
	<b>Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Южно — Уральский государственный колледж</b>
	Учебно-методический отдел
	Обучающие материалы
	Курс лекций

**Курс лекций по дисциплине**  
**Основы бережливого производства**  
**специальности 27.02.07 «Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям)»**

**Челябинск, 2023 г.**

	Должность	Фамилия/Подпись	Дата
Разработал	Преподаватель	Шайбель Н.В.	
Проверил	Зам.директора по УМР	Манапова О.Н.	
Согласовал	Зам.директора по учебной работе	Занова Т.С.	
Версия: 01		Экземпляр № _____	С 1 из 154

	<b>Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Южно — Уральский государственный колледж</b>
	Учебно-методический отдел
	Обучающие материалы
	Курс лекций

ББК 74.57

**Шайбель Н.В.** Курс лекций для студентов по учебной дисциплине «Основы бережливого производства» для студентов специальности 27. 02. 07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям). - Издательский центр ГБПОУ ЮУГК. 2023. - 154 с.

Рассмотрено и одобрено на заседании ПЦК *Экономики и организации машиностроения*

Протокол от «28» августа 2023 г. № 1

Председатель ПЦК \_\_\_\_\_ Сидорина И.А.

Рекомендовано к изданию методическим советом ГБПОУ ЮУГК

Протокол от «14» сентября 2023 г. № 01

Учебная дисциплина «Основы бережливого производства» является обязательной частью социально – гуманитарного цикла по специальности 27. 02.07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям).

Курс лекций для студентов содержит информацию по теоретической подготовке студентов, основная задача которого заключается в раскрытии содержания учебной дисциплины, обеспечение студентов информацией по учебному курсу и управление их образовательной деятельностью.

Версия: 01	<i>Без подписи документ действителен 3 суток после распечатки. Дата и время распечатки:</i>	Экземпляр № 01	С 2 из 154
------------	---	----------------	------------

## Содержание

Введение	6
Тема 1.1 Введение в предмет	9
Тема 1.2 Понятие и сущность бережливого производства	15
Тема 1.3 Действия, добавляющие ценности и потери	24
Тема 1.3.1 Понятия: процесс, структура выполняемых операций, добавленная ценность и потери. Характеристика, их зависимости	24
Тема 1.4 Картирование потока создания ценности	37
Тема 1.4.1 Характеристика картирования потока ценности	37
Тема 1.4.2 Карта текущего и идеального состояния потока создания ценности	42
Тема 1.5 Методы принятия решений	49
Тема 1.5.1 Понятие «проблема», определение и формулирование проблемы	49
Тема 1.5.2 Технологии анализа проблем: листы наблюдения, техника 4W2H, метод «5 почему», метод «Дерево гипотез», диаграмма зависимостей	57
Тема 1.5.3 Диаграмма Исикавы, диаграмма Паретто	63
Тема 1.5.4 Методы статистического анализа	71
Тема 1.5.5 Выбор метода и инструмента для анализа проблем, выявленных в ходе картирования на фабрике процессов	80
Тема 1.6 Методы и инструменты бережливого производства	89
Тема 1.6.1 Рабочее пространство, стандарты предприятий по организации работ	89
Тема 1.6.2 Методики TPM, SMED и внутреннего качества	97
Тема 1.6.3 Канбан, поток единичных изделий	112
Тема 1.7 Технологии вовлечения и мотивации персонала	120
Тема 1.8 Фабрика процессов – учебная производственная площадка применения инструментов бережливого производства	127

Тема 1.8.1 Концепция управления	127
Тема 1.8.2 Повышение эффективности на предприятии	131
Тема 1.8.3 Качественные изменения и влияние на рост прибыли	136
Тема 1.8.4 «Фабрика процессов» и её эффективность	139
Литература	143
Приложения	144

## Введение

Изучение дисциплины «Основы бережливого производства» является обязательной частью подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 27. 02. 07 Управление качеством продукции, процессов и услуг (по отраслям).

В структуре ОПОП дисциплина относится к профессиональному циклу, объем теоретической подготовки которой составляет 40 часов или 83% всего объёма учебной дисциплины. В результате освоения курса теоретической подготовки студент должен знать:

- историю, принципы и философию бережливого производства;
- основы картирования потока создания ценностей;
- методы анализа и решения проблем;
- инструменты бережливого производства;
- технологии внедрения улучшений;
- технологии вовлечения персонала в процесс непрерывных улучшений;
- систему подачи предложений.

Бережливое производство направление менеджмента, обеспечивающее конкурентоспособность производства за счет выпуска продукции с высоким качеством (повышением ценности), минимальными затратами ресурсов (потерями). Идеология Лин подразумевает организацию бережливого производства, оптимизацию бизнес-процессов с максимальной ориентацией на рынок и учётом мотивации каждого работающего. Бережливое производство составляет основу новой философии и культуры менеджмента. Оно является прикладной формой нелинейного менеджмента, использующего принципы самоорганизации, эволюции и адаптации.

Изучение бережливого производства позволяет оптимизировать бизнес-процессы, совершенствовать управление проектами, сформировать производственный процесс, при котором потери будут устранены.

Теоретический курс дисциплины рассматривает основные понятия, принципы, методы и инструменты бережливого производства как подхода к повышению эффективности работы промышленных предприятий.

Цель создания курса лекций — оказать помощь студентам при овладении профессиональными знаниями по специальности, направленным на формирование следующих компетенций:

ПК 1.4. Осуществлять мониторинг соблюдения основных параметров технологических процессов на соответствие требованиям нормативных документов и технических условий

ПК 1.6. Оценивать соответствие готовой продукции, условий её хранения и транспортировки требованиям нормативных документов и технических условий

ПК 1.7. Осуществлять документационное сопровождение деятельности по техническому контролю качества продукции (работ, услуг)

ПК 3.1. Систематизировать данные о качестве продукции (услуг), причинах возникновения дефектов

ПК 3.2. Анализировать причины снижения качества продукции (работ, услуг) и формировать предложения по их устранению

ПК 3.3. Осуществлять анализ рекламаций и претензий к качеству продукции (работ, услуг)

ПК 3.4. Разработать мероприятия по предотвращению выпуска продукции (работ, услуг), не соответствующих требованиям технических регламентов, стандартов (технических условий), утвержденным образцам (эталонам) и технической документации, условиям поставок и договоров

ОК 02. Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации, и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 04. Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 07. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, применять знания об изменении климата, принципы бережливого производства, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

## Тема 1.1 Введение в предмет

*Содержание:*

1. *Цели, задачи и принципы бережливого производства*
2. *История возникновения бережливого производства*

### 1. Цели, задачи и принципы бережливого производства

В условиях постоянно усложнения инженерно-технических программ и роста наукоёмких изделий, возникает необходимость быстрого реагирования на возникшие запросы рынка путем эффективного управления процессами производства, поставки и поддержки своего продукта на рынке. Достигнуть этого можно грамотным применением различных инструментов современного менеджмента и системного подхода.

Обеспечение конкурентоспособности промышленности требует построения более рациональной структуры производства, повышения его технического уровня. Для этого предприятию необходимо изыскивать возможности приобрести новые и привести в действие нераскрытые внутренние резервы эффективной организации управления, более полно использовать все виды ресурсов, задействовать методы мотивации труда.

**Бережливое производство** – направление менеджмента, обеспечивающее конкурентоспособность предприятия за счет выпуска продукции (оказания услуг) в количестве, необходимом заказчику, с высоким качеством, минимальными затратами ресурсов и низкой себестоимостью.

Конечная цель бережливого производства – оптимизация бизнес – процессов с учетом мотивации сотрудников и ориентацией на рынок. Такая система может быть внедрена и в производство, и в управление проектами, и в реализацию товаров и услуг. Основная **цель** бережливого производства – формирование процесса при котором все потери будут устранены. **Задачи** бережливого производства базируются на принципах данного подхода.

Основными **принципами** бережливого производства являются:

1. *Определение ценности продукта* – понимание того, что является ценностью для потребителя. Ценность бережливого производства – это действия



компании, которые оплачиваются потребителем. Чтобы назвать действие ценным, оно призвано соответствовать таким *критериям* как быть необходимым для потребителя; изменять стандартную форму или функцию товара (услуги); совершаться без каких – либо ошибок с первого раза. В случае если какой-либо из критериев не соблюдается, такое действие не создаёт ценность.

2. *Определение условий устранения потерь* – анализ работы действующей системы производства и выявление потерь. Потери инициируют: перепроизводство; производственный брак; простои техники и работников; недоиспользование работников; излишнее перемещение товаров; излишние запасы продукции на складе; излишнюю обработку продукции. Практика выявляет, что в среднем во время производства совершается от 50 до 90 % действий, не приносящих никакой ценности.

3. *Обеспечение непрерывного потока создания ценности* продукта – создание производственного потока, обеспечивающего непрерывное движение от сырья до готовой продукции. Потoki могут быть *неоднородными*, что служит сигналом для выявления и устранения причин. Потoki товарно – материальных ценностей могут характеризоваться *перегруженностью*, что также признаётся негативным явлением, требующим устранения.

4. *Использование системы вытягивания продукта* – такая организация производства изделий, чтобы операции на предыдущей стадии выполнялись по запросу с последующей стадии обработки. Настоящий принцип предполагает планирование объёмов производства и соответственно этому – временные интервалы по обеспеченности для этого количеством сырья. При определенной (небольшой) величины запаса сырья руководству следует иметь необходимую информацию для того, чтобы этот запас пополнить. Настоящий принцип легко реализуется в информационных системах предприятий.

5. *Непрерывное совершенствование* – постоянное улучшение деятельности с целью увеличения ценности и уменьшения потерь, стремление к реализации рационализаторских предложений по оптимизации бизнес – процессов.

Принципы реализуются с помощью методов и инструментов. Методология

бережливого производства возникла в 1950–х годах, первоначально созданная для оптимизации логистики, производственных линий и использования сырья в цепочках создания продукции. К основным методам бережливого производства относятся:

- *система организации рабочего места* (система 5S) – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;

- *картирование потока создания ценности* – составление карт с описанием всех видов действий, выполняемых в ходе создания ценности продукта или семейства продуктов. Составляются карты текущего состояния процесса с указанием потерь. Затем разрабатываются карты будущего состояния с учетом применения мероприятий по снижению потерь;

- *организация единичного производственного потока* – метод работы, при котором станок или процесс (например, проектирование, принятие заказа или производство) обрабатывает не больше одного изделия одновременно;

- *визуальное управление и контроль* – способы и технические устройства, информирующие о том, как должна выполняться работа, или позволяющие оценить текущее состояние процесса – норма или отклонение;

- *система быстрой переработки оборудования* (SMED – Signale Minute Exchange of Dies) – правила и процедуры, позволяющие выполнять переналадку (например, смену пресс – форм) производственного оборудования за минимальное время;

- *система всеобщего обслуживания оборудования* (ТМР – Total Productive Maintenance) – комплекс мероприятий, направленных на то, чтобы технологическое оборудование постоянно находилось в работоспособном состоянии, обеспечивался выпуск качественной продукции, выполнялись требования безопасной работы, снижалось влияние на окружающую среду;

- *использование системы «точно вовремя»* (JIT – Just – in – taime) – система, обеспечивающая поставку предметов труда в требуемое время и в требуемом количестве по мере необходимости;

- *стандартизированная работа* – работа с применением документов

(стандартных операционных процедур) с точным описанием каждого действия для каждого процесса и исполнителя;

– *система бездефектного изготовления продукции* - использование методов и устройств, предотвращающих появление дефектов;

– *система непрерывного совершенствования* (кайдзен) – принципы и методы, обеспечивающие непрерывное, постоянное улучшение деятельности предприятия. Это одна из ключевых концепций менеджмента, в основе которой лежит непрерывное улучшение всех процессов производства.

Сегодня бережливое производство в большей степени касается оптимизации деятельности работников аппарата управления. Производители используют принципы бережливого производства для устранения отходов, оптимизации процессов, снижения затрат и стимулирования инноваций на нестабильном рынке.

## 2. История возникновения бережливого производства

Концепция бережливого производства начала формироваться в Японии после Второй мировой войны. Основателем концепции считается Тайити Оно, начавший работу в компании Toyota Motor Corporation в 1943 году.

В 1945 году Япония проиграла войну, и чтобы выжить в условиях экономического спада и остаться передовой державой, необходимо было применить серьёзные интеллектуальные усилия. В то время безусловным лидером автомобильной промышленности являлась Америка, которая десятилетиями снижала издержки за счет наращивания массовости производства и уменьшения номенклатуры выпускаемых автомобилей. Президент компании Toyota Motor Co Тойода Кийтиро постановил: «Необходимо догнать Америку за три года. В противном случае автомобильная промышленность Японии не выживет».

В середине 1950 – х годов, изучив опыт передовых мировых промышленных стран, он начал выстраивать систему организации производства, получившую название *Производственная система Toyota* (TPS – Toyota Production System). В процессе развития системы TPS японскими учеными и

специалистами были разработаны новые методы организации производства и обеспечения качества продукции. Значительный вклад в развитие теории бережливого производства внес Сигео Синго. Система TPS развивалась и совершенствовалась около 30 лет. Компания достигла успехов, сломав принятый во всем мире американский стереотип системы массового производства, организовав выпуск широкой номенклатуры моделей автомобилей небольшими партиями по совершенно новой, изобретенной сотрудниками Тойоты системе бережливого производства.

Производственная система Toyota описывает восемь типов отходов, которые могут быть полезной моделью для выявления отходов в организации, практикующей принципы бережливого производства (таблица 1).

Таблица 1

Типы отходов при производстве продукции

<b>Отходы перепроизводства</b>	<b>Производства свыше необходимого уровня</b>
Непроизводительные затраты времени	Простои техники и персонала (часто из – за несогласованности смежных процессов)
Отходы, связанные с перемещением сырья и продукции внутри предприятия	Перемещение товаров или материалов из одного места в другое без необходимости
Отходы, связанные с излишней переработкой продукции	Происходит, когда использование несовершенных средств производства приводит к необходимости излишней обработки изделия
Наличие избыточных запасов	Закупка материалов или производство продукции с опережением спроса
Производство бракованной продукции	Затраты труда и средств на проверку качества продукции и устранение дефектов
Простои работников	Недозагруженность одних работников, перегруженность других

Отходы процесса приводят к повышению себестоимости продукции и

снижению качества. Устранение отходов по всему потоку создания товаров и услуг, а не в отдельных точках, помогает производителям создать процессы, которые требуют меньше человеческих усилий, меньше места, меньше капитала и меньше времени для доставки продуктов и услуг, которые стоят дешевле и имеют меньше дефектов.

В 1980 – е года интерес к производственной системе TPS появился в США: американские автоконцерны столкнулись тогда с серьёзной конкуренцией на собственном рынке. Японские автомобили служили дольше и требовали меньше ремонта.

В западных странах концепция TPS получила название *Lean production*. Lean в переводе на русский означает тощий (худой, стройный). Термин Lean production был предложен Джоном Крафчиком, научным сотрудником Массачусетского института. В русскоязычной литературе и отечественными специалистами в области организации производства использовался термин Лин – технологии (Lean – технологии), экономное производство и др.

В Российской Федерации в настоящее время всё большее применение находит термин «бережливое производство».

Сначала опыт Toyota был сконцентрирован в отраслях с дискретным типом производства, прежде всего в автомобилестроении. Затем концепция была адаптирована к условиям непрерывного производства, позднее стала применяться в торговле, сфере услуг и даже коммунальном хозяйстве. Здравоохранении, Вооружённых силах и государственном секторе.

Используя опыт Toyota, развитые промышленные страны стали разрабатывать свои производственные системы. В США методы бережливого производства используются в автомобилестроении, авиастроении (производственная система Боинга – BPS) и других областях деятельности.

В отечественной литературе можно встретить различные переводы Lean production (lean manufacturing): «поджарное производство», «стройное производство», «малозатратное», «синхронное», «щадящее», «рачительное». Авторы термина «бережливое производство» Ю. П. Адлер и В. Л. Шпеер отмечают что практически все известные варианты имеют свои резоны и право

на существование.

Бережливое производство именно потому и называется бережливым что позволяет делать всё больше, а затрачивать при этом все меньше. Анализ подтверждает, что компании, руководствующиеся принципами бережливого производства, разрабатывают продукты на шесть месяцев быстрее и остаются на 35% ближе к плановым затратам, чем их конкуренты.

## **Тема 1.2 Понятие и сущность бережливого производства**

*Содержание:*

- 1. Концепция бережливого производства*
- 2. Ключевые понятия бережливого производства*
- 3. Сравнение традиционного подхода и бережливого производства*
- 4. Серия ГОСТ Р «Бережливого производства»*

### **1. Концепция бережливого производства**

Бережливое производство – концепция управления производственным предприятием, которая основана на постоянном стремлении предприятия к устранению всех видов потерь.

Вне зависимости от сферы применения бережливое производство дает возможность добиваться большей продуктивности работы при меньших потерях. Однако стоит отметить, что данная система должна быть адаптирована к условиям определённого предприятия.

*Бережливое производство* – система организации и управления разработкой продукции, операциями, взаимоотношениями с поставщиками и клиентами, при которой продукция изготавливается в точном соответствии с запросами потребителей и с меньшим числом дефектов по сравнению с продукцией, сделанной по технологии массового производства. При этом сокращаются затраты труда, пространства, капитала и времени.

В условиях рыночной экономики предприятия, имеющие минимальные издержки производства, являются наиболее конкурентоспособными, из – за чего

бережливое производство – актуальная цель любого предприятия. Первыми в условиях России начали внедрять бережливое производство, главным образом крупные промышленные компании, такие как КамАЗ, «Группа ГАЗ», ВСМПО-АВИССМА, «Русал», «ЕвразХолдинг», «Еврохим» и др.

Философия бережливого производства основана на представлении бизнеса как потока создания ценности для потребителя, гибкости, выявлении и сокращении потерь, постоянном улучшении всех видов деятельности на всех уровнях организации, вовлечении и развитии персонала с целью повышения удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон.

Данная философия придаёт большое значение ценностям, представленным как организационная основа концепции, на которую опираются принципы бережливого производства.

Модель материального бережливого производства предусматривает внедрение концепции, основанной на принципах, целевых установках и инструментах бережливого производства (рисунок 1).



Рисунок 1 Модель системы материального бережливого производства

Рассмотрим ключевые цели бережливого материального производства в виде схемы, представленной на рисунке 2.

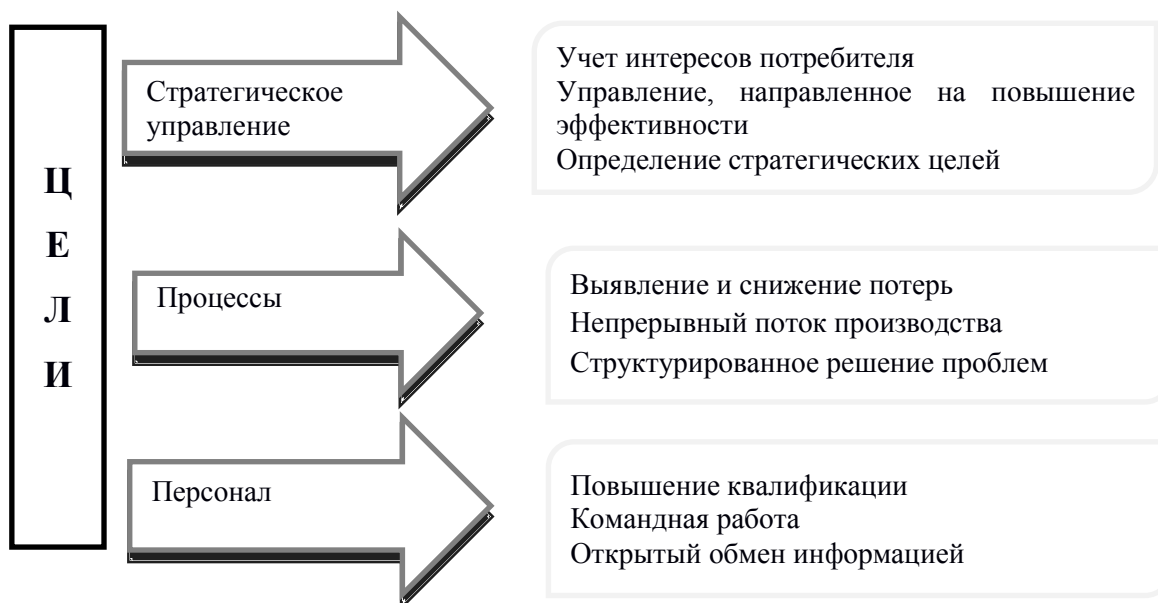


Рисунок 2 Ключевые цели бережливого материального производства

В материальном производстве на начальных этапах внедрения масштаб поиска потерь, как правило, ограничивают плотным производственным участком. Для поиска потерь на пилотных участках привлекают такие инструменты, как проведение 5S – акции и картирование потока создания ценности (рассматриваются ниже).

Ценность следует различать с точки зрения потребителя, выраженную через полезность, ценности организационные, установленные и сформулированные для организации, её собственников, менеджмента и работников.

Основными организационными ценностями Бережливого производства являются:

- безопасность;
- ценность для потребителя (в том числе качество продукции);
- клиентоориентированность;
- сокращение потерь;
- время как основной невоспроизводимый ресурс;
- человеческий ресурс как основной источник создания ценности для потребителя.

Суть *lean – технологии* (или технологии бережливого производства) –



сокращение издержек при сохранении устойчивого роста производства. Иными словами, за счёт умелой организации производства можно производить лучшую продукцию за меньшее время, затрачивая при этом меньше усилий и ресурсов. Основной инструмент – сокращение потерь на каждом этапе производства.

Концепции совершенства бережливого производства направлены на:

- получение устойчиво выдающихся результатов;
- достижение успеха благодаря таланту людей;
- гибкое управление;
- создание добавленной ценности для потребителей;
- создание устойчивого будущего;
- развитие организационных возможностей;
- использование творчества и инноваций.

Для того, чтобы внедрить бережливое производство, важно понимать принципы этой системы. Принципы бережливого производства поощряют создание лучшего потока в рабочих процессах и развитие культуры постоянного улучшения.

Внедрение и применение концепции «бережливого производства» позволяет:

- снизить стоимость продукции на 50%;
- сократить продолжительность производственного цикла на 50%;
- сократить трудозатраты на 50% при одновременном сохранение или повышении производительности;
- увеличить производственные мощности на 50% при же площадях;
- сократить складские запасы на 80%;
- повысить качество продукции;
- увеличить прибыль;
- создать гибкую производственную систему, позволяющую быстро реагировать на изменение запросов потребителей.

## 2. Ключевые понятия бережливого производства (ГОСТ Р 56407)

Принципы бережливого производства (рассмотренные выше) реализуются с помощью соответствующих методов и инструментов.

К методам бережливого производства относятся:

- *система организации рабочего места* (система 5S) – система наведения порядка, чистоты и укрепления дисциплины на рабочем месте;

- *картирование потока создания ценности* – составление карт с описанием всех видов действий, выполняемых в ходе создания ценности продукта или семейства продуктов. Составляются карты текущего состояния процесса с указанием потерь. Затем разрабатываются карты будущего состояния с учётом применения мероприятий по снижению потерь;

- *организация единичного производственного потока* – метод работы, при котором станок или процесс (например, проектирование, принятие заказа или производство) обрабатывает не больше одного изделия одновременно;

- *визуальное управление и контроль* – способы и технические устройства, информирующие о том, как должна выполняться работа, или позволяющие оценить текущее состояние процесса – норма или отклонение;

- *система быстрой переналадки оборудования* (SMED – Single Minute Exchange of Dies) – правила и процедуры, позволяющие выполнить переналадку (например, смену пресс-форм) производственного оборудования за минимальное время;

- *система всеобщего обслуживания оборудования* (TPM – Total Productive Maintenance) – комплекс мероприятий, направленных на то, чтобы технологическое оборудование постоянно находилось в работоспособном состоянии, обеспечивался выпуск качественной продукции, выполнялись требования безопасной работы, снижалось влияние на окружающую среду;

- *система «точно вовремя»* (JIT – Just – in – time) – система, обеспечивающая поставку предметов труда в требуемое время и в необходимом количестве по мере надобности;

- *стандартизированная работа* – работа с применением документов (стандартных операционных процедур) с точным описанием каждого действия

для каждого процесса и исполнителя;

– *система бездефектного изготовления продукции* – использование методов и устройств, предотвращающих появление дефектов;

– *система непрерывного совершенствования* (kaizen – кайдзен) – принципы и методы, обеспечивающие непрерывное, постоянное улучшение деятельности предприятия.

**Инструментами бережливого производства являются:**

- доски с информацией;
- использование красных ярлычков;
- подвесные знаки;
- звуковая/ световая сигнализация;
- карточки Канбан;
- пять вопросов «Почему?» и один «Как?»;
- листок «Урок по одному вопросу»;
- технические устройства «защиты от ошибок» (различного рода контрольные, блокирующие, диагностирующие и иные системы);
- таблицы, например, «Таблица анализа перепроизводства»;
- схемы, например, «Схема технологического процесса»;
- карты, например, «Карта технологического процесса», карта потока создания ценности, диаграмма «спагетти» и др.

Ключевые понятия курса «Бережливое производство» представлены в приложении 1.

### 3. Сравнение традиционного подхода и бережливого производства

Лин – мышление, или «бережливое» мышление (Lean Thinking), – это привычки сотрудников, приносящие пользу компании в долгосрочной перспективе. И это, безусловно, одна из ключевых компетенций будущего.

Чтобы понять, чем отличается «бережливое» мышление от традиционного, рассмотрим разные ситуации. Традиционно руководители ставят сотрудникам бизнес – цели и говорят, что выполнять пошагово. При бережливом мышлении –

каждый сотрудник сам понимает, как его работа соответствует и влияет на достижение целей организации, и проявляет инициативу. Или другой пример: традиционно, когда что – то идёт не так, сотрудники быстро исправляют возникший инцидент, чтобы работа двигалась дальше. При бережливом мышлении – менеджеры не корректируют видимые симптомы, а выявляют, понимают и исправляют системную причину проблемы.

Когда каждый инструмент бережливого производства становится неотъемлемой частью каждодневной работы, тогда развивается Лин – мышление.

Лин – мышление, или «бережливое» мышление – это привычки сотрудников, приносящие пользу компании в долгосрочной перспективе. И это, безусловно, одна из ключевых компетенций будущего.

Вектор мышления руководителя и сотрудников определяет эффективность бизнеса. Между лин – мышлением и лин – культурой можно поставить знак «равно» – это эффективная рабочая среда где применяются инструменты бережливого производства.

В организации привычка Лин – мышления формируется долго. Нововведение внедряется первые два года, через 3 – 4 года оно становится методикой, а после 5 лет – переходит в привычку. Когда в бизнес – процессы внедряется новый инструмент, необходимо информировать и обучать сотрудников компании. Лин – специалисты часто используют метод визуализации «было – стало», чтобы показать эффект применения инструментов бережливого производства.

Итак, формирование Лин – мышления – это последовательные, терпеливые и настойчивые шаги. На то, чтобы произошла глубокая трансформация культуры, уходит 3 – 4 года. Персонал организации начинает к этому времени использовать Лин – инструменты без напоминаний и контрольных мероприятий.

Основные ценности Lean – мышления:

1. Ликвидирование потерь. Главная задача выявить работы, не создающие ценность, и избавиться от них.

2. Усиление обучения. Чем бы вы ни занимались и сколько бы вы ни работали в той или иной сфере, всегда есть простор для роста, улучшайте свою

работу.

3. Принятие решения как можно позже. Все важные решения по проекту принимать только тогда, когда обладаете достаточным максимумом информации о нём, - то есть в последний ответственный момент.

4. Доставка ценностей как можно раньше. Анализируйте реальную стоимость задержек и минимизируйте её при помощи системы вытягивания и очередей.

5. Раскрепощение команды. Сформируйте целенаправленную и эффективную рабочую среду и объедините энергичных людей, поскольку создание качественных и ценных продуктов возможно в коллективе, участники которого доверяют друг другу.

6. Стремление к целостности. Поставьте себя на место клиента и постарайтесь удовлетворить свои потребности.

7. Слежение за общей картиной. Постарайтесь досконально разобраться в той работе, которая выполняется у вас в проекте. Примените правильные методы измерения, чтобы убедиться, что вы действительно видите все мельчайшие детали.

#### 4. Серия ГОСТ Р «Бережливого производства»

Согласно ГОСТ Р 56020 – 2014, бережливое производство – направление менеджмент, обеспечивающее конкурентоспособность предприятия за счет выпуска продукции (оказания услуг) в количестве, необходимом заказчику, с высоким качеством, минимальными затратами ресурсов и низкой себестоимостью.

Серия ГОСТ Р по бережливому производству объединяет в себе следующие компоненты:

1. ГОСТ Р 56020 «Бережливое производство. Основные положения и словарь».

2. ГОСТ Р 56404 «Бережливое производство. Требования к системам менеджмента».

3. ГОСТ Р 56405 «Бережливое производство. Процесс сертификации

систем менеджмента. Процедура оценки».

4. ГОСТ Р 56406 «Бережливое производство. Аудит. Вопросы для оценки системы менеджмента».

5. ГОСТ Р 56407 «Бережливое производство. Основные методы и инструменты».

6. ГОСТ Р 56906 «Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S)».

7. ГОСТ Р 56907 «Бережливое производство. Визуализация».

8. ГОСТ Р 56908 «Бережливое производство. Стандартизация работы».

9. ГОСТ Р 57522 «Бережливое производство. Руководство по интегрированной системе».

10. ГОСТ Р 57523 «Бережливое производство. Руководство по системе подготовки персонала».

11. ГОСТ Р 57524 «Бережливое производство. Поток создания ценности».

12. ГОСТ Р 58524 «Бережливое производство. Особые требования по применению бережливого производства в организациях и цепях поставок автомобильной промышленности».

13. ГОСТ Р 58581 «Бережливое производство. Особые требования по применению бережливого производства в авиационной промышленности и организациях, производящих соответствующие запасные части».

14. ГОСТ Р 58589 «Бережливое производство. Особые требования по применению бережливого производства в судостроительной промышленности».

15. ГОСТ Р 59017 «Бережливое производство. Руководство по применению требований ГОСТ Р 56404 в интегрированных структурах»

16. ГОСТ Р 59018 «Бережливое производство. Руководство по применению требований ГОСТ Р 56404 в цепи поставок».

Стандарт ГОСТ Р 56404 структурирован таким образом, чтобы его интегрировать в существующую в организации систему менеджмента с целью удовлетворения и предвосхищения требований и ожиданий потребителей. Кроме того, стандарт совместим с иными стандартами, такими как ISO 9001

(требования к СМК); ISO 14001 (требования к системам экологического менеджмента); ISO 45001 (требования к СМК в области профессиональной безопасности и охраны труда); IQNet SR 10 (требования к системам менеджмента социальной ответственности).

### **Тема 1.3 Действия, добавляющие ценность**

#### **Тема 1.3.1 Понятия: процесс, структура выполняемых операций, добавленная ценность и потери. Характеристика, их зависимости**

*Содержание:*

1. *Клиентоцентричность и поточность*
2. *Процессный подход*
3. *Структура выполняемых операций: добавленная ценность, потери 1 и 2 рода*
4. *Влияние потерь на себестоимость производства продукции / оказание услуг*

#### **1. Клиентоцентричность и поточность**

Клиентоцентричность – это бизнес-стратегия, основанная на удовлетворении индивидуальных потребностей клиентов. Стратегия основывается на долгих отношениях с каждым клиентом. Для этого маркетинг строится вокруг пользы для покупателя. Новые решения разрабатываются с учетом интересов клиентов и после обработки обратной связи.

*Делать больше, чем от вас ждут.* Когда товар просто соответствует ожиданиям, это воспринимается как норма. Но стоит немного перейти на эту грань и у вас появится верный адвокат вашего бренда, который будет рассказывать о пользе вашего продукта друзьям и знакомым.

*Индивидуальный подход.* Каждый из нас любит быть в центре внимания, особенно в центре внимания большой компании. Пусть даже в рамках реализуемой маркетинговой стратегии.

*Добросовестность, иначе говоря честность.* Все любят открытый подход,

но не все умеют его применять.

*Эмпатия.* Поставить себя на место клиента, чтобы предложить настоящему хороший сервис. Вовремя проявить сопереживание проблеме и постараться вместе с ней разобраться.

*Обратная связь.* Любое обращение должно быть обработано до конца, а значит возникает необходимость получить отзыв от клиента в любой удобной для него форме.

Формирование лояльного потребителя – важнейшая задача системы управления предприятием. Лояльность – это положительная оценка продукции компании и позитивное её восприятие. Лояльный клиент не просто будет постоянным потребителем продукции предприятия, но и будет рекомендовать её своему окружению.

## 2. Процессный подход

Вся концепция бережливого производства основана на создании ценностей и минимизации потерь. Один из важных инструментов создания ценности в бережливом производстве звучит так: «поток создания ценности» (Value Stream). Это процесс преобразования продукции, например, от сырья до готовой продукции, согласно требованиям потребителей; от получения заказа до его выполнения; от разработки концепции новой продукции до выпуска опытной партии. Поток создания ценности включает деятельность как добавляющую, так и не добавляющую ценность. Работы, не создающие ценность, – это работы, не преобразующие части и материалы в готовые изделия.

Перед тем как рассматривать вопрос управления потоком, рассмотрим понятие процесс, поскольку желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

Понятие «процессный подход» появилось в 70 – е годы прошлого века. Процессным подходом называется применение для управления деятельностью и ресурсами организации системы взаимосвязанных процессов.

Основу процессного подхода к управлению составляет устойчивая, целенаправленная совокупность взаимосвязанных видов деятельности



организации, которая по определённой технологии преобразует входы (ресурсы) в выходы (результат процесса, продукт, услуга), представляющие ценность для потребителя.

**Процесс** – совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы.

На входе могут быть различные ресурсы: материалы, оборудование, документация, различная информация, финансовые, трудовые ресурсы пр. На выходе процесса – продукция как результат преобразования или набора преобразований.

Идеи такой обобщенной схемы были высказаны в середине прошлого века Н. Винером в связи с созданием кибернетики. Он предложил назвать схему процесса моделью «черного ящика», представлять её следующим образом:



Рисунок 3 Модель процесса

В рамках процессного подхода любое предприятие рассматривается как система, которая представляет собой связанное множество бизнес – процессов, конечными целями которых являются выпуск продукции (оказание услуг).

За счет того, что процессный подход создает горизонтальные связи в работе организации, он позволяет получить ряд преимуществ, в сравнении с функциональным подходом.

Преобразования происходят в так называемом «черном ящике». В TQM указывается четыре основные категории преобразований:

- 1) физические преобразования (сборка узла);
- 2) преобразования места расположения (доставка товара);
- 3) экономические преобразования (снятие денег с персонального счета);
- 4) информационные (ежемесячный отчет руководителю).

Требования к процессу прежде всего относятся к таким аспектам, как результативность и эффективность.

*Результативность* – степень реализации запланированной деятельности

или достижения запланированных результатов.

*Эффективность* – связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами.

Процессы можно классифицировать по степени детализации и их роли (значимости).

Исходя из степени детализации, различают макропроцессы (нулевой уровень), субпроцессы (первый уровень), микропроцессы (второй уровень), шаги (третий уровень), операции (четвертый уровень).

Моделирование процессов по уровням помогает определить поставщика и потребителя, выявить требуемые ресурсы и описать преобразования, происходящие в процессе, которые приводят к некому результату.

Пример карты процесса по переработке вторсырья согласно требованиям ISO может быть представлен в виде блок-схемы (рисунок 4).

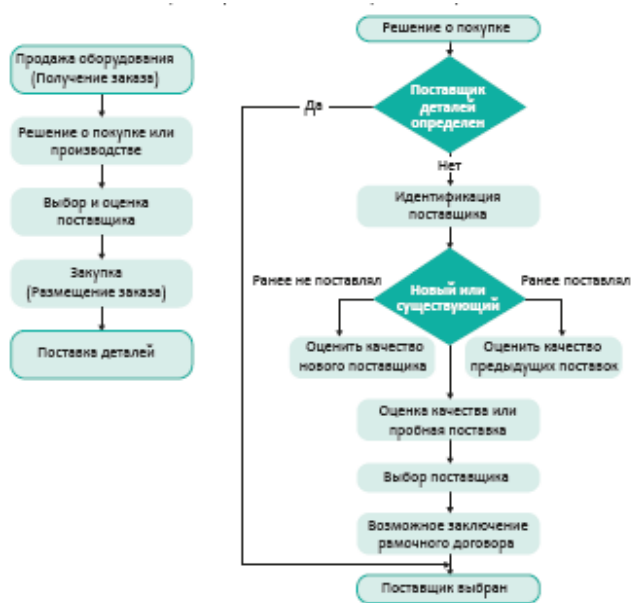


Рисунок 4 Схема процесса

Исходя из роли процессы можно разделить на основные и вспомогательные.

Требования СМК (правила) к составлению процессов:

*Во – первых*, следует идентифицировать (определить) перечень процессов и установить их последовательность. Описание процессов необходимо для того, чтобы знать объекты управления и проанализировать, не стоит ли процесс «как есть» преобразовать в другой, более эффективный.

*Во – вторых*, необходимо стремиться свести к минимуму процессы, не добавляющие ценности конечному продукту.

*В – третьих*, каждый процесс должен иметь своего владельца.

Владелец процесса должен:

- согласовать входные и выходные требования в интерфейс (совокупность средств и правил, обеспечивающих логическое и физическое взаимодействие входа и выхода процесса с внешней средой) процесса;

- нести ответственность за корректировку возможных недостатков и возникшие проблемы;

- содействовать разрешению возникших проблем;

- предусмотреть возможность для исполнителей вносить изменения в операции, способствующие улучшению процесса и соответственно качество его продукта.

*В – четвертых* при введении новых процессов необходимо осуществлять их проверку.

*В – пятых*, необходимо документировать процессы. Если последовательность отработана, то она должна быть формализована, а затем задокументирована.

### 3 Структура выполняемых операций

Рассматривая вопрос структуры операций возникает необходимость изучить производственные системы, остановиться на ключевых понятиях данного вопроса:

**Системой** называют совокупность взаимосвязанных элементов, предназначенную для достижения цели; поскольку система находится во взаимодействии с внешней средой, то её определяют, как совокупность всех объектов, изменение свойств которых влияет на систему, а также тех объектов, чьи свойства меняются в результате поведения системы.

Производственная система машиностроения представляет собой комплекс для изготовления различного рода изделий из различных материалов. При этом он связывает между собой работу различного вида оборудования (основного и

вспомогательного), а также работу различных по квалификации рабочих, инженерно-технического персонала, обеспечивающих работу и управление этих систем.

**Производственная система** представляет собой обособившуюся в результате общественного разделения труда часть производственного процесса, способную самостоятельно или во взаимодействии с другими аналогичными системами удовлетворять те или иные нужды, потребности и запросы потенциальных потребителей с помощью производимых этой системой товаров и услуг. ПС должна быть приспособлена к длительному удовлетворению покупательского спроса.

Производственная система, как правило, состоит из шести разнородных производственных структур:

1. Основное производство, которое осуществляется в заготовительном, обрабатывающем и сборочном цехах.

2. Вспомогательное производство, которое осуществляется в инструментальном, ремонтном цехах, а также в цехах создания средств автоматизации и механизации.

3. Обеспечивающее производство: службы снабжения и сбыта, а также службы энергоснабжения.

4. Структура управления: службы управления и диспетчирования.

5. Технические службы, включающие подразделения главного метролога, механика, технолога.

6. Планово-экономические структуры.

В состав ПС любого уровня иерархии (предприятие, цех, участок, рабочее место) традиционно включают следующие ресурсы:

- технические ресурсы (оборудование, инвентарь, материалы);
- технологические ресурсы (технологические процессы, научные, конкурентоспособные идеи);
- кадровые ресурсы;
- пространственные ресурсы (производственные помещения, территория предприятия, коммуникации);

- ресурсы организационной структуры (гибкость и скорость управляющей системы);
- информационные ресурсы (характер информации, способность расширения, повышение достоверности);
- финансовые ресурсы (состояние активов, ликвидность, наличие кредитных линий).

Производственный процесс – это совокупность всех действий людей и орудий производства, связанных с переработкой сырья и полуфабрикатов в заготовки, готовые детали, узлы и готовые изделия на данном предприятии.

Производственный процесс предприятия включает в себя получение и хранение материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, изготовление заготовок деталей, различного вида обработки заготовок (механическую, пластическое деформирование и др.), транспортирование в процессе производства заготовок и деталей, сборочных единиц, их хранение на складах, технический контроль, сборка, испытание, регулировка и окраска.

**Предприятие** представляет собой *производственную систему*, как *структура* организация характеризуется рядом основополагающих признаков: наличие *цели*, наличие в ней некоторого числа участников, обеспечивающих достижение целей, наличие внутреннего координационного центра, принцип саморегулирования и принцип обособленности, наличие границ, отделяющих её от внешнего окружения и принцип организационной культуры, что отличает данную организацию от других.

Производственная и экономическая деятельность определяет суть процесса функционирования каждого производственного подразделения предприятия. А производство выступает как центральное ядро (сердцевина) производственного подразделения, созданное на основе рационального сочетания во времени и пространстве средств, предметов и самого труда, обеспечивающее его эффективное функционирование.

Производственные подразделения машиностроительного предприятия, специализированные на выполнении литейных, кузнечных работ (заготовительная фаза производственного процесса), работ по механической,

термической и другим видам обработки деталей (обрабатывающая фаза), а также работ по сборке изделий образуют *основное производство* на предприятии и отдельно в каждом его подразделении. На машиностроительных предприятиях к основному производству относятся заготовительные, обрабатывающие и сборочные цехи.

Производственные подразделения (цехи) основного производства связаны и взаимодействуют с инструментальными, ремонтно-механическими и энергетическими цехами вспомогательного производства.

Работа производственных подразделений (цехов) организуется на основе соответствующей подготовки, которая выражается в обеспечении их чертежами, технологией обработки деталей, сборке изделий, инструментами, приспособлениями, специалистами. Извне цехи обеспечиваются сырьём, материалами, заготовками, комплектующими изделиями, которые накапливаются и хранятся на соответствующих складах.

Движение этих предметов труда внутри цехов между ними образуют производственные потоки, которые организуются в соответствии с типом, особенностями и масштабом производства в каждом из них. При этом выдерживаются маршруты движения различных потоков, согласованные во времени и пространстве на основе закономерностей организации машиностроительного производства. Цехи и маршруты движения предметов труда, как основные составные части организованного производства на предприятии, позволяют реализовать *производственный процесс, представляющий собой совокупность последовательно выполняемых операций по обработке деталей и сборке изделий.*

Технологический процесс – основная и важнейшая часть производственного процесса, непосредственно связанная с изменением размеров, геометрической формы или физико-химических свойств предметов труда.

Технологическая операция – элементарная часть производственного процесса, выполняемая на одном рабочем месте (станке, стенде, агрегате и т.п.) без переналадки оборудования над одним или несколькими изделиями одним или несколькими рабочими (бригадой). Операции бывают ручными, машинно-

ручными, машинными, автоматическими и аппаратурными.

**Операция** (Activity) – вид деятельности, выполняемый в рамках какой – либо организации. Описание операций, выполняемой в организации и использующей ресурсы.

**Операция, не добавляющая ценность** (Non-value-added activity) – операция, про которую известно, что она не вносит вклада в потребительскую ценность, а также операция, которая может быть ликвидирована без снижения качества или уменьшения количества выпускаемой продукции.

**Операции, не увеличивающие ценности** – шаги/задачи в бизнес-процессе, не создающие дополнительной ценности для внешнего клиента (переделка, передача/транспортировка, проверка/контроль, ожидание/отсрочки и т.д) и не соответствующие всем критериям создания добавленной стоимости.

**Операции, способствующие увеличению ценности** – шаги/задачи в бизнес-процессе, способствующие дальнейшему продвижению работы и добавляющие ценность для клиента, но не соответствующие всем трем критериям получения добавленной стоимости; в любом случае их необходимо изучать с точки зрения затрат времени и оптимальной операции.

**Операции, увеличивающие ценность** – шаги/задачи в бизнес-процессе, соответствующие всем трем критериям определения ценности, как её воспринимает внешний клиент: 1) для клиента это имеет значение; 2) вещь, проходящая через бизнес-процесс, изменяется; 3) шаг выполнен правильно с первого раза.

Самым главным врагом бережливого производства являются потери – действия, на которые расходуются как временные, так и материальные ресурсы, но которые не добавляют **ценности** товару или услуге для потребителя.

Цели бережливого производства достигаются за счет **снижения** или **устранения потерь** в процессе производства изделий.

Потерями считаются все действия, что не создают **ценности** для потребителя. При изготовлении продукции ценность для потребителя создаётся только непосредственно при **обработке** и **сборке** изделий, все остальные действия, например, хранение, транспортировка и другие, снижают ценность. На

японском языке потери называются словом «*муда*». Итак, ценность создается производителем, а определяется потребителем.

Причем все потери делят на две категории. Потери первого порядка (1 рода) – это то, от чего просто нельзя избавиться. Например, транспортировка, оформление документов. Их невозможно удалить из процесса, но необходимо сокращать.

Потери второго порядка (2 рода) устранимы. К таким потерям относят ожидания, запасы, брак и т.п.

Кроме того, имеются еще две разновидности потерь, которые называют «мури» и «мура».



Рисунок 5 Потери три «М»

*Мури (muri)* – напряженность работы; означает напряженные условия как для сотрудников и оборудования, так и для процессов. Мури заставляет работать на пределе возможностей. Перегрузка людей угрожает их безопасности и вызывает проблемы с качеством продукции. Перегрузка оборудования ведет к сбоям и поломкам.

*Мура (mura)* – «неравномерность работы»; появляется тогда, когда нарушается ритм работы, поступления деталей или нарушается профессиональный график.

Муда, мура и мури во многих случаях взаимосвязаны и устранение одного вида потерь ведет к устранению других видов. Как правило, корень проблем – это мура, так как неравномерность приводит к перегрузке мури, которая в свою очередь порождает множество других потерь.

Мы привыкли рассматривать производственные потери как нечто, что



приводит к убытку. В принципе, это верно, но недостаточно для организации бережливого производства. Разобраться с понятиями потерь в бережливом производстве помогает пример, представленный на рисунке:



Рисунок 6 Потери

Потери можно найти в любом процессе, будь то производство, оказание услуг различного характера или здравоохранение. Для того чтобы устранить потери, необходимо уметь их распознавать и знать способы борьбы с ними.

Тайити Оно, исполнительный директор Toyota, будучи самым ярким борцом с потерями, установил семь видов муда (потерь), позже Джеффри Лайкер добавил восьмой вид потерь:

1. Перепроизводство – преждевременное или избыточное производство продукции, превышающее количество, требуемое на следующем этапе процесса производства. Это наиболее распространённый вид потерь, причины возникновения которых не изученность спроса, отсутствие быстрой переналадки.

*Пример:* изготовление большого количества продукции, изготовление лишних копий документов, отчётов, длительные и регулярные планёрки или собрания.

2. Потери при транспортировке – излишняя транспортировка материалов, полуфабрикатов и готовой продукции. Причины возникновения: нерациональное использование производственных площадей, излишние промежуточные зоны хранения, неудобное размещение оборудования. *Пример:* расположение склада запчастей и производства на большом расстоянии друг от друга.

3. Излишнее движение – любое перемещение или движение работников, инструмента или оборудования, хаотичность в организации работы,

которое не добавляет ценности конечному продукту. Причины возникновения: нерациональная организация рабочего пространства, отсутствие стандартов работы, отсутствие визуализации, нарушение трудовой дисциплины. *Пример:* поиск необходимого для работы инструмента по всему участку, незнание зон ответственности сотрудниками, как следствие, хождение и выяснение, кто должен выполнять ту или иную операцию, отсутствие визуальных стандартов, которые облегчают поиск необходимых инструментов и материалов.

4. Ожидание – перерывы в работе, вызванные недостатком трудовых ресурсов, материальных ресурсов или информации, простой оборудования в ходе неравномерной загрузки, отсутствие необходимых материалов. Причины: нарушение в логистической системе производства, поломка оборудования, отсутствие указаний руководства, отсутствие планирования. *Пример:* простой оборудования на определённом этапе, пока не будет закончена обработка на предыдущем этапе, ожидание сотрудника, пока будет дано ему указание выполнить ту или иную работу.

5. Дополнительная (излишняя) обработка – это потери, которые возникают в результате производства продукции или оказания услуги с теми качествами, которые потребителю не нужны, и он не готов за них платить. Причины возникновения: неизученный спрос или недостаток входящей информации. *Пример:* пульт для телевизора с набором дополнительных функций, которые не нужны потребителю; изготовление множества копий документов, когда необходима только одна.

6. Излишние запасы – избыточное поступление сырья и материалов в процессе производства. Излишние запасы замораживают в себе деньги. При этом виде потерь вскрываются проблемы планирования производства и неравномерность процессов. Причины возникновения: не учитывается спрос на продукцию, что ведёт к излишним запасам готовой продукции, плохо отлаженные связи с поставщиками материалов, неравномерность производства. *Пример:* хранение большого объёма материалов, которое необходимо для производства в течение полугода, при этом не учитывается стоимость обслуживания склада, выпуск ёлочных игрушек в количестве, превышающем

сезонный спрос, а затаривание склада, ведёт к росту издержек.

7. Дефектный продукт – продукция, требующая проверки, сортировки, изменения сортности, утилизации, переработки. Причины возникновения: отсутствие должного контроля на разных этапах производственного процесса, неиспользование системы «защита от дурака» (Пока-йоке), несоответствие квалификации работника выполняемым функциям или проблемы с оборудованием. *Пример:* при позднем выявлении сбоя оборудования производится некоторое количество бракованных изделий, неквалифицированный работник сделал неверные расчеты в отчёте.

8. Люди (неиспользованный человеческий потенциал) – неполное использование человеческих умственных, творческих способностей и опыта, нарушение дисциплины и др. Данные потери возникают, когда от сотрудника ждут исключительно выполнения рутинных операций, руководитель не прислушивается к подчинённым, если любая деятельность жестко регламентируется внутренними стандартами, правилами или должностными обязанностями. Причины возникновения: неэффективно выстроенная система мотивации, конкуренция среди персонала, излишний контроль со стороны руководства, отсутствие мотивации за проявление инициативы. *Пример:* выполнение сотрудниками непрофильных заданий за нескольких сотрудников, а также обучение сотрудника тому, что ему не потребуются в работе вообще или в ближайшее время.

Если в процессе присутствует одна или все потери, то процесс неэффективен.

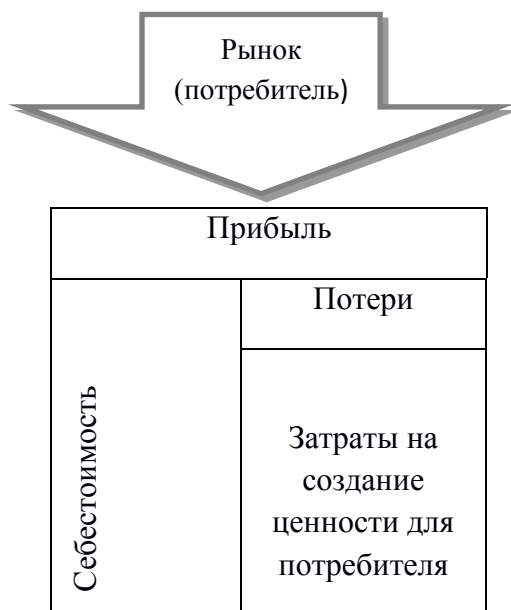
4. Влияние потерь на себестоимость производства продукции / оказания услуг

Любой менеджер знает, что цена продукции рассчитывается по формуле:

$$\text{Цена} = \text{Себестоимость} + \text{Прибыль} \quad (1)$$

Это аксиома для традиционного (массового) производства. При таком производстве потери жестко встроены в себестоимость, и увеличение прибыли возможно только за счет роста цены продукции. В массовом производстве улучшение качества предполагает рост затрат на создание ценности для

потребителя, что приводит к росту цены товара.



$$\text{Себестоимость} = \text{Затраты на создание ценности} + \text{Потери}$$

$$\text{Цена} = \text{Себестоимость} + \text{Прибыль}$$

$$\text{Снижение потерь} = \text{Увеличение прибыли}$$

Рисунок 7 Взгляд на прибыль при массовом производстве

В концепции бережливого производства главным объектом в улучшении качества становятся потери, их систематическое уменьшение и даже устранение. Поэтому при заданной цене на продукцию, уменьшение затрат ведет к росту прибыли, а, следовательно, и к росту эффективности производства.

$$\text{Оптимизация затрат} = \text{устранение потерь} \quad (2)$$

Новая философия бережливого производства определяет формулу:

$$\text{Прибыль} = \text{Цена} - \text{Себестоимость} \quad (3)$$

Следовательно, увеличение прибыли предприятия без увеличения цены продажи может произойти только за счет снижения потерь, которые не приносят прибыль.

## Тема 1.4 Картирование потока создания ценности

### Тема 1.4.1 Характеристика картирования потока ценности

Содержание:

1. Понятие и принципы картирования потока создания ценности

2. *Инструменты картирования потока создания ценности*

3. *VSM*

1. Понятие и принципы картирования потока создания ценности

Дэниел Джонс и Джеймс Вумек в работе «Бережливое производство» определяют пять основных принципов бережливого производства, которые и являются общим описанием концепции Lean Production.

1. Отправная точка бережливого мышления – это ценность, которая определяется конечным потребителем.

2. Определение потока создания ценности. Действия, составляющие поток создания ценности, как правило, делят на три категории: действия, непосредственно создающие ценность; действия, не создающие ценность, но неизбежные в силу ряда причин (проверка качества технологии изготовления продукта); действия, не создающие ценность, которые можно немедленно исключить из процесса.

3. Организация движения потока – достижение того, чтобы организационный поток создания ценностей в соответствии с картой потока с устраненными лишними этапами пришел в движение и давал эффект.

4. Вытягивание продукта – значительное сокращение времени между разработкой концепции и выпуском изделия, между продажей и доставкой, между получением сырья и вручением готового товара потребителю.

5. Совершенство – процесс улучшения может быть бесконечным, но не быть несбыточным.

Основная идея бережливого производства заключается в том, что любое действие на предприятии проверяется на предмет создания ценности для потребителя. А одна из главных целей системы – снижение издержек, управление производственным предприятием, основанное на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь.

Основные методы и инструменты бережливого производства рассмотрены в ГОСТ Р 56407 – 2015. Их можно использовать как угодно: вместе, по отдельности, комбинируя между собой или соблюдая очередность. На выбор

инструментов непосредственно влияют цели предприятия и проблемы, которые необходимо устранить.

**Картирование потока создания ценности** – метод, который позволяет наглядно представить поток создания ценности, его характеристик с целью поиска и сокращения потерь, улучшения потока с точки зрения сокращения потерь и удовлетворения требований потребителя.

Он направлен на создание визуального образа информационных и материальных потоков, необходимых для выполнения заказа потребителя.

## 2. Инструменты картирования

Отображение потока создания ценности, также известное как «отображение материального и информационного потока», представляет собой метод бережливого производства для анализа текущего состояния и разработки будущих состояний ряда событий, которые принимают продукт или услуга от начального процесса до конечного потребителя.

Карта потока создания ценности – это визуальный инструмент, который отображает все критические этапы в определенном процессе и легко количественно определяет время и объем, затраченное на каждом этапе.

Цель картирования потока создания ценности состоит в том, чтобы идентифицировать и уменьшить «потери» в потоках создания ценности, таким образом увеличивая эффективность данного потока создания ценности. Отображение потока создания ценности имеет вспомогательные методы, которые часто используются в бережливом производстве для анализа и проектирования потоков на системном уровне (между несколькими процессами). Картирование потока создания ценности часто ассоциируется с производством, оно также используется в логистике, цепочке поставок, отраслях, связанных с услугами, здравоохранении, разработке программного обеспечения и администрировании офисных процессов.

Существует два вида карт потока создания ценности: текущее состояние и будущее состояние.

Отображение потока создания ценности является методом, используемым

как часть методологии «Шесть сигма».

Определено семь инструментов картирования потока создания ценности:

1. Картирование активности процесса: начальный этап построения карты, которая состоит из изучения потоков процессов, идентификации отходов и реинжиниринга бизнес-процессов.
2. Матрица цепочки поставок: определение критических мест для процессов на простой диаграмме.
3. Производственная воронка: помогает наладить связи с другими отраслями, которые могут найти решение существующих проблем.
4. Отображение эффекта: линейные графики, показывающие потребительский спрос и производство, позволяющие визуализировать спрос и предложение и возможные задержки.
5. Отображение качества: обнаруживает дефекты продуктов и услуг в цепочке поставок.
6. Анализ точки принятия решения: определяет точки перегиба для спроса в цепочке поставок.
7. Отображение физической структуры: комбинированная модель, которая рассматривает цепочку поставок с отраслевого уровня.
8. Визуализация.

### 3. VSM

*Управление потоком создания ценности (VSM – Value Stream Management)* — это планирование и преобразование процессов с целью минимизации использования имеющихся ресурсов (материальных, трудовых и времени). Внедрение VSM осуществляется командой, в которую должны входить от трех до семи специалистов из различных подразделений (производственных, технологических и финансовых).

На практике **программа реализации VSM** включает восемь шагов. Основополагающая организационная работа заключается в реализации трёх первых шагов программы: ответственность руководства, выбор области и обучение.

Шаг 1. *Постановка целей*, которые позволят определить область для улучшения в соответствии со стратегией развития бизнеса и текущей проблематикой, и выделение ресурсов, необходимых для реализации решения.

Шаг 2. *Выбор области применения* сводится к выбору процесса, который будет описан и улучшен с использованием VSM/ на этом этапе в более выгодной ситуации будет находиться организация, уже определившая и описавшая процессы, например, при разработке СМК в соответствии с требованиями ISO 9001:2011.

Первоначально рекомендуется применять VSM только к одному процессу, что даст возможность получить необходимый опыт, который можно будет использовать для совершенствования других процессов. В дальнейшем применять VSM рекомендуется не более чем к трем процессам одновременно (или в течение короткого промежутка времени). Изменение более трех процессов одновременно связано с трудностями в согласовании изменений и может привести к выходу изменений из управляемого состояния.

Шаг 3. *Обучение персонала*. Обучение может проходить как на предприятии, так и вне его. Весь задействованный персонал должен понимать поставленные цели и задачи, основные положения VSM, используемую терминологию и условные обозначения. Участники команды должны хорошо разбираться в рассматриваемых процессах, а также понимать используемые методы. К работе команды может быть привлечен эксперт, имеющий успешный опыт реализации VSM.

Шаги 4 – 6. *Картирование процесса «как есть и как должно быть»*  
Картирование потока создания ценности (Value Stream Mapping) – описание процесса с использованием системы стандартных обозначений VSM. Картирование потока создания ценности включает в себя два этапа. Первый – графическое отображение каждого элемента процесса в материальных и информационных потоках от начала процесса до его окончания («как есть»); второй – графическое представление процесса в будущем («как должно быть»).

Шаги 7 – 8. *Создание и внедрение планов по методологии кайдзен*. Проекты по методологии кайдзен выполняются командой и являются составной частью



VSM. Продолжительность выполнения каждого проекта – не более пяти дней. Цели для выполнения проектов кайдзен устанавливаются на шагах 4 – 6.

Проекты, которые должны быть выполнены, вносятся в календарный план. Такой план составляется на несколько месяцев вперед и включает сроки выполнения проектов кайдзен, а также распределение ответственности и полномочий. Оценка выполнения проектов кайдзен и поощрение проводятся после закрытия этапа работ.

### **Тема 1.4.2 Карты текущего и идеального состояния потока создания ценности**

*Содержание:*

- 1. Карты потока, общие параметры оформления*
- 2. Карта текущего состояния потока создания ценности*
- 3. Карта идеального состояния потока создания ценности*

#### **1. Карта потока, общие параметры оформления**

*Карта потока создания ценности (ПСС)* представляет собой подробное описание процесса производственной деятельности. Для того чтобы карта ПСС получилась максимально точной, необходимо строго соблюдать этапы выполнения работ. При составлении карты не следует упускать даже мелких и на первый взгляд незначительных деталей. Если движение материальных ценностей управляется системой документооборота, то следует отобразить на карте виды и траектории оформления документов. Зачастую именно направленность документооборота служит причиной потерь времени или накопления запасов.

При разработке карты ПСС следует использовать принцип *генти генбуцу* – чтобы разобраться в ситуации, надо своими глазами увидеть все происходящее и использовать данные, который проверил сам.

В производстве выделяют следующие виды потоков:

- материальный поток (описывает перемещение материалов внутри производства);
- информационный поток (сообщает каждому процессу, что

производить или что дальше делать);

- поток людей или процессов.

При анализе текущего состояния оценка выполняется по основным факторам:

1. *Ресурсы:*

- определение номенклатуры выполняемых работ;
- определение количества задействованного персонала;
- определение количества задействованного оборудования.

2. *Расстояние:*

- определение всех перемещений;
- определение последовательности выполнения операций;
- замер расстояния каждого перемещения.

3. *Время (инструмент хронометраж):*

- хронометраж операций;
- хронометраж перемещений;

Основными технологическими характеристиками потока являются: время цикла (ВЦ); время переналадки оборудования; размер производственной партии (РПП); количество персонала; готовность (надёжность) процесса; доступное рабочее время, размер упаковки, процент брака.

При построении карты ПСЦ необходимо использовать понятные символы. Символьное обозначение не только обеспечивает визуализацию, но и позволяет на этапе построения проводить анализ описываемых процессов (см. приложение 3 и 4). Для наглядности следует выделить на карте ПСЦ особым образом (другим цветом) места возможного образования любой из выше перечисленных потерь (склады, транспортировка, очереди и т.п.) Разработка карт ПСЦ выполняется для текущего состояния «как есть» и будущего состояния «как должно быть».

## 2. Карта текущего состояния потока создания ценности

Карта текущего состояния используется для определения того как в данный момент выглядит процесс.

Данный вид карт должен быть создан перед будущей картой состояния и создаётся путём наблюдения за процессом и отслеживания потока информации и материала.

При анализе текущего состояния потока создания ценности используются различные инструменты: контрольные карты, технологические схемы, планы размещения оборудования и запасов и др. под ячейками процессов и треугольниками с указанием запасов строится линия времени для определения длительности производственного цикла, которое составляет время, необходимое для прохождения одной деталию всего маршрута в производственном цехе, начиная с этапа поступления сырья до этапа отгрузки заказчику.

Построение карт следует выполнять с учётом рекомендаций:

- всегда самостоятельно собирайте информацию о текущем состоянии, двигайтесь по фактическим путям материальных и информационных потоков;
- сначала быстро пройдите вдоль всего пути потока создания ценности в цехе, чтобы получить ощущение потока и понять последовательность процессов. После прохождения этого пути идите назад и собирайте информацию там, где выполняется каждый процесс;
- начинайте с конечной стадии (отгрузки) и идите вверх по потоку, не начинайте с получения сырья. Таким образом, вы начнете с процессов, которые имеют наиболее тесные связи с потребителями и которые должны определять темп для других процессов выше по потоку;
- возьмите секундомер, а лучше включите его в видеокамере. Не полагайтесь на стандарты времени или полученную информацию. Цифры в документах не всегда отражают реальное текущее состояние;
- карту всего потока создания ценности стройте сами, даже если в процесс вовлечены несколько человек. Смысл построения карты состоит в понимании потока создания ценности как единого целого. Если разные люди строят различные сегменты, то никто не сможет осмыслить целое;
- всегда выполняйте построение карты вручную с помощью карандаша. Начните делать черновой набросок непосредственно в цехе, когда проводите анализ текущего состояния рисование от руки означает, что вы

концентрируете свое внимание на понимании анализируемого потока, а не на использовании компьютера.

### 3. Карта идеального состояния

Карта идеального состояния (карта будущего состояния) фокусируется на том, как в идеале будет выглядеть процесс после того, как в потоке создания ценности произошли улучшения.

Карта потока создания ценности, учитывающая желаемое состояние потока, составляется на основе *контрольных листов*, анализ которых позволяет принять решение о наличии или отсутствии потерь на операции.

Контрольные листки служат первичным документальным свидетельством, отражающим результаты наблюдения за выполнением той или иной производственной операции. Заполнение контрольных листов следует возложить на независимых наблюдателей, чтобы исключить субъективную составляющую наблюдений. Более того, в наиболее критических точках наблюдения следует поручить нескольким независимым контролёрам. Это позволит получить состоятельную статистическую выборку результатов наблюдений. В процессе наблюдений контролёры должны делать записи, характеризующие особенности выполнения той или иной операции, а также записи, свидетельствующие о возможном наличии одного из видов потерь.

Для анализа перемещений используют *диаграмму «спагетти»* (spaghetti chart) – документ с графическим отображением траектории, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности на заводе, работающем по технологии массового производства. Название возникло потому, что эта траектория обычно совершенно хаотична и похожа на тарелку со спагетти.

Анализ диаграммы «спагетти» позволяет выявить нерациональные перемещения продукции и работников в процессе производства и разработать рекомендации по улучшению потока создания ценности. При организации движения потока соблюдают следующие рекомендации:

- размещение рабочих центров по потоку;
- расположение оборудования, которое позволит одному рабочему

обслужить несколько станков;

- организация перемещения изделий против часовой стрелки.

При организации потока также используется *метод вытягивания* – каскадная система производства, при которой поставщик (внутренний поставщик), находящийся выше по потоку, ничего не делает до тех пор, пока потребитель (внутренний потребитель), находящийся ниже по потоку, об этом ему не сообщит (заказ покупателя – сборка – выпуск деталей – заказ поставщику). Вытягивание позволяет снизить запасы почти до нуля.

*Поток единичных изделий* (signale-piece flow) – метод работы, при котором станок или процесс обрабатывает не больше одного изделия одновременно (создание однопредметного потока). В отличие от метода «партий и очередей». Преимущества потока единичных изделий:

1) *встраиваемое качество*. Поток единичных изделий значительно упрощает встраивание качества. Каждый оператор одновременно является контролёром и старается решить проблему на месте, не передавая её на следующую стадию. Даже если он пропустил дефекты и они прошли дальше, их обнаружат очень быстро, и проблема будет выявлена;

2) *подлинная гибкость*. Если оборудование становится частью производственной линии, возможности использовать его для других целей сократятся. Время выполнения заказа сокращается до предела, а значит, можно более гибко реагировать на запросы потребителя, изготавливая то, что ему действительно нужно. Гибкость производства повышается, переход на новый ассортимент продукции, которого требует изменение потребительского спроса, осуществляется при этом более быстро;

3) *повышение производительности*. Когда работа распределена по отделам, то максимальная производительность оценивается по загрузке людей и оборудования. На самом деле трудно определить, сколько людей требуется для изготовления заданного количества единиц продукции при крупносерийном производстве, поскольку производительность не оценивается с точки зрения работы, добавляющей ценность. Если существует ячейка для потока единичных изделий, то работа, не добавляющая ценности, вроде перемещения материалов,

сводится к минимуму, и сразу видно, кто перегружен, а кто остался без дела;

4) *высвобождение площадей в цехе*. Когда оборудование распределено по участкам, значительные площади между ними пропадают и часто заняты залежами запасов;

5) *повышение безопасности*. Поток единичных изделий автоматически приведёт к повышению безопасности благодаря уменьшению количества материала, который нужно перемещать по заводу;

6) *повышение морального духа*. Поток единичных изделий ведет к тому, что большую часть времени люди заняты созданием добавленной ценности и могут быстро увидеть плоды своего труда, а видя свои успехи, чувствуют удовлетворение;

7) *сокращение запасов*.

Реализация потока единичных изделий выполняется посредством производства в ячейках.

*Производство в ячейках* (cells) – расположение оборудования и/или операторов во взаимосвязи в пределах ограниченного участка. Это способ компоновки различных типов оборудования, позволяющий выполнять обработку изделий в соответствии с технологическим процессом без перерывов. Компоновка ячейки должна быть организована таким образом, чтобы оборудование, инструменты, рабочие инструкции и материалы обеспечивали наиболее эффективное выполнение работ. При организации работы в ячейке используют метод *чаку-чаку* (chaku-chaku) – метод реализации непрерывного потока единичных изделий, при котором оператор, передвигаясь в ячейке от станка к станку, забирает готовую деталь с одного станка и загружает её в следующий, и так далее. На японском языке буквально это означает «грузи – грузи». Размещение оборудования следует выполнять с использованием принципа фронтальной загрузки (fron loading) – подачи и отгрузки материалов или деталей на линии производства или обслуживания со стороны лица оператора. Это исключает необходимость выполнения разворотов для взятия и перемещения деталей.

Обычно используется U-образная конфигурация производственной ячейки

– расположение оборудования как представлено на рисунке 8.

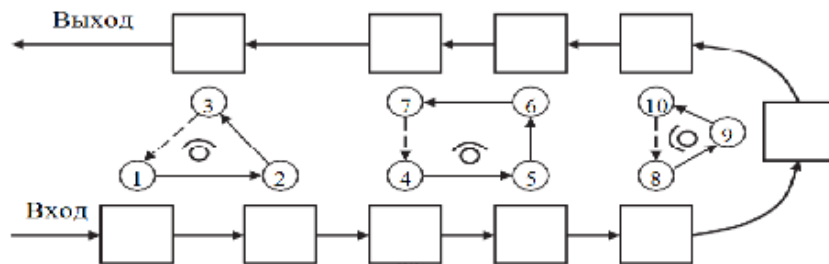


Рисунок 8 Пример U-образного размещения оборудования

Такое расположение способствует организации непрерывного потока единичных изделий и гибкому распределению работников (организации многостаночного обслуживания).

*Многостаночное обслуживание* (multi-mashine working) – работа, при которой один оператор может обслуживать несколько станков разного типа. Для этого каждый оператор должен иметь навыки и соответствующую квалификацию, что обеспечивается системой обучения персонала.

Производство в ячейках требует использования оборудования иного типа, чем при выпуске продукции крупными партиями, лучше всего использовать небольшие и более маленькие станки. Применение такого типа станков позволит быстро перемещать оборудование при изменении конфигурации ячейки и регулировать скорость изготовления продукции в соответствии со спросом. Желательно также использовать универсальные станки, которые можно легко регулировать и переналаживать для выпуска широкого ассортимента продукции. Вследствие этого при организации потока создания ценности определённые проблемы могут создать технологическое оборудование и процессы, называемые *монументами*.

*Монумент* (monument) – любой объект (станок) или процесс, масштаб (размер) которого таков, что поступающие на вход детали, проекты или заказы вынуждены ждать обработки в очереди. Монумент, как правило, обслуживает более чем один поток создания ценности и работает с большими партиями изделий.

После создания производственной ячейки все проблемные операции

становятся очевидными. Если одни операции выполняются быстрее, а другие медленнее, то на стыке этих операций возникают «узкие места», где скапливаются запасы.

После разработки мероприятий по совершенствованию производства выполняются построение карты будущего состояния потока создания ценности. При разработке потока создания ценности также используют *систему «шодзинка»* – систему регулирования объёмов выпуска продукции упорядочения и перераспределения *рабочей силы*. Гибкая перестановка рабочих на производственной линии позволяет изменять такт потока (изменяя длину передвижения рабочего и количество обслуживаемых станков) в соответствии со спросом на продукцию фирмы (обычно эти изменения – на предстоящий месяц) за счёт рационального размещения станков, наличия достаточного производственного персонала (хорошо подготовленных рабочих-многостаночников), постоянной оценки и периодического пересмотра последовательности выполнения технологических операций, отражаемых в карте трудовых процессов, постоянного обучения рабочих на рабочих местах, в «кружках качества», за счет ротации.

Карта будущего состояния ценности не внедряется сразу. Обычно на это отводится определённое время (от 6 месяцев до 1.5 лет). Организация потока создания ценности требует непрерывного совершенствования, корректировки действий и др.

Группа по разработке потока создания ценности должна отвечать за результаты своей работы: за улучшение показателей эффективности потока создания ценности и улучшение показателей эффективности потока создания ценности, и улучшение финансовых показателей. Число работников, занятых в потоке создания ценности, должно быть не менее 25 и не более 150 человек.

## **Тема 1.5 Методы принятия решений**

### **Тема 1.5.1 Понятие «проблема», определение и формулирование проблемы**



*Содержание:*

- 1. Пирамида совершенствования*
- 2. Понятие «проблема», алгоритм решения проблемы, формулировка проблемы*

### 1. Пирамида совершенствования

Бережливое производство больше, чем сокращение времени цикла за счёт сокращения потерь. Оно касается каждого элемента компании и способности компании добавлять ценность для клиента.

К сожалению, бережливое производство слишком часто сводят до простого набора инструментов по сокращению затрат, устранению ненужных шагов, устранению ненужных действий и устранению следующей потери. Этого ли добивался Сакити Тоёда? Разве Сакити Тоёда изобрёл лучший в мире станок, проходя по цеху в поисках потерь и устраняя их? Очевидно, что нет. Он создавал инновационные решения на пути к великой цели, к видению.

Toyota представляет свой путь непрерывного совершенствования в виде пирамиды.



Рисунок 9 Пирамида совершенствования Toyota

В основании находится философия – долгосрочная перспектива, общая картина того, что необходимо сделать, чтобы сделать компанию великой в долгосрочной перспективе. Например, главное – удовлетворение клиентов, теперь необходимо понять, что следует сделать, то есть определить механизм

реализации, какими бы ни были желания клиентов. Клиента не интересуют проблемы вашего предприятия: разногласия с поставщиками, что происходит в подразделениях вашего производства, каковы ваши приоритеты и т.п. Клиента интересует, какой продукт вы ему предоставите: его цена, качество, дизайн, ваше к нему отношение в случае возникновения проблем, общий уровень сервиса, т.е. всё что непосредственно их касается.

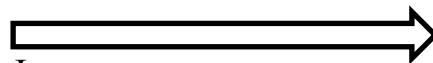
В дальнейшем создается организация работ, которая может быть выстроена по типу вертикали или горизонтали, разница представлена на рисунке 10.

#### Вертикальная организация



- Фокус – производство
- Бюджеты, стандарты
- Цель – количественные показатели
- Лидерство отдельно, работа отдельно
- Изобретательность людей используется для борьбы с системой
- Управляющие «управляют» системой

#### Горизонтальная организация



- Фокус – процесс
- Работа на реализацию проблем
- Лидеры сфокусированы на работе
- Изобретательность людей используется для совершенствования системы
- Управляющие работают с сотрудниками над решением проблем

Рисунок 10 Вертикальный и горизонтальный принцип организации

То, что влияет на клиента, происходит не только в одном подразделении, часто то, что влияет на клиентов, зависит от взаимодействия между подразделениями. Организации горизонтального типа понимают, что процесс проходит сквозь все подразделения с единой целью – удовлетворить клиентов. Это требует качества на всех этапах, кардинального изменения мышления, изменения процессов.

Большая часть процессов в организациях разорваны, поскольку они работают независимо, на основании собственной логики, показателей. Данный метод был рассмотрен в рамках практических заданий, визуально такой метод

построения можно представить в виде рисунка 11.



Рисунок 11 Разорванные процессы и запасы скрывают проблемы

Тайити Оно сказал: «Чем больше у вас запасов, тем меньше вероятность, что вы получите то, что вы действительно хотите». Поэтому очень важно связать процессы, создать непрерывный поток, что позволит видеть проблемы, как это показано на рисунке 12.



Рисунок 12 Непрерывный поток процесса

Поскольку проблем на предприятии много, следует не только их выявлять, но и сортировать, тем самым фокусировать внимание на более важных, приоритетных вопросах, требующих внимания в конкретный период, устранимых с целью совершенствования.

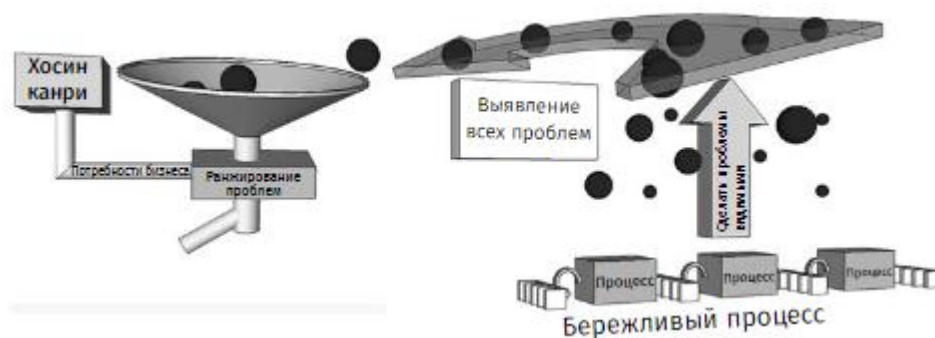


Рисунок 13 Выявление и ранжирование проблем

В дальнейшем прорабатывается цикл PDCA (планируй – делай – проверь – действуй).

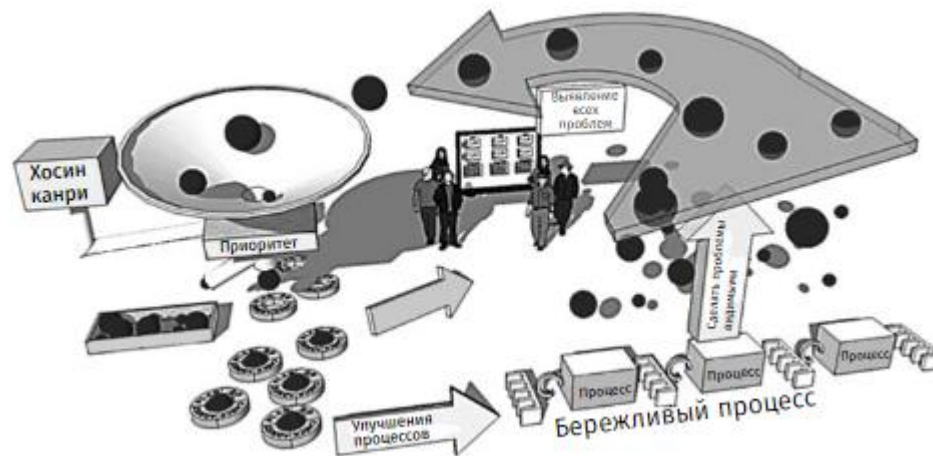


Рисунок 14 Работающая бережливая система

Люди являются значимым ресурсом организации, именно их способности, умение развиваться, совершенствоваться и многие другие профессиональные и личностные качества определяют способность предприятия совершенствоваться, выявлять и устранять постоянно возникающие проблемы.

## 2. Понятие «проблема», алгоритм решения проблемы, формулировка

Проблемой, как правило, называется вопрос, не имеющий однозначного решения. Именно наличием неопределённости проблема отличается от задачи и цели.

*Проблема* – это препятствие на пути достижения поставленной цели, несоответствие текущего состояния или результата ожидаемому (целевому). Проблема требует принятия управленческих решений, даёт возможности для внедрения улучшений. В компании Toyota считают, что краеугольным камнем их технологического преимущества является умение выявлять и решать проблемы. Одна из самых больших проблем – отрицание существования проблем. Невозможно решить проблему если вы её не видите, не идентифицируете.

В компании при этом выделяют следующие принципы:

1. Решение проблемы начинается с её обнаружения.
2. Зачастую обнаружить проблему не просто.

3. Если люди не осознают проблему, то для них проблемы не существует.

4. Поняв, в чем заключается проблема, можно сказать что половина проблемы решена

*Решение проблем* используется в регулярной деятельности при возникновении ситуаций, снижающих эффективность производства.

Универсальным алгоритмом решения проблем определяют следующие этапы:

1. Распознать наличие проблемы.
2. Формулировка проблемы
3. Анализ причины
4. Определение возможных вариантов решения проблемы и выбор лучшего
5. Решение проблемы
6. Стандартизация результата.

Для начала собирается информация о возможной проблеме и её проявлениях в деятельности предприятия. В качестве симптомов проблем обычно рассматриваются динамика показателей объёма реализации объёма прибыли уровень жалоб клиентов, брак, сбои в работе оборудования, срыв поставок и т.д.

Под *формулировкой проблемы* понимают процесс выявления всех различий между текущим и будущим состоянием системы. Неверно сформулированная проблема уводит в сторону от разрешения ситуации, это может разрешать какую – либо ситуацию, но найденное решение не будет работать на целевую установку.

Сбор информации о проблеме – это правильное и своевременное выявление потенциальных или фактических несоответствий возможно только на основе анализа объективных данных о процессе, его результатах. Хорошо проведённая работа по сбору необходимой информации значительно облегчает анализ проблемы. В процессе сбора информации важно соблюдать разумный баланс: с одной стороны, информации должно быть достаточно для работы, с

другой – избыток информации требует необоснованных расходов времени и сил на её сбор и анализ.

При формулировке проблемы рекомендуют учитывать правила:

Правило 1. Проблема не просто констатация факта, при её формулировке должны быть видны последствия для бизнеса или технологического процесса.

Правило 2. Правильная формулировка должна быть максимально понятна для всех участников рабочей группы.

Правило 3. Формулируется только одна проблема.

Правило 4. Не используйте оценочные прилагательные и наречия, например, такие как «низкий», «высокий», «неэффективный», всё что является субъективной оценкой.

Правило 5. Убедиться, что проблема находится в зоне вашей ответственности. Правильно оцените модель ответственности: я могу контролировать, я могу повлиять или я могу лишь наблюдать.

Правило 6. В формулировке нет предполагаемых причин. Например, не следует формулировать: «как мы могли бы сократить свои издержки, изменив конфигурацию изделия». Правильно «как мы могли бы сократить издержки».

Правило 7. В формулировке нет обвинения кого-либо.

Правило 8. В формулировке нет завуалированного решения.

*Анализ причин* начинается с определения *отклонений* – несовпадений между текущим и целевым значением. Выделяют три типа анализа:

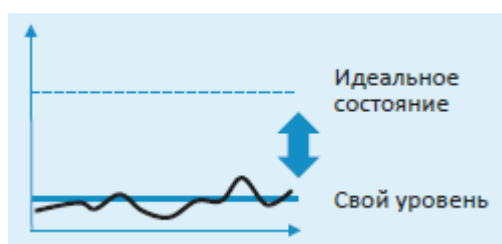


Рисунок 15 Сравнение своего уровня с идеальным состоянием

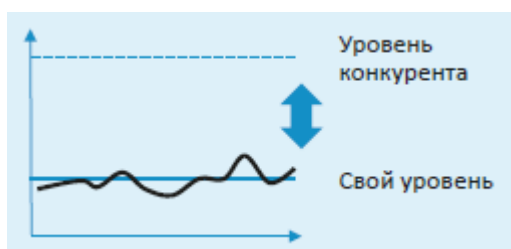


Рисунок 16 Сравнение с конкурентами (бенчмарки)



Рисунок 17 Понимание уровня конкурентов в перспективе

Все отличия необходимо зафиксировать *параметром отклонения* – критерием, по которому будет происходить оценка решения проблемы в дальнейшем. Определяя значение параметра руководствуются следующими рекомендациями:

- значения должны быть выражены в абсолютных величинах, которые можно измерить (мм, дни, секунды и т.д.);
- значения могут определяться техническими условиями, внутренними регламентами, требованиями клиентов и т.п.;
- целевое значение может быть ниже идеального, но должно улучшать текущую ситуацию.

Обозначенная(сформулированная) проблема – это, как правило, симптом более глубоких процессов. Если устранить только видимое несоответствие, но не устранить источник проблемы, его коренную причину, то высока вероятность, что через некоторое время проблема может вернуться. Поэтому очень важно выявить *коренную причину* – обстоятельства, создавшее для наличия проявления непосредственной причины нарушения. Устранение коренной причины предотвращает повторение исходного события.

Для поиска коренных причин используется ряд техник и методик. Инструментами, используемыми для выявления коренных причин, являются: метод «5 почему», Дерево гипотез, построение «Диаграммы Ишикавы», карты процессов, Листы наблюдений, Диаграмма распределения, Диаграмма зависимостей.

После того, как были выработаны различные варианты решения проблемы, необходимо выбрать лучший для реализации. Для этого предложенные варианты сравнивают между собой и оценивают по техникам принятия решения:

«Диаграмма Парето», «Выбор решения по критериям», «Диаграмма выбора».

В результате проделанной работы появляется план мероприятий, корректирующих и исправляющих ситуацию.

*Стандартизация* обеспечивает устойчивость сделанных улучшений; помогает внедрить улучшающие мероприятия в аналогичных областях.

### **Тема 1.5.2 Технология анализа проблем: листы наблюдения, техника 4W2H, метод «5 почему», метод «Дерево гипотез», диаграмма зависимостей**

Для минимизации и устранения проблем, а также предотвращения их появления в будущем используют различные методики и инструменты.

*1. Лист наблюдения.* При работе над решением проблемы не стоит полагаться только на интуицию. Определить основную причину и устранить проблему проще, если точно понять её суть. Главной целью листов наблюдения является установление основных проявлений проблемы, что поможет понять какой из аспектов проблемы должен быть решен и осознать природу проблемы и её последствия. Этапы применения: определяется перечень участников из всех подразделений, имеющих отношение к ситуации; определяются проблемные вопросы, зоны, ситуации, после чего проводится опрос по выявленным пунктам. Обязательно добавляется категория «другое». Результаты опроса сводят в единую таблицу, а наиболее критичный случай (вариант) используют в качестве отправной точки для поиска причин проблемы (таблица 3).

Листы наблюдения помогают структурировать сбор информации, что позволяет упорядочить данные.

*2. Техника «4W2H»* – это структурированный метод мозгового штурма, позволяющий подробно изучить и описать проблему путём последовательной поставки специфических вопросов и подробных ответов на них в рамках поставленной задачи (таблица 4).

Название метод получил по первым буквам вопросов, ответы на вопросы которых позволяют получить целостное представление по проблеме, сформулировать её и добиться единого понимания проблемы у участников



обсуждения. А также определить целесообразность принятия тех или иных мер, выбрать метод решения проблемы, определить первоочередные задачи и т.д.

Таблица 3

Пример листа наблюдения

№	Ситуация	Частота
1	Неподготовленность к встрече, плохое впечатление у клиента	32
2	Раскрытие излишней, коммерчески значимой информации	24
3	Опоздание на встречу	7
4	Разногласия с коллегами	108
5	Потеря клиента (уход к конкурентам)	18
6	Невозможность предложить решение проблем для заказчика	7
7	Оспаривание позиции клиента	8

Таблица 4

Ключевые вопросы метода 4W2H

Английский	Русский	Комментарии
What ?	Что?	Что случилось / произошло?
When ?	Когда?	Когда это произошло? Когда проблема проявляется?
Where?	Где?	Где зафиксирована проблема? Где проявляется проблема? Где не проявляется проблема?
Who?	Кто?	Кто выявил проблему? Кто затронул проблему?
How often?	Как часто?	Как часто проявляется проблема / с какой периодичностью?
How much?	Как много?	Как много случаев зафиксировано? Как много процессов затронуто проблемой?

Метод структурирует подход к поиску причин, формирует общую картину, чтобы ни одна деталь не была упущена при принятии решения.

3. Метод «5 почему» предложен компанией Toyota, считается одним из самых простых, но эффективных. Тайити Оно говорил об этом методе как о научной основе производственной системы Toyota.

«5 почему?» – пример базового причинно-следственного анализа, метод универсален, экономит время (для его проведения достаточно 10 минут). Чтобы найти причину несоответствия, необходимо последовательно задавать один и тот же вопрос: «Почему это произошло?», и искать на него ответы. Метод используется в тех ситуациях, когда истинная причина проблемы не ясна, а ресурсов для детального исследования и статистического анализа недостаточно. При его использовании прослеживают цепочку причинно-следственных связей. Сокращение логической взаимосвязи между причинами проверяется построенной обратной последовательности с использованием связи «поэтому». Должна наблюдаться чёткая взаимосвязь между коренной причиной и исходной проблемой.

Рассмотрим визуально разницу в подходах к принятию решения по проблеме.

Ситуация	Первичное наблюдение
Механизм не работает	Перегорел перегрузочный предохранитель

**Типичное решение:** заменить предохранитель

Рисунок 18 Традиционный способ решения проблемы

При данном подходе главными критериями выбора являются: необходимость скорейшего возобновления работы; недостаток поддержки работы по анализу ситуации со стороны руководства; загруженность и/или низкая квалификация персонала. Вероятные последствия: повторение проблемы в будущем; рост издержек на обслуживание оборудования; снижение производительности; снижение сотрудничества (недоверие).



Рисунок 19 Пример использования метода «5 почему?»

Недостатки метода «5 почему» проявляются при решении сложных и комплексных проблем, поскольку вопрос предполагает определённый ответ, а в данных случаях другие влияющие факторы могут быть упущены, а значит решение носит субъективный характер.

4.Метод «Дерево гипотез» используется в тех ситуациях когда поставленный вопрос, как правило, даёт несколько вариантов ответов, что позволит проводить анализ, коррекцию и вносить изменения в решение.

Итак, «Дерево гипотез» (решений) – инструмент определения корневых причин и следствий. Правильно сформулированная проблема позволит грамотно выдвинуть гипотезу – предположение, объясняющее факторы, которые необходимо подтвердить или опровергнуть.

Дерево гипотез позволяет выбрать стратегию действий в условиях риска. В сложной ситуации принять рациональное решение, исключить риски, определить план мероприятий по устранению проблемы.

Дерево гипотез позволяет разбить глобальную проблему (задачу её решить) на подзадачи, с которыми проще справиться, расставить приоритеты, с чёткими критериями, оценить объёмы работы, разделить обязанности и т.п.

Преимущества метода:

- это одномерная схема, которая наглядно показывает причинно-следственные связи («что будет, если...») и точку, в которую выбор приведет;
- возможность одновременно рассматривать нестандартные ситуации и подобрать варианты их разрешения;

- отсутствие каких-либо ограничений;
- гибкость и простота использования;
- работать над поиском решения могут одновременно несколько человек;
- подходит для большинства бизнес-ситуаций.

Дерево гипотез помогает выбрать правильное решение, классифицировать и структурировать данные, спрогнозировать последствия. Основная цель – выбор ключевых направлений, ветвей с результатом. Систематизировать собранную информацию удобно в виде дерева гипотез с несколькими ветвями. Каждая ветвь приводит к нескольким коренным причинам проблемы или её части. В основе лежит принцип множественности причин, согласно которому проблемы обычно вызваны не одной причиной, а несколькими.

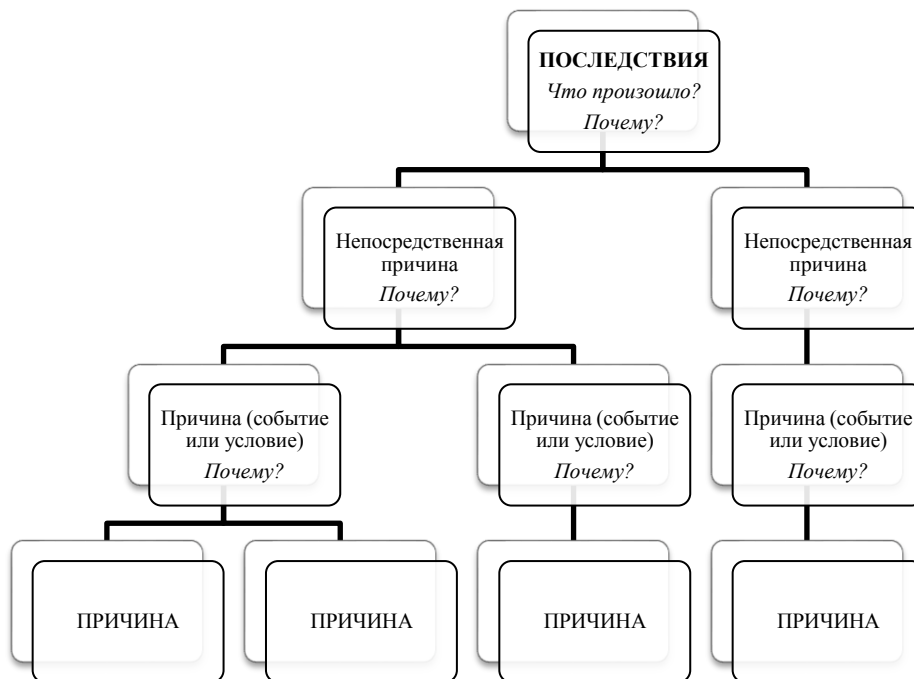


Рисунок 20 Построение дерева причин проблемы

Фактор считается коренной причиной, если его удаление из цепочки проблема – ошибка – последствия предотвращает повторение конечного нежелательного результата. В данной методике возможно выдвигать допущения, предположения, что заложено самой сутью гипотез.

5. *Диаграмма зависимостей* – это инструмент визуального причинно-следственного анализа. Диаграмма позволяет: понять, как связаны различные аспекты проблемы; выявить взаимосвязи между проблемой и её возможными

причинами с целью дальнейшего исследования.

Встречают два типа диаграмм зависимостей:

1. Качественные диаграммы – в данной диаграмме анализируемые факторы размещаются на поле диаграммы. Зависимость между ними выявляются на основе интуиции, что снижает надёжность результатов.

2. Количественные диаграммы – в данной диаграмме для определения взаимосвязей между различными факторами используется арифметический подход. Такой подход более структурированный.

Этапы построения:

- 1) определите факторы, которые будете анализировать
- 2) расположите их на поле диаграммы по кругу;
- 3) оцените, на что влияет каждый из факторов, покажите взаимосвязи стрелками;
- 4) подсчитайте количество стрелок, идущих к каждому фактору и от него, запишите эти данные на диаграмме.

Если большинство стрелок направлено к фактору, то фактор играет роль индикатора. Если же стрелок больше направлено от фактора, чем к нему, то фактор играет роль драйвера. Следующий анализ основной причины начинается с драйвера.

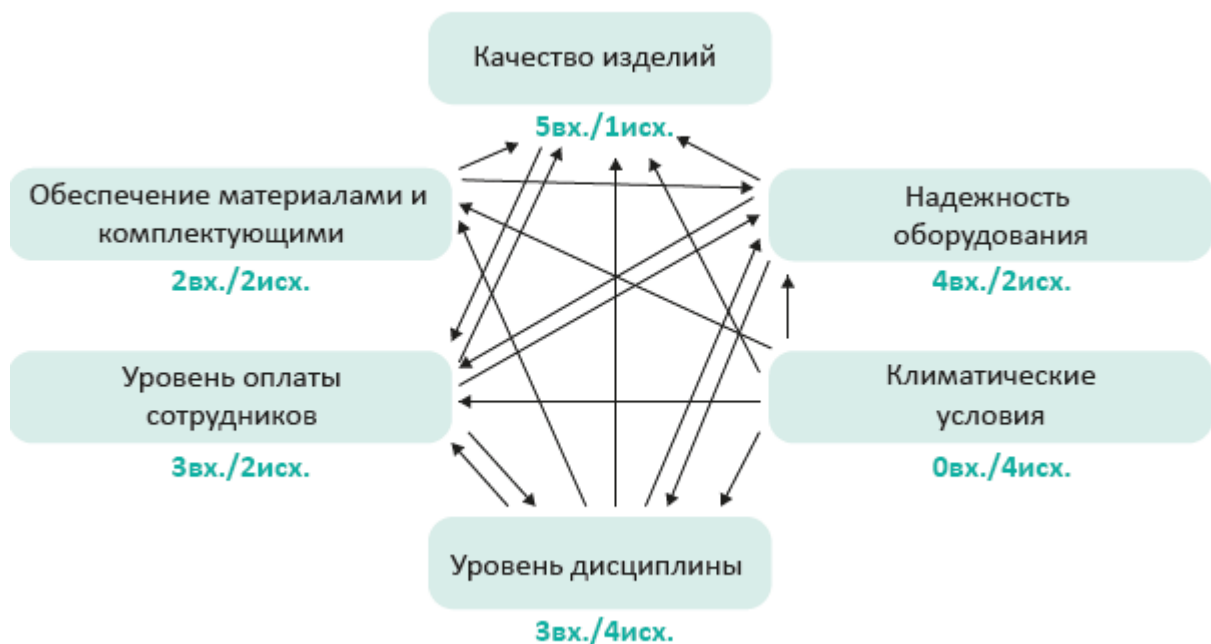


Рисунок 21 Пример построения диаграммы зависимостей

### Тема 1.5.3 Диаграмма Исикавы, диаграмма Парето

*Причинно – следственная диаграмма* (диаграмма Исикавы, «рыбий скелет») – это инструмент, позволяющий выявить все возможные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие).

Процесс изготовления продукции, влияющий на её качество, можно рассматривать как структуру 5М, включающую факторы, зависящие от человека (man), машины (machine), материала (material), метода (method), измерения (measurement). Разумеется, кроме 5М могут быть и другие структуры факторов, более точно характеризующие конкретный объект анализа.

Зависимость между процессом, представляющим собой структуру причинных факторов 5М, и качеством, представляющим собой результат действия этих причинных факторов, можно выразить графически:

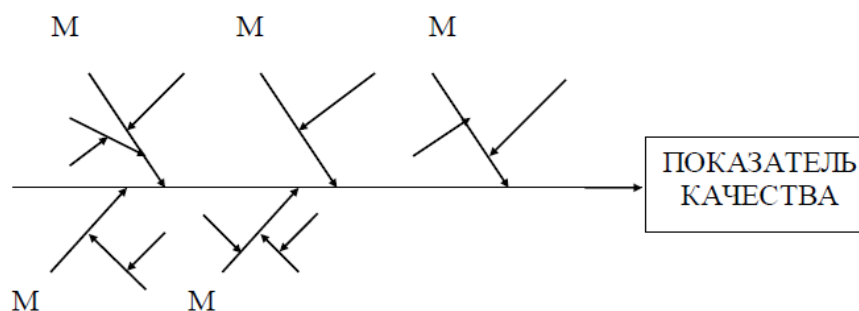


Рисунок 22 Диаграмма Исикавы

На диаграмме изучаемая проблема условно изображается в виде прямой горизонтальной стрелки; факторы и условия, которые прямо или косвенно влияют на проблему, – наклонными стрелками, а причины, влияющие на эти факторы (причины второго и последующего порядка), – короткими стрелками. При построении диаграммы следует учитывать даже кажущиеся незначительными факторы, поскольку на практике довольно часто встречаются случаи, когда решение проблемы обеспечивается устранением нескольких на первый взгляд, несущественных причин.

Наклон и размер стрелок не имеют принципиального значения, главное при построении схемы обеспечить правильную соподчинённость и взаимозависимость факторов, а также четко оформить схему, чтобы она хорошо

смотрелась и легко читалась.

Поэтому, независимо от наклона стрелки каждого фактора, его наименование всегда располагают в горизонтальном положении, параллельно центральной оси.

При построении диаграммы выбираются наиболее важные с технической точки зрения факторы. Желательно, чтобы показатель качества (в данном примере) и влияющие на него факторы были измеримыми. Если это невозможно, следует использовать квалиметрические методы их оценки. Чтобы процесс совершенствования стал эффективным, следует разбивать причины на под причины (факторы второго и последующих порядков) до тех пор, пока по каждой из них можно предпринять действия, иначе сам процесс их выявления превратится в бессмысленное упражнение.

Для построения причинно-следственной диаграммы широко используются экспертная оценка и так называемый «мозговой штурм».

«Мозговой штурм» является методом, рекомендуемым для поиска и систематизации возможных причин. Задачей этого метода является не допустить исключения из поля зрения всех воздействующих причин возникновения проблем.

Для этого руководствуются следующими принципами:

а) создают группу людей (порядка 6 человек), знакомых с той областью, где возникла проблема. Желательно включить в группу одного человека, совершенно не сведущего в этой области;

б) проблема, подлежащая обсуждению, не должна ставиться слишком конкретно;

с) участникам предлагают записать всё то, что им приходит в голову по решению этой проблемы, в течении 5 – 10 минут;

д) рассматривают все высказанные соображения, не допуская никаких дискуссий или критики;

е) группируют идеи, исключая дублирования;

ф) формируют «рыбий скелет» и приступают к обсуждению.

Этапы построения причинно-следственной диаграммы:

1. Определите показатель качества, т.е. тот результат, который вы хотели бы достичь. Напишите выбранный показатель качества в середине правой части листа бумаги. Слева направо проведите прямую («хребет»), а записанный показатель заключите в прямоугольник.

2. Напишите главные причины, которые влияют на показатель качества, заключите их в прямоугольники и соедините с «хребтом» стрелками в виде «больших костей хребта» (главные причины).

3. Напишите причины, влияющие на главные факторы, и расположите их в виде «средних костей», примыкающих к «большим». Напишите причины, которые влияют на «средние кости», и расположите их в виде «мелких костей», примыкающих к «средним».

4. Нанесите на диаграмму всю необходимую информацию: её название, наименование изделия, процесса; имена участников процесса; дату и т.п.

При построении причинно-следственной диаграммы следует начинать с определения главных причин, а затем переходить к более детальному построению. При анализе же причинно-следственной диаграммы рассматривают их в последовательности от «мелких костей» к «средним» к «большим».

Распределение причин по степени их важности – следующий шаг после построения диаграммы. Не обязательно, что все причины, включённые в диаграмму, будут оказывать сильное влияние на показатель качества. С помощью схемы Исикавы можно не только определить состав и взаимосвязь факторов, влияющих на объект, но и выявить относительную значимость этих факторов.

Данную работу осуществляют в следующем порядке. Сначала каждый участник группы, независимо от других членов, из полного состава факторов, указанных в схеме, отбирает те, которые, по его мнению, оказывают наибольшее влияние на объект анализа в данной конкретной ситуации. В число таких факторов не должны включаться «мелкие кости» и те «средние кости», к которым присоединено несколько «мелких костей». Выбранные факторы отмечаются цветным кружком, крестиком или каким – то заранее оговорённым знаком. Затем, после совместного обсуждения мнений участников анализа и в



случае расхождения этих мнений относительно факторов, проводится второй тур определения значимых факторов, в ходе которого каждый член группы качества, независимо от других, устанавливает на личном экземпляре схемы наиболее значимые факторы.

Стрелки тех факторов, которые были отмечены в первом туре, и по которым мнение осталось неизменным, обводятся двойным кружком. Наиболее значимыми стрелками – факторами признаются те, которые в конечном итоге (обычно приемлемая точность результатов достигается после третьего тура анализа) получили наибольшее количество отметок. Именно на этих факторах и должно быть сконцентрировано внимание.

Следует иметь в виду, что анализ факторов с помощью собственного опыта или знаний важен, но устанавливать значимость факторов только на основе субъективных представлений или впечатлений опасно. Более логичным и научным подходом в этом случае будет установление значимости факторов с помощью объективных данных.

Кроме того, сложные причинно-следственные диаграммы целесообразно анализировать с помощью диаграммы расслоения.

Для выявления причин, оказывающих наибольшее влияние на результаты, удобно использовать диаграмму Парето. Совместное использование причинно-следственной диаграммы и диаграммы Парето в настоящее время распространено.

Поэтому в сложных случаях для выявления того, какие из «косточек» наиболее важны, можно выяснить мнение участников анализа о ранжировании причин, а затем с помощью диаграммы Парето установить причины, набравшие максимальное число голосов.

По параметрам производства составим диаграмму Исикавы согласно этапам построения, представленным выше:

1. Показатель качества – шероховатость Ra внутренней поверхности полумуфты для соединения валов после операции расточки.

2. В качестве факторов, влияющих на величину шероховатости поверхности, выбрали следующие шесть факторов: оборудование, инструмент

(резец), состав охлаждающей жидкости (СОЖ), материал заготовки, наладчик, методы измерения.

3. Выбрали «средние кости» и «мелкие кости»:

Таблица 5

Параметры построения диаграммы Исикавы

		«средние кости»		«мелкие кости»
оборудование	A	жесткость системы СПИД	1	усилие резания
	B	точность хода механизма станка	1	качество смазки трущихся поверхностей станка
			2	точность хода поперечного суппорта
			3	точность продольного хода фартука станка
инструмент	C	позиционирование инструмента	1	износостойкость инструмента
			2	углы заточки инструмента
материал	D	твёрдость	1	наличие термообработки заготовки
	E	химический состав	1	% содержания легирующих элементов
			2	Неметаллические включения

Диаграмма Исикавы приобретает вид:



Рисунок 23 Диаграмма Исикавы

Чтобы не загромождать диаграмму можно нанести на неё вместо надписей – числа, соответствующие факторам.

*Диаграмма Парето.* Метод выбора предпочтительного решения, широко

известный как принцип Парето. В 20 – х годах для нужд экономики итало – американский экономист Вильфредо Парето разработал столбчатую диаграмму, с помощью которой определил распределение финансовых ценностей в различных слоях населения. Выяснилось, что 20% населения обычно владеют 80% богатств. Делая более широкое обобщение, он получил эмпирическое правило, из которого, в частности следует, что 20% сотрудников составляют 80% общего числа прогульщиков, 20% потребителей делают 80% покупок и т.п. Таким образом, удалось выяснить, что максимальный эффект даёт ограниченное множество факторов, и большое множество факторов оказывает минимальный эффект.

Разработанную Парето столбчатую диаграмму Лоренц преобразовал в кумулятивную (накопленную) кривую, а японский менеджер Джуран предложил использовать обе диаграммы совместно в вопросах и задачах обеспечения качества.

Таблица 6

#### Виды диаграмм Парето

<b>По результатам деятельности</b>	<b>По причинам (факторам)</b>
Служат для выявления главной проблемы и отражают нежелательные результаты деятельности (например, отказы, дефекты и т.п.)	Отражают причины проблем, которые возникают в ходе производства (например, оборудование, сырьё и т.д.) и выявляют главную из них

Рекомендуется строить много диаграмм Парето, используя различные способы классификации, как результатов, так и причин, приводящих к этим результатам. Лучшей следует считать такую диаграмму, которая выявляет немногочисленные, наиболее важные факторы, в чем и состоит цель анализа Парето.

Для выявления наиболее существенных параметров, влияющих на процесс, применяют так называемый ABC – анализ, при котором согласно правилу 20 – 80% рабочая зона оси абцисс делится на три зоны:

– А – наибольшего влияния, которая составляет приблизительно 20% от общего числа рассматриваемых параметров, в том числе «прочие»;

– В – промежуточная, которая составляет приблизительно 20% от оставшихся после выделения зоны А параметров;

– С – наименьшего влияния.

АВС – анализ можно провести и по виду кривых Лоренца и Парето. Такое разбиение позволяет выявить те параметры, которые можно исключить из рассмотрения в вопросе улучшения процесса, в виду их незначительного влияния на процесс.

Кроме выявления и ранжирования факторов по их значимости, диаграмма Парето с успехом применяется для наглядной демонстрации эффективности тех или иных мероприятий в области обеспечения качества. Достаточно построить и сравнить две диаграммы Парето до и после реализации каких – либо мероприятий.

Этапы построения диаграммы:

1. Сформулировать предмет исследования.
2. Выбрать вид диаграммы (по результатам или по причинам).
3. Провести классификацию наиболее весомых результатов (или причин), а малозначащие результаты (или причины) объединить в отдельную группу «прочие».
4. Определить метод и период сбора данных.
5. Разработать контрольный листок для регистрации, в котором должно быть предусмотрено свободное место для графического представления данных.
6. Пользуясь данными контрольного листка, заполнить таблицу исходных данных. Для этого ранжировать данные, полученные по каждому проверяемому признаку в порядке значимости по убыванию. Группу «прочие» следует приводить в последней строке, вне зависимости от того, насколько большое получилось значение. Если доля группы прочих признаков сравнительно велика, то нужно расшифровать их, выделив наиболее значимые, и вернуться к 3 пункту.
7. Построить столбиковую диаграмму: ось абсцисс разделить на равные отрезки по числу контролируемых признаков; на оси ординат отложить данные группы III, расположенные в порядке убывания.

Для вычерчивания кривой Лоренца, вводят дополнительную ординату, обозначающую кумулятивный %.

Возможно построение диаграммы Парето, когда на основной ординате откладывают данные графы V. В этом случае для вычерчивания кривой Лоренца нет необходимости включать в диаграмму дополнительную ординату (именно этот вариант диаграммы наиболее распространен на практике).

Если данные можно представить в денежном выражении, лучше всего показать это на вертикальных осях диаграммы Парето, поскольку затраты являются важным критерием измерений в управлении.

Рассмотрим пример построения диаграммы Парето:

1. Предметом исследования выбрали качество литой втулки, впрессованной в полумуфту для соединения валов.

2. Решили построить диаграмму Парето по результатам.

3. Провели классификацию результатов: при расточке внутреннего диаметра литой втулки могут вскрыться следующие несоответствия: неметаллические включения, коробление, газовая пористость, усадочные раковины и прочие (горячие трещины, расслоение).

4. В качестве метода контроля выбрали визуальный контроль; период сбора данных установили 1 раз в смену.

5. Был разработан контрольный листок для регистрации несоответствий, (аналогично в 1 практической работе), дополненный графами видам несоответствий.

6. Результаты измерений, проранжировали и записали в таблицу исходных данных для составления диаграммы Парето (см. таблицу 7). Предварительный анализ этой таблицы указывает на то, что группа «прочие» имеет сравнительно небольшую долю, поэтому можно считать, что классификация возможных основных результатов проведена правильно, и нет необходимости в пересмотре группы «прочие».

7. Столбиковая диаграмма будет иметь вид, представленный на рисунке 24.

Таблица 7

Обработка данных для анализа изготовления литых деталей, используемых в качестве втулок полумуфт для соединения валов

I	Виды несоответствия деталей	Кол – во несоответствий	Суммарное количество несоответствий	% соотношение несоответствий по видам	Кумулятивный % несоответствий
	II	III	IV	V	VI
1	Усадочные раковины	48	48	41,7	41,7
2	Газовая пористость	32	80	27,8	69,5
3	Коробление	23	103	20	89,5
4	Неметаллические включения	4	107	3,5	93,0
5	Прочие несоответствия	8	115	7,0	100
	ИТОГО	115	-	100	-

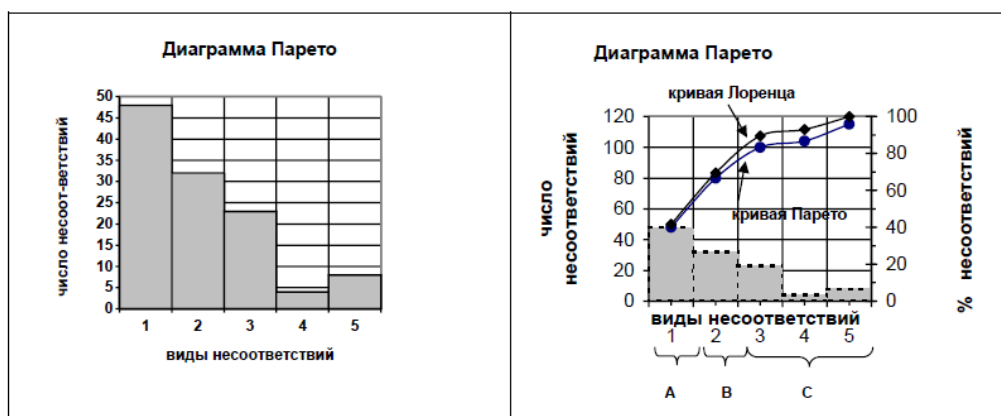


Рисунок 24 Диаграмма Парето

### Тема 1.5.4 Методы статистического анализа

*Содержание:*

1. *Методика стратификации данных*
2. *Диаграмма разброса*

#### 1. Методика стратификации данных

**Методика проведения стратификации данных.** При принятии решений устранения проблем различного рода возникает задача выявления предполагаемого источника проблемы, когда разброс (дисперсия) значений параметра решения проблемы около его среднего значения возрастает.

В этом случае применяют метод стратификации – инструмент,

позволяющий произвести селекцию данных, отражающую требуемую информацию о процессе. Он заключается в том, что производят расслаивание (стратификацию) статистических данных, т.е. группируют данные согласно некоторым критериям. Обработку каждой группы данных производят в отдельности, её результаты часто показывают в виде диаграмм и графиков. Данные, разделенные на группы в соответствии с их особенностями, называют слоями (стратами).

Существуют различные методы расслаивания, применение которых зависит от конкретных задач. Например, данные, относящиеся к изделию, производимому в цехе на рабочем месте, могут в какой – то мере отличаться в зависимости от исполнителя, используемого оборудования, методов проведения рабочих операций, температурных условий и т.д. Все эти отличия могут быть факторами расслаивания. В производственных процессах часто используется метод 5М, учитывающий факторы, зависящие от человека (man), машины (machine), материалов (material), метода (method), измерения (measurement). В отличие от метода Исикавы, где расслоение в производственных условиях проводят, например по 5М, в методе стратификации расслоение осуществляют внутри только одного из 5М.

Стратификация осуществляется, например:

- по исполнителям – по квалификации, полу, стажу работы и т.п.;
- по машинам и оборудованию – по новому и старому оборудованию, марке, конструкции, выпускаемой фирме и т.д.;
- по материалу – по месту производства, фирме – производителю, партии, качеству сырья и т.п.;
- по способу производства – по температуре, технологическому приёму, месту производства и т.д.;
- по измерению – по методу измерения, типу измерительных средств или их точности и т.д.

Например, если расслаивание произведено по фактору «оператор» (man), то при значительном различии в данных можно определить того или иного оператора на качество изделия. В сервисе для расслаивания используется метод

5P, учитывающий факторы, зависящие от работников (peoples), процедур (procedures), потребителей (patrons), место (place), где осуществляется сервис, поставщиков (provisions).

В результате расслаивания обязательно должны соблюдаться два условия:

– различие (дисперсия) между значениями случайной величины внутри слоя должно быть как можно меньше по сравнению с различием её значений в нерасслоённой исходной совокупности;

– различие между слоями (различия между средними значениями случайных величин слоёв) должно быть как можно больше.

Пример. Возьмём статистический ряд результатов измерений пробивного напряжения диэлектрических слоёв 160 однотипных МОП – структур:

Таблица 8

Параметры работы МОП

$X_i$	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194
$n_i$	1	1	1	1	1	2	2	2	9	10	3	7	6	6	17	6

$X_i$	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
$n_i$	9	8	14	10	10	1	7	6	5	3	5	1	2	1	2	1

Допустим, что экземпляры МОП – структур первой части таблицы ( $n=75$ ), изготовлены исполнителем А, а экземпляры второй части таблицы ( $n=85$ ), изготовлены исполнителем В.

Обработаем данные расслоив их соответственно по исполнителям А и В. Составим интервальный ряд распределения пробивных напряжений диэлектрических слоёв однотипных МОП – структур (по исполнителям), внесем данные в таблицу 9.

На основании представленных в таблице данных выстраиваем гистограмму, представленную на рисунке 25.

Расслаивание позволяет увидеть, что результаты исполнителей А и В заметно отличаются друг от друга. Если рссчитать среднюю и дисперсию результатов измерений, расслоенных по исполнителям А и В, то среднее  $A=186,5$  а дисперсия  $S_A=20,75$ ; среднее  $B=???$  а дисперсия  $S_B=???$ . При этом среднее и дисперсия до расслаивания составляли: среднее – 194,95 а дисперсия 41,197. Таким образом, расслаивание привело к снижению дисперсии внутри слоёв.



Дальнейший анализ может состоять в том, чтобы проверить значимость различия между дисперсиями результатов работы исполнителей А и В с помощью дисперсионного анализа.

Таблица 9

Расслоение данных по исполнителям

Интервальные диапазоны пробивного напряжения, В	Середина интервала, $X_i$	Частота, $n_i$			
		Исполнитель А	Исполнитель В	Сумма	Накопленная частота
176,5 – 179,4	178	1		1	1
179,5 – 182,4	181	3		3	4
182,5 – 185,4	184	5		5	10
185,5 – 188,4	187	21		21	30
188,5 – 191,4	190	16		16	46
191,5 – 194,4	193	29		29	75
194,5 – 197,4	196		31	31	106
197,5 – 200,4	199		21	21	127
200,5 – 203,4	202		18	18	145
203,5 – 206,4	205		9	9	154
206,5 – 208,4	208		5	5	159
209,5 – 212,4	211		1	1	160

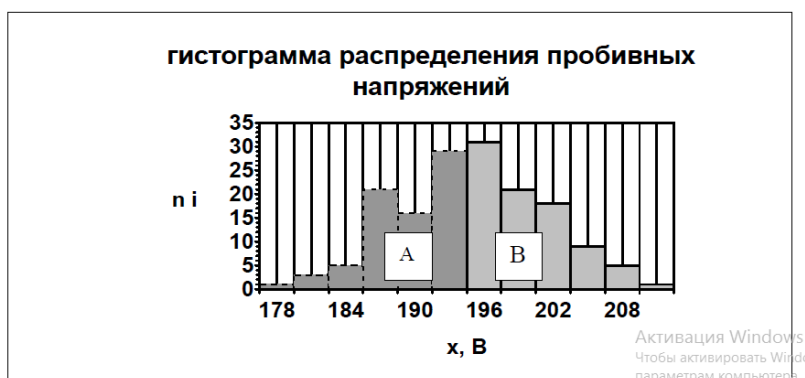


Рисунок 25 Гистограмма распределения пробивных напряжений

Таблица 10

Справочно: расчет средней и дисперсии исполнителя А

$X_i$	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194
$X_i^2$	32041	32400	32761	33124	33489	33856	34225	34596	34969	35344	35721	36100	36481	36864	37249	37636

$$\text{Среднее } 2984/16 = 186,5$$

$$\text{Дисперсия} = 556856/16 - 186,5^2 = 34803,5 - 34782,25 = 20$$

Но иногда расслаивание не даёт ожидаемого результата, казалось бы, по очевидному параметру. В таком случае следует продолжить анализ данных в поисках решения возникающей проблемы.

На практике метод стратификации используют многократно, расслаивая данные по различным признакам и анализируя возникающую при этом разницу с помощью, например диаграмм Парето.

## 2. Диаграмма разброса

**Методика рассеивания (разброса).** Диаграмма разброса – это инструмент, позволяющий определить вид и степень связи между парами соответствующих переменных:

а) характеристикой качества и влияющим на него фактором (например, если характеристика качества – шероховатость, а влияющий на нее фактор – угол заточки резца, то зная зависимость шероховатости обработанной поверхности от угла заточки, можно управлять процессом точения для достижения требуемого значения шероховатости);

б) двумя различными характеристиками качества (например, зная зависимость между двумя характеристиками качества, например, шероховатостью и точностью, можно управлять процессом точения, добиваясь минимального значения показателя шероховатости, чтобы получить максимальное значение точности);

в) двумя факторами, влияющими на одну характеристику качества (например, зная зависимость между скоростью подачи резца и углом его заточки, можно улучшить показатель качества процесса).

Кроме того, знание связи и степени связи между двумя переменными позволяет в производственных условиях, перейти от управления одной какой – либо переменной, управлять которой сложно или невозможно, к управлению другой переменной, наиболее полно характеризующей показателя качества. Например, для достижения наилучшего показателя шероховатости можно подобрать определённое значение угла заточки резца. Управление этим параметром усложнено, т.к. в процессе работы резец непрерывно изнашивается, поэтому, зная зависимость между скоростью подачи и углом заточки, можно


перейти к управлению скоростью подачи резца для достижения требуемой шероховатости.

Этапы построения диаграммы:

1. Собрать парные данные  $(x,y)$  между которыми исследуется зависимость, желательно не менее 25 – 30 пар данных, и расположить их в таблицу.

2. Определить систему координат: обычно если одна переменная – фактор, а другая – показатель качества, то для фактора выбирают горизонтальную ось  $x$ , а для показателя качества – вертикальную ось  $y$ ; координатами начальной точки системы координат будут минимальные значения  $x$  и  $y$ .

3. Выбрать шкалы для  $x$  и  $y$ : на каждой оси берут от 3 до 10 градаций, используя округлённые числа (для облегчения чтения), причём рабочие части осей делают приблизительно одинаковыми.

4. Построить график и нанести на него данные. Иногда при разных наблюдениях получаются одинаковые значения, тогда эти точки выделяют, либо, нанося вторую точку рядом с первой, либо используют концентрические круги  (для повторения).

5. Сделать все необходимые обозначения: название диаграммы, число пар данных, названия и единицы измерения для каждой оси, интервал времени, фамилию и подпись составителя диаграммы.

Далее приступают к анализу диаграммы рассеивания. Прежде всего, нужно обратить внимание на далеко отстоящие от основной группы данных точки – «выбросы» и отдельно отстоящие друг от друга группы данных – «облака». Можно предположить, что любые такие выбросы и облака являются либо результатом ошибок записи данных, либо ошибок измерений, которые следует устранить; либо обусловлены некоторыми изменениями в условиях работы, которые следует учесть при анализе производственных проблем (например, провести стратификацию по выявленным признакам образования выбросов и облаков). Изучение причин возникновения выбросов и облаков часто дает полезную информацию для понимания технологического процесса и его

улучшения. Выбросы необходимо исключить из рассмотрения при проведении корреляционного анализа.

Диаграмма рассеивания (её также называют корреляционным полем) позволяет представить общее распределение пар. На практике обычно производится визуальный анализ диаграмм рассеивания.

Возможны многочисленные варианты скопления точек, например:

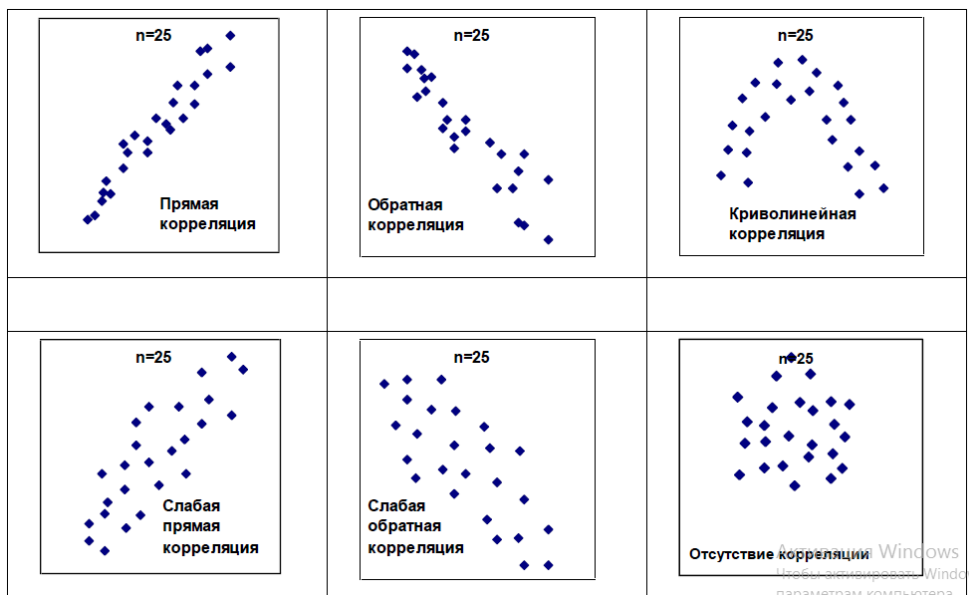


Рисунок 26 Варианты графических построений

Если зависимость между величинами имеется, то поле корреляции вытянуто и направление «вытянутости» не совпадает с направлением осей координат. Если же величины независимы, то поле корреляции или параллельно одной из осей, или имеет форму круга. Таким образом, простой визуальный анализ диаграммы рассеивания позволяет судить о виде связи и приблизительно оценить степень зависимости.

При отсутствии корреляции, когда никакой выраженной зависимости между  $x$  и  $y$  не наблюдается, необходимо продолжить поиск факторов, коррелирующих с  $y$ , исключив из этого поиска фактор  $x$ .

Пример: изучается прочность на разрыв бумажной продукции. Предположили, что прочность зависит от количества твёрдой древесины в пультке. На опытной установке изготовили 25 образцов, которые были испытаны на прочность на разрывной машине. Получили 25 пар данных, согласно этапам построения диаграммы разброса, их следует расположить в таблицу 11.

Таблица 11

Распределение значений прочности

x	171	175	169	185	179	192	189	178	176	176	180	192
y	68	71	65	70	68	84	81	80	74	65	76	77
x	184	186	196	169	195	202	204	200	195	210	212	214
y	72	75	69	72	73	77	83	88	81	91	87	86

Далее определяем систему координат: на оси  $x$  отложим значения содержания твёрдой древесины в пулке, а на оси  $y$  – полученные значения прочности бумаги. Для выбора начала координат нашли минимальные значения рассматриваемых параметров. Координатами начальной точки являются  $x = 160$ ,  $y=60$ . Наметили несколько градаций, для удобства максимальные значения рабочих зон выбрали для  $x=220$ , а для  $y=95$ . Нанесли на диаграмму данные, сделали все необходимые обозначения.

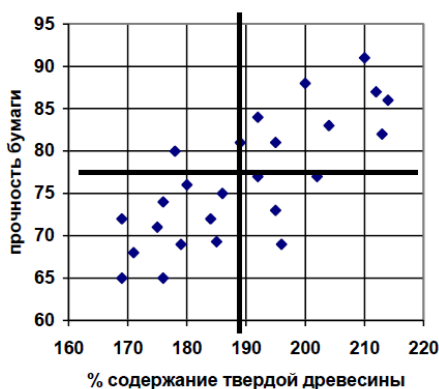


Рисунок 27 Диаграмма

На графике толстыми линиями показаны линии медиан.

По виду полученной диаграммы можно предположить наличие слабой прямолинейной корреляции. Для подтверждения этого предположения существует достаточно простой способ, помогающий в определении наличия и типа корреляционной зависимости, называемый метод медиан.

Метод медиан особенно удобен при исследовании технологического процесса на рабочем месте. На диаграмме разброса проводят вертикальную и горизонтальную линии медиан (толстые линии на графике). В результате получаются 4 квадрата, в каждом из которых подсчитывают количество точек:  $n_1=8$ ,  $n_2=2$ ,  $n_3=11$ ,  $n_4=2$ . Находят суммы точек отдельно в положительных и отрицательных квадратах (в расчёте не участвуют точки расположенные на медианах):

$$n(+)=n_1+ n_2=8+11=19;$$

$$n(-) = n_3 + n_4 = 2 + 2 = 4;$$

$$\text{общее число точек } n' = 19 + 4 = 23.$$

Далее используем специальную таблицу кодовых значений, соответствующих различным  $n'$  при двух значениях коэффициента риска. Сравнивают меньшее из чисел  $n(+)$  и  $n(-)$  с их кодовым значением из таблицы, соответствующим полученному значению  $n'$ . Если меньшее из чисел  $n(+)$  и  $n(-)$  окажется равным или меньше табличного кодового значения, то делают вывод, что прямолинейная корреляционная зависимость имеет место.

Могут возникать случаи, когда метод медиан приводит к выводу об отсутствии прямолинейной корреляции, но это не означает, что не может быть криволинейной корреляционной зависимости. Если подсчитанные значения окажутся больше табличного, следовательно, прямолинейная корреляция отсутствует, тогда проводят регрессивный и корреляционный анализы для выяснения наличия криволинейной корреляции.

Таблица 12

Таблица кодовых значений

8	0	0	34	9	10	61-62	20	22
9-11	0	1	35-36	9	11	63	20	23
12-14	1	2	37-38	10	12	64	21	23
15-16	2	3	39	11	12	65	21	24
17-19	3	4	40-41	11	13	66	22	24
20	3	5	42-43	12	14	67-68	22	25
21-22	4	5	44-46	13	15	69	23	25
23	4	6	47-48	14	16	70	23	26
24	5	6	49-50	15	17	71	24	26
25	5	7	51	15	18	72	24	27
26-27	6	7	52-53	16	18	73	25	27
28	6	8	54-55	17	19	74-75	25	28
29	7	8	56	17	20	76	26	28
30-31	7	9	57	18	20	77	26	29
32	8	9	58	18	21	78	27	29
33	8	10	59-61	19	21	79	27	30

В нашем случае меньшим из  $n(+)$  и  $n(-)$  оказалось  $n(-)=4$ , соответствующее кодовое значение равно 6, следовательно, предположение о наличии прямолинейной корреляции подтверждается. Чтобы определить тип прямолинейной корреляции (прямая или обратная), следует сравнить  $n(+)$  и  $n(-)$ , если  $n(+)$   $>$   $n(-)$ , то имеет место прямая корреляция, иначе обратная. В нашем

случае имеет место прямая корреляция.

#### **Тема 1.5.4 Выбор метода и инструментов для анализа проблем, выявленных в ходе картирования на фабрике процессов**

Весь смысл проектирования будущего состояния потока создания ценности состоит в том, что вы должны иметь опыт определения проблем. В то же время производственный мир накопил большой опыт внедрения бережливого производства, поэтому можно начинать с опробованных принципов, правил и попытаться адаптировать их к будущим состояниям ваших собственных потоков создания ценности.

Итак, резюмируем наиболее важные принципы бережливого производства – перепроизводство. Мы можем понять основные проблемы текущего состояния массового (или выталкивающего) производства на заводе Acme Stamping: каждый процесс в потоке создания ценности выполняется независимо от других процессов, производя и проталкивая продукцию в соответствии с графиками, которые он получает от отдела управления производством, вместо выполнения запасов следующего по потоку процесса – «потребителя». Поскольку произведенная продукция пока не нужна, её надо учесть, хранить и т.д. – чистая муда. Дефекты остаются скрытыми в очередях запасов до тех пор, пока детали не будут наконец использованы следующим вниз по потоку процессом. Именно там обнаружатся существующие проблемы, однако к тому времени уже будет трудно проследить их источник. В результате, хотя время добавления ценности при производстве единицы продукции очень мало, общее время, затрачиваемое на выполнение всех процессов в заводских условиях, весьма и весьма велико.

Чтобы сократить такое продолжительное время выполнения заказа от получения сырья до выпуска готовых товаров, необходимо сделать больше, чем просто сократить очевидные потери. Слишком много усилий по созданию бережливого производства закончилось поисками «семи видов потерь». Хотя эти потери полезно выявить, в проектах будущего состояния самое главное – устранить источники или коренные причины потерь в потоке создания ценности.

Самый значительный источник бесполезных затрат – перепроизводство,

которое означает выпуск большого числа изделий, раньше и чаще, чем это нужно для следующего процесса. Перепроизводство – причина всех видов потерь, а не только избыточных запасов и замораживания денежных средств. Партии деталей должны храниться, следовательно, требуется место для хранения; они должны перекладываться с одного места на другое, сортироваться и переделываться, а для этого нужны люди и оборудование. Перепроизводство приводит к нехватке, поскольку процессы выпускают не то, что надо. Это означает, что вам нужна дополнительная загрузка операторов и оборудования, потому что вы используете некоторых ваших работников и оборудование, чтобы производить детали, которые вам пока не нужны. Это также увеличивает время выполнения заказов, что ослабляет вашу гибкость в реагировании на запросы потребителей.

Компания Toyota пристально следит за тем, чтобы избежать перепроизводства, её потоки создания ценности сильно отличаются от таких же потоков на предприятиях массового производства. Рассуждения сторонников массового производства состоят в том, что чем больше и быстрее вы производите продукцию, тем меньше удельная себестоимость единицы продукции. Но эти рассуждения верны только с точки зрения прямых затрат на создание единицы продукции, исходя из традиционной практики учета затрат. Данный подход игнорирует другие, не менее реальные затраты, связанные с перепроизводством и потерями, которые оно вызывает.

В бережливом производстве все стараются организовать работу так, чтобы каждый процесс производил только то, что нужно следующему процессу, и тогда, когда ему это нужно. Мы стараемся связать все процессы – начиная от конечного потребителя и до исходного сырья – в гладкий поток, который обеспечивает выполнение заказа в кратчайшее время, с наивысшим качеством и минимальными затратами.

Правило 1. Работайте в соответствии с вашим временем такта. Время такта показывает, как часто вам надо производить одну деталь или продукт в соответствии со скоростью продаж, чтобы удовлетворить запросы потребителя. Время такта определяется путём деления вашего доступного времени за смену (в секундах) на объем потребительского спроса за смену (в штуках).



Время такта используется для того чтобы синхронизировать темп производства с темпом продаж, особенно в задающем ритм процессе. Этот ориентир, дающий ритм, в котором процесс должен производить продукцию. Он помогает понять, как вы работаете и что вам необходимо улучшить. На картах будущего состояния время такта указывается в списках параметра процесса.

Производство в соответствии со временем такта кажется простым, однако надо обратить внимание на:

- быстрое реагирование на проблемы (в пределах времени такта);
- устранение причин незапланированных простоев;
- устранение затрат времени на переналадку оборудования в процессах

ниже по потоку, например, на сборке.

Правило 2. Создавайте непрерывный поток где только возможно. Непрерывный поток подразумевает, что за один раз производится одно изделие, при этом каждое готовое изделие сразу переходит от одного этапа процесса к следующему безо всякой задержки (и многих других потерь). Непрерывный поток – самый эффективный способ производства.

Непрерывный процесс изображают на карте потока создания ценности простым прямоугольником. На рисунке будущего состояния каждый процессный прямоугольник должен описывать область, где «течет» поток, поэтому если ваше будущее состояние более «непрерывно», то два или более прямоугольника (процессов) на карте текущего состояния надо объединить в один прямоугольник на карте будущего состояния.

В некоторых случаях вы захотите ограничить протяженность чистого непрерывного потока, поскольку объединение процессов в непрерывный поток также соединяет периоды времени выполнения заказа и время простоев. Для начала хорошим подходом может оказаться комбинация непрерывного потока и некоторой вытягивающей системы или системы типа ФИФО. Далее, когда надёжность процесса будет повышена, время переналадки оборудования сократится почти до нуля и на линии будет использоваться компактное оборудование, расширяйте области, где «течет» непрерывный поток.

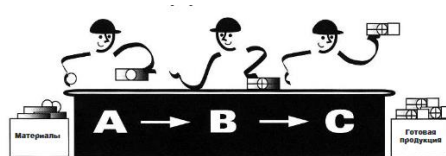


Рисунок 28 Непрерывный поток

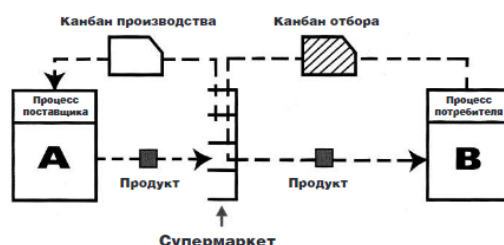
Правило 3. Когда непрерывный поток нельзя распространить вверх по «течению», используйте супермаркеты для управления производством. В потоке создания ценности часто появляются места, в которых непрерывный поток невозможен и накопление продукции неизбежно. Это возникает по причинам:

- некоторые процессы спроектированы для работы с очень большим или очень малым временем цикла, а для выпуска многочисленных продуктовых семейств нужна переналадка оборудования (например, штамповка или литьё под давлением);

- некоторые процессы выполняются сторонними организациями, которые расположены достаточно далеко, поэтому обработка изделий по одному нереальна;

- у некоторых процессов слишком длительное время выполнения заказа или недостаточная надёжность, чтобы объединяться непосредственно с другими процессами в непрерывный поток.

Управление работой таких процессов, связывая их с потребителями, находящимися ниже по потоку, чаще всего происходит через вытягивание системы типа супермаркета, проще говоря нужно создавать вытягивающую систему так, где непрерывный поток прерывается и процесс выше по потоку должен всё ещё работать партиями.



1. Процесс потребителя обращается к супермаркету и забирает то, что ему надо, и тогда, когда ему это надо.  
 2. Процесс поставщика производит, чтобы пополнить то, что было изыто.  
 Цель: управление процессом поставщика без составления графиков, управление производством между потоками.

Рисунок 29 Вытягивающая система супермаркета

Канбан производства даёт сигнал производству деталей, а канбан отбора –

это список деталей, который указывает сотруднику, какие детали нужно получить и доставить.

Прежде чем принять решение об использовании каких-либо вытягивающих систем супермаркета, убедитесь, что вы создали непрерывные потоки во всех этапах процессов, где только возможно. Без крайней необходимости не следует создавать супермаркеты запасов и супермаркеты дополнительных материалов между процессами.

Правило 4. Старайтесь информировать о графике потребления только один производственный процесс. При использовании вытягивающих систем супермаркета для координации работы всего потока создания ценности обычно планирование нужно только в одном месте. Это место называется *задающим ритм процессом*, потому что то, как вы управляете работой этого процесса, определяет темп работы всей системы процессов выше по потоку. Например, вариации объёма производства в задающем ритм процессе влияют на требования по загрузке процессов выше по потоку. Выбор правильной точки для планирования определяет, какие элементы вашего потока создания ценности станут частью времени цикла от заказа потребителя до выпуска готовых товаров.

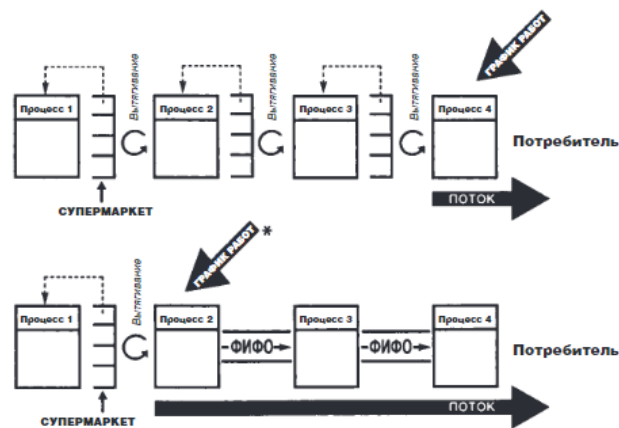


Рисунок 30 Выбор задающего ритм процесса

Обратите внимание, что перемещение материалов от задающего ритм процесса вниз по потоку до готовых товаров должно выполняться в виде потока (ниже по течению потока от задающего ритм процесса не должно быть ни супермаркетов, ни вытягивающих систем). Поэтому задающий ритм процесс чаще всего наиболее непрерывный процесс во всём потоке создания ценности «от двери до двери». На карте будущего состояния задающий ритм процесс – это

производственный процесс, управляемый заказами внешних потребителей.

Правило 5. Распределяйте производство различных продуктов равномерно по всему времени работы задающего ритм процесса. выравнивайте производство разных продуктов.

В большинстве сборочных отделов, вероятно, полагают, что легче планировать «длинные» партии одного типа продукта и избегать переналадок, но это приводит к серьёзным проблемам для остальных процессов потока создания ценности.

Группирование подобных продуктов и их одновременное изготовление усложняет обслуживание потребителей, запросы которых отличаются от производимых в настоящее время партий продукции. Для этого вам нужно создавать больше запасов готовых товаров в надежде, что у вас будет в наличии то, что пожелает потребитель, или закладывать на выполнение заказа больше времени, чтобы успеть его выполнить.

Сборка партиями означает, что поставляемые комплектующие также будут потребляться партиями, что приведёт к раздуванию объёма запасов в супермаркетах выше по всему потоку создания ценности. И поскольку по мере того как вы двигаетесь вверх по потоку вариабельность процесса конечный сборки будет всё сильнее сказываться на вариабельности всех процессов выше по потоку, запасы на этих процессах будут также расти по мере дальнейшего продвижения вверх по потоку.

Выравнивание производства номенклатуры товаров означает равномерное распределение производства различных продуктов по всему временному интервалу. Например, вместо сборки всех продуктов типа А утром и всех типов продукта типа В во второй половине дня выравнивание означает чередование производства небольших партий А и В.

Правило 6. Создайте начальное вытягивание путём производства и вытягивания небольших партий, постепенно загружая работой, задающий ритм процесс. Выравнивайте объём производство. Цеховые процессы слишком многих компаний выпускают большие партии продукции, что приводит к появлению нескольких проблем включая:

- отсутствие понимания времени такта (нет представления о такте) и отсутствие вытягивания, на которое должен реагировать поток создания ценности;
- неравномерное распределение во времени обычно выполняемого объёма работ, появления пиков и спадов, что приводит к повышенной загрузке машин, людей и супермаркетов;
- трудности при проведении мониторинга ситуации (непонятно, отстаём или ушли вперёд);
- при большом числе заказов, переданных в цех, каждый процесс в потоке создания ценности может пропускать выполнение отдельных заказов. Это увеличивает время выполнения заказа и приводит к потребности в ускорении;
- реагирование на изменения запасов потребителей становится довольно сложным. Это часто можно видеть на очень сложных информационных потоках на рисунках текущего состояния.

Установление последовательного или сглаженного темпа производства создаёт прогнозируемый поток продукции, который по своей природе помогает вам в разрешении проблем и даёт возможность быстро произвести корректирующее действие. Хорошим началом может быть регулярное последовательное сокращение времени работы задающего ритм процесса (обычно около 5 – 60 минут) и последовательное удаление соответствующего числа готовых изделий. Мы называем такую практику пошаговым изъятием.

Унифицированную часть работы называют питчем (pitch), рассчитывается питч с учётом числа изделий, помещающихся в одном контейнере готовых изделий, или в нескольких целых контейнерах или их частях. Например, если время такта = 30 секунд и объём упаковки = 20 изделий, то питч = 10 минут (30 с\*20 изд.). другими словами, каждые 10 минут дайте инструкцию задающему ритм процессу производить одну упаковку, забирайте один питч готовых изделий. Итак, в рассматриваемом случае питч – это вашего времени такта на число готовых изделий, перемещаемых в задающем ритм процессе. В таком случае это число становится основным элементом (единицей) при составлении произведённого графика выпуска изделий данного продуктового семейства.

Одним из инструментов для расчёта питча может быть анализ временных интервалов, которыми пользуются руководители. Если рабочее задание руководство спускаете в цех один раз в неделю, то вероятно, и ответ будет раз в неделю. В такой ситуации невозможно производить продукцию в соответствии со временем такта. В этом случае используют ящик выравнивания загрузки или ящик сглаживания производства.



Рисунок 31 Ящик выравнивания загрузки (сглаживания производства)

Существует много способов пошагового изъятия небольших последовательных объёмов продукции. Некоторые компании для сглаживания объёма производства используют такой инструмент как ящик выравнивания загрузки, или хейдзунка. Ящик выравнивания загрузки имеет вид ячеек, в каждой из которых хранится канбан для отдельного интервала питча, и определённому типу продукции соответствует один ряд ячеек.

В этой системе канбан показывает не только какой объём продукции надо произвести, но также сколько времени потребуется для её выпуска (на основе времени такта). Канбан размещается в ящике сглаживания производства в желательной последовательности номенклатуры рядом с типом продукта (см. рисунок 31). Затем сотрудник извлекает эти коробочки канбан и переносит их к задающему ритм процессу – по одному за раз, в соответствии с питчем.

Для выравнивания объёма производства используется тот же символ, что и для выравнивания производства разных товаров, поскольку для обеспечения бережливого производства нужно предварительное сглаживание и номенклатуры, и объёма производства.

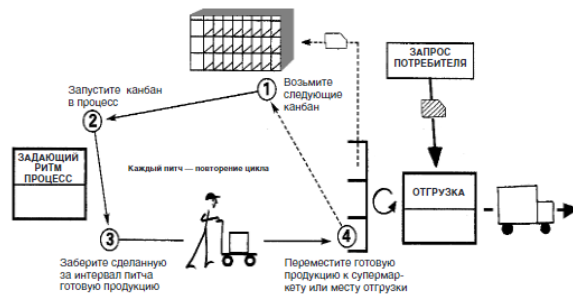


Рисунок 32 Пример пошагового изъятия

Правило 7. Развивайте способность делать «каждую деталь каждый день» (затем – каждую смену, каждый час; или каждую упаковку, палету), выполняя процессы вверх по потоку от задающего ритм процесса. При сокращении интервалов времени переналадки оборудования и запуске партий продукции меньшего объёма в реализуемых вами процессах эти процессы смогут быстрее реагировать на изменения запросов ниже по потоку.

Кроме того, для них потребуется меньше запасов в супермаркетах. Это относится как к дискретным, так и к непрерывным производствам.

В общем случае в списках параметров процесса мы записываем либо объём партии, либо КДК – означает «каждую деталь каждую... (неделю/ день/ смену/ час/ питч/ такт)». Параметр КДК показывает, как часто процесс перенастраивается, чтобы произвести все варианты деталей. Изначальная цель многих заводов – выпускать по крайней мере «каждую деталь каждый день для часто потребляемых товаров».

Метод определения начальных объёмов партий при выполнении процессов основан на учёте дневного времени, которое остаётся на переналадку оборудования.

Например, если у вас имеется 16 часов доступного времени в день и 14,5 часа уходит на выполнение ежедневных заказов, то для переналадки оборудования остаётся 1,5 часа доступного времени (обычно ставится цель использовать для переналадки примерно 10% доступного времени). В таком случае, если текущее время переналадки оборудования составляет 15 минут, то можно выполнять шесть переналадок в день. Чтобы выпускать партии меньшего объёма более часто, вам нужно сократить время переналадки оборудования и/или

уменьшить число простоев.

## Тема 1.6 Методы и инструменты бережливого производства

### Тема 1.6.1 Рабочее пространство, стандарты предприятий по организации работ

*Содержание:*

1. *Организация рабочего пространства по системе 5S*
2. *Стандартизация работ*

#### 1. Организация рабочего пространства по системе 5S

Система 5 S – это комплекс мероприятий по организации рабочего места, состоящий из пяти этапов, обеспечивающих создание комплексной качественной рабочей среды, способствующей повышению производительности, качества продукции и безопасности труда

Система 5S получила своё название от первых букв пяти японских слов (см. таблицу 13).

Таблица 13

#### Составляющие вопросы системы 5S

Японский	Английский	Русский
Seiri	Sorting	Сортировка. Отделить нужные предметы – инструменты, детали и материалы от ненужных, чтобы убрать последние
Seiton	Simplifying	Самоорганизация. Аккуратно расположить то, что осталось: поместить каждый предмет на своё место
Seiso	Sweeping	Систематическая уборка. Поддерживать чистоту
Seiketsu	Standardizing	Стандартизация. Соблюдать аккуратность за счет выполнения первых трех С
Shitsuke	Sustaining	Совершенствование. Придерживаться дисциплины, обеспечивающей выполнение первых четырёх S

Некоторые сторонники бережливого производства вводят шестое S – Safety – безопасность: разработать процедуры обеспечения безопасности в цеху и



придерживаться их.

Цели системы 5S:

- снижение числа несчастных случаев;
- повышение уровня качества продукции, снижение количества дефектов;
- создание комфортного психологического климата, стимулирование желания работать;
- повышение производительности труда.

Технология внедрения системы 5S, этапы реализации системы можно описать следующим образом. Для начала нужно организовать обучение всего персонала по тема «Бережливое производства: инструмент 5S». Далее предоставить визуальную информацию о внедряемом проекте в виде информационных стендов, разработать логотип проекта. Далее выбрать «пилотов» - рабочих, имеющих уважение в коллективе, – и делегировать им полномочия по выполнению всех заранее подготовленных предписаний.

Контролировать и направлять действия рабочих необходимо по следующим пунктам:

1. Сортировать. Чтобы оценить реальную необходимость в применении 5S, необходимо провести маркировку: всем сотрудникам выдать красные карточки или флажки, которые они должны прикрепить к предметам. Отмеченные предметы должны быть немедленно выброшены либо перемещены в соответствующие места для хранения. Это мероприятие позволит сократить затраты места на хранение предметов, которые больше не нужны, а также затраты времени на передвижение между завалами, создаваемыми этими предметами, давая свободу передвижения. Все материалы (предметы) делятся на следующие группы:

- нужные – материалы, которые используются в работе данный момент;
- неиспользуемые – материалы, которые могут использоваться в работе, но в данный момент не востребованы;
- ненужные / непригодные – брак, который необходимо вернуть

поставщикам либо уничтожить.

2. Систематизировать. Для каждого предмета в рабочей зоне нужно выделить постоянное место, для этого использовать специальные стеллажи, шкафы и разметку краской для каждого предмета, для того чтобы можно было сразу визуально определить, когда предмет лежит не на месте или не имеет своего места. Также разметку нанести по всей рабочей зоне: выделить рабочее место, опасную зону, проходы, место хранения заготовок и т.д.

Всё это позволит устранить затраты времени на поиск нужного инструмента, материалов или документов, а также затраты времени на определение неиспользуемых предметов (поддержка предыдущего инструмента «Сортировка»).

Расположение предметов должно отвечать требованиям: безопасность, качество, эффективность работы.

Правила расположения вещей:

- на видном месте;
- легко взять; легко использовать;
- легко вернуть на место.

3. Стандартизировать. Руководству необходимо разработать простые и понятные всем стандарты сортировки, разметки рабочей зоны, периодичности уборок и т.д. Закрепить эти стандарты в контрольных листах, регулярно проверять их ведение. Стандартизация устраняет затраты времени на доведение до персонала инструкций по выполнению предыдущих инструментов – сортировки, систематизации, – а также затраты времени на улучшение предыдущих инструментов.

Стандартизация позволяет, с одной стороны, не снижать уровень достигнутых улучшений, а с другой – легче увидеть недостатки существующих процедур и определить возможности для их улучшения. Этот шаг подразумевает поддержание состояния на рабочем месте после выполнения двух первых шагов.

Необходимо создать рабочие инструкции, содержащие описание пошаговых действий по поддержанию порядка, а также вести разработку новых методов контроля и вознаграждения отличившихся сотрудников.

4. Содержать в чистоте. Руководству необходимо организовать регулярную уборку с целью заблаговременного выявления протекающих шлангов, неплотных соединений, поврежденных поверхностей и других предпосылок к возникновению неполадок. Одновременно производить обновление разметок опасных зон, маркировок качества, разметок мест хранения оборудования и материалов. Ввести «пятиминутки 5S» – ежедневные мероприятия для всех сотрудников, в ходе которого каждый имеет возможность 5 минут посвятить наведению порядка на рабочем месте. Это позволит устранить затраты времени на устранение неполадок в оборудовании и на внедрение двух предыдущих инструментов. Рабочая зона должна поддерживаться в идеальной чистоте.

Порядок действий:

- разбить линию на зоны, схемы и карты с обозначением рабочих мест, мест расположения оборудования и т.п.;
- определить специальную группу, за которой будет закреплена зона для уборки;
- определить время проведения уборки:
  - утренняя: 5 – 10 минут до начала рабочего дня;
  - обеденная: 5 – 10 минут после обеда;
  - по окончании работы: после прекращения работы, во время простоев.

5. В существующие стандарты должны вноситься регулярные улучшения как рабочими, так и руководством. Для этого нужно:

- на каждом участке установить специальные места (столы) с уже существующими стандартами и с бланками усовершенствования этих стандартов с указанием лица, предлагающего изменения;
- провести анкетирование с каждым сотрудником, выяснить, что бы он хотел улучшить на своём рабочем месте;
- разработать график внедрения предложенных улучшений;
- дать возможность любому сотруднику, работающему беспрепятственно обсудить идею какого-либо изменения с руководством;

- проводить ежеквартальные соревнования по соблюдению правил проекта 5S и установить систему наград для тех сотрудников, которые соблюдают достигнутые договоренности и активно вносят новые улучшения;
- выпускать специальное издание (журнал), для внутреннего распространения, посвященный результатам проекта 5S – лучшие представители, участки, их фото и высказывания;
- выработать у сотрудников привычку ухода за рабочим местом в соответствии с уже существующими процедурами.

На основе принципов 5S разработана отечественная система «Упорядочение».

## 2. Стандартизированная работа

Стандартизация – отправная точка для непрерывного совершенствования. Стандартизация является инструментом совершенствования производства, так как позволяет отслеживать улучшения и стимулирует применение методов постоянного совершенствования. Систематическое улучшение операций происходит только при условии стандартизации, когда можно отследить, действительно ли производственная ситуация изменилась к лучшему. При стандартизации операций и процессов важно обеспечить возможность быстрой диагностики ситуации при помощи средств визуального управления.

Постоянное усовершенствование стандартов является ключевым аспектом стандартизированной работы и позволяет достоверно оценить эффективность выполнения производственных процессов. Этапы совершенствования стандартов:

- 1) диагностика проблем;
- 2) выбор наиболее важной проблемы;
- 3) постановка цели;
- 4) изучение причины возникновения проблемы;
- 5) детальное описание текущей ситуации;
- 6) разработка возможных решений;
- 7) выбор и применение наилучшего решения;

8) проверка правильности решения;

9) утверждение нового стандарта.

Стандартизированная работа – это использование при осуществлении деятельности на предприятии набора определённых процедур, устанавливающих применение оптимальных методов работы и последовательность операций для каждого процесса и каждого работника. Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса. Целью такой работы является повышение эффективности за счёт минимизации потерь в каждой операции.

Стандартизированная работа – это вовсе не жесткий рабочий стандарт, установленный раз и навсегда. Наоборот, стандартизированная работа позволяет выявить оптимальный уровень загрузки рабочих и оборудования, максимально соответствующий потребительскому спросу. Этот уровень определяется путём тщательных вычислений, что позволяет выполнять каждую операцию на каждом участке в соответствии со временем такта.

К внедрению стандартизированной работы следует приступать после организации ячеечного производства и ввода в действие вытягивающей системы.

Внедрение и соблюдение стандартизированных методов работы требуют постоянного внимания со стороны руководства предприятия. На предприятиях компании Toyota стандартизацию работ поддерживают путём назначения старшего для каждой группы 6 – 7 сотрудников, он постоянно следит за работой, проверяя соответствие применяемых методов требованиям стандартов.

Стандартизированная работа – инструмент анализа и осмысления потерь в ходе операции (процесса). Он представляет собой точное описание каждого действия, включающее время цикла, время такта, последовательность выполнения определенных элементов, минимальное количество запасов для выполнения работы.

Внедрение стандартизированных процессов и процедур – важное условие устойчивой эффективности. Лишь при наличии стабильного процесса можно приступить к непрерывному творческому совершенствованию. Разработка стандартов начинается на ранней стадии внедрения бережливого производства и

продолжается в ходе развития и совершенствования бережливых операций. Создание стандартизированных процессов опирается на определение, наглядность (визуальные показатели) и последовательное применение методов, дающих наилучший результат.

Процесс, который в Toyota называют «стандартизированной работой», так важен для производственной системы в целом, что ему посвящена треть внутреннего документа Toyota TPS Handbook.

Стандартизированная работа позволяет выяснить, какие именно методы и процедуры являются оптимальными для того или иного процесса. целью такой работы является повышение эффективности за счёт минимизации потерь в каждой операции.

В стандартизированной работе есть три основные составляющие: стандартное время цикла и такта, стандартная последовательность технологических операций; стандартные запасы (незавершенное производство). Определения данных понятий представлены в приложении 1.

От времени производственного цикла зависит, будет ли на текущем этапе производства выпущена необходимая продукция в количестве, требуемом для выполнения последующего процесса.

Время такта синхронизирует выпуск продукции с потребительским спросом, тем самым устанавливает темп производства, совпадающий с темпом потребителя. Время такта зависит от требований потребителей и диктует скорость движения потока и всех процессов, связанных с выпуском продукции. Время такта определяет общий темп производства, а это позволяет управлять персоналом так, чтобы исключить переработку и внедрить гибкую занятость.

## 2. Стандартизированная работа

Стандартизировать работу в соответствии с временем такта невозможно на отдельно взятом рабочем месте. Полноценное внедрение стандартизированной работы требует, чтобы действия всех работников были взаимосвязаны и соответствовали стандартам.

Стандартная последовательность технологических операций выстраивает

порядок выполнения переходов, из которых состоит операция, очередность выполнения операций. Стандартизировать операции возможно лишь тогда, когда составлен полный список действий, выполняемых рабочим. Следует оптимизировать последовательность движений, совершаемых исполнителями при выполнении операций обработки или сборки. Последовательность выполнения операций и последовательность выполнения движений во время операций – это две разные вещи. Разработка оптимальной последовательности движений требует продуманности каждого движения, вплоть до мельчайших элементов.

Стандартные запасы – это минимальный уровень запасов, необходимых для выполнения производственного цикла. Они обеспечивают непрерывность потока и отсутствие простоев. Для эффективного функционирования потока единичных изделий следует установить стандартный уровень буферных запасов. Стандартный запас у каждого станка должен быть не больше одного изделия (или партии небольшого размера). От того, удаётся ли рабочим поддерживать уровень буферного запаса в пределах установленной нормы, зависит выявление потерь, а также ритмичность и непрерывность производственного процесса. Контролировать размер буферного запаса должен бригадир, а для этого ему требуется регулярно обходить рабочие места и в случае необходимости сразу же предпринимать меры по улучшению ситуации.

Внедрение стандартизированной работы выполняется в четыре этапа:

Этап 1. Составление таблицы анализа производительности операций. В данной таблице отражается текущее состояние производительности каждой операции, измеряется производительность количеством обработанных деталей.

Этап 2. Занесение данных в сводную таблицу стандартных операций. Данная сводка позволяет отслеживать зависимость между временем обработки и временем выполнения ручных операций, времени на замену, съём деталей, перемещение и т.п.

Этап 3. Разработка технологической схемы выполнения стандартных операций. В этом документе подробно представляется описание операций, контролируемые параметры, время изготовления в критические факторы

(правильное / неправильное выполнение операций, безопасность, упрощение и др.)

Этап 4. Разработка карты стандартных операций – это схема производственного процесса в ячейке или на производственном участке с указанием того, как расположено оборудование. На этой карте указывают время цикла, последовательность операций, стандартный объём незавершенного производства и другую информацию.

### **Тема 1.6.2 Методики TPM, SMED и внутреннего качества**

*Содержание:*

- 1. Методика всеобщего обслуживания оборудования TPM*
- 2. Методика быстрой переналадки SMED*
- 3. Внутреннее качество*

#### **1. Методика всеобщего обслуживания оборудования TPM**

Состояние оборудования, степень использования его возможностей в условиях современного механизированного и автоматизированного производства в значительной мере определяют уровень качества продукции и эффективности производства. В связи с этим вопросам оценки состояния оборудования и поддержания его в работоспособном состоянии всегда уделялось серьёзное внимание.

Для устранения проблем, вызванных применением традиционных систем обслуживания и ремонта оборудования, в конце 60-х – начале 70-х годов XX века на фирме «Нипшон Дэнсо», поставщике электрооборудования для фирмы Toyota, была разработана система всеобщего производительного обслуживания оборудования (TPM – Total Productive Maintenance), которая является одним из основных элементов бережливого производства.

Используются также названия «всеобщая эффективность оборудования», «всеобщее продуктивное обслуживание оборудования», «всеобщая эксплуатационная система» и другие варианты перевода.



Система ТРМ – система обслуживания оборудования, позволяющая обеспечить его наивысшую эффективность на протяжении всего жизненного цикла с участием всего персонала. Цель использования системы ТРМ – совершенствование деятельности предприятия за счет повышения эффективности оборудования, процессов производства, а также улучшения качества продукции и повышения производственной безопасности. Средством достижения цели ТРМ служит создание механизма, который ориентирован на предотвращение всех потерь и достижение «нуля поломок», «нуля несчастных случаев», «нуля брака» на протяжении всего жизненного цикла производственной системы.

«Нуль поломок» достигается в ТРМ за счет поэтапного, систематического и непрерывного осуществления пяти групп мероприятий:

- 1) создание базовых условий для нормальной работы оборудования;
- 2) соблюдение условий эксплуатации оборудования;
- 3) восстановление естественного износа;
- 4) устранение конструктивных (обусловленных проектом) недостатков оборудования;
- 5) повышение мастерства операторов, специалистов по ремонту и обслуживанию, инженеров-проектировщиков.

Система ТРМ оставалась секретной до 1980-х, а в начале 1990-х распространилась во всем мире. Данная система совершенствовалась, в настоящее время рассматривают три поколения ТРМ. Система первого поколения предназначена для повышения эффективности оборудования, ориентирована на устранение и предотвращение всех потерь, возникающих на рабочих местах вследствие поломок, выпуска бракованной продукции и т.д. Система состояла из пяти направлений деятельности. Система ТРМ второго поколения направлена на оптимизацию всего производственного процесса, поэтому в нее включено дополнительное направление – улучшение работы обеспечивающих подразделений и качества планирования производственной деятельности. Третье поколение системы ТРМ характеризуется введением еще двух дополнительных направлений: улучшения качества продукции и

повышения производственной безопасности.

В системе ТРМ выделяют 16 видов потерь, которые подразделяются на три группы:

1. Потери времени фиксирования оборудования:

- потери, вызванные поломками машин и механизмов;
- потери из – за наладки оборудования;
- потери из – за замены инструмента;
- потери при запуске оборудования;
- потери из – за кратковременных остановок оборудования и его

работы на холостом ходу;

- потери производительности;
- потери из – за дефектов и необходимости доработки продукции;
- потери из – за запланированных остановок оборудования.

2. Потери рабочего времени:

- потери из – за некачественного менеджмента;
- потери из – за нерациональной работы транспорта;
- потери из – за недостатков в организации работы производства;
- потери из – за низкого уровня автоматизации производства;
- потери из – за недостатков производственного мониторинга.

3. Потери энергии, сырья, материалов и времени из – за ремонта

инвентаря:

- потери готовой продукции;
- потери энергии;
- потери из – за необходимости ремонта производственного инвентаря.

Основные направления развёртывания системы ТРМ:

1. Отдельные улучшения для повышения производительности оборудования.

2. Создание системы самостоятельного обслуживания оборудования операторами.

3. Создание системы планового технического обслуживания

оборудования.

4. Обучение и повышение квалификации операторов и персонала ремонтных подразделений.

5. Создание системы управления разработкой и внедрением нового оборудования и продукта.

6. Создание системы обслуживания, ориентированного на качество.

7. Создание системы охраны труда и окружающей среды.

8. Создание системы повышения эффективности работы управленческих и обслуживающих подразделений.

Развертывание системы ТРМ позволяет:

- рационально использовать имеющееся оборудование;
- составить более реальный план модернизации оборудования и технического перевооружения предприятия, что позволит эффективнее использовать финансовые средства;

- снизить затраты на ремонт и обслуживание оборудования;
- снизить количество слесарей-ремонтников;
- увеличить качество выпускаемой продукции;
- снизить уровень текучести кадров;
- сократить время простоя оборудования, сократить сроки пусконаладочных работ;

- сократить затраты на капитальный ремонт;

- повысить производительность труда;

- повысить безопасность труда.

Для оценки эффективности работы в ТРМ используется не коэффициент загрузки оборудования, а коэффициент общей эффективности оборудования (ОЕЕ – Overall Equipment Effectiveness), который выражается в процентах и рассчитывается по формуле:

$$ОЕЕ = K_1 * K_2 * K_3 \quad (4)$$

где  $K_1$  – коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования;  $K_2$  – коэффициент технических возможностей оборудования;  $K_3$  –

коэффициент годной продукции.

Коэффициент использования планового фонда времени работы оборудования определяется как отношение фактического времени работы оборудования к времени производственного цикла. Коэффициент характеризует потери, связанные с поломками, переналадками и регулированием оборудования, заменой инструмента и т.п.

Коэффициент использования технических возможностей оборудования определяется как отношение текущей выработки к запланированной, характеризует потери из – за приостановки и холостого хода, из – за снижения скорости обработки.

Коэффициент годной продукции определяется как отношение количества качественных изделий к общему числу изготовленных изделий, характеризует потери из – за брака и переналадок, а также потери при запуске оборудования.

Целью определения ОЕЕ является не оценка работы оператора, а улучшение функционирования оборудования или совершенствование выполнения процессов. Информацию для расчетов как правило собирают оператора, а сами расчеты аккумулируются и сводятся в общую таблицу, на основании которой выстраиваются различные графики, которые помогают решить проблему.

Перед развертыванием на предприятии системы ТРМ коэффициент общей эффективности оборудования обычно составляет 40 – 60%. Когда этот показатель повышается до 85% или выше, то даже на существующих производственных мощностях объем производства увеличивается в 1,5 – 2,0 раза. Опыт внедрения системы ТРМ показывает: в течении двух первых лет на 10 – 20% возрастут расходы на обучение и примерно на 15% увеличатся затраты на обслуживание при условии, что за первый год будет охвачено 10% оборудования и 20% за второй.

Внедрение системы ТРМ в зависимости от степени готовности предприятия может быть осуществлено в период от 3 до 10 лет. Очевидно, что каждое предприятие может разработать собственную систему ТРМ, имеющую свои цели и порядок реализации.

## 2. Система быстрой переналадки (SMED)

Система быстрой переналадки SMED – это инструмент бережливого производства, представляющий собой набор теоретических и практических методов, которые позволяют сократить время операций наладки и переналадки оборудования. Система SMED основывается как на теории, так и на многолетней экспериментальной практике. Она представляет собой научный подход к сокращению времени переналадки, который можно применить на любом предприятии и любом оборудовании. Следует подчеркнуть, что практически во всех случаях применение данной системы позволяет значительно сократить время переналадки, однако она не может гарантировать сокращение времени всех процессов наладки до десяти минут и менее. В свою очередь, сокращение времени переналадки дает предприятию и её рабочим множество преимуществ.

«Быстрая переналадка оборудования» - это русская интерпретация термина SMED (Single Minute Exchange of Dies) – быстрая замена штампов. Изначально эта система была разработана для того, чтобы оптимизировать операции замены штампов и переналадки соответствующего оборудования, однако принципы быстрой переналадки можно применить ко всем типам процессов.

Разновидности SMED:

- однозарядная переналадка, переоснастка оборудования за время, не превышающее 10 минут;
- смена штампа в одно касание (OTED) – например, смена штампа нажатием кнопки, в более широком смысле – очень простая процедура проведения переналадки.

Быстрая переналадка является действительно новым взглядом на процесс переналадки. Её создатель, Сигео Синго, посещая производства и наблюдая, что и как рабочие делают во время переналадки оборудования, понял, что все необходимые при переналадке действия можно и нужно производить закороткие периоды времени.

*Переналадка* – процесс подготовки оборудования к переходу производства от одного вида продукции к другому (например, штамповочного пресса, машины для литья или конвейера) путём замены деталей, пресс-форм, матриц, зажимных

приспособлений и т.п.

*Временем переналадки* является период времени, прошедший между завершением производства последнего изделия предыдущей партии и выходом из производства первого годного изделия после переналадки.

Существует два фундаментально различных типа операций переналадки:

*Внутренние операции по переналадке* – это операции, которые можно производить только на отключённом оборудовании (установка и снятие штампов).

*Внешние операции по переналадке* – это действия, которые можно выполнять без отключения оборудования (доставка новых штампов к прессу, подготовка элементов крепления и т.п.)

Обычно процедуры переналадки представляются как бесконечно разнообразные, зависящие от операции и типа используемого оборудования. Однако анализ этих процессов показывает, что все операции переналадки состоят из некоторой последовательности шагов.

При традиционном способе переналадки распределение времени обычно соответствует следующему соотношению (таблица)

Таблица 13

Операции и их доли времени при переналадке

Операции	Доля времени, %
1. Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений, калибров и т.д.	30
2. Установка и снятие инструмента, заготовок и т.д.	5
3. Измерения, установка параметров, калибровка	15
4. Пробные прогоны и корректировки	50

Рассмотрим каждую операцию подробнее

1. Подготовка, постоперационная корректировка, проверка заготовки, приспособлений и т.д. на данном этапе идет проверка наличия в нужном месте и пригодности к работе всех материалов и инструмента. В этот этап также включается период после обработки, в ходе которого изделия снимают с

оборудования и перевозят на место хранения, время на чистку оборудования и т.д.

2. Установка и снятие инструмента, заготовок и т.д. на этом этапе выполняют операции снятия изделий и инструмента после завершения обработки и установки деталей и инструмента для следующей партии.

3. Измерения, установка параметров, калибровка. Выполняются все измерения и калибровки, которые надо проводить для выполнения производственной операции: центровка, разметка и т.д.

4. Пробные прогоны и корректировки. Данные процедуры производятся во время обработки пробного изделия. Частота и длительность пробных прогонов и корректировки определяются квалификацией инженера-наладчика. Самые большие сложности в операциях переналадки заключаются в правильной регулировке оборудования. Самая большая доля времени пробных прогонов связана с такими проблемами регулировки.

Подход к рационализации процесса переналадки оборудования, предлагаемый бережливым производством, представляет собой поэтапный процесс. Основные этапы процесса совершенствования переналадки представлены на рисунке 33.

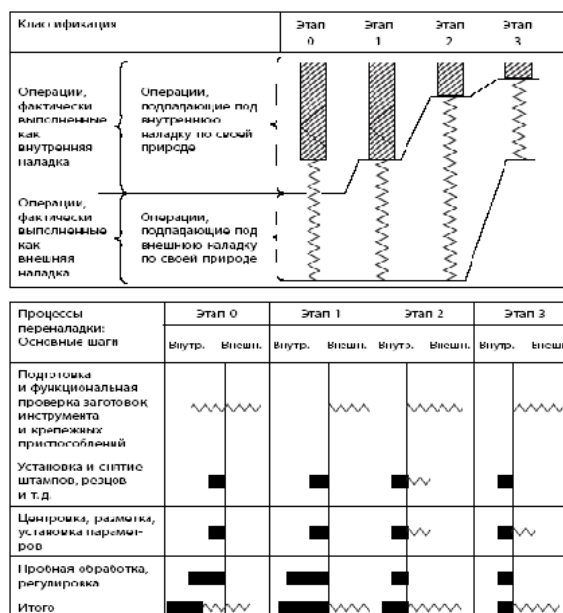


Рисунок 33 Основные этапы процесса рационализации переналадки

Рассмотрим подробнее каждый из этапов:

Этап 0. Внутренние и внешние операции явно невыражены. При

проведении переналадки по традиционной схеме внешние и внутренние операции не различаются. То, что могло бы производиться как внешняя операция, производится как внутренняя.

При внедрении системы быстрой переналадки надо очень тщательно изучать все операции на рабочем месте. Одним из подходов изучения является непрерывный анализ производства с замерами секундомером. Другая возможность – исследование фактических условий в цехе путём интервьюирования рабочих.

Этап 1. Разделение процедур внутренней и внешней переналадки. Наиболее важный шаг при внедрении данного инструмента – провести различия между внутренними и внешними действиями по переналадке. Очевидно, что подготовка деталей, обслуживание и т.д. необязательно производить с отключением оборудования, тем не менее часто делается именно так.

Если осуществить специальные исследования по переводу как можно большего числа операций с внутренних на внешние, то время внутренних операций, выполняемых при отключённом оборудовании, обычно удаётся сократить на 30 – 50 %. Таким образом, чёткое понимание различий между внутренними и внешними действиями – суть системы быстрой переналадки.

Этап 2. Преобразование внутренних действий во внешние. Обычно время переналадки, сокращаемое на 30 – 50 % недостаточно для SMED. На втором этапе необходимо проверить все операции с целью выяснить, не воспринимаются ли какие-либо действия ошибочно как внутренние; найти способы преобразования этих действий во внешние. Сюда можно отнести операцию подогрева, которая ранее проводилась только после начала переналадки, операцию центровки, которую можно выполнить до начала производства.

Этап 3. Упростить все элементы операции переналадки. Хотя иногда, путем простого преобразования внутренних действий во внешние, можно осуществить операцию менее чем за 10 минут, но в большинстве случаев это невозможно. Поэтому нужно сначала прилагают целенаправленные усилия по упрощению всех элементарных внутренних и внешних операций.

Произвести упрощение можно с помощью следующих организационных и



технологических решений:

- снижение или устранение регулировочных работ;
- применение быстросъёмных фиксаторов, функциональных зажимов, снижение или полное устранение крепежа;
- применение стандартного инструмента и операций;
- применение параллельных операций;
- использование дополнительных приспособлений;
- использование числовых установочных параметров; применение средств механизации.

Необходимо также отметить, что для более успешного внедрения системы SMED необходимо на предварительном этапе создать рабочую группу по внедрению, куда должны входить представители всех заинтересованных служб предприятия, а на завершающем этапе необходимо произвести стандартизацию полученных результатов, разработать стандартные операционные процедуры для повсеместного внедрения данного инструмента на предприятии.

Появление и совершенствование технологии быстрой переналадки неразрывно связано с развитием концепции бережливого производства, а точнее производственной системы компании Toyota. Именно на заводах этой компании в 1969 году были первые радикальные шаги по сокращению времени переналадки оборудования.

Чтобы сократить время переналадки не только разделить её процедуры на внутренние и внешние, но попытаться *преобразовать как можно больше работ по внутренней переналадке во внешнюю*. Именно это решение позволяет существенным образом повысить эффективное время использования оборудования путем сокращения остановок на переналадку.

Сущность технологии быстрой переналадки гораздо глубже, чем чисто техническое решение по быстрой смене инструмента или оснастки, она лежит в основе высокой гибкости и клиентской ориентированности организации, следующей принципам бережливого производства и способной без потерь производить продукцию малыми партиями.

С уменьшением удельных затрат на переналадку снижаются затраты,

связанные с хранением запасов, и объём партии изделий. Взаимосвязь данных составляющих представлена на рисунке 34.

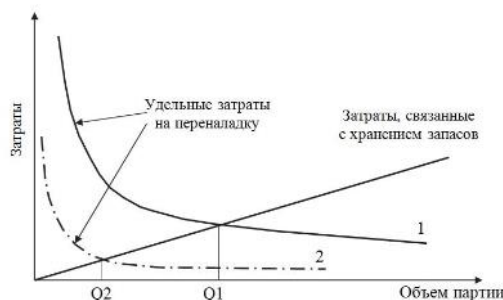


Рисунок 34 Изменение экономически целесообразного объёма партии в зависимости от затрат на переналадку

Если уровень удельных затрат на переналадку лежит в пределах кривой 1, то экономически обоснованная партия продукции находится в области пересечения этой кривой с функцией затрат на хранение запасов и равна  $Q_1$ . В случае, если удаётся сократить время на переналадку до уровня кривой 2, экономически целесообразная партия продукции станет существенно меньшей и будет располагаться в области  $Q_2$ .

Таким образом, освоение технологии быстрой переналадки имеет следующие преимущества:

- 1) обеспечивает гибкость и ориентированность производства на заказ клиента;
- 2) позволяет стереть грани между мелкосерийным и крупносерийным производством (с точки зрения затрат времени на переналадку в расчёте на одно изделие);
- 3) сокращает такие потери как:
  - перепроизводство (запасы полуфабрикатов и готовой продукции);
  - транспортировка и перемещение избыточных запасов;
  - ожидания (простои оборудования и операторов при переналадке);
  - выпуск брака (при переналадке и регулировке оборудования);
  - поиски (инструмента, оснастки);
- 4) даёт возможность повысить эффективность производства:
  - за счёт сокращения потерь;

- выпуска продукции мелкими партиями, т.е. «под заказ»;
- сокращение потребности в высококвалифицированных наладчиках;
- развитие и использование творческого потенциала сотрудников.

На фирме Toyota Motor Company время внутренней переналадки станка по нарезке болтов, которое ранее составляло 8 часов, было сокращено до 58 секунд. На фирме Mitsubishi Heavy Industries время внутренней переналадки 6-шпинделевое сверлильного станка сократили до 160 секунд, вместо 24 часов. Не обязательно выполнять этапы 2 и 3 последовательно, их возможно выполнять одновременно: в данном случае их разделили чтобы указать на два обязательных условия: сначала анализ, затем внедрение.

Система SMED разрабатывалась в течение 19 лет на основе тщательного анализа теоретических и практических аспектов совершенствования переналадки.

### 3. Внутреннее качество

Новая структура стандарта ISO 9001:2015 нашла отражение и в схематичном представлении цикла PDCA. Согласно тексту этого стандарта, цикл может быть применён ко всем процессам и к системе менеджмента качества в целом. Приведённый рисунок 35 иллюстрирует, как разделы стандарта могут быть сгруппированы в соответствии с циклом PDCA.

Внедрение системы менеджмента качества на базе стандартов ISO серии 9000 является для организации стратегическим решением, которое может помочь улучшить её показатели деятельности и создать надёжную основу для инициатив по её устойчивому развитию.

Потенциальными выгодами для организации от внедрения системы менеджмента качества, основанной на международном стандарте ISO 9001:2015, являются:

– способность постоянно поставлять продукцию и предоставлять услуги, которые отвечают требованиям потребителей, а также применимым законодательным и нормативно – правовым требованиям;

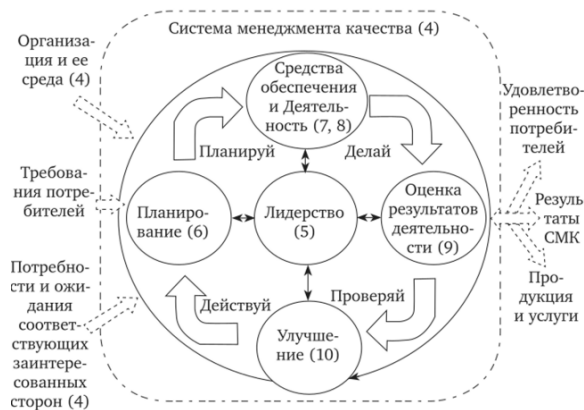


Рисунок 35 Изображение структуры стандарта ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 в соответствии с циклом PDCA

- развитие возможностей для повышения удовлетворённости потребителей;
- учёт рисков и возможностей, связанных с её контекстом и целями;
- способность демонстрировать соответствие установленным требованиям СМК.

Стандарт ISO 9001 может применяться внутренними и внешними сторонами. Предназначение этого стандарта не подразумевает необходимость:

- унификации структуры различных систем менеджмента качества;
- привязки документации к структуре разделов международного стандарта ISO 9001;
- применения в организации конкретной терминологии, используемой в данном международном стандарте.

В ряду изменений в новой версии стандарта ISO 9001:2015 по сравнению с предыдущими ключевыми изменениями можно назвать появление требований по оценке рисков, а также подхода, основанного на управлении рисками при проектировании и разработке системы менеджмента качества.

В последней версии стандарта ISO 9001 больше внимания уделено вопросу взаимоотношений системы менеджмента качества с системой менеджмента предприятия в целом. Это обусловлено тем, что на практике во многих случаях применение требований стандарта ISO 9001 руководством воспринимается как некая надстройка к существующей на предприятии системе менеджмента, что приводит к замедлению и (или) искажению процесса

внедрения системы менеджмента качества на базе стандартов ISO серии 9000.

Ключевой целью организации является достижение, поддержание и стремление к постоянному улучшению качества своей работы для постоянного удовлетворения всех установленных и ожидаемых требований потребителей и других заинтересованных лиц.

Каждая организация, выступающая в роли поставщика, имеет пять основных групп заинтересованных лиц:

Таблица 14

Заинтересованные лица организации-поставщика процесса

Категории заинтересованных лиц	Типичные требования или запросы
Потребители	Качество продукции
Работники	Карьера, удовлетворение работой
Владельцы	Показатели инвестирования
Субподрядчики	Возможность непрерывного предпринимательства
Общество	Ответственное управление

ГОСТ ИСО 9001-2011 устанавливает требования к системе менеджмента качества, которые могут использоваться для внутреннего применения организациями, в целях сертификации или заключения контрактов. Он направлен на результативность СМК при выполнении требований потребителей.

Стандарт написан в виде задач системы менеджмента качества, который предстоит выполнить. В стандарте не описывается, как достичь выполнения поставленных задач, это выбор руководства организации.

Работа каждой организации выполняется посредством сети процессов с довольно сложной структурой. Организация создаёт, улучшает и обеспечивает постоянное качество процессов и услуг, организовывая и управляя своей сетью процессов и их взаимодействием. Это – коренная концептуальная основа стандартов серии ИСО 9000. Для выяснения взаимодействия, ответственности и полномочий у каждого процесса должен быть владелец – лицо, несущее за него ответственность.

Система менеджмента качества по стандартам ИСО серии 9000 охватывает процессы не только производства продукции, но и всех этапов её жизненного цикла (см. рисунок 36). Система менеджмента качества разрабатывается применительно к сети процессов. Система является чем-то большим, чем сумма процессов, поскольку учитывает взаимодействие составляющих её процессов и функций.



Рисунок 36 Этапы жизненного цикла продукции

*Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией и взаимодействием, а также менеджмент процессов могут считаться процессным подходом.*

Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии.

Кроме того, стандарт ИСО 9001 рекомендует применение ко всем процессам цикла Деминга (PDSA).

Модель системы менеджмента качества, основанная на процессном подходе и положенная в основу стандартов серии ИСО 9000, представлена на рисунке 37.

Приведённая модель является концентрированным обобщением накопленного мирового опыта в области управления качеством продукции и охватывает все основные требования стандарта ИСО 9001, не детализируя их. Модель включает четыре основных блока требований, соответствующих одноимённым разделам стандарта ИСО 9001 (с 5-8-ой разделы): «Ответственность руководства», «Менеджмент ресурсов», «Процессы

жизненного цикла продукции», «Измерения, анализ и улучшение».



Рисунок 37 Модель системы менеджмента качества, основанная на процессном подходе

Модель отражает существенную роль потребителей и других заинтересованных сторон при определении входных данных. Мониторинг удовлетворенности потребителей и других заинтересованных сторон требует оценки информации о восприятии выполнения их требований.

Модель иллюстрирует связи между процессами, на которое распространяется действие СМК. Детализация требований СМК излагается в 4 -8 разделах ИСО 9001. Текст стандарта содержит 532 конкретные нормы, которые должны выполнять организации при внедрении системы.

*Требования стандарта ИСО 9001 предназначены для всех организаций, независимо от вида, размера и поставляемой продукции. Если какое – либо требование нельзя применить ввиду специфики организации и её продукции, допускается его исключение.*

### 1.6.3 Канбан, поток единичных изделий

Система канбан – это система управления, реализующая основной принцип производственной системы «точно вовремя» - производить только необходимое количество продукции в нужное время.

Канбаном называется контрольная карточка, используемая при вытягивающем производстве. Это своеобразный наряд-заказ на выполнение работы, которой сопровождается любое изделие. Каждая такая карточка прикрепляется к детали или узлу, информируя о том, откуда поступила та или

иная деталь и куда она должна быть перемещена дальше.

Канбан является средством информационной системы, которая объединяет завод в единое целое, устанавливает связи между различными процессами и координирует поток создания ценности в соответствии с потребительским спросом. Канбан – средство информирования, с помощью которого даётся разрешение или указание на производство или изъятие (передачу) изделий в вытягивающей системе. В переводе с японского языка означает «бирка» или «значок». Пример карточки представлен на рисунке

Супермаркет Стеллаж №21		Шифр изделия 337-40	Предшествующий участок
Код детали 337.1111055-20			
Наименование детали кулачковый вал			ПЦВК
Вместимость тары	Код тары	Объем партии	Последующий участок
4	7450-132	20	Участок сборки

Рисунок 38 Карточка Канбан

Во многих случаях карточки представляют собой листки бумаги, иногда помещенные в прозрачные пластиковые конверты, на которых указана следующая информация: наименование детали, номер детали, внешний поставщик или внутренний процесс-поставщик, число изделий в упаковке, местоположение склада и процесса-потребителя. На карточке может быть помещен штрих-код для считывания или автоматического выставления счета.

Помимо карточек в роли канбан могут выступать треугольные металлические таблички, цветные шары, электронные сигналы или любые другие средства, способные передать требуемую информацию и защищающие её от искажения.

Независимо от формы, канбан выполняют в производстве две функции. С помощью канбан процессы получают указания производить продукцию, а рабочие – перемещать её. Первый случай носит название «канбан производства» или канбан изготовления, второй – «канбан отбора» или канбан перемещения.

Канбан производства (Production Kanban) сообщает предыдущему процессу вид и количество продукции, которую надо изготовить для следующего процесса. В простейшем виде канбан обозначает один контейнер деталей,



который предыдущий процесс изготовит для супермаркета изделий, нужных последующему процессу. В ситуации, когда продукция изготавливается крупными партиями, - например, на штамповочном прессе, имеющем очень короткое время цикла и продолжительное время переналадки, - используется сигнальный канбан, который информирует о начале производства, когда число контейнеров достигает своего минимума.

Сигнальный канбан во многих случаях имеет треугольную форму, и поэтому его часто называют треугольный канбан. Хотя треугольный канбан – фактически стандарт, используемый в бережливом производстве для планирования производства партиями, это лишь один из возможных типов сигнальных канбан. Другие основные способы контроля производства партиями – структурированное производство и формирование партий.

Структурированное производство (pattern production) предполагает создание фиксированной последовательности или структуры производства, которая постоянно повторяется. Тем не менее реальный объём выпуска каждого цикла может быть непостоянным и изменяться в зависимости от потребности клиента. Например, при цикле продолжительностью восемь часов детали производятся в последовательности от А до F (такой порядок может быть продиктован сложностью переналадки оборудования).

Объём запасов в центральном супермаркете представляет собой функцию продолжительности цикла пополнения; при продолжительности цикла один день в супермаркете должны находиться запасы на один день работы, а при продолжительности цикла одна неделя объём запасов равен недельному выпуску. Основной недостаток структурированного производства заключается в том, что последовательность фиксирована, и нельзя сразу перейти от производства детали D к производству детали F.

Табло формирования партий (lot-making board) подразумевает размещение отдельного канбан для каждого контейнера деталей в системе. По мере расходования материалов в супермаркете карточки канбан периодически снимаются, возвращаются на процесс – поставщик и выставляются на табло, на котором представлены все виды деталей и выделены специально очерченные

места для каждой карточки канбан, находящийся в системе.

Возвращённая карточка канбан, размещённая на табло в выделенном месте, показывает, что запас соответствующих деталей в супермаркете израсходован; если карточки не возвращены, это означает, что в супермаркете всё ещё имеется определённый запас деталей. По мере достижения заранее определённых точек производственный оператор получает информацию о необходимости начать производство продукта для получения запасов материалов в супермаркете.

Табло формирования партий позволяет чаще передавать информацию обратно на производственную стадию, сообщает о том, какие материалы изъяты, а также обеспечивает меньший шаг, чем сигнальный канбан. Кроме того, табло наглядно представляет информацию о расходе запасов и указывает на проблемы, возникающие в центральном супермаркете.

Однако для организации такого табло может потребоваться большое число карточек канбан, которые должны возвращаться своевременно и постоянно, чтобы информация на табло была точной. Составители графиков и мастера должны соблюдать определённый порядок чтобы не формировать запасы до того, как в них возникает необходимость.

Канбан отбора (Withdrawal Kanban) даёт разрешение на передачу изделий следующему процессу. Часто этот вид канбан принимает две формы: внутренний канбан, или межпроцессный канбан (для изъятия изделий из внутренних процессов), и канбан поставщика (для изъятия изделий у внешнего поставщика). Для создания вытягивающей системы надо одновременно использовать канбан производства и канбан отбора. На каждой последующей производственной стадии оператор, начав обрабатывать первое изделие из контейнера, снимает с него канбан отбора. Он помещается в ближайший пункт для сбора канбан, из которого его забирает специально для этого выделенный рабочий. Возвращаясь в супермаркет предыдущей производственной стадии, этот рабочий помещает канбан отбора на новый контейнер деталей для отправки на следующую стадию. Когда данный контейнер забирается из супермаркета, с него снимается канбан производства и помещается в иной пункт для сбора канбан.

Транспортный рабочий, обслуживающий предыдущую производственную

стадию, возвращает этот канбан на эту стадию, при этом с помощью канбан сообщается о задании произвести ещё один контейнер деталей.

Существует шесть правил эффективного канбан:

1. Процессы-потребители заказывают продукцию в точном объёме, указанном в канбан.
2. Процессы-поставщики производят продукцию в точном объёме и в последовательности, указанной на канбан.
3. Без канбан изделия не производятся и не перемещаются.
4. Ко всем деталям и материалам всегда прикрепляется канбан.
5. На последующую производственную стадию никогда не передаются дефектные детали и детали в неточном количестве.
6. Чтобы уменьшить объём запасов и обнаружить новые проблемы, следует аккуратно уменьшать число канбан.

Канбан содержит информацию, которая может быть разделена три категории:

- информация о получении продукции;
- информация о транспортировке;
- информация о самой продукции.

Таким образом, можно выделить следующие функции канбан:

- 1) предоставляет информацию о месте и времени получения и транспортировке продукции;
- 2) предоставляет информацию о самой продукции;
- 3) предотвращает перепроизводство и использование лишнего транспорта;
- 4) используется в качестве заказа на работу;
- 5) предотвращает производство дефектной продукции, выявляя, на каком именно этапе появляются дефекты;
- 6) обнаруживает существующие проблемы и помогает контролировать объёмы производства;
- 7) является средством предоставления информации, которая связывает предыдущий и последующий процессы на каждом уровне.

Различают два вида системы канбан: тарный и бумажный.

*Тарный канбан* представляет из себя единицу тары, на которой находится бирка канбан. Бирка на контейнере закреплена жёстко и имеет следующее содержание: наименование детали; номер детали; количество деталей; адрес получателя детали; адрес отправителя детали. Недостаток такого канбана – требуется дополнительное количество тары на каждую единицу детали или комплектующего изделия при создании склада.

Бумажный канбан представляет из себя карточку, на которой указывается аналогичная информация что и на товарном канбане. Есть отличительный пример современной модернизации данного инструмента. В оригинальной системе карточек канбан, используются доски с ограничителями или специальные отметки. Но в век компьютеризации данный подход морально устаревает, и на смену настенным доскам приходят сенсорные планшеты. Именно так франшиза «Додо пицца» применила систему канбан: пиццмейкер видит на планшете (телефоне) следующие заказы, что с ними делать и когда они должны быть готовы.



Рисунок 39 Пример системы канбан

Каждый этап приготовления продукции отмечается на отдельном планшете. Также использование данной системы, реализует принцип открытости. Клиенты, с помощью сайта, могут отследить путь своего заказа от одной станции к другой, т.к. весь процесс дополнительно отслеживается при помощи камер наблюдения.

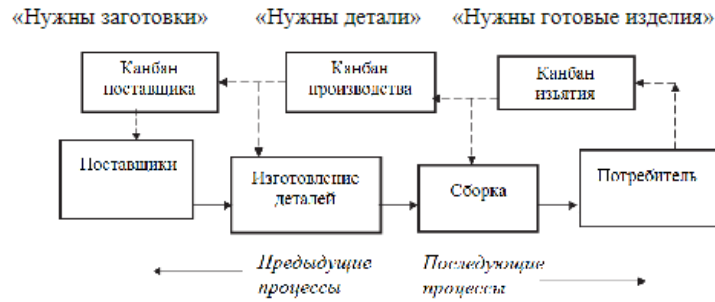


Рисунок 40 Схема реализации системы канбан

Вытягивающая система обеспечивает более гибкий подход к производству, чтобы производить только необходимую продукцию в требуемом количестве и в нужное время. Такой подход позволяет избежать перепроизводства – основного источника потерь. Конечной целью в вытягивающей системе является достижение нуля канбанов, когда устраняется незавершенное производство. Другими словами, именно заказ покупателя запускает непрерывный производственный поток. В идеале в вытягивающей системе производственный процесс всегда совершенствуется.

Места хранения деталей, комплектующих, узлов и готовой продукции называют супермаркетами – они работают по такому же принципу: возобновление предметов хранения осуществляется по мере необходимости и только в нужном количестве. Такую систему называют системой возмещения (восполнения) или вытягивающей системой типа *a*. супермаркеты располагают рядом с производственным участком (см.рисунок 41).

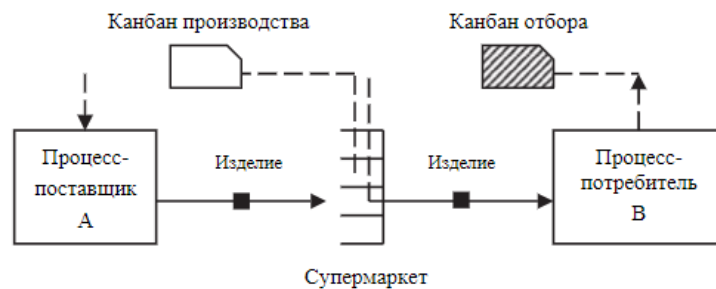


Рисунок 41 Схема движения канбан с использованием супермаркета

В вытягивающей системе на каждой стадии имеется склад-супермаркет, в котором хранится определённый объём каждого вида изготавливаемой на этой стадии продукции. На каждой стадии производят столько изделий, сколько было изъято из супермаркета.

Недостатком вытягивающей системы является то, что на каждой стадии следует поддерживать запас всех видов производимых деталей, поэтому если это число велико, то практически реализовать данную систему невозможно.

В случае производства большого объема продукции и постоянства технологического процесса для всего семейства выпускаемых продуктов лучше использовать последовательную вытягивающую систему (вытягивающую систему типа *b*), которая основана на методе ФИФО (FIFO: First In, First Out) – «Первым вошел – первым вышел». При реализации этого метода деталь, первая поступившая на хранение или обработку, первой выходит со склада или процесса.

Метод ФИФО можно представить в виде наклонного желоба или транспортера, которые вмещают строго определённый объём заготовок или деталей. Процесс-поставщик заполняет желоб изделиями сверху, а процесс-потребитель изымает изделия внизу.

Если желоб заполняется и больше места нет, то поставщик должен приостановить свою работу до тех пор, пока потребитель не использует некоторую часть изделий.

Применение последовательной вытягивающей системы позволяет снизить количество запасов; уменьшить риски срыва сроков исполнения заказа; упростить управление, а также быстрее выявить процесс, лимитирующий общую производительность системы.

Вытягивающую систему супермаркета и последовательную вытягивающую систему можно применять в комбинации в виде смешанной системы (вытягивающей системы типа *c*). Смешанная система может применяться в тех случаях, когда действует правило 80:20, т.е. когда небольшая доля деталей (примерно 20%) составляет примерно 80% ежедневного объёма производства.

Планирование при применении системы канбан состоит из этапов:

Этап 1. Определение количества карточек. Количество карточек канбан можно рассчитать по формуле:

$$n = \frac{DT(1+S)}{c} \quad (5)$$

где  $n$  – количество карточек;  $D$  – среднее количество деталей, потребляемых последующим участком в единицу времени;  $T$  – время выполнения заказа;  $S$  – резервный запас, выраженный в процентах относительно ожидаемого спроса за время выполнения заказа (обычно 10%);  $C$  – ёмкость тары.

Этап 2. Расчет времени такта.

$$t = \frac{T_c}{V}, \quad (6)$$

где  $T_c$  – рабочее время в смену, секунд;  $V$  – спрос продукции за смену, штук. Эта величина не постоянная, она варьируется в зависимости от колебаний спроса. Время такта работает как замедляющее или ускоряющее управление системой, позволяя планировать производство в соответствии со спросом. Когда заказов много – время такта сокращается, когда заказов мало, время такта увеличивается.

Этап 3. Определение количества операторов. Объём потребительского спроса за смену определяется по формуле

$$V = \frac{W}{Q}, \quad (7)$$

где  $W$  – спрос продукции за месяц, штук;  $Q$  – рабочее время за месяц, секунд.

Оптимальное количество рабочих определяется по формуле:

$$p = \frac{Ц}{t}, \quad (8)$$

где  $Ц$  – общее время цикла, секунд;  $t$  – время такта, секунд

Этап 4. Выравнивание производства.

## **Тема 1.7 Технологии вовлечения и мотивации персонала**

*Содержание:*

- 1. Лин-мышление, алгоритмы внедрения бережливого производства*
- 2. Каракури. Производственная культура на рабочем месте*

1. Лин-мышление, алгоритмы внедрения бережливого производства

Бережливое производство является одним из элементов системы

менеджмента качества. Это логистическая концепция менеджмента, сфокусированная на разумном сокращении размеров заказа на выпуск продукции. Она удовлетворяет спрос при повышении её качества; снижает уровень запасов используемых ресурсов; постоянно повышает квалификацию производственного персонала, охватывает весь контингент; внедряет гибкие производственные технологии и интегрирует их в единые цепи с взаимодействующими технологиями партнеров.

Лин – мышление как понятие рассмотрено нами в Теме 1.1. Менеджмент бережливого производства максимально ориентирован на выявление потребностей рынка и создание максимальной ценности для клиента при минимальных затратах ресурсов: человеческих усилий, оборудования, времени, производственных площадей и др.

Внедрение бережливого производства реализуется путём поэтапного формирования культуры бережливого производства в организации. Необходимо рассматривать концепцию бережливого производства не как набор инструментов по оптимизации деятельности. Культура подразумевает изменение отношения персонала, его поэтапное воспитание и стимулирование заинтересованности в улучшении деятельности предприятия. Внедрение бережливого производства предполагает длительный переход предприятия на новый уровень, требующий вовлечения в процесс всех сотрудников. Активное вовлечение обеспечивается посредством как материальных, так и нематериальных стимулов (возможность возглавлять проекты по улучшениям, карьерный рост).

Алгоритмами внедрения инструментов бережливого производства на предприятии считаются следующие:

- алгоритм Тайити Оно;
- алгоритм Джеймса Вумека;
- алгоритм Майкла Вейдера;
- алгоритм Джеффри Лайкера;
- алгоритм Сигэо Синга;
- алгоритм Денниса Хоббса.

Необходимо также отметить, что выбор алгоритма выстроить план



внедрения бережливого производства на предприятии с указанием конкретных ответственных и сроков реализации пунктов плана. Предприятия также могут придерживаться рекомендаций, изложенных в Приказе Минпромторга России №1907 от 20.06.2017 г. «Об утверждении Рекомендаций по применению принципов бережливого производства в различных отраслях промышленности». Выбор определенного алгоритма зависит от специфики деятельности и возможностей производства.

В любом случае при внедрении бережливого производства могут возникать трудности, поэтому необходимо, прежде всего, чтобы высшее руководство предприятия способствовало внедрению бережливого производства, стимулировало персонал, и в этом случае экономические выгоды от внедрения будут проявляться намного быстрее.

Различают три основные фазы реализации концепции бережливого производства: изучение спроса, обеспечение непрерывности потока ценности, сглаживание потоков. Рекомендуется проходить эти три фазы в той же последовательности.

Фаза изучения потребительского спроса. Необходимо, прежде всего, выявить потребителей результатов некоторой работы, определить их требования. Только после этого возможно удовлетворять потребительский спрос на результаты работы. Для выявления и удовлетворения потребительского спроса могут применяться различные инструменты и методы, например, расчеты времени такта, расчеты буферных и страховых запасов, применение системы 5S, использование метода решения проблем.

Фаза обеспечения непрерывности потоков ценности. на этом этапе принимают необходимые меры для того, чтобы результаты рассматриваемой работы поступали всем внутренним и внешним потребителям своевременно и в надлежащих количествах, такие как применение системы «Канбан», принципа FIFO, обеспечение сбалансированности в загрузке производственных линий, стандартизация работ, надлежащая планировка производственных участков.

Фаза сглаживания потоков. Наконец, после того как выявлен потребительский спрос на результаты работ и налажен непрерывный процесс их

выполнения, переходят к его сглаживанию с тем, чтобы обеспечить равномерное и эффективное распределение объёмов работ по дням, неделям и месяцам. Для этого применяются следующие средства сглаживания потоков: применение доски для предложений и обсуждения идей, ящики выравнивания загрузки (хейдзунка), использование логистов.

Условия успешного внедрения принципов бережливого производства:

– *разработка плана обучения и подготовки сотрудников, отвечающих специфике предприятия.* Все организации имеют собственные потребности, обладают различными бюджетами и ресурсами. Разные группы людей располагают неодинаковыми наборами знаний и навыков. Планирование обучения должно учитывать все эти различия и уровень потребности людей в определённых знаниях;

– *использование всего диапазона средств и ресурсов для обучения.* Некоторые из них предпочитают учебные курсы, другие – наблюдение за работой коллег. План обучения должен предусматривать использование методов и средств, пригодных для большинства сотрудников;

– *получение информации и новых идей посредством проведения бенчмаркинга.* Обучение людей бережливому производству предполагает развитие их творческих способностей. При этом очень важно уметь выходить за рамки собственного предприятия и же отрасли, чтобы увидеть, как можно вести дела более эффективно и находить способы приложения новых идей в условиях своей организации.

На сегодняшний день самым популярным является алгоритм американского исследователя, одного из авторов термина Lean Production – Джеймса Вумека. Алгоритм внедрения бережливого производства:

1. Найти проводника перемен (нужен лидер, способный взять на себя ответственность).
2. Получить необходимые знания по системе бережливого производства (знания должны быть получены из надёжного источника).
3. Найти или создать кризис (хорошим мотивом внедрения бережливого производства служит кризис в организации).

4. Не увлекаться стратегическими вопросами (начинать можно с устранения потерь везде, где возможно).
5. Построить карты потоков создания ценностей (вначале текущее состояние, а затем будущее после внедрения бережливого производства).
6. Как можно быстрее начинать работу по основным направлениям (информация о результатах должна быть доступна персоналу организации).
7. Стремление немедленно получить результат.
8. Осуществлять непрерывные улучшения по системе «Кайдзен» (переходить от процессов создания ценностей в цехах к административным процессам).

Алгоритм внедрения бережливого производства по Деннису Хоббсу. Деннис Хоббс – сертифицированный специалист по управлению производством и учёту материальных запасов, автор многочисленных статей и популярный лектор, член APICS (Ассоциация операционного менеджмента). Алгоритм внедрения бережливого производства выполняется в виде последовательных шагов.

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

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

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

Шаг 4. Разработать бумажный макет бережливой линии на основании

рассчитанного количества ресурсов. Определить местонахождение Канбан, запускающей предыдущий процесс. Разработать подробный план-график технологических и организационных преобразований линии.

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

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

## 2. Каракури. Производственная культура на рабочем месте

Японский опыт эффективного использования командной работы в развитии инновационной деятельности рекомендует использовать форму командного управления каракури – создание совещательных и проектных команд из высококвалифицированных специалистов, занятых интеграцией случайных, эпизодических улучшений в систему инновационного развития предприятия. Такие команды принимают рационализаторские предложения от всех без исключения работников предприятия и осмысливают их, используя как «взгляд со стороны», так и свои экспертные навыки.

Исходное значение слова «каракури» в переводе с японского на русский язык означает «живые куклы» (то есть механические), способные выполнять разные движения за счёт хитроумных, но в принципе простых и надёжных механизмов внутри. Создание каракури получило широкое распространение в XVII в., когда в Японии появились технологии изготовления часовых пружин и шестерёнок. Считается, что каракури послужили предшественниками роботов, в производстве которых современной Японии принадлежит безусловное мировое лидерство. Этим термином японцы подчёркивают роль внутренних механизмов улучшения производства.

На японских предприятиях система каракури используется для повышения производительности труда без инвестиций в модернизацию и замену оборудования. Это достигается путём сбора предложений о всевозможных технических и технологических улучшениях, используя при этом доскональные знания опытных работников. Работники, предложившие улучшения, если они положительно оцениваются и «додумываются» командой экспертов, получают от линейного руководителя небольшую премию. Выгода руководителя в материальном стимулировании таких работников и содействие системы «каракури» заключается в постоянном сотрудничестве работников с командой экспертов и непрерывности инновационного процесса.

«Мю-да» («кружок качества») – командная деятельность, направленная на повышение качества продукции и поиск путей сокращения затрат. На многих японских предприятиях популярны «кружки качества» - совещательные команды, зачастую собирающиеся периодически (например, один раз в неделю) для поиска возможностей снизить уровень брака, повысить точность изготовления, выявить «лишние» расходы времени, материалов и денежных средств. Как и в случае с кайдзен и каракури, линейные руководители многих японских компаний всячески поощряют такую командную инновационную деятельность и ускоряют продвижением по карьерной лестнице их лидеров.

Также система «мю-да» включает в себя постоянные тренировки работников для улучшения своих профессиональных навыков. Однако, в отличие от запланированных руководителем курсов повышения квалификации, тренировки мю-да предлагаются самими командами работников, организуются и проводятся ими самими, с минимальной организационно-технической поддержкой руководства. Поэтому менеджеры японских фирм охотно идут на сотрудничество с группами работников по вопросам таких тренировок, выделяя для этого рабочее время или оплачивая нерабочее.

Системный анализ доминирующих мотивов и потребностей персонала в бережливом производстве и создание карты мотиваторов Lean-работника рассматривает следующие основные направления:

- 1) выявление и критическая оценка возможностей мотивации и

стимулирования персонала в условиях бережливого производства;

2) управление лидерством в бережливых производствах. Важна личная эффективность руководителя, важно знать «подводные камни» при управлении командой, не совершать типичные ошибки руководства;

3) построение эффективных коммуникаций на основе управления элементов корпоративной культуры. Проведение программ-тренингов, построение эффективных коммуникаций, положительный опыт обратной связи, построение идеологической организационной культуры и другие составляющие.

4) управление талантами, тайм-менеджмент, майнд-менеджмент: мейнстримы оперативного лидерства, мотивации и совершенствование внутриорганизационных коммуникаций.

Таким образом, максимальной эффективности руководства коллективом предприятия можно добиться, только объединив интересы отдельных работников в единую командную цель. Поэтому управление командой означает передачу руководителем не только части полномочий, но и планирования качества коллективу, а также стимулирование инициативы работников в большей степени, чем их лояльности руководству.

## **Тема 1.8 Фабрика процессов – учебная производственная площадка применения инструментов бережливого производства**

### **Тема 1.8.1 Концепция бережливого производства**

Бережливое производство – концепция управления производственным предприятием, основанная на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь. Идеология Лин подразумевает организацию бережливого производства, оптимизацию бизнес-процессов с максимальной ориентацией на рынок и учётом мотивации каждого работающего. Бережливое производство составляет основу новой философии и культуры менеджмента. Оно является прикладной формой нелинейного менеджмента, использующего принципы самоорганизации, эволюции и адаптации.

Менеджмент бережливого производства (БП) максимально ориентирован на выявление потребностей рынка и создание максимальной ценности для клиента при минимальных затратах ресурсов: человеческих усилий, оборудования, времени, производственных площадей и др.

Бережливое производство комплексное управление, его компоненты:

1. Оптимизацию процессов – разработка сквозных процессов с учётом потребностей клиентов с целью исключения потерь, негибкости и непостоянства.

2. Изменение образа мышления и поведения сотрудников – преобразования, обеспечивающие устойчивые культуры работы под руководством линейных руководителей.

3. Оперативное управление – оценка и контроль на всех уровнях компании.

В условиях глобализации и постоянного роста требований и ожиданий потребителей организации вынуждены постоянно адаптировать и улучшать свою организацию бизнеса. Концепция бережливого производства может содействовать организациям в повышении их конкурентоспособности и эффективности бизнеса, предлагая комплекс методов и инструментов по всем направлениям деятельности, позволяющий производить товары и оказывать услуги в минимальные сроки, с минимальными затратами, с требуемым потребителем качества.

Применение бережливого производства предполагает определённый способ мышления, рассматривая любую деятельность с точки зрения ценности для потребителя и сокращения всех видов потерь.

Концепция бережливого производства позволяет:

- постоянно повышать удовлетворённость потребителей, акционеров и других заинтересованных сторон;

- постоянно повышать результативность и эффективность бизнес-процессов;

- упрощать организационную структуру, улучшать процессы менеджмента;

- быстро и гибко реагировать на изменение внешней среды.

Концепция бережливого производства охватывает все процессы организации, включая процессы менеджмента, проектирования, НИР и ОКР, обслуживания, логистики и другие, базируется на соответствующей *философии, ценностях и принципах*.

Философия бережливого производства основана на представлении бизнеса как потока создания ценности для потребителя, гибкости, выявлении и сокращении потерь, постоянном улучшении всех видов деятельности на всех уровнях организации, вовлечении и развитии персонала с целью повышения удовлетворённости потребителей и других заинтересованных сторон.

Философия бережливого производства предполагает высокий уровень самоорганизации, менеджмент, опирающийся на корпоративную культуру, что придаёт большое значение ценностям, которые организация определяет, поддерживает и развивает. Ценности бережливого производства представлены как организационная основа концепции, на которую опираются принципы бережливого производства.

Следует различать ценность с точки зрения потребителя, выраженную через полезность, и ценности организационные, установленные и сформулированные для организации, её собственников, менеджеров и работников.

Основными организационными ценностями бережливого производства являются:

1. Безопасность. Жизнь и здоровье работников компании, потребителей воспринимается как приобретённая ценность. Безопасность следует рассматривать с точки зрения персонала, продукции, процессов организации.

2. Ценности для потребителя: качество продукции, процессов, систем и т.д. Организация должна рассматривать свою деятельность как выявление требований потребителей и создание ценности для них. Своевременное выявление изменения потребностей с целью повышения удовлетворённости потребителей, создание ценности, за которую готов платить потребитель, – необходимые условия существования и устойчивого успеха организации.

3. Клиентоориентированность. Организации следует изучать



потребности своих клиентов, своевременно выявляя их изменения и стремиться к расширению клиентской группы.

4. Сокращение потерь. При реализации процессов руководству компании следует сформулировать такую установку для работников, согласно которой потери воспринимаются как опасное явление для бизнеса, а их стремление к устранению воспринимается как насущная необходимость для стабильного существования организации.

5. Время.

6. Уважение к человеку. Человеческий ресурс рассматривается как основной источник создания ценности для потребителя. Никакая технология не может обеспечить успех настолько эффективно как это могут сделать качественный человеческий ресурс. По этой причине организации тратят серьёзные финансовые ресурсы на подготовку квалифицированных сотрудников. В то же время создаются ценности, идеалы, нормы, запреты, табу, четко сформулированные сообразно духу и уставу компании. Ценности в виде норм должны формулироваться в положениях, нравственных и этических кодексах, которые рассматриваются как стандарты поведения работников и руководства компании.

Запреты – это установленные ограничения, не допускающие нежелательного поведения работников.

Табу – это ограничения, нарушение которых несовместимо с работой в организации (например, сознательное нарушение запретов, воровство, сокрытие или сознательное искажение информации).

Одни и те же положения и формулировки могут отражать как ценности, так и принципы, принятые в организации. Основное различие ценностей и принципов – в их направленности. Ценности – это то, что необходимо разделять и использовать для целей самоуправления и самоорганизации, т.е. основа самоорганизации работников. Принципы – это то, что определяет подходы к построению систем менеджмента или организационных структур управления. Например, ориентация на потребителя является ценностью, и одновременно организационно-управленческим принципом. Как ценность ориентация на

потребителя означает, что любой работник должен смотреть на результаты своей деятельности глазами потребителя. Как принцип ориентация на потребителя означает, что следует выстроить цепочку процессов, реализующую требования потребителей через формирование и выполнение технических требований к входам и выходам всех процессов организации.

## **Тема 1.8.2 Повышение эффективности**

*Содержание:*

- 1. Показатели эффективности внедрения бережливого производства*
- 2. Примеры оценки деятельности на предприятиях машиностроения*

### **1. Показатели эффективности внедрения бережливого производства**

Эффект – это результат, следствие тех или иных мероприятий, проводимых для повышения результативности, действенности в рамках технологий бережливого производства. Для полноты информации рекомендуют сопоставлять эффект с расходами по применению тех или иных изменений. Именно такие показатели могут быть приближены к экономическому пониманию эффективности, а значит являются более предметными в оценке, сравнении.

Под «эффективностью» понимают соотношение ценности (значимости для внешнего или внутреннего потребителя) достигнутого результата с затраченными ресурсами.

Для бережливого производства наиболее значимыми являются показатели результативности и эффективности, так как гибкость зачастую является их следствием.

Применение критерия результативности по существу означает прогнозирование (планирование) того, чего мы хотим достичь внедрением бережливого производства по отношению к «проблемному» продукту, «проблемному» процессу или подразделению, а в перспективе и по отношению к предприятию в целом. Причем это планирование должно базироваться на основе анализа, прежде всего, «слабых» сторон деятельности организации с точки зрения внешнего восприятия результатов её деятельности (ценности для

внешнего потребителя).

Возможная классификация показателей бережливого производства может

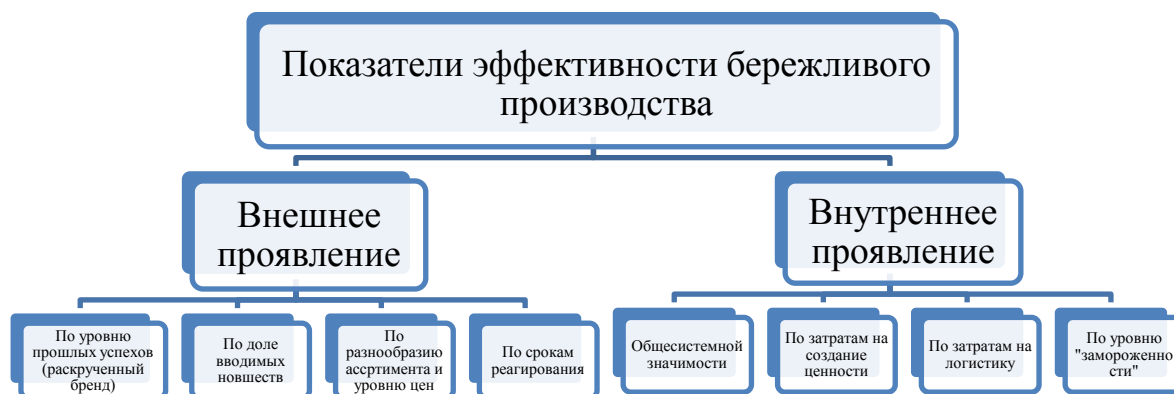


Рисунок 42 Классификация показателей эффективности бережливого производства

К категории общественной значимости могут быть отнесены показатели оценки лидерства руководства, вовлеченности сотрудников, эффективности форм поощрения и признания, открытости внутренней системы информированности, эффективности коммуникаций, эффективности социальной системы, культура производства.

В состав показателей затрат на создание продукта возможно отнести:

- доля бизнес-процессов в себестоимости (определяется по бухгалтерской отчетности долей затрат основного производства (непосредственно создающего добавленную ценность для внешнего потребителя) в себестоимости продукции);
- доля излишней ценности (определяется долей в себестоимости каждой дополнительной опции, т.е. характеристики и свойств результата, создаваемого организацией, сверх законодательно установленных);
- доля межоперационного времени (определяется отношением разности совокупного времени производства продукции и основного к основному времени производства, подразумевая под основным временем такое, в течение которого непосредственно происходит преобразование в новое состояние некоторого исходного или промежуточного состояния продукта);
- доля оценочных затрат (определяется по бухгалтерской отчетности

отношением фонда оплаты труда на содержание специализированных служб технического контроля к фонду оплаты труда основного производственного персонала, т.е. персонала, непосредственно создающего добавочную ценность продукта);

- доля затрат на устранение внутренних и внешних несоответствий («брака») (определяется всеми видами дополнительных затрат на выявление несоответствий (невыполнения требований) и устранение их причин, возникших в процессах производства (внутренний) и после реализации продукции (внешних) в течение обусловленных сроков и условий использования продукта).

Оценка затрат на логистику учитывает затраты на закупку, реализацию, хранение, на погрузочно-разгрузочные и транспортировочные работы.

Все указанные выше показатели можно оценивать в рамках инструментов 5S, канбан и др.

Уровень «замороженности» определяется уровнем излишних запасов, числом незавершенного производства и перепроизводства.

Перечень показателей может варьироваться в зависимости от отраслевой принадлежности предприятия.

## 2. Примеры оценки деятельности на предприятиях машиностроения

Рассмотрим примеры.

Задача 1. Система «бережливое производство» предполагает использование производственных мощностей таким образом, чтобы избежать простоев оборудования.

По условию известно: доступное время равно 1200 секунд, РРБ (персонал, усталость и безопасность) – 0,95 и использование производственных мощностей – 0,95.

Задание определить наличную мощность при заданных параметрах доступного времени, РРБ и использования производственных мощностей.

Решение наличную мощность определяем, как произведение доступного времени, РРБ и использования производственных мощностей =  $1200 * 0,95 * 0,95 = 1083$  секунды

Задача 2. На основании приведённого ниже баланса рабочего времени, полученного в результате групповой фотографии рабочего дня, проведённого с использованием метода моментных наблюдений, рассчитать коэффициенты использования рабочего времени, потерь, возможного повышения производительности труда при полном устранении потерь Нормативы времени на отдых и личные надобности 8% от оперативной работы. Продолжительность наблюдения 8 часов.

Таблица 15

Данные к расчёту

№ п/п	Затраты рабочего времени	Время, мин.
1	Подготовительно-заключительное время	40
2	Оперативное время	544
3	Обслуживание рабочего места	24
4	Отдых и личные надобности	56
5	Перерывы технологические, регламентированные	40
6	Простои по оргтехпричинам	64
7	Простои в связи с нарушением трудовой дисциплины	32

Таблица 16

Обозначение индексами всех видов затрат, перерывов и простоев

№ п/п	Затраты рабочего времени	Время, мин.	Индекс затрат
1	Подготовительно-заключительное время	40	ПЗ
2	Оперативное время	544	ОП
3	Обслуживание рабочего места	24	ОБС
4	Отдых и личные надобности	56	ОТЛ
5	Перерывы технологические, регламентированные	40	ПНТ
6	Простои по оргтехпричинам	64	
7	Простои в связи с нарушением трудовой дисциплины	32	ПНД

2. Определяем время смены и норматив на отдых и личное время

$$T_{см} = 60 \text{ мин.} * 8 \text{ час.} = 480 \text{ мин.}$$

$$O_{ТЛн} = 544 * 0,08 = 43,52 \text{ мин или 44 минуты}$$

3. Определяем коэффициент использования рабочего времени:

$$K_{и} = (ПЗф + ОПф + ОБСф + ОТЛ) / T_{см} = (40 + 544 + 24 + 56) / 480 = 1,383$$

4. Определяем коэффициент потерь рабочего времени:

$$K_{п} = (ПНТ + ПНД) / T_{см} = (104 + 32) / 480 = 0,283$$

5. Определяем коэффициент возможного роста производительности труда.

$$\text{Норматив оперативного времени } O_{Пн} = 544 + 104 + 32 = 680 \text{ мин.}$$

Время отдыха с учетом этого времени  $O_{ТЛм} = O_{Пн} * 0,08 = 680 * 0,08 = 54,4$  мин.

Отсюда  $O_{ТЛф} - O_{ТЛм} = 56 - 54,4 = 1,6$  мин., тогда возможное  $O_{Пн} = 680 + 1,6 = 681,6$  мин.

Следовательно,  $K_{пт} = (O_{Пн} - ОПф) / ОПф = (681,6 - 544) / 544 = 0,253$  или 25,3%

Ответ: возможный рост производительности труда составляет 25,3%

Задача 3. Предприятию требуется грузовик для завоза сырья на 5 дней в месяц. Общий объём грузооборота за год составляет 60 тыс. т/км. Если приобрести грузовик, то постоянные затраты за год составляют 2400 тыс.руб. переменные на 1 т/км – 120 рублей (первый вариант). Можно заказать грузовик: стоимость 1т/км перевозки – 200 рублей (второй вариант). Оценить, что выгоднее?

Решение: пусть X – это необходимый объём грузооборота.

$$2400 \text{ тыс.руб.} + 12 * X = 200 * X$$

$$80 * X = 2400$$

$$X = 30 \text{ тыс. т/км.}$$

Следовательно, при объёме грузооборота до 30 тыс. т/км выгоднее заказать, а при больших объёмах – выгоднее купить свой грузовик.

Например, при 60000 тыс. т/км:

$2400000+120*60000=9600$ тыс.руб (приобретение)

$200*60000= 12000$ тыс.руб. (заказать)

### **Тема 1.8.3 Качественные изменения и влияние на рост прибыли**

Изменения являются важным элементом, помогающим предприятию достичь успеха. По мере роста неизбежно приходится внедрять новые рынки и принимать многие другие изменения.

Самое важное в управлении изменениями – продуманность и всесторонняя проработка принимаемых изменений. Прежде чем менять что-либо на предприятиях, необходимо подумать, как такие перемены отразятся на участниках и подразделениях предприятий на разных уровнях. Именно поэтому управление изменениями предусматривает разработку стратегии, помогающей внедрять изменения на предприятии постепенно.

Эффективное управление изменениями требует разработки соответствующего плана, который минимизирует нарушение. План управления изменениями помогает команде осознать ценность новшеств и принять их без ущерба работе.

Преимущества управления изменениями:

- придать новый пульс работе предприятия;
- снизить сопротивление изменениям;
- повысить вероятность успешности изменений;
- сократить потенциальное отрицательное воздействие со стороны изменений.

Существует множество моделей управления изменениями, и одна из них может лучше соответствовать бизнес-структуре конкретного предприятия. Каждая модель использует уникальный подход к внесению изменений и делает преобразования на предприятии постоянными.

Модели управления изменениями – это конструкции, которые включают в себя основополагающую концепцию, методологию, мета модель и углублённый

подход к достижению целей изменения путём преобразований, и способствует принятию нового желаемого состояния.

Одна из самых популярных и успешных моделей управления изменениями, созданная в 1940-х годах социологом Куртом Левиным. Его интересовало, какие факторы или силы влияют на ситуацию в данный момент времени. Он стремился определить силы, которые либо препятствовали движению к цели, либо осуществляли движение к необходимому размораживанию.

Левин разделил весь процесс управления организационными изменениями на три крупных этапа: размораживание, движение, замораживание. Основа модели Левина – это положение о том, что понимание изменений предполагает осознание понятия стабильности. Баланс ограничивающих и поддерживающих «равновесие» факторов позволяет быстрее преодолевать проблемы предприятий.

Модель «Вовлечения работников в процесс улучшений» будет действенной при условии вовлечённости всех работников в процессы преобразований, поскольку именно человеческий ресурс является главным инструментом достижения поставленных целей. Высокий уровень вовлеченности приводит к росту производственных показателей предприятия, рентабельности, внедрению инноваций технологического и организационного характера, улучшению удовлетворённости работников.

Модель Маккинси 7-S является стандартной моделью организационных изменений и идеально подходит для предприятий, которые не совсем уверены, как им нужно измениться, но знают, что что-то не так. Модель сосредоточена на семи основных элементах, которыми должны обладать все предприятия для эффективной работы. Предприятия могут ссылаться на эти элементы, чтобы увидеть, где необходимы реформы, или обеспечить взаимное усиление каждого элемента системы для поддержания качества работы.

Модель Доктора Джона Коттера предусматривает 8-этапный процесс руководства изменениями. Эта модель включает в себя создание чувства срочности, руководящей коалиции, формирование стратегического видения и инициатив, привлечение добровольной армии сотрудников, устранение барьеров путём стимулирования действий, создание краткосрочных побед, поддержание



ускорения и институциональных изменений. Таким образом, команды будут легко мотивированы на быстрое внедрение новых процедур и процессов.

Модель ADKAR фокусируется на людях, связанных с изменениями, с подходом «снизу-вверх». Вместо того, чтобы работать линейно, она представляет различные цели, которые должны быть достигнуты для успешного управления изменениями.

Кривая изменений Кюблера-Роса известна как пять стадий эмоционального отношения к процессу управления изменениями. Во – первых, изменения встречают отрицание и гнев, за которыми следуют торг и депрессия до тех пор, пока не будет достигнуто принятие. Далее сотрудники могут пройти через аналогичный подход. Модель может быть использована в небольшом масштабе для связи с сотрудниками, чтобы понять их проблемы и наметить шаги для достижения поставленных целей, связанных с управлением изменениями.

Модель перехода Бриджеса, она делает упор не на изменении, а на переход. Ключевым является то, что переход является внутренним и происходит медленнее, чем изменение, так как происходит в умах сотрудников. Изменение является внешним и случается с кем-то, оно происходит довольно быстро. Руководство предприятий могут использовать эту модель для понимания того, как конкретный сотрудник переживает перемены, через которые проходит предприятие. В этой модели можно выделить три этапа перехода:

Первый этап: конец, проигрыш и высвобождение. Все переходы начинаются с конца, на этом этапе люди определяют, что заканчивается, что они теряют и как отпустить эти потери.

Второй этап: нейтральная зона. Эта стадия представляет собой отрезок времени, в котором старое уже прошло, но новое всё ещё в полной мере не началось. Это некомфортная стадия, но она необходима и действует как основа для формирования чего-то нового.

Третий этап: новое начало. На этом этапе принимаются новые договорённости, ценности и установки. У пострадавших людей появляются новые роли, они понимают свою ценность и то, как они способствуют достижению общих целей организации.

Вне зависимости от того какая модель используется, практикуется необходимо придерживаться рекомендаций:

1. Тщательное исследование затраты и выгоды, риски и возможности устойчивости к изменениям необходимо для понимания того, как этим процессом управлять.

2. Независимо от того, работаете ли вы над крупными изменениями в масштабах предприятия или обновляете конкретные процессы, правильные инструменты позволяют планировать даже крупные изменения на предприятиях.

3. Следует помнить: сотрудникам может потребоваться время, чтобы эмоционально принять изменения и рассматривать их как часть своего нового статус-кво, прежде чем они смогут адаптироваться и продемонстрировать высокий уровень энергии к своей новой реальности.

4. Понимание как эмоциональных, так и технических аспектов, связанных с изменениями, может помочь лучше управлять ими.

#### **Тема 1.8.4 «Фабрика процессов» её эффективность**

*«Фабрика процессов»* – это учебная производственная площадка, позволяющая проводить обучение студентов и сотрудников компаний инструментам и методам Бережливого производства путём имитации реальных производственных процессов.

На «фабрике процессов» участники на основе реального производственного процесса изучают, как улучшения влияют на операционные и экономические показатели деятельности производства. Такой подход позволяет сформировать у участников устойчивые навыки выявления и устранения потерь на своих рабочих местах. «Фабрика процессов» устроена таким образом, что обучение в ней могут проходить все сотрудники компании – от генерального директора до рядового работника. Руководителям данная форма занятий позволит понять потенциал повышения эффективности в тех процессах, которые находятся в их зоне ответственности. Рядовым сотрудникам – увидеть потери в их повседневной производственной деятельности.

Цели и задачи реализации «Фабрики процессов»:

- практически применять принципы и методы бережливого производства в условиях действующего производства;
- практически доказать возможность улучшения производственных и экономических показателей действующего производства с возможностью повышения качества продукции;
- определить потенциал повышения эффективности процессов действующих производств;
- сформировать у всех задействованных в производстве лиц устойчивые навыки выявления и устранения всех видов потерь на своих рабочих местах;
- мотивировать к внедрению изменений.

Методы проведения «Фабрики процессов»:

- традиционные теоретические и практические занятия;
- тренинги;
- метод кейсов;
- групповые и индивидуальные задания;
- имитационные игры;
- разбор и обсуждение ошибок;
- мозговые штурмы.

Реализация «Фабрики процессов» позволяет:

- создавать схемы (графики) с изображением базисных показателей, позволяющих отобразить взаимосвязь всех производственных потоков (метод картирования потока создания ценности);
- детализировать и уточнять схему организации производства, строящуюся на потребностях каждого последующего этапа (стадии) производства (метод вытягивающего поточного производства);
- уточнить количественный и качественный состав задействованного персонала, оборудования, внутрицехового транспорта, инструментов, приспособлений, тары и оценить эффективность их работы и использования;

– создать систему регулирования производственных процессов, позволяющую снизить потери, имеющие отношение к запасам, незавершенному производству и перепроизводству (метод Канбан);

– оценить возможности непрерывного совершенствования производства, заключающиеся в постоянном улучшении качества продукции (метод Кадзен);

– проанализировать и внедрить способы создания максимально эффективного рабочего места (метод 5S);

– проанализировать возможность организации производства, основанного на потребительском спросе, что даст возможность изготавливать продукцию строго в нужном объеме и точно в нужное время (метод Just-In-Time, т.е. «точно вовремя»);

– оценить возможности визуализации, что позволяет видеть текущее состояние производства с любой степенью детализации и оперативно влиять на производственный процесс (картирование потока создания ценности);

– проанализировать схемы расположения используемого производственного оборудования;

– проанализировать действующий технологический процесс на предмет его оптимальности (с установлением соответствующих критериев) по выполняемым технологическим операциям и рассмотреть альтернативные способы его реализации;

– провести оценку экономических показателей производства с детализацией и обоснованием статей затрат;

– проанализировать и уточнить способы нормирования операций

В основе производственной системы машиностроения лежат технологические операции, они связаны между собой необходимостью проводить изменения в состоянии обрабатываемого материала. Данные операции относим к основным. Остальные относим к вспомогательным, те операции, которые обеспечивают качественное выполнение основной операции.

При описании процессов возникает необходимость представлять

следующие элементы: вход процесса, выход процесса, ресурсы, владелец процесса, потребители и поставщики процесса, показатели процесса. Под ресурсами в данном случае понимаются те элементы, которые в отличие от входов не предполагают изменений в процессе, например, оборудование, инфраструктура, документация и т.п. Показатели процесса необходимы для получения информации о его работе и принятии соответствующих управленческих решений. Показатели процесса – это набор количественных или качественных параметров, характеризующих сам процесс и его результат.

## Литература

1. Галанина, Т.В. Бережливое производство. Теоретическая часть: учебное пособие / Т.В. Галанина, М.И. Баумгартэн – Кемерово, КГТУ, 2022. – 136 с.
2. Гарипова, Л.В. Методическое пособие по внедрению принципов «Бережливое производство» на производственном предприятии / Л.В.Гарипова, Е.В.Кузнецова, Ж.Н.Диброва, Е.Е.Пономарёв. – Москва :ГУТУ, 2020. – 109 с.
3. Лайкер Д. 14 принципов менеджмента ведущей компании мира: учебник / Д. Лайкер. М: Изд-во «Точка», 2017. – 400 с.
4. Синго С. Изучение производственной системы Toyota с точки зрения организации производства: учебник / С.Синго. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2013. – 312 с.

## Основные понятия бережливого производства:

**Автоматизация (autonomation)** – привнесение человеческого интеллекта в автоматы, способные самостоятельно обнаруживать первый дефект, после чего сразу остановиться и сигнализировать о том, что нужна помощь. Этот подход, называемый иначе дзидока, впервые был применен Сакити Тоедой в начале XX века в новом проекте автоматического ткацкого станка, который немедленно останавливался, если рвалась нить. Благодаря этому один оператор мог обслуживать несколько станков, не боясь выпустить много бракованной ткани.

**Анализ возвратных потоков (turn-back analysis)** – анализ выполнения производственных операций с целью определения числа возвратов на предыдущую стадию для исправления или утилизации.

**Андон, доска (andon board)** – устройство визуального контроля производственного процесса. Как правило, представляет из себя высоко расположенный монитор, на который выводятся данные о текущем состоянии производства и предупреждения членам команды о неотложных проблемах.

**Балансировка линии (balancing)** – встраивание принципа времени цикла в стандартные операции производственной линии в целях достижения максимальной эффективности. Выравнивание времени всех операций в пределах одной линии или процесса.

**Быстрая замена пресс-форм (single minute exchange of dies SMED)** – процедура, разработанная Сигео Синго для переналадки (например, смены пресс-форм) производственного оборудования менее чем за десять минут. Термин «установка в одно касание» (one-touch setup) применяется, когда переналадка осуществляется менее чем за одну минуту. Конечно, целью всегда достижение нулевого времени установки (zero setup), при котором переналадка совершается так быстро, что совершенно не влияет на скорость выполнения работы.

**Визуальный контроль (visual control)** – такое размещение инструментов, деталей и индикаторов состояния производства, при котором каждый с первого взгляда может понять состояние системы. То же самое, что прозрачность.

**Время в очереди (queue time)** – время, которое продукт простаивает в

очереди в ожидании следующей стадии проектирования, оформления заказа или производства.

**Время выполнения заказа, время цикла заказа (lead time)** – время с момента размещения заказа до его выполнения. Когда планирование в производство работают на уровне или ниже своих производственных возможностей, время выполнения заказа равно времени выпуска (throughput time). Когда же спрос превышает возможности системы, дополнительное время требуется для того, чтобы спланировать работу и сделать заказ. Поэтому время выполнения заказа превышает время выпуска.

**Время выпуска (throughput time)** – время, которое требуется продукту, чтобы пройти от разработки до запуска в производство, от приемки заказа до доставки, от сырья до готового изделия. Время выпуска включает в себя время обработки и время в очереди. В отличие от времени обработки и времени выполнения заказа.

**Время обработки (processing time)** – реальное время работы над продуктом при создании проекта, физическом производстве, работе над заказом и пр. обычно время обработки намного меньше времени выполнения заказа или времени выпуска.

**Время такта (takt time)** – всё время работы производства (например, одна смена), делёное на скорость, с которой потребитель требует получения товара. Допустим, если потребитель каждый день хочет получить по 240 неких деталей, а завод работает по 480 минут в день (одна смена), то время такта равно двум минутам. Если потребитель хочет, чтобы фирма разработала для него по два продукта в месяц, тогда время такта равно двум неделям. Время такта задает скорость работы производства, которая должна точно соответствовать имеющемуся спросу.

**Время цикла (cycle time)** – время, требуемое для выполнения одного операционного цикла. Когда время цикла каждой операции в процессе становится точно равно времени такта, возникает поток единичных изделий.

**Всеобщий уход за оборудованием (total productive maintenance, TPM)** – набор методов, возникших в компании Nippondenso (входит в группу Toyota) и



направленных на то, чтобы каждый станок постоянно находился в работоспособном состоянии, а производство никогда не прерывалось.

**Выравнивание** (leveling) – производственная система, направленная на сглаживание пиков и провалов в нагрузке и избежание перепроизводства. Тесно связана с очередностью запуска и балансировкой линии.

**Выталкивание** (push) – система выпуска изделий и «выталкивания» их на следующую операцию, даже если в них нет непосредственной необходимости. Приводит к созданию излишних запасов на всякий случай. Противоположность вытягиванию.

**Вытягивание** (pull) – каскадная система производства, при которой поставщик, находящийся выше по потоку, ничего не делает до тех пор, пока потребитель, находящийся ниже, ему об этом не сообщит (см. канбан).

**Гемба** – это японское понятие, не имеющее эквивалента в английском языке. Оно образовалось из двух иероглифов: «тем» - «важная работа» и «ба» - «место действия». Гемба – это поток работ внутри организации, который непосредственно имеет дело с товарами и услугами, предоставляемыми клиенту. Другими словами, гемба – это совокупность необходимых ресурсов и потока работ, которые непосредственно воздействуют на усилия, добавляющие ценность для клиента.

**Грязное производство** – традиционная система организации работы массового производства, включающая также и социальные аспекты трудовых отношений.

**Диаграмма «спагетти»** (spaghetti chart) – траектория, которую описывает продукт, двигаясь по потоку создания ценности на заводе, работающем по технологии массового производства. Название возникло потому, что эта траектория совершенно хаотична и похожа на тарелку со спагетти.

**Задающий ритм процесс** (pacemaker process) – любой процесс в потоке создания ценности, задающий ритм всему потоку. Как правило, расположен ближе к конечному потребителю.

**Зонирование** (zoning) – деление рабочего участка четко обозначенными границами. Контейнеры, материалы и оборудование в пределах зоны обычно

помечены особыми знаками идентификации.

**Кайдзен** (kaizen) – непрерывное, постоянное улучшение деятельности с целью увеличения ценности и уменьшения муда.

**Канбан** (kanban) – небольшая карточка, которую прикрепляют к ящику с деталями, то есть к таре. Используется в производственной системе Toyota для организации вытягивания путём информирования предыдущей производственной стадии о том, что надо начинать работу.

**Картирование потока создания ценности (VSM)** – определение всех конкретных действий, производимых в пределах материального и информационного потоков создания ценности. такие действия включают: время, расстояние, перемещение материалов и информации, НЗП, ТМЦ, контроль и операции, добавляющие ценность продукту. Большинство бизнес-операций на 90% состоят из потерь и 10% из ценностей.

**Многостаночное обслуживание** – работа, при которой один сотрудник управляет сразу несколькими станками разного типа, а также осуществляет обучение этому и техобслуживание.

**Муда** (muda) – любая деятельность, которая потребляет ресурсы, но не создаёт ценности.

**Мура** (mura) – «неравномерность» – изменчивость в методах работы или в результатах процесса.

**Мури** (muri) – «излишек» – напряжение, перегрузка (сверурочная работа) человека или оборудования, неразумность.

**Операция** – действие (или действия), выполняемое одним станком над одним продуктом. В отличие от процесса.

**Переналадка** – установка нового типа инструмента на металлообрабатывающем станке, замена краски в красильном аппарате, заправка новой порции пластмассы и смена литейной формы и т.п. Термин используется всегда, когда оборудование надо подготовить к производству иного вида продукции (выполнению работ).

**Поток** – последовательное выполнение операций по ходу течения потока создания ценности, позволяющее без остановок, образования брака и возвратов

назад пройти от концентрации до запуска в производство, от принятия заказа – до доставки, от сырья – до готового изделия.

**Поток создания ценности** – набор действий по проектированию, оформлению заказа и производству: от возникновения концепции до запуска в производство, от заказа до доставки, от добычи сырья до создания готового изделия.

**Процесс** – серия отдельных операций, посредством которых создаётся проект, оформляется заказ или производится продукция.

**Пять «почему»** – способ, которым Тайити Оно подходил к поиску причины любой проблемы, заключающийся в том, что для нахождения первопричины (глубинной причины) проблемы надо минимум пять раз спросить «почему».

**Пять S** – система организации рабочего места, основанная на визуальном контроле. Включает в себя пять принципов, каждый из которых по-японски начинается с букв С. Сеири: отделить ненужные инструменты, детали и документы от ненужных с тем, чтобы убрать последние подальше. Сейтон: расположить (маркировать) детали и инструменты на рабочем месте так, чтобы с ними было удобно работать. Сейсо: поддерживать чистоту на рабочем месте. Сейкецу: регулярно выполнять сеири, сейтон и сейсо (например, каждый день), чтобы поддерживать рабочее место в отличном состоянии. Сицукэ: сделать выполнение первых четырёх «С» привычкой, стандартом работы.

**Совершенство** – полное отсутствие муда, благодаря чему все действия в потоке создания ценности действительно создают ценность.

**Супермаркет** (экспедиция, склад, площадка, стеллаж) – организационная система управления запасами по принципу вытягивания с применением инструмента канбан и фиксированным минимумом и максимумом.

**Точно вовремя** – система, при которой изделия производятся и доставляются точно в нужное время и в нужном количестве.

**FIFO** – принцип «первый пришел, первый вышел».

**Ценность** – субъективное ощущение потребителя от того, что нужная ему вещь (услуга) доставлена (оказана) в нужное время и в нужном месте.

**Цикл P-D-C-A** (цикл Шухарта – Деминга) – цикл совершенствования любого процесса или деятельности, применяется последовательно для поддержания и закрепления цикла: стандартизируй, делай, проверяй, действуй.

**Ячейки** – способ компоновки различных типов оборудования, позволяющий выполнять производственные операции в чёткой последовательности без перерывов.

*Пример:* **Параметры процессов** компании Acme Stamping, которая производит некоторые компоненты для сборочных автомобильных заводов. Данный пример касается одного продуктового семейства, а именно производства стальных кронштейнов рулевого управления, выпускаемых в двух вариантах: для левостороннего и правостороннего руля управления одной и той же модели автомобиля. Эти узлы поставляются на сборочный завод State Street Automotivew Assembly (потребитель).

**Производственный процесс:**

– 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 десятиминутная смена сварочных приспособлений.

– Стальные рулоны поставляются Michigan Steel Co. Их поставки на завод Acme осуществляются по вторникам и четвергам.

**Запросы потребителя:**

– 18400 изделий в месяц: 12000 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 палета 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 линию MRP.

– При помощи MRP предоставляет шестинедельный прогноз на завод Michigan Steel Co.

– Обеспечивает поставку стальных рулонов, еженедельно отправляя заказ по факту 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 все процессы.

1. **Штамповка** (на процессе штампуются детали для многих продуктов Acme):

– 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);

– надёжность процесса – 85%:

– хранение запасов:

• 5 дней, стальные рулоны до штамповки;

- 4600 готовых изделий типа Л;
- 2400 готовых изделий типа П.

2. **Сварочный участок I** (сконфигурированный для данного продуктового семейства):

- ручной пресс, выполняемый одним оператором;
- время цикла: 39 секунд;
- время переналадки: 10 минут;
- надёжность 100%;
- хранение запасов:
- 1100 штук типа Л;
- 600 штук типа П.

3. **Сварочный участок II** (сконфигурированный для данного продуктового семейства):

- ручной пресс, выполняемый одним оператором;
- время цикла: 46 секунд;
- время переналадки: 10 минут;
- надёжность 80%
- хранение запасов:
- 1600 штук типа Л;
- 850 штук типа П.

4. **Сборочный участок I** (сконфигурированный для данного продуктового семейства):

- ручной процесс, выполняемый одним оператором;
- время цикла: 62 секунды;
- время переналадки: не требуется;
- надёжность: 100%;
- хранение запасов:
- 1200 штук типа Л;
- 640 штук типа П.

5. **Сборочный участок II** (сконфигурированный для данного

продуктового семейства):

- ручной процесс, выполняемый одним оператором;
- время цикла: 40 секунд;
- время переналадки: не требуется;
- надёжность: 100%;
- хранение запасов готовых товаров на складе:
  - 2700 штук типа Л;
  - 1440 штук типа П.


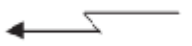




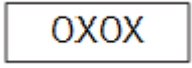

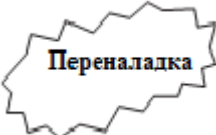



6. **Отдел доставки** забирает детали со склада готовых изделий и раскладывает их на стеллажах для отгрузки потребителю.



Условные обозначения материального потока

Изображение	Обозначает	Примечание
	Процесс	Один прямоугольник обозначает один процесс или операцию. Все процессы должны быть названы
	Внешние участки потока создания ценности	Используется для обозначения потребителей, поставщиков и производственных процессов за пределами предприятия
	Список параметров	Используется для отображения информации о производственном процессе, отделе, потребителе и др.
	Доставка грузов автотранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов железнодорожным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов авиатранспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Доставка грузов водным транспортом	Требуется указать частоту отгрузок
	Процесс	Один прямоугольник обозначает один процесс или операцию. Все процессы должны иметь названия
	Внешние участки потока создания ценности	Используется для обозначения потребителей, поставщиков и производственных процессов за пределами предприятия
	Список параметров	Используется для обозначения информации о производственном процессе, отделе, потребителе и др

Условное обозначение информационного потока

Изображение	Обозначает	Примечание
	Передача информации вручную	Передача информации на бумажном носителе
	Передача информации средствами связи	Передача информации средствами связи или в электронном виде
	План, расписание, график	Представляется информация с показателями плана, расписания, результаты прогноза
	Канбан производства	Карточка или другое средство, которое указывает процессу, сколько и что следует производить
	Канбан отбора	Карточка или другое средство, которое даёт разрешение о получении в перемещении деталей
	Сигнальный канбан	Движение материалов и изделий до того, как в них возникает потребность
	Выравнивание загрузки	Средство для остановки партий карточек канбан и регулирования их количества и номенклатуры в течение периода времени
	Место сбора карточек канбан	Место, где собираются и хранятся карточки канбан для транспортировки
	«Световая вспышка»	Выделяет деятельность, которая необходима для совершенствования определённых процессов
	Изъятие	
	Супермаркет	
	Доставка партии карточек канбан	

--	--	--