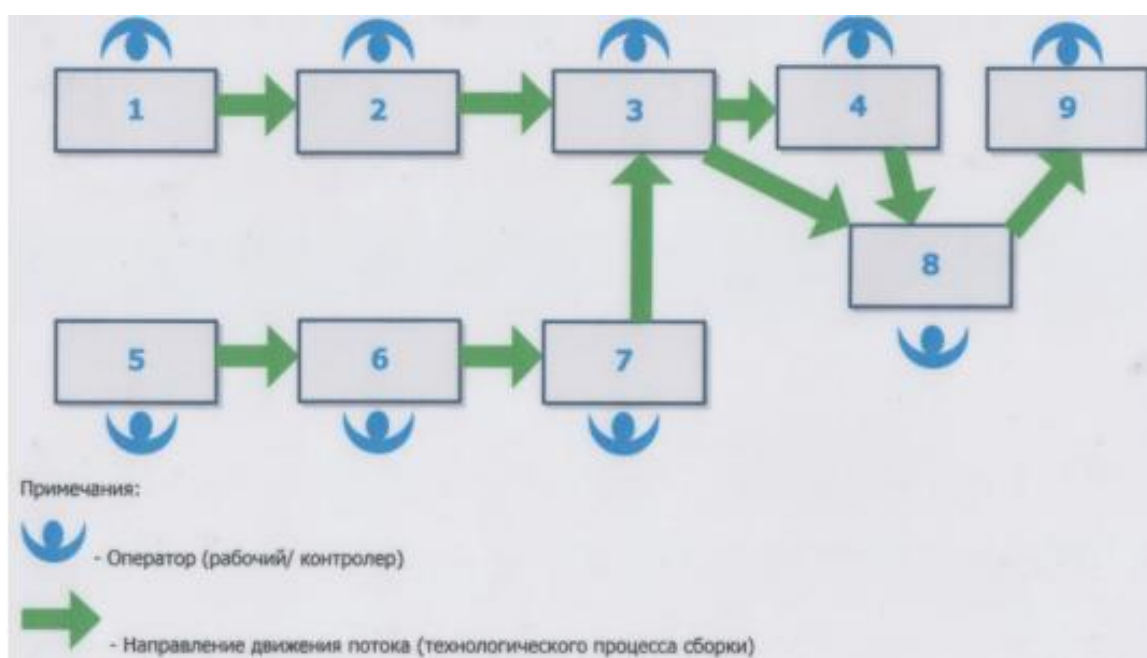


Рисунок 1 – Схема расстановки рабочих позиций (операций) в начале первого раунда

## 1 раунд

Убедившись вместе с мастером/начальником производства, что все работники обеспечены всем необходимым и понимают свои роли, руководитель лабораторной работы объявляет о начале 1 раунда. Мастер доносит до работников производственный план. Производственный план: необходимо собрать 10 годных деталей (прошедших одобрение заказчика) за 15 минут. Дается старт. Засекается время. Работники основного производства и функциональных служб приступают к выполнению своих функциональных обязанностей. Примечание: В первом раунде имитируется традиционная организация производства. Поэтому перемещение между операциями на первом раунде осуществляется партиями в количестве 3-х штук. Перемещение незавершенного производства между операциями осуществляется только логистом. В процессе первого раунда запрещено вносить изменения в процесс игры. За соблюдением регламента и правил следит руководитель лабораторной работы. По истечении 15 минут объявляется окончание 1 раунда. Вся работа останавливается. Подсчитывается количество собранных бензонасосов, количество годных и забракованных изделий. Руководитель лабораторной работы вместе со всеми участниками игры на основе собранной информацией и менеджерами по улучшению информации о процессе анализирует полученные данные. Идет сопоставление с целями. При проведении опроса студентов выявляются проблемы. Все выявленные проблемы фиксируются.

## 2 раунд

Цель второго раунда - показать значительную разницу в эффективности процесса, при помощи применения базовых инструментов Лин. На данном этапе производство организовано согласно принципам Лин, поэтому по потоку происходит движения не партиями а по одной детали. Примечание: Для обеспечения параллельности выполнения операций на рабочих позициях помимо необходимых деталей должно находиться незавершенное производство, над которым проводятся требуемые действия согласно операционной карте. Убедившись вместе с мастером/начальником производства, что все работники

обеспеченны всем необходимым и все kaizen внедрены на соответствующих рабочих местах, руководитель лабораторной работы объявляет о начале 2 раунда. Мастер доносит до работников производственный план. Производственный план: необходимо собрать 10 годных деталей (прошедших одобрение заказчика) за 15 минут. Дается старт. Засекается время. Работники основного производства и функциональных служб приступают к выполнению своих функциональных обязанностей. Участники вновь работают по инструкциям, но на этот раз переработанным ими. По истечении 15 минут объявляется окончание 2 раунда. Вся работы останавливается. Подсчитывается количество собранных бензонасосов, количество годных и забракованных изделий. Руководитель лабораторной работы вместе со всеми участниками игры на основе собранной мастером и менеджерами по улучшению информации о процессе анализирует полученные данные. Идет сопоставление с целями. При проведении опроса студентов выявляются проблемы. Все выявленные проблемы фиксируются. 3 раунд Цель третьего раунда - достижение плановых показателей, демонстрация эффективности «бережливого предприятия» по сравнению с «традиционным». Убедившись вместе с мастером/начальником производства, что все работники обеспечены всем необходимым и все kaizen внедрены на соответствующих рабочих местах, руководитель лабораторной работы объявляет о начале 3 раунда. Мастер доносит до работников производственный план. Производственный план: необходимо собрать 10 годных деталей (прошедших одобрение заказчика) за 15 минут. Дается старт. Засекается время. Работники основного производства и функциональных служб приступают к выполнению своих функциональных обязанностей. Участники вновь работают по инструкциям, но на этот раз переработанным ими. По истечении 15 минут объявляется окончание 3 раунда. Вся работы останавливается. Подсчитывается количество собранных бензонасосов, количество годных и забракованных изделий. Руководитель лабораторной работы вместе со всеми участниками игры на основе собранной мастером и менеджерами по улучшению информации о процессе анализирует полученные данные. Проводится подведение итогов игры, сравниваются ситуаций 1,2 и 3 раундов. Студенты вместе с

руководителем лабораторной работы проводят анализ причин того, как они достигли поставленного результата.

По завершению игры 1. Следует разобрать все сборочные единицы и разложить в соответствующие лотки. 2. Вернуть все верстаки на исходные позиции. 3. Очистить рабочие места. Содержание отчета 1. Цели и задачи лабораторной работы. 2. Описание оборудования, инструментов, методического пособия, что было использовано в каждом раунде. 3. Краткое содержание лабораторной - что было сделано в каждом раунде. 4.

Выводы, которые должны содержать: а) выявленные проблемы (от менеджеров по улучшению, мастера), которые необходимо структурировать по видам потерь (см. 8 видов потерь); - б) причины проблемы; в) kaizen предложения. Выводы представляются в виде таблицы. В таблице 1 показан пример заполнения. -

Таблица 1 – Выводы по работе

Раунд	Описание проблемы	Потери, к которым приводит проблема	На какой позиции проявлялась проблема	В чем конкретно проявлялась проблема	Причины проблемы	На какой позиции формировалась проблема	Каизен предложения
1	На рабочую позицию вовремя не приходили детали со склада	Ожидание Лишние перемещения Транспорт ировка	Позиции: 1, 3, 5, 6	1. Медленная работа кладовщика 2. Логисты не успевали передавать детали во время процесса	1. Незнания расположения деталей на складе 2.1 Незнание логистами и рабочими номенклатуры деталей 2.2 Большое количество лишних перемещений	1. Склад 2. Логисты 3. Раб позиции 1, 3, 5, 6	1. Обучение, 5S на складе 2.1 Обучение, 5S в работе логистов и на рабочих позициях, совершенствование операционных карт 2.2 Рабочие позиции изначально обеспечиваются нужным количеством деталей для выполнения задания, сокращения расстояния между раб. позициями, использование межоперационного транспорта
	На рабочую позицию вовремя не приходило НЗП	Ожидание Лишние перемещения Транспорт ировка	Позиции: 2-4, 6-9	1. Рабочие на предшествующих позициях не успевали выполнять операцию согласно времени такта 2. Логисты не успевали передавать НЗП по потоку 3. Не соответствие инструмента	1.1 Работа партиями 1.1 Последовательное выполнение операций 2. Логисты были загружены обеспечением позиций деталями 3. В операционных картах не был указан нужный инструмент	1. Раб позиции 1-8 2. Логисты 3. Мастер	1.1. Сокращение партий до одного изделия, т.е. перемещение по потоку только по одному изделию 1.2 Параллельное выполнение операций, для чего обеспечения раб. позиций НЗП, за исключением начальных операций 1 и 5 2. Выполнение предшествующих пунктов 2.1 и 2.2 3. Совершенствование операционных карт

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

### Организация рабочего места сборочных работ по системе 5S

**Цель работы:** Изучение инструмента бережливого производства «Стандартизированная работа». Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: определение задач стандартизированной работы, определение объектов стандартизации, определение этапов стандартизации, разработка регламенты, инструкции и иные нормативные документы по результатам стандартизации процессов.

**Комплектация рабочего места:** Оборудование и инструменты: В данной лаборатории будут использоваться оборудования и инструменты из лабораторной 1. Приборы: 1.Фотоаппарат - 1 шт. 2. Секундомер Stopwatch, электронный - 1 шт. 3. Дальномер или рулетка. Средства индивидуальной защиты: 1.Очки защитные (ударопрочные) открыты (используются на рабочих местах, в инструкции которых есть особое указание). 2.Перчатки механически стойкие, обеспечивающие легкое манипулирование мелкими предметами и защиту рук. Рекомендуется применять бесшовные перчатки с полиуретановым покрытием. 3.Халаты или производственные фартуки. 4. Каскетка.

**Документация:** 1. Эскиз (чертеж) сборочной единицы. 2. Спецификация сборочной единицы. 3. Схема расстановки рабочих позиций в начале первого раунда. 4. Операционные (рабочие) карты (процедуры). 5. Карточки с описанием ролей участников имитационной игры «Участок по сборке насосов НШ». 6. Бланк диаграммы «спагетти». 7. Бланк листа наблюдения. 8. Блан СОК. 9. Бланк ВП к СОК

### Общие сведения

Стандартизированная работа (standard work): Точное описание каждого действия, включающее время такта, время цикла, последовательность выполнения определенных задач, минимальное количество запасов для выполнения работы. [ГОСТ Р 56020—2014, статья 4.21] рабочие инструкции (work instruction):

Подробное описание порядка выполнения поставленных заданий и ведения записей по ним. время цикла (lead time): Это время, необходимое для выполнения конкретной операции при производстве единицы продукции или услуги в соответствии с процессом. операция (operation): Повторяющаяся последовательность действий, приводящая к выполнению задания. стандартная операционная карта (СОК) (standardized work chart): документ, описывающий последовательность действий и приемов при выполнении операции. Примечания Стандартная операционная карта (СОК): Это пошаговое описание последовательности операций на одном листе, включающее в себя требования по безопасности, хронометраж по времени и схему передвижения оператора (спагетти).

В стандартной операционной карте должна быть указана информация об инструменте, приспособлениях и комплектующих, необходимых для выполнения операции. Стандартизация работы (work standardization): метод, в котором осуществляется точное описание каждого действия, порядка и правил осуществления деятельности, включая определение времени выполнения действий, последовательности операций и необходимого уровня запасов. Целью метода стандартизации является обеспечение воспроизводимости лучшего на данный момент времени способа выполнения работы путем его формализации. Задачами стандартизации работы являются: 1) обеспечение воспроизводимости результатов осуществления деятельности; 2) обеспечение требуемого уровня безопасности и качества; 3) сокращение потерь; 4) стабилизация процессов; 5) создание условий для быстрого поиска и обнаружения отклонений при выполнении операций или процессов производства продукции; 6) обеспечение оперативности и наглядности в обучении персонала организации, а также при передаче знаний; 7) создание условий для постоянного совершенствования операций и процессов. Объекты применения Организация должна определять объекты применения метода стандартизации работы и ответственных за ее реализацию. Объекты применения данного метода должны рассматриваться на каждом уровне потока создания ценности по ГОСТ Р 56020:

- межорганизационный уровень; - уровень организации: - уровень процессов; - уровень операций. В качестве объектов метода стандартизации работы должны рассматриваться: - процессы; - операции: - действия. В первую очередь организация должна применять метод стандартизации работы к процессам, которые ограничивают поток создания ценности (являются «узким местом»). Организация должна применять стандартизацию работы поэтапно там, где это допустимо: 1) расчет времени такта; 2) анализ текущей работы; 3) определение и устранение потерь; 4) разработка стандартов работы; 5) определение минимального уровня запасов; 6) обучение персонала стандартам работы; 7) размещение стандартов работы; 8) проведение анализа текущих стандартов работы; 9) распространение лучшего опыта по организации. Стандарты работы определяют требования к выполняемым действиям, операциям, процессам. По результатам стандартизации действий и операций организация разрабатывает стандартные операционные карты. По результатам стандартизации процессов организация разрабатывает регламенты, инструкции и иные нормативные документы, обусловленные спецификой хозяйственной деятельности.

При разработке стандартов работы должны быть определены: 1) потребитель результата выполнения работ; 2) рабочие шаги, последовательность выполнения работ; 3) безопасные методы выполнения работ. 4) перечень необходимого оборудования, материалов и инструментов; 5) требования к персоналу; 6) время цикла для каждой производственной операции и процесса в целом (для стандартных операционных карт). В разрабатываемых стандартных операционных картах организации должны быть указаны: 1) последовательность выполнения операций; 2) расположение оборудования в соответствии с последовательностью выполнения операций; 3) ключевые моменты качества; 4) ключевые моменты техники безопасности; 5) объем стандартного запаса продукции; 6) время такта и время производственного цикла; 7) количество операторов; в) прочая информация. В разрабатываемых регламентах, инструкциях и иных нормативных документах организация должна указать: 1) последовательность выполнения операций; 2) ключевые моменты качества; 3) ключевые моменты техники безопасности; 4)

прочую информацию. Стандарты содержания рабочих мест К стандартам содержания рабочих мест относятся документы, регламентирующие: 1) сортировку предметов:

2) расположение предметов на рабочем месте. 3) уборку на рабочем месте; 4) контроль выполнения стандартов содержания рабочих мест; 5) и другое. Целью метода стандартизации является обеспечение воспроизводимости лучшего на данный момент времени способа выполнения работы путем его формализации. Задачами стандартизации работы являются: 1) обеспечение воспроизводимости результатов осуществления деятельности; 2) обеспечение требуемого уровня безопасности и качества; 3) сокращение потерь; 4) стабилизация процессов; 5) создание условий для быстрого поиска и обнаружения отклонений при выполнении операций или процессов производства продукции; 6) обеспечение оперативности и наглядности в обучении персонала организации, а также при передаче знаний; 7) создание условий для постоянного совершенствования операций и процессов. При разработке стандартов работы должны быть определены: 1) потребитель результата выполнения работ; 2) рабочие шаги, последовательность выполнения работ; 3) безопасные методы выполнения работ. 4) перечень необходимого оборудования, материалов и инструментов; 5) требования к персоналу; 6) время цикла для каждой производственной операции и процесса в целом (для стандартных операционных карт). Основными объектами стандартизации на предприятии могут являться: - составные части производимой продукции; - технологические и другие процессы организации; - управление процессами производства; - процессы менеджмента; - оборудование, инструменты и технологическая оснастка; - технологические нормы и требования; - различные методики проведения испытаний, проектирования, измерений и анализа; - виды услуг, включая социальных, оказываемых внутри предприятия; - номенклатура материалов и сырья, используемых в процессе производства; - процессы осуществления работ на всех этапах жизненного цикла продукции. Разработка стандартов организации преследует цели: • усовершенствование процесса



производства; • максимизация качества продукции и предоставляемых услуг; • распространение и использование на практике знаний и результатов исследований.

### **Порядок проведения работы**

До проведения работы проводится инструктаж по технике безопасности, все студенты обеспечиваются необходимыми средствами индивидуальной защиты. Перед началом лабораторной работы студенты должны быть ознакомлены с ее целью и задачами.

Порядок выполнения лабораторной «Стандартизированная работа» предполагает следующую последовательность шагов: 1. Необходимо изучить результаты предыдущей лабораторной работы «Завод по сборке бензонасосов», выделить 1-2 операции, которые являются узким местом. В качестве таких операций могут быть работа выполняемая рабочим, контролером ОТК, комплектовщиком, логистом. Примечание. В качестве работы, подлежащей стандартизации, можно выбрать выполнение начальных операций 1 и 5 (см. рис. 2), или деятельность комплектовщика на складе по комплектованию операции, для которых не требуется незавершенное производство от предыдущих операций. 2. Операция, которая подлежит стандартизации, выполняется не менее трех раз, при этом способ выполнения работы должен меняться. Для каждого варианта засекается время выполнения операции, определяется наиболее эффективный способ выполнения операции. 3. Для обеспечения воспроизводимости наиболее эффективного способа выполнения операции ее следует формализовать для чего необходимо по данной операции разработать: - стандартную операционную карту (СОК), - визуальное приложение (ВП) к СОК; - стандарт рабочего места. 4. При заполнении СОК необходимо всю работу на позиции по выполнению стандартизируемой операции разбить на последовательность элементарных действий, для каждого действия засечь время. Вся информация по операции заносится в бланк СОК. Обозначение элементов СОК и пример заполнения СОК см. рис. 2 и рис. 3.




ФАБРИКА ПРОЦЕССОВ ПАО "КАМАЗ"				Стандартная операционная карта (СОК)			СОК №		
Завод	Цех	Позиция	Сторона	Раб. зона	Время	Наименование операции	Дата	Лист	Последов.
Группа			Облачение уша	Время	Модель	1 / 1			
			Время	Модель	Схема пошаговой рабочей последовательности				
№ шага	Рабочая пошаговая последовательность			Время, сек.		Ключевые узлы (безопасность, качество, приемка)			
					руч.	автом.	короба		
1	Подойти к таре с подшипниками и взять детали подшипника				5				
2	Подойти к столу				2				
3	Установить детали подшипника в удерживающее приспособление				5				
4	Закрепить детали подшипника кольцом				150			☆	
5	Визуально проверить качество установки				15			◇	
6	Положить подсобранный узел в тару с готовой продукцией				10				
7	Вернуться на рабочее место				5				
	Итого				192				
Личные средства защиты						Условные обозначения			
Защитные очки						стандартный знак			
						конт. качество			
						оригинал свой пункт			
						требуется с ним			
						☆			
Подписи исполнителя (имя, дата)				Подписи бригадиров (имя, дата)		Подписи мастеров (имя, дата)		Дата	
Первая смена				Первая смена		Технолог			
Вторая смена				Вторая смена		Согласовано			
Третья смена				Третья смена		Тех. безоп.			

Рисунок 3 - Пример заполнения СОК

5. Для тех действий, для которых недостаточно словесного описания для их однозначного понимания (особенности фиксации элементов, расположения и т.д.) необходимо сделать поясняющий рисунок или фотографию. Изображения для соответствующих действий операции вносятся в бланк визуальных приложений СОК. Обозначение элементов Визуального приложения (ВП) и пример заполнения Визуального приложения (ВП) рис. 4 и 5. 6. На рабочей позиции все необходимые для выполнения операции детали, инструменты, приспособления, документы и т. д. располагают в наиболее удобно для работника. Взаимное расположение предметов на позиции фиксируются в стандарте рабочего места. Стандарт рабочего места выполняется на бумаге формате А4. Примеры стандартов рабочих мест см. рис. 4.

### **Содержание отчета.**

Отчетом по лабораторной работе 2 будут являться заполненные СОК, ВП к СОК и стандарт рабочего места для формализуемых операций. Проверка качества заполнения документации выполняется следующим образом. Все предметы на позиции формализуемой операции располагают произвольным образом, затем пытаются вернуть их взаимно положения используя составленный стандарт рабочего места. Если это удастся сделать быстро и без ошибок, то считается, что разработан качественный документ. Затем пытаются выполнить операцию строго следуя СОК и ВП к нему. Если это удастся сделать быстро и без ошибок, то считается, что разработаны качественные документы.


 ФОРМА ПРОЦЕССОВ ПАО "КАМАЗ"	Визуальный элемент стандартной операционной карты	СОК №	Дата	Нумерация	Исполнитель	
					Исполнитель	
№ шага	Основная часть	Инструменты / Оборудование Модель	Наименование операции	Ключевые указания (при необходимости)	Дополнительные пояснения (при необходимости)	
						Фото / Эскиз / Визуальная помощь
						Фото действия (при необходимости)
						Фото действия (при необходимости)
						Фото действия (при необходимости)

Рисунок 4 - Обозначение элементов Визуального приложения

	ФАБРИКА ПРОЦЕССОВ ПАО "КАМАЗ"	Визуальный элемент стандартной операционной карты		СОК №	Дата	Лист/листов 1 / 1			
		Наименование операции							
№ шага	Основные шаги	Инструменты / Оборуд.		Ключевые указания	Время, сек			Пояснения	Символы
		Модель	Назначение		Общ.	ИД	ВСП		
3	Установить детали подшипника в удерживающее приспособление		Оснастка № 3	Детали подшипника должны быть надежно зафиксированы					
4	Закрепить детали подшипника кольцом		Кольце-съемник	При установке соблюдать требования ОТ				Кольцо может выскочить	☆
5	Визуально проверить качество установки								◇
ФОТО / ЭСКИЗ / ВИЗУАЛЬНАЯ ПОМОЩЬ									
Шаг 3									
									
Шаг 4									
									

Рисунок 5 – Пример заполнения Визуального приложения

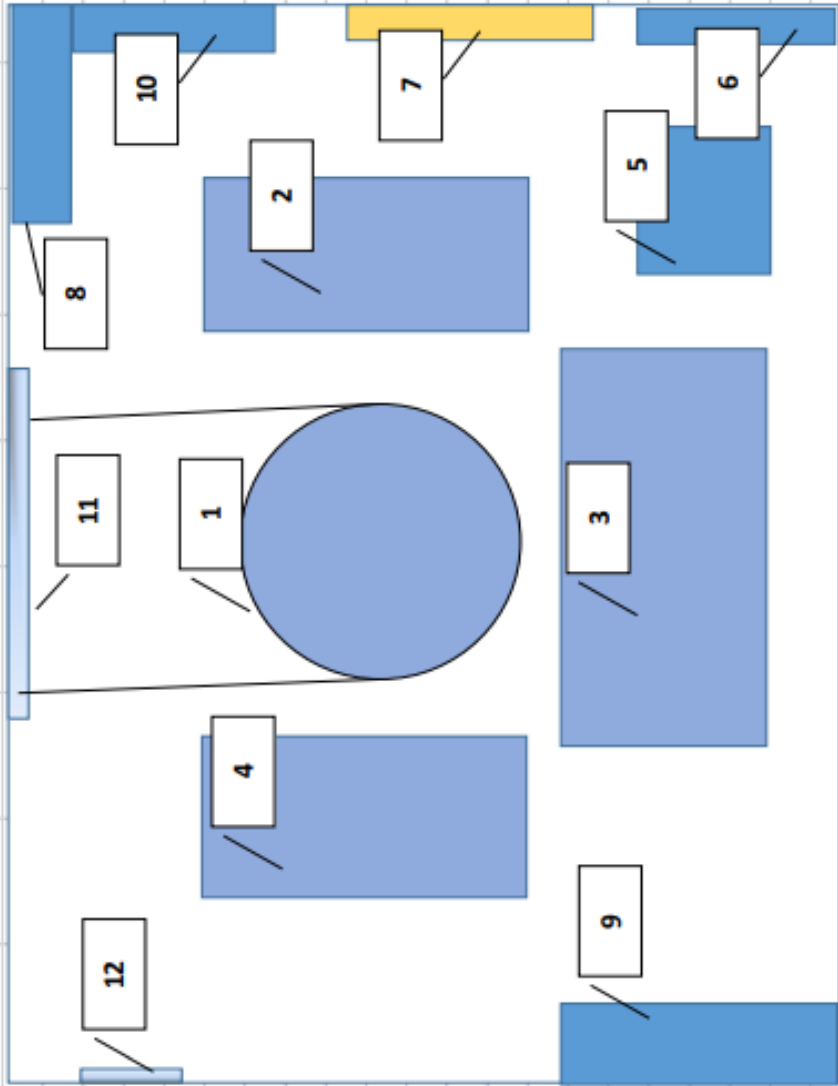
Процесс:	Производство и обслуживание			Ответственный:	Перекальский А.
Подпроцесс:	Техническое обслуживание и ремонт установок волоконнооптического кабеля				
Участок:	Участок ремонта центрифуг цеха № 1, 2				
					
				1- поворотный круг	
				2- зона ремонта УВО №1	
				3- зона ремонта УВО №2	
				4- зона ремонта УВО №3	
				5- кран	
				6- зона хранения электродвигателей	
				7- зона хранения кабелей	
				8- зона хранения мелких деталей	
				9- зона хранения электроинструмента	
				10- поверхность для текущего ремонта	
				11- ворота в рабочую зону цеха	
				12- выход на лестничную площадку	
Версия 001	Должность	ФИО/Подпись		Дата	
Разработал	Инженер по качеству	Головки И./		15.01.2011	
Ф 3Т 7.5.1.29.001					
Стр. 1 из 1					

Рисунок 6 - Пример стандарта рабочего места А

## ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

### **Система оперативного управления из места создания ценности**

**Цель работы:** ознакомить студентов с основными принципами оперативного управления из места создания ценности, принципами работы с информационными стендами, элементами SFM, основными операционными KPI и методикой расчета показателей эффективности и заполнения чек-листов информационных стендов. Комплектация лабораторной работы:

**Оборудование и инструменты:** В данной лаборатории будут использоваться оборудования и инструменты из лабораторной 1. Информационные стенды с показателями: S – Безопасность, Q – Качество, D - Исполнение заказа, C – Затраты, M - Корпоративная культура.

**Приборы:** 1. Калькуляторы. 2. Секундомер Stopwatch, электронный. Средства индивидуальной защиты: 1. Очки защитные (ударопрочные) открыты (используются на рабочих местах, в инструкции которых есть особое указание). 2. Перчатки механически стойкие, обеспечивающие легкое манипулирование мелкими предметами и защиту рук. Рекомендуется применять бесшовные перчатки с полиуретановым покрытием. 3. Халаты или производственные фартуки.

**Документация:** 1. Эскиз (чертеж) сборочной единицы. 2. Спецификация сборочной единицы. 3. Схема расстановки рабочих позиций в начале первого раунда. 4. Операционные (рабочие) карты (процедуры). 5. Карточки с описанием ролей участников имитационной игры «Участок по сборке насосов НШ». 6. Бланк диаграммы «спагетти». 7. Бланк листа наблюдения. 8. Блан «Квалификационная матрица». 9. Чек лист 5S.

### **Общие сведения**

SFM (Shop Floor Management) – система операционного менеджмента, основанная на принципах Lean, комплексный инструмент развития производственной системы. Смысловой перевод: Управление процессами из места создания ценности. Компоненты SFM: 1. KPI (ключевые показатели эффективности) по: •качеству – в первую очередь, •безопасности, •исполнению заказа (ритмичности процесса), •трудозатратам, •корпоративной культуре и



вовлеченности персонала. 2. Структурированное решение проблем. 3. Визуализация исполнения поручений через систему Т-карт. 4. Контроль явки и расстановки персонала. 5. Почасовой контроль ритмичности процессов. 6. Пошаговый контроль качества. Информация о состоянии КРІ в виде графиков и диаграмм располагается в информационных центрах на производстве. Выделяют три уровня информационных центров (ИЦ): Заводской ИЦ, Цеховой ИЦ, Бригадный ИЦ. Отклонение фактического значения КРІ от планового является базой для процесса решения практических проблем (PPS). Принципиальная схема работы с ИЦ показана на рис. 7.

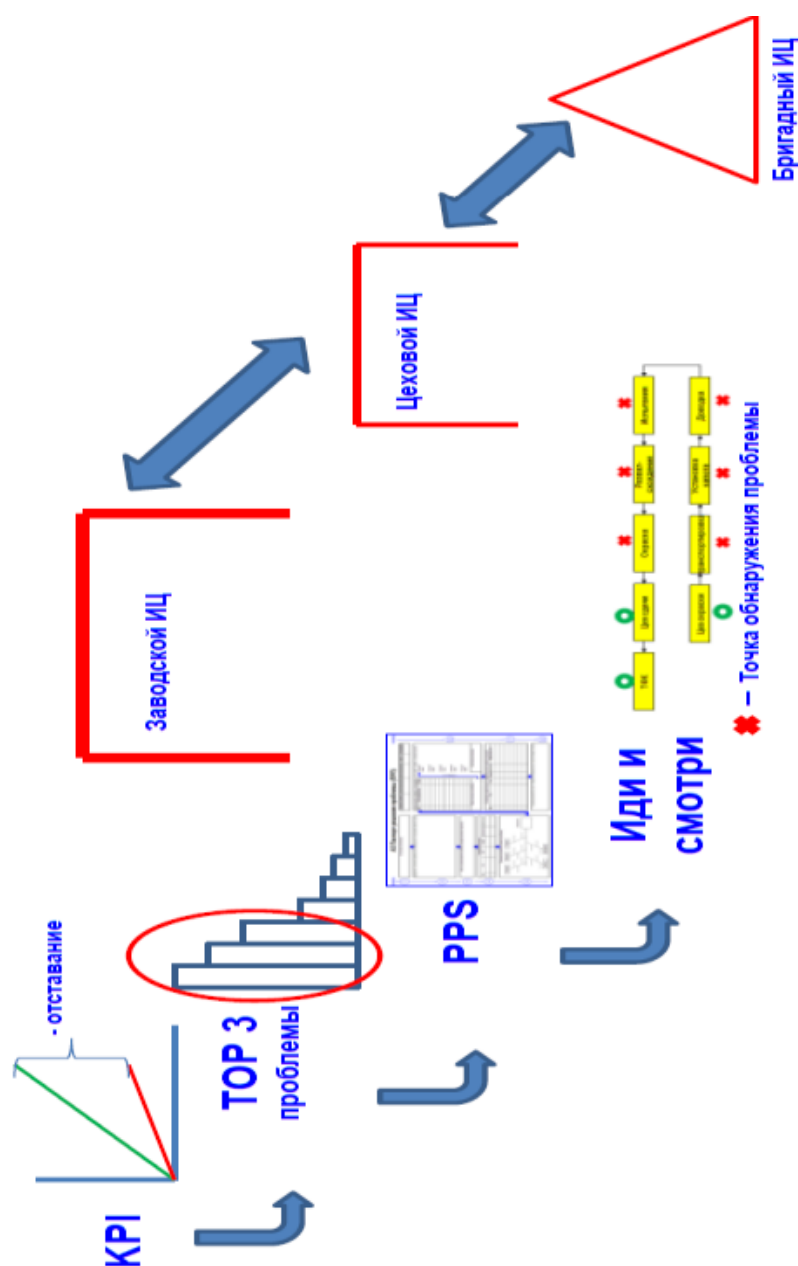


Рисунок 7 – КРІ в стандарте SFM

Визуализация КРІ позволяет выявлять отклонения на ранней стадии путем:

- четкого выделения статуса
- прогнозирования возможных рисков, позволяющего начать решать проблему до ее возникновения
- кроме того, помогает работникам понять, что в процессе протекает нормально, а что требует корректировки.

Стенд SQDCM – основной для заводского и цехового ИЦ. Где: S –Безопасность, Q – Качество, D - Исполнение заказа, С – Затраты, М - Корпоративная культура.

### Порядок проведения работы

До проведения работы проводится инструктаж по технике безопасности, все студенты обеспечиваются необходимыми средствами индивидуальной защиты. Перед началом лабораторной работы студенты должны быть ознакомлены с ее целью и задачами. На основе данных, собранных в ходе выполнения лабораторной №1 необходимо будет заполнить информационные стенды Качество, Исполнение заказа, Затраты и Корпоративная культура. Каждый стенд включает заполненные формы «Статистика» и «ТОР-3». Форма «Статистика» служит для визуального определения изменения показателя от раунда к раунду. В каждой форме фиксируются целевые показатели по итогам каждого раунда. Пример заполнения формы Статистика затрат см. рис. 8.

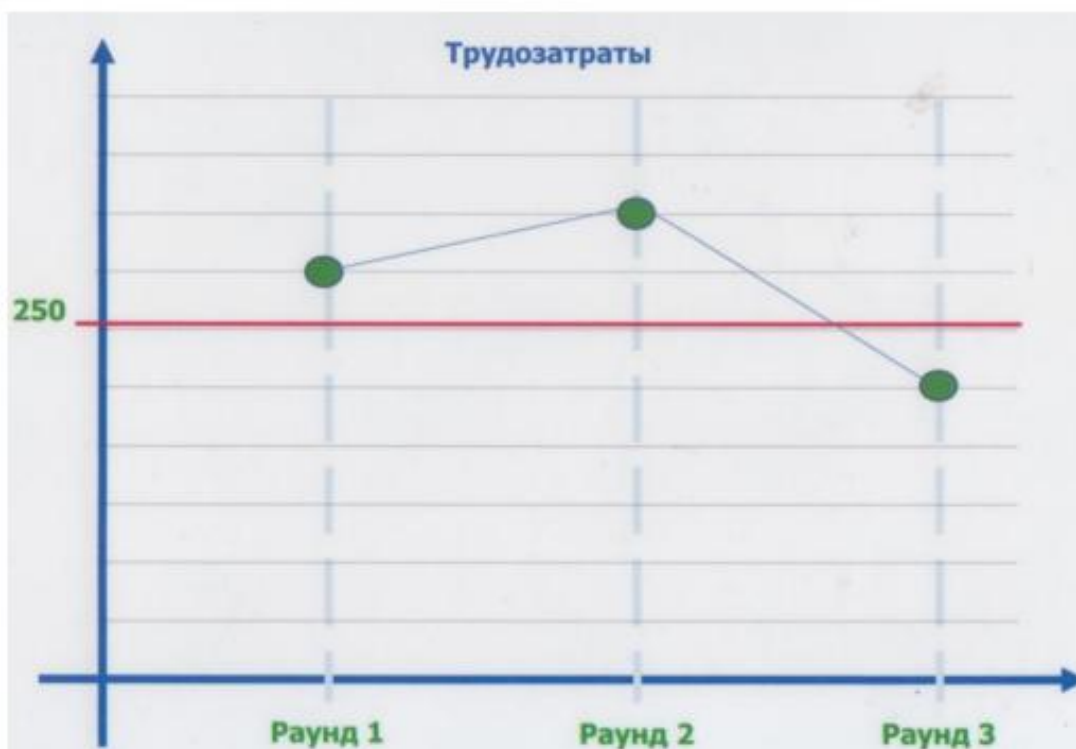


Рисунок 8 – Статистика затрат

При недостижении показателей, определяются ключевые проблемы, которые фиксируются в форме «ТОР – 3». При заполнении формы «ТОР – 3» в бланке фиксируется: 1. В графе «Проблемы» кратко описываются по заданному направлению. Проблем может быть большое количество, выбираются три наиболее значимые проблемы. 2. В графе «Мероприятия» указываются меры, которые разработаны для устранения данной проблемы. 3. В графе «Срок исполнения» указывается срок реализации мероприятия. 4. В графе «Ответственный» указывается Ф.И.О. ответственного. 5. В графе «Статус» отслеживается этап реализации мероприятия, используя обозначения с бланка формы «ТОР – 3».

Заполнение стенда Качество. На данном стенде заполняются формы «Статистика» и «ТОР-3» по показателям DPU и FTT, а также матрица Автокачество. DPU - дефекты на единицу продукции (defects-per-unit). Это количество дефектов, выявленных в процессе производства изделия, включая устраненные дефекты и дефекты, выявленные при контроле качества готового изделия. Единица измерения: дефекты/ ед. продукции. Данные для расчета: - дефекты, выявленные в процессе производства изделия, включая устраненные и выявленные при контроле качества - фактическое количество произведенной продукции. Способ расчета:  $DPU = \frac{\text{Общее количество дефектов}}{\text{Фактическое кол-во единиц продукции}}$ . Необходимо: 1. Определить количество выпущенной продукции за прошедший раунд. 2. Определить количество дефектов за прошедший раунд. 3. Рассчитать DPU за каждый раунд. 4. Обозначить изменение DPU от раунда к раунду на графике в бланке формы «Статистика».

FTT – производство с первого раза без доработки. Единица измерения: %. Необходимо: 1. Определить количество отданной продукции на склад или заказчику за прошедший раунд. 2. Количество дефектов, выявленных на финишном контроле. 3. Рассчитать FTT по формуле:  $FTT = (1 - n/N) * 100\%$ , где n – количество продукции, не принятой с первого раза на финишном контроле. N – общее количество сданных на склад/заказчику единиц продукции. 4. Обозначить изменение FTT от раунда к раунду на графике в бланке формы «Статистика».

Заполнение стенда Исполнение заказа. На данном стенде заполняются формы «Статистика» и «ТОР-3» по показателям исполнения заказа,

формы «Поминутный контроль выпуска продукции» и «Диаграмма Ямазуми». При заполнение формы «Статистика» на графике фиксируется изменение от раунда к раунду показателей выполнения плана в количестве штук изделий отданных на склад или принятой заказчиком. В форме «ТОР-3» фиксируются основные проблемы, связанные с недостижением данного показателя.

Для заполнения формы «Поминутный контроль выпуска продукции» необходимо: 1. В течении раунда заполнять бланк поминутного выпуска продукции. 2. В графе «План» вписывается количество продукции, которую должна выдавать бригада ежеминутно. 3. В графу «Факт» вписывается фактическое количество выпущенной продукции. 4. В графу «Нарастающий план/факт нарастающий» вписывается план/факт нарастающий. 5. В графу «Отклонение в минуту/отклонение нарастающее» вписывается отклонение фактического выпуска от планового в минуту и нарастающее отклонение. 6. В графу «Проблема» вписываются проблемы, которые вызвали отрицательные и положительные отклонения от плана. 7. В графу «Простои в минуту/простои нарастающие» вписываются простои, повлиявшие на плановый выпуск продукции. Для заполнения формы Диаграмма Ямазуми необходимо: 1. Определить время такта  $\text{Время такта} = \frac{\text{доступное время на производство в смену}}{\text{потребность заказчика в смену}}$ . 2. Зафиксировать время такта на диаграмме. 3. Провести замеры времени цикла операции. Рекомендуется до 5 замеров на каждую операцию. Выбрать среднее значение. 5. Построить столбиковую диаграмму для каждой операции, при этом разделяя на действия, создающие ценность и действия, не создающие ценность. 6. После построения диаграммы понять потенциал, реализовать Кайдзен, перераспределить элементы с целью балансировки.

Балансировка операций Цели выравнивания процесса: - сбалансировать процесс за счет равномерной загрузки участников процесса, - улучшение качества, - исполнение заказа точно вовремя, - снижение потерь, - рост производительности труда, - производить непрерывные улучшения, - обеспечение безопасности и эргономики. Для балансировки операций необходимо провести следующие шаги:

Шаг1. Построение диаграммы Ямазumi  
 Диаграмма Ямазumi – это диаграмма загрузки операторов с учетом времени цикла и времени такта. Диаграмма используется для последующего анализа и перераспределения нагрузки с целью устранения потерь. Она отображает работы, создающие ценность, не создающие ценности, потери. На данном этапе необходимо выполнить следующие действия: 1. Уточнить время такта и процесс / такт выпуска элементов для создания диаграммы Ямазumi. Время такта показывает, как часто вам надо производить одну деталь или продукт в соответствии со скоростью продаж, чтобы удовлетворить запросы потребителя. Время такта вычисляется путем деления доступного рабочего времени за смену (в секундах) на объем потребительского спроса за смену (в штуках).

Время такта = Доступное время на производство в смену/ Потребность заказчика в смену

При проведении лабораторной работы время такта рассчитывается исходя из заданного производственного плана. 2. Зафиксировать время такта на диаграмме. 3. Провести замеры время цикла каждой операции. Рекомендуются до 5 замеров на каждую операцию. В ходе замеров также фиксируются структура цикла каждой операции: время создания ценности, потери первого рода, потери второго рода. 4. Построить столбиковую диаграмму для каждой операции, при этом разделяя на действия, создающие ценность, и действия, не создающие ценность.

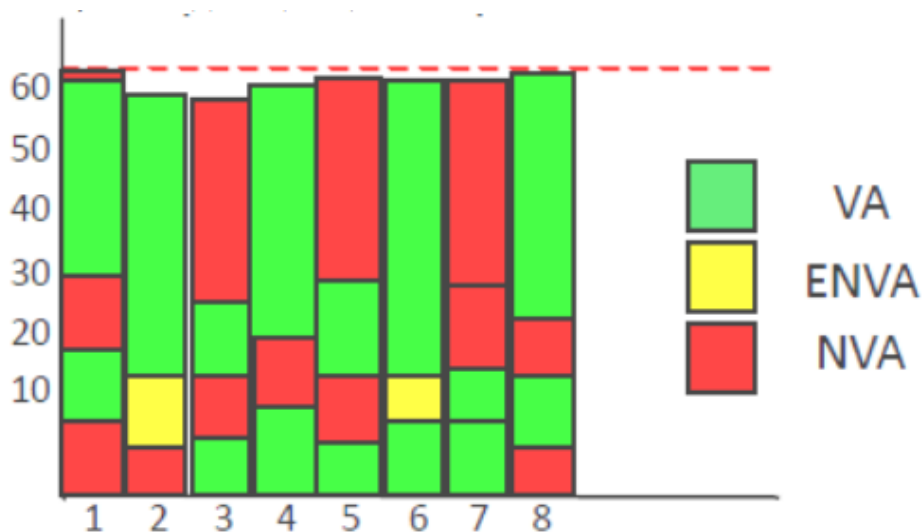


Рисунок 9 - Диаграмма Ямазumi: VA – время с созданием ценности, ENVA – время необходимое, но без создания ценности (потери первого рода), NVA - время без создания ценности (потери второго рода).

Шаг 2. Понять потенциал для балансировки процесса На данном этапе определяют потери и потенциал выравнивания операций. Для этого необходимо проанализировать построенную столбчатую диаграмму Ямазumi и определить: операции сверх времени такта, операции ниже времени такта, операцию устранения (см. рисунок 10). Операции сверх времени такта нуждаются в оптимизации до перебалансировки. Операции ниже времени такта также нуждаются в оптимизации до перебалансировки, на диаграмме для этих операций следует указать пустоты - свободное время. Операция устранения – операция, которую можно устранить из производственного процесса, в идеале это операция со множеством мелких элементов работы, которые можно перебросить на другие операции.

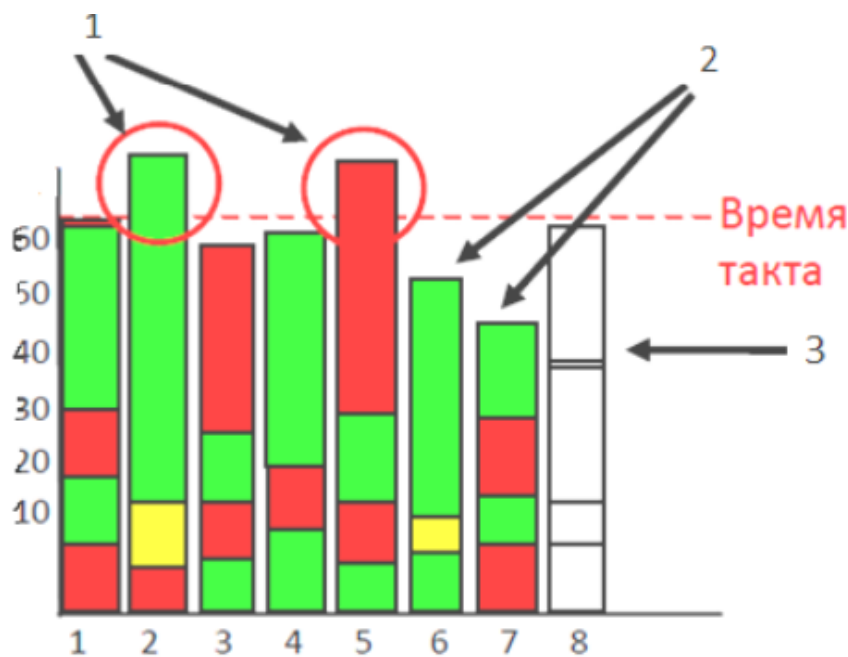


Рисунок 10 – Потенциал выравнивания операций: 1 - операции сверх времени такта, 2 - операции ниже времени такта, 3 - операцию устранения.

Шаг 3. Оптимизация операций На данном этапе все члены команды работают вместе по созданию и воплощению новых идей, цель которых сократить потери в операциях (см. рисунок 19).

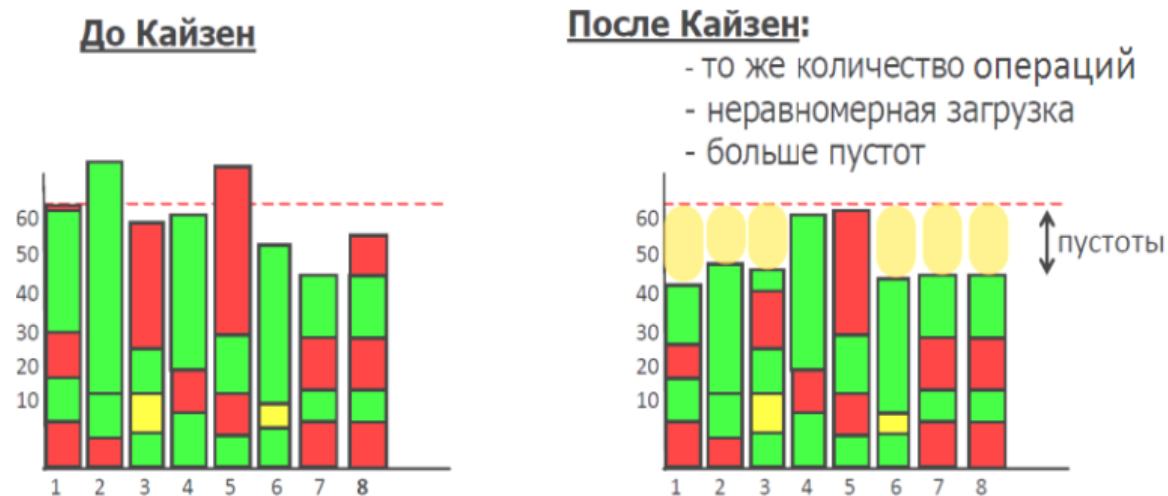


Рисунок 11 – Оптимизация операций

Шаг 4. Перебалансировка процесса На данном этапе выделенную ранее операцию устранения разбивают на мелкие элементы работ, которые затем перебрасывают на другие операции, где имеются пустоты т. е. свободное время (см. рисунок 12).

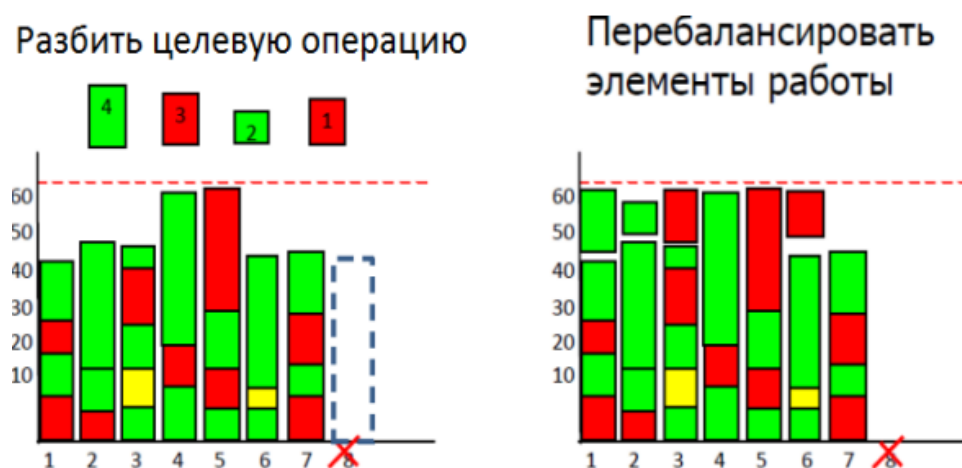


Рисунок 12 – Перебалансировка процесса

Заполнение стенда Затраты. На данном стенде заполняются формы «Статистика» и «ТОР-3» по показателям затрат на запасы комплектующих, готовой продукции, используемых площадей, и персонала в каждом раунде. Заполнение





трех человек. Для более сложных видов работы лучше не ограничиваться минимумом. Идеальное число работников для каждой операции определяет мастер.

5. Кружок, разбитый на четыре части, отражает степень готовности работника к выполнению конкретной операции. Белый кружок означает, что обучение еще не началось. Кружок, закрашенный на четверть, показывает, что работник осваивает соответствующую операцию, но пока его нельзя предоставлять самому себе при выполнении работы, поскольку он еще не вполне представляет требования к качеству и безопасности. Кружок, закрашенный наполовину, означает, что работника можно оставить на рабочем месте одного, но следует вести за ним постоянное наблюдение. Не исключено, что пока он работает слишком медленно. Кружок, закрашенный на три четверти, означает, что работник не нуждается в постоянном наблюдении, однако, возможно, он освоил еще не все аспекты работы. Большую часть времени он может работать самостоятельно. Полностью закрашенный кружок говорит о том, что работник прошел полную подготовку, не нуждается в каком-либо наблюдении, в полной мере представляет требования к безопасности и качеству и способен выполнять работу в требуемом темпе.

Иногда таким кружком обозначают тех, кто готов к обучению своих коллег, однако для этого нужно пройти полный курс методов производственного инструктажа. 6. Итоговое количество операций, освоенных отдельным работником, вписывается в последнюю колонку. Вписывается количество работников для раунда 1, раунда 2 и раунда 3. 7. В нижнюю строку вносится общее количество людей, прошедших полную подготовку по данному виду работы. Это позволяет мастеру увидеть, приближается ли их численность к идеальной. 8. Здесь регистрируются любые сведения о проблемах отдельных работников. У кого-то они могут быть совсем незначительными и возникать лишь в ходе выполнения конкретных операций, что тоже отмечается в этой графе. 9. Здесь хранится информация о любых предстоящих изменениях на производстве, например, об увеличении объемов производства или отсутствии кого-то из ведущих специалистов. 10. Даты вписываются в том случае, если сроки обучения связаны с требованиями работника или потребностями производства. Эти даты используются

для составления расписания занятий. Сроки следует намечать с учетом неотложных нужд и долгосрочной перспективы. Заполнение формы «Чек-лист 5S». Чек-лист 5S заполняется пошагово отвечая на вопросы в бланке и выставляя соответствующие баллы. Для каждого раунда заполняется свой бланк Чек-листа 5S.

### **Содержание отчета.**

Отчетом по лабораторной работе 3 будут являться заполненные формы для информационных стендов Качество, Исполнение заказа, Затраты и Корпоративная культура.

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 4**

### **Картирование потока создания ценности**

**Цель работы** Изучение инструмента «Картирование потока создания ценности (VSM)», закрепление навыков владения другими инструментами бережливого производства. Получить теоритические знания о потоке создания ценности и инструменте оптимизации потоков создания ценности. Получить практические навыки построения, анализа и разработке решений по оптимизации потока создания ценности. Закрепить правила и последовательность шагов оптимизации потока создания ценности.

**Комплектация лабораторной работы:** Исходные данные, листы А3, карандаши; презентации: VSM\_построение ТС, VSM\_анализ ТС, VSM\_построение БС.

### **Общие сведения**

Карта потока создания ценности (КПСЦ, Value stream map [вэлью стрим мэп] ) – схематичное изображение потока создания ценности целиком на одном листе бумаги, позволяющее быстро понять процесс и оценить его состояние. КПСЦ показывает текущее/будущее состояние, узкие места, потери, возможности улучшений и т. д как для потока продукции, так и для потока информации от Заказчика до поставщика. Цель картирования потока создания ценности – уменьшить потери и устранить узкие места как в потоке продукции, так и в потоке информации – для увеличения доли времени создания ценности (см. рис 14).

Ключевые измерения потока создания ценности – время производственного цикла, время такта, уровни запасов, количество операторов, уровни качества, доля времени создания ценности, др.



Рисунок 14 – Цикл улучшения с помощью картирования Поток создания ценности - все действия (добавляющих и не добавляющих ценность) необходимых, для преобразования сырья или информации в требуемый потребителю продукт (изделие или сервис). Данные действия включают в себя обработку информации, полученной от клиента, а также операции по преобразованию продукта по мере его продвижения к клиенту. Место создания ценности (Гемба) – место в процессе, где создается ценность (цех или любое другое место, где производится работа по созданию ценности). Представление потока как единого процесса по всему пути следования потока создания ценности - от концепции продукта до передачи товара потребителю, позволяет: -увидеть картину в целом, а не только на отдельные процессы; -заниматься совершенствованием целого, а не оптимизацией отдельных частей.

Преимущества построения карт потоков: Карта позволяет увидеть картину в целом, а не только на отдельные процессы •Карта помогает видеть не только потери, но и их источники •Ваши решения, связанные с потоком становятся более ясными, понятными и пригодными для обсуждения •Карта помогает анализировать связь между информационными и материальными потоками. •Карта помогает

описать будущее состояние процесса и сформировать план действий по переводу процесса из текущего в будущее состояние с целью сокращения потерь. •Карта позволяет накапливать информацию и обеспечивает преемственность процесса совершенствования. Основные определения и показатели потока. Диаграмма спагетти – визуальный метод, отображающий траекторию перемещений материала, полуфабрикатов, готовых изделий в рамках границ выбранного потока создания ценности. Диаграмма Ямазуми – это диаграмма загрузки операторов с учетом времени цикла и времени такта. Диаграмма используется для последующего анализа и перераспределения нагрузки с целью устранения потерь. Она отображает работы, создающие ценность, не создающие ценности, потери. Вспышка кайдзен – визуальный метод отображения в карте потока идеи по улучшению (решению выявленной проблемы). Выполняют в виде звездочки. Такт – ритм, с которым должна выпускаться продукция по требованию Заказчика, промежуток времени между выпуском двух смежных изделий. Измеряется в секундах. Время такта = количество доступного рабочего времени в смене/спрос на продукцию за смену ВЦ – время цикла - время, за которое совершается цикл. (как часто деталь или продукт (тн) изготавливаются каждым процессом). ВСЦ – время создания ценности – время преобразований состояния материала, полуфабриката, которые создают свойства, ценные с точки зрения Потребителя, за что он готов платить деньги. Запасы – кол-во материала (заготовок), полуфабрикатов, готовых изделий, находящихся в потоке. Дефектность продукции – уровень брака механического и брак заготовки. Потери времени на оборудовании – время аварийных остановок из-за поломок, время переналадок, время иных потерь. ВВЗ – время, необходимое для производства продукта от момента получения заказа на изготовление до момента отгрузки готовой продукции. Эффективность потока – относительный показатель, показывающий степень полного удовлетворения требований клиента с помощью минимального количества ресурсов. Измеряется в %. Семейство – это группа изделий, которые проходят через подобные шаги обработки и через общее оборудование в ходе процессов обработки. Порядок проведения работы Индивидуально выдаются исходные данные. Параметры процессов Acme Stamping

Компания Acme Stamping производит некоторые компоненты для сборочных автомобильных заводов. Рассматриваемый пример касается одного продуктового семейства, а именно производства стальных кронштейнов рулевого управления, выпускаемых в двух вариантах: для левостороннего и для правостороннего руля управления одной и той же модели автомобиля. Эти узлы поставляются на сборочный завод State Street Vehicle Assembly Plant (потребитель). Процессы завода Acme для этого продуктового семейства включают штамповку металлических деталей, сопровождаемую сваркой и последующей сборкой. Затем узлы устанавливаются на стеллажи и ежедневно отгружаются на сборочный завод. Для перехода с производства левостороннего кронштейна на производство правостороннего требуется часовая переналадка прессы и десяти минутная смена сварочных приспособлений. Стальные рулоны поставляются Michigan Steel Co. Их поставки на завод Acme осуществляются по вторникам и четвергам. Запросы потребителя – 18 400 изделий в месяц (12 000 изделий в месяц типа Л, 6400 изделий в месяц типа П). Завод потребителя работает в две смены. В каждом возвращаемом контейнере находится 20 кронштейнов, каждая паллета вмещает по 10 контейнеров. Потребитель заказывает контейнерами. Одна ежедневная поставка на грузовике. Рабочее время – 20 рабочих дней в месяц. Две рабочие смены во всех производственных отделах. Продолжительность каждой смены восемь часов и, если потребуется, сверхурочное время. Два десятиминутных перерыва в течение каждой смены. Неавтоматизированные процессы прекращаются во время перерывов. Обеденный перерыв не оплачивается. Отдел управления производством завода Acme получает прогнозы сборочного завода State Street Assembly на 90/60/30 дней и вводит их в автоматизированную систему MRP. При помощи MRP предоставляет шестинедельный прогноз на завод Michigan Steel Co. Обеспечивает поставку стальных рулонов, еженедельно отправляя заказ по факсу в Michigan Steel Co. Ежедневно получает точный заказ от State Street. Используя автоматизированную систему MRP, устанавливает требования для отделов на основе заказов потребителя, уровни запасов незавершенного производства, определяет отходы и простои. Выпускает еженедельные графики работ для

процессов штамповки, сварки и сборки, планирует ежедневную работу отдела отгрузки. Информация о процессах Все процессы выполняются в указанном ниже порядке, и каждое изделие проходит через все процессы.

1. Штамповка (на прессе штампуются детали для многих продуктов Асте) - автоматизированный пресс на 200 тонн с автоматической подачей стальных рулонов; время цикла: 1 секунда (60 штук в минуту); время переналадки: 1 час (от одного варианта к другому); надежность пресса: 85%; хранение запасов: 5 дней, стальные рулоны до штамповки; 4600 готовых изделий типа Л; 2400 готовых изделий типа П.
2. Сварочный участок I (skonфигурированный для данного продуктового семейства): ручной процесс, выполняемый одним оператором; время цикла: 39 секунд; время переналадки: 10 минут; надежность: 100%; хранение запасов: 1100 штук типа Л; 600 штук типа П.
3. Сварочный участок II (skonфигурированный для данного продуктового семейства): ручной процесс, выполняемый одним оператором; время цикла: 46 секунд; время переналадки: 10 минут; надежность: 80%; хранение запасов: 1600 штук типа Л; 850 штук типа П.
4. Сборочный участок I (skonфигурированный для данного продуктового семейства): 81 ручной процесс, выполняемый одним оператором; время цикла: 62 секунды; время переналадки: не требуется; надежность: 100%; хранение запасов: 1200 штук типа Л; 640 штук типа П.
5. Сборочный участок II (skonфигурированный для данного продуктового семейства): ручной процесс, выполняемый одним оператором; время цикла: 40 секунд; время переналадки: не требуется; надежность: 100%; хранение запасов готовых товаров на складе: 2700 штук типа Л; 1440 штук типа П.
6. Отдел доставки: забирает детали со склада готовых изделий и раскладывает их на стеллажах для отгрузки потребителю.

Порядок выполнения задания по построению карты потока:

1. Определение семейства продукции.
2. Определение границ производственного потока.
3. Ознакомление с потоком: -обход потока от потребителя (с конца) в сторону поставщика (к началу); -построение чернового варианта карты потока.
4. Сбор данных по операциям потока: -показатели процессов; -по проблемам, влияющих на ритм и качество потока.
5. Построение карты текущего состояния потока.
6. Построение диаграммы спагетти текущего

состояния потока. 7.Оформление перечня выявленных проблем. 8.Формирование карты будущего состояния. 9.Формирование предложений по оптимизации потока.

82 Построение карты потока текущего состояния. Порядок построения карты текущего состояния см. презентацию VSM\_построение ТС. Для построения карты текущего состояния необходимо: 1.Определить границы потока. 2.Быстро пройти по потоку, изучить его последовательность с конца в начало, после чего возвращайтесь назад собирая информацию с конца, с отгрузки и идите вверх по потоку. 3.Определить требования заказчика к результату описываемого процесса (ценность). 4.Выбрать целевые показатели потока. 5.Рассматривать материальные и информационные потоки. Всегда самостоятельно собирайте информацию о текущем состоянии, двигаясь по фактическим путям материальных и информационных потоков. Отслеживать продукт, а не персонал и оборудование. 7.Не полагайтесь на стандарты времени и на информацию не полученную лично вами. Пользуйтесь секундомером. 8.Самостоятельно построить карту процесса, измерив необходимые показатели процесса. 9.Всегда выполняйте построение карты вручную, с помощью карандаша. Где взять данные: • Измерение • Журналы передачи смен • Журналы эксплуатации оборудования • Другие журналы, отчеты, документы • Протоколы • Акты • Листки регистрации дефектов/несоответствий • Рекламации Методы измерения параметров Лин: лично • Точно: в секундах, метрах, штуках, килограммах • Использовать существующие проверенные данные (о дефектности, простоях) • Организовать сбор достоверных данных Построение карты потока будущего состояния. После построения карты текущего состояния потока участники рабочей группы в соответствии с целевой задачей, поставленной перед ними, выполняют анализ потерь, причин появления «узких» мест в потоке и разрабатывают карту будущего состояния, последовательно улучшая поток в соответствии с шестью принципами будущего состояния. Порядок анализа карты текущего состояния и построения карты будущего состояния см. презентации VSM\_анализ ТС, VSM\_построение БС.

Принципы будущего состояния:

Принцип №1: Работайте в соответствии с вашим временем такта.

Принцип №2: Создавайте непрерывный поток (поток в одно изделие), где только это возможно.

Принцип №3: Используйте систему вытягивания (супермаркеты и канбаны) там, где непрерывный поток обрывается.

Принцип №4: Информировать о графике потребления только один производственный процесс (планирования только в точке «водителя ритма»).

Принцип №5: Распределяйте производство различных продуктов равномерно по всему времени работы задающего ритм процесса.

Принцип №6: Управление короткими интервалами.

Принцип №7: Развивайте способность делать "каждую деталь каждый день" (затем - каждую смену/час/питч/такт), выполняя процессы вверх по потоку от задающего ритм процесса.