

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра метрологии, стандартизации и сертификации

В.А. Гарельский, А.В. Куприянов

**ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К  
ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ  
«БЕРЕЖЛИВОЕ ПРОИЗВОДСТВО»**

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 Управление качеством

Оренбург  
2019

УДК 65.011  
ББК 65.290  
Г 16

Рецензент – доцент, кандидат экономических наук Д.А. Косых

- Г 16      **Гарельский, В.А.**  
Практические рекомендации к выполнению курсовой работы по дисциплине «Бережливое производство» : методические указания / В.А. Гарельский, А.В. Куприянов ; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2019. – 65 с.

Методические указания содержат рекомендации по выполнению курсовой работы по дисциплине «Бережливое производство». Концепция «Бережливого производства» является одним из наиболее действенных методов обеспечения, управления и поддержания качества выпускаемой продукции (оказываемых услуг, выполняемых работ), а также повышения эффективности производства и снижения потерь. Реализация подходов концепции обеспечивается разработкой и внедрением инструментов бережливого производства на предприятиях.

Методические указания предназначены для выполнения курсовой работы по дисциплине «Бережливое производство» студентами направления подготовки 27.03.02 «Управление качеством».

УДК 65.011  
ББК 65.290

© В.А. Гарельский, 2019  
А.В. Куприянов, 2019  
© ОГУ, 2019

## Содержание

Введение .....	4
1 Общие положения. Сущность бережливого производства (БП).....	5
2 Инструменты БП .....	9
2.1 Стандартизация работы .....	9
2.1.1 Время такта .....	11
2.1.2 Стандартный уровень незавершенного производства .....	16
2.1.3 Последовательность работ .....	17
2.2 Организация рабочего пространства.....	18
2.3 Картирование потока создания ценности .....	21
2.4 Визуализация .....	23
2.5 Быстрая переналадка.....	25
2.6 Защита от непреднамеренных ошибок .....	28
2.7 Канбан.....	30
2.8 Всеобщее обслуживание оборудования.....	31
2.8.1 Общая эффективность оборудования .....	33
3 Выполнение курсовой работы .....	36
3.1 Темы курсовых работ.....	36
3.2 Задание на выполнение курсовой работы.....	37
3.3 Рекомендации по самостоятельной работе студента при выполнении курсовой работы .....	38
Список использованных источников .....	42
Приложение А.....	45
Приложение Б .....	47
Приложение В.....	52
Приложение Г .....	54
Приложение Д.....	56
Приложение Е .....	57
Приложение Ж.....	59
Приложение И.....	60
Приложение К.....	62
Приложение Л.....	64

## Введение

**Целью выполнения курсовой работы** является приобретение студентами навыков по разработке, внедрению и применению на предприятиях (в организациях) инструментов бережливого производства.

### **Задачи курсовой работы:**

- познакомиться с инструментами бережливого производства;
- изучить виды и сущность инструментов бережливого производства;
- проанализировать технологический процесс производства;
- изучить порядок и правила применения инструментов бережливого производства;
- познакомиться с порядком разработки мероприятий по внедрению инструментов бережливого производства на предприятии
- приобрести навыки оценки, анализа и минимизации потерь согласно концепции бережливого производства

Решение необходимых задач и достижение поставленной цели курсовой работы обеспечивает реализацию компетенций, установленных в соответствующем ФГОС ВО для обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 27.03.02 «Управление качеством», а именно:

- **ПК-8** (приобретение способности осуществлять мониторинг и владеть методами оценки прогресса в области улучшения качества);
- **ПК-10** (приобретение способности участвовать в проведении корректирующих и превентивных мероприятий, направленных на улучшение качества).

## 1 Общие положения. Сущность бережливого производства (БП)

Под **бережливым производством** (lean production, lean manufacture; Лин; БП) понимается концепция организации бизнеса, ориентированная на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь. [1]

Концепция БП позволяет:

- постоянно повышать удовлетворенность потребителей, акционеров и других заинтересованных сторон;
- постоянно повышать результативность и эффективность бизнес-процессов;
- упростить организационную структуру, улучшить процессы менеджмента;
- быстро и гибко реагировать на изменение внешней среды.

Основной целью БП является создание ценности и снижение потерь.

**Ценность** – полезность, присущая продукции с точки зрения потребителя и находящая отражение в цене продаж и рыночном спросе.

**Потери** – любое действие на всех уровнях организации, при осуществлении которого потребляются ресурсы, но не создаются ценности. [1]

Как видно из определений эти два понятия являются взаимосвязанными – большие потери при производстве, их увеличение ведет к снижению ценности производимого продукта (оказываемых услуг), по крайней мере, за счет увеличения цены продажи и, как следствие, снижения спроса на продукт на рынке. В то же время, увеличение ценности продукта для потребителя по умолчанию подразумевает снижение потерь.

В процессе создания ценностей организации следует устранять потери. В концепции БП всестороннее устранение потерь рассматривается как основной способ снижения затрат. Основные виды потерь включают [1]:

- 1) перепроизводство (продукт/услуга производится в большем объеме, чем требуется заказчику);
- 2) избыток запасов (хранение любых запасов в количестве, существенно превышающем минимально необходимое);
- 3) транспортировку (лишнее движение материалов);
- 4) задержки (большие простои между этапами производства продукта/выполнения услуги);
- 5) дополнительную обработку (лишняя обработка/действия из-за несоответствующих инструментов или плохой конструкции продукта (из-за несоответствующего планирования и проектирования услуги));
- 6) перемещения (лишние движения человека, потери при подборе материалов, поиске компонентов, инструментов, информации, документов);
- 7) дефекты (доработка и отбраковка несоответствующей продукции/ненадлежащее выполнение услуги).

Создание ценности, в свою очередь, должно осуществляться в рамках потока создания ценности.

**Поток создания ценности** – все действия, как создающие, так и не создающие ценность, которые позволяют продукции пройти все процессы - от разработки концепции до запуска в производство и от принятия заказа до доставки потребителю. Данные действия включают в себя обработку информации, полученной от клиента, а также операции по преобразованию продукта по мере его движения к потребителю. [1, 2]

Организация потока создания ценности и эффективное снижение потерь возможно при построении на предприятии вытягивающего производства.

**Вытягивающее производство** – метод организации производства, при котором обработка продукции производится на основе сигналов о потребностях

последующих операций. Вытягивающее производство направлено на предотвращение перепроизводства и снижение незавершенного производства посредством поставки продукции ровно в том количестве и в то время, в каком и когда потребуется при выполнении последующего процесса или при направлении потребителю. [1]

Применение принципов БП, достижение целей организации, в том числе целей систем менеджмента БП, может быть обеспечено посредством выбора и использования соответствующих методов и инструментов.

**Метод** – систематизированная совокупность шагов, действий, которые необходимо предпринять, чтобы решить определенную задачу или достичь определенной цели.

**Инструмент** – средство осуществления действий, направленных на решение определенных задач или достижение определенной цели. [3]

К основным инструментам БП относят [1, 3]:

- стандартизацию работы;
- организацию рабочего пространства (5S);
- картирование потока создания ценности (VSM);
- визуализацию;
- быструю переналадку (SMED);
- защиту от непреднамеренных ошибок (рока-yoke);
- канбан;
- всеобщее обслуживание оборудования (TPM).

Данный перечень содержит традиционные для БП инструменты. Каждой организации следует определить собственный набор инструментов и методы их применения для достижения своих целей.

В таблице 1.1 показана реализация соответствующих принципов БП за счет применения того или иного инструмента. [3]

Таблица 1.1 – Реализация принципов БП

Принципы \ Методы	Стандартизация работы	Организация рабочего пространства (5S)	Картирование потока создания ценности (VSM)	Визуализация	Быстрая переналадка (SMED)	Защита от непреднамеренных ошибок (Рока-Йоке)	Канбан	Всеобщее обслуживание (TPM)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Стратегическая направленность				+				
Ориентация на создание ценности для потребителя	+		+	+	+			+
Организация потока создания ценности для потребителя	+		+		+		+	
Постоянное улучшение	+	+	+		+			+
Вытягивание							+	
Сокращение потерь	+	+	+	+	+	+	+	+
Визуализация и прозрачность	+	+	+	+	+		+	+
Приоритетное обеспечение безопасности	+	+		+	+	+		+
Построение корпоративной культуры на основе уважения к человеку	+	+		+	+			
Встроенное качество	+	+			+	+	+	+

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Принятие решений, основанных на фактах	+			+				+
Установление долговременных отношений с поставщиками							+	
Соблюдение стандартов	+	+			+			+

## 2 Инструменты БП

### 2.1 Стандартизация работы

**Стандартизация работы** – метод, в котором осуществляется точное описание каждого действия, порядка и правил осуществления деятельности, включая определение времени выполнения действий, последовательности операций и необходимого уровня запасов. [4] Описание метода приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Стандартизация работы [3]

Похожие названия	Стандартизация, стандартизированная работа, стандартная операционная процедура (СОП)
Используемые инструменты	Хронометраж, нормирование, наблюдение
Применяемые совместно методы	Визуализация, организация рабочего пространства (5S), картирование потока создания ценности (VSM), канбан, быстрая переналадка (SMED), защита от непреднамеренных ошибок (Рока-Йоке)
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Достижение наилучшего, воспроизводимого способа выполнения работы, обеспечивающего должный уровень безопасности, качества и производительности
Пользователи метода	Все работники организации

Продолжение таблицы 2.1

<p>Этапы применения</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>а) рассчитать время такта исходя из требуемых заказчиком объемов производства;</li> <li>б) проанализировать текущую работу;</li> <li>в) определить потери, их причины и устранить причины потерь;</li> <li>г) разработать стандарт работы:             <ul style="list-style-type: none"> <li>1) определить потребителя результата выполнения действий;</li> <li>2) определить каждый рабочий шаг, последовательность выполнения действий;</li> <li>3) определить безопасные методы выполнения действий;</li> <li>4) определить перечень необходимого оборудования и инструмента;</li> <li>5) определить требования к работникам;</li> <li>6) определить время цикла для каждого действия;</li> </ul> </li> <li>д) определить минимальный уровень запасов исходя из потребностей следующих действий в производственной деятельности;</li> <li>е) провести обучение работников стандартам работы;</li> <li>ж) разместить стандарты работы в удобных для их использования местах;</li> <li>и) проанализировать текущие стандарты работы с целью их актуализации;</li> <li>к) распространить лучший опыт по организации</li> </ul>
<b>Возможности и риски</b>	
<p>Возможности</p>	<p>Воспроизводимый результат осуществления производственной деятельности.          Быстрый поиск и обнаружение отклонений от выполнения стандартов.          Оперативность и наглядность в обучении работников</p>
<p>Риски</p>	<p>Разработка избыточного количества документов на рабочих местах.          Сложность внесения изменений в стандарты при необходимости их улучшения</p>
<p><b>Примечание</b> – источники [5, 6].</p>	

В соответствии с [7] существует три фундаментальных компонента стандартизированной работы:

- 1) время такта;

- 2) стандартный уровень незавершенного производства (СНЗП);
- 3) последовательность работ.

### 2.1.1 Время такта

**Время такта (takt time)** – доступное производственное время за определенный период (например, смена, сутки, месяц и т.д.), деленное на объем потребительского спроса за этот период. [1]

Другими словами, под временем такта понимается время производства одной единицы продукции или услуги. Часто его называют пульсом производства, поскольку как только определяется время такта, все процессы должны работать в рамках времени такта, а лучше – быстрее этого времени.

Время такта рассчитывается по формуле [8]:

$$t_t = \frac{t_{\Sigma}}{V}, \quad (2.1)$$

где  $t_t$  - время такта;

$t_{\Sigma}$  - доступное производственное время за определенный период;

$V$  - объем потребительского спроса за этот период.

Удобнее всего выражать  $t_t$  в секундах (на технологическую операцию, деталь, производственный цикл и т.д.). В случае оценки  $t_t$  за продолжительный период времени допустимо применение других единиц – часов, смен, дней, суток, недель и т.д.

Когда вводите в действие стандартизированная работа, первое, что необходимо сделать, чтобы определить сферу вопросов, это установить нормативное время такта на основе уровня потребительского спроса. Время такта – это внутрипроизводственный норматив и подразумевается, что все процессы должны работать в этом темпе.

Для оптимизации производства использование только времени такта неэффективно. С целью оценки необходимости и достаточности ресурсов и производственных мощностей, необходимых для удовлетворения потребительского спроса не вызывая дополнительных потерь, например, в виде простоев, наряду со временем такта используется показатель «время цикла».

**Время цикла (lead time)** – это время, необходимое для выполнения конкретной операции при производстве единицы продукции или услуги в соответствии с процессом. [4]

В отличие от времени такта, которое является расчетной величиной, время цикла – величина, определяемая с помощью измерения (например, секундомером) фактически требуемого времени на выполнение производственной операции (фактической производительности процесса).

Время цикла можно иллюстрировать с помощью рисунка 2.1.

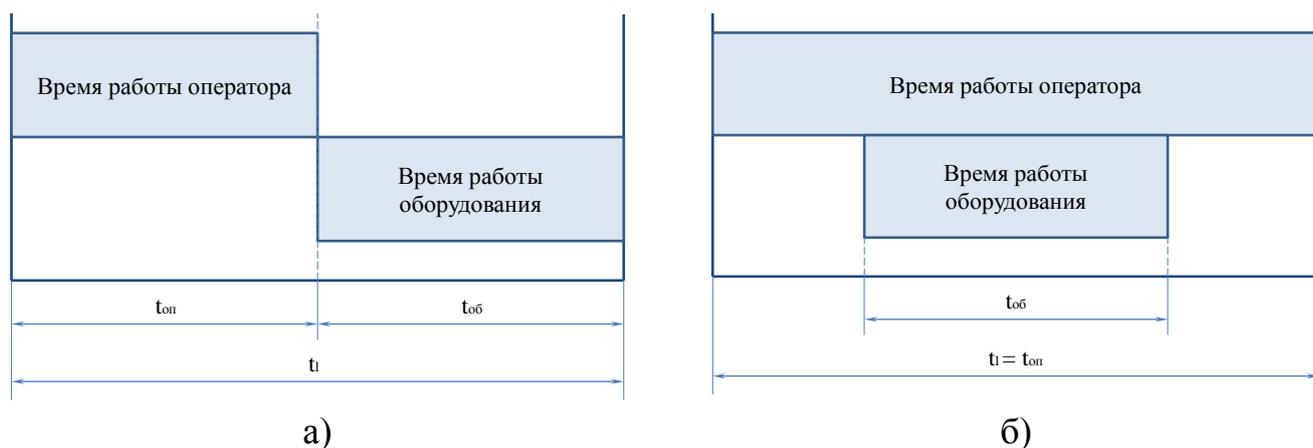


Рисунок 2.1

Т.е. упрощенно время цикла можно определить как суммарное время работы оборудования и оператора, необходимое для выполнения определенной операции:

- для случая на рисунке 2.1а:

$$t_1 = t_{оп} + t_{об} , \quad (2.2)$$

- для случая на рисунке 2.1б:

$$t_1 = t_{оп} , \quad (2.3)$$

где  $t_1$  – время цикла;

$t_{оп}$  – время работы оператора;

$t_{об}$  – время работы оборудования.

Точнее время цикла определять более детально, как это представлено на рисунке 2.2. В этом случае время цикла будет представлять собой сумму времени, необходимого на осуществление всех действий, требуемых для выполнения операции:

- для случая на рисунке 2.2а:

$$t_1 = t_{оп} + t_{об} + t_T + t_{з/в} + \dots , \quad (2.4)$$

- для случая на рисунке 2.2б:

$$t_1 = t_{T1} + t_{оп} + t_{T2} + \dots , \quad (2.5)$$

где  $t_T$  – время транспортировки ( $t_{T1}$  – время транспортировки сырья и материалов,

$t_{T2}$  – время транспортировки готовой продукции);

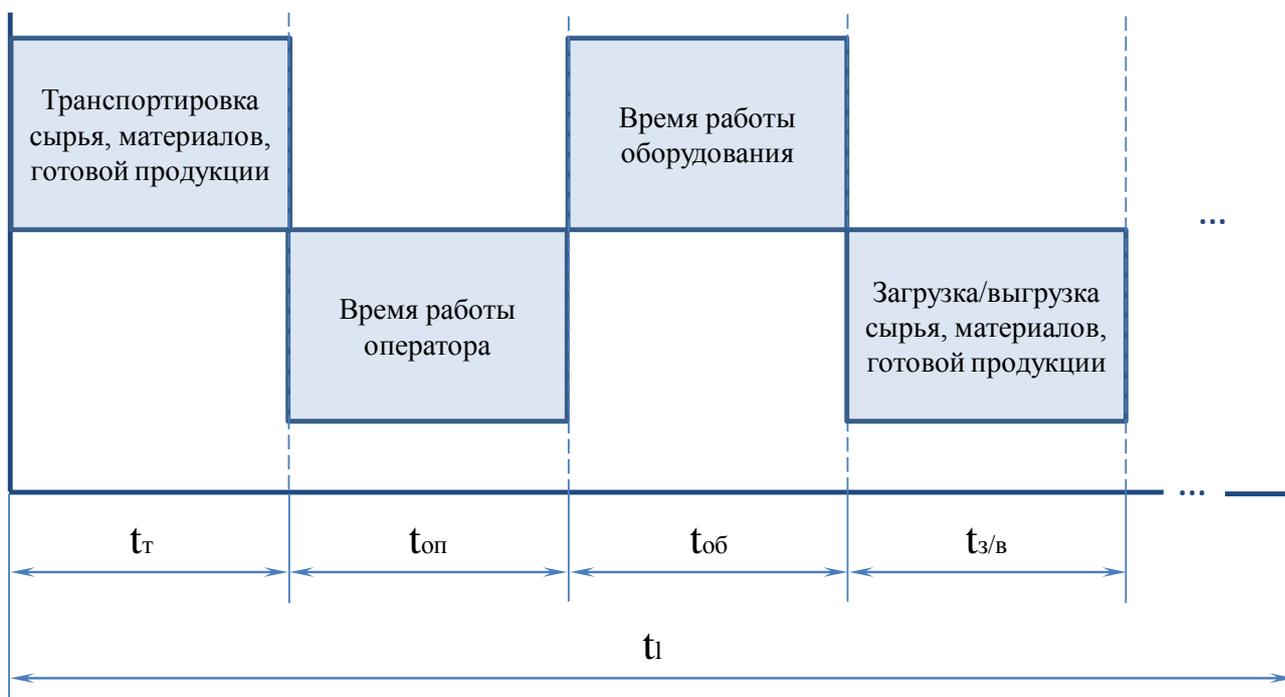
$t_{з/в}$  – время загрузки сырья и материалов/выгрузки готовой продукции.

Время цикла одной и той же операции может быть различно. В этом случае целесообразно вычислять его величину за определенное время наблюдений с учетом фактического объема произведенной продукции за этот период (рисунок 2.3а):

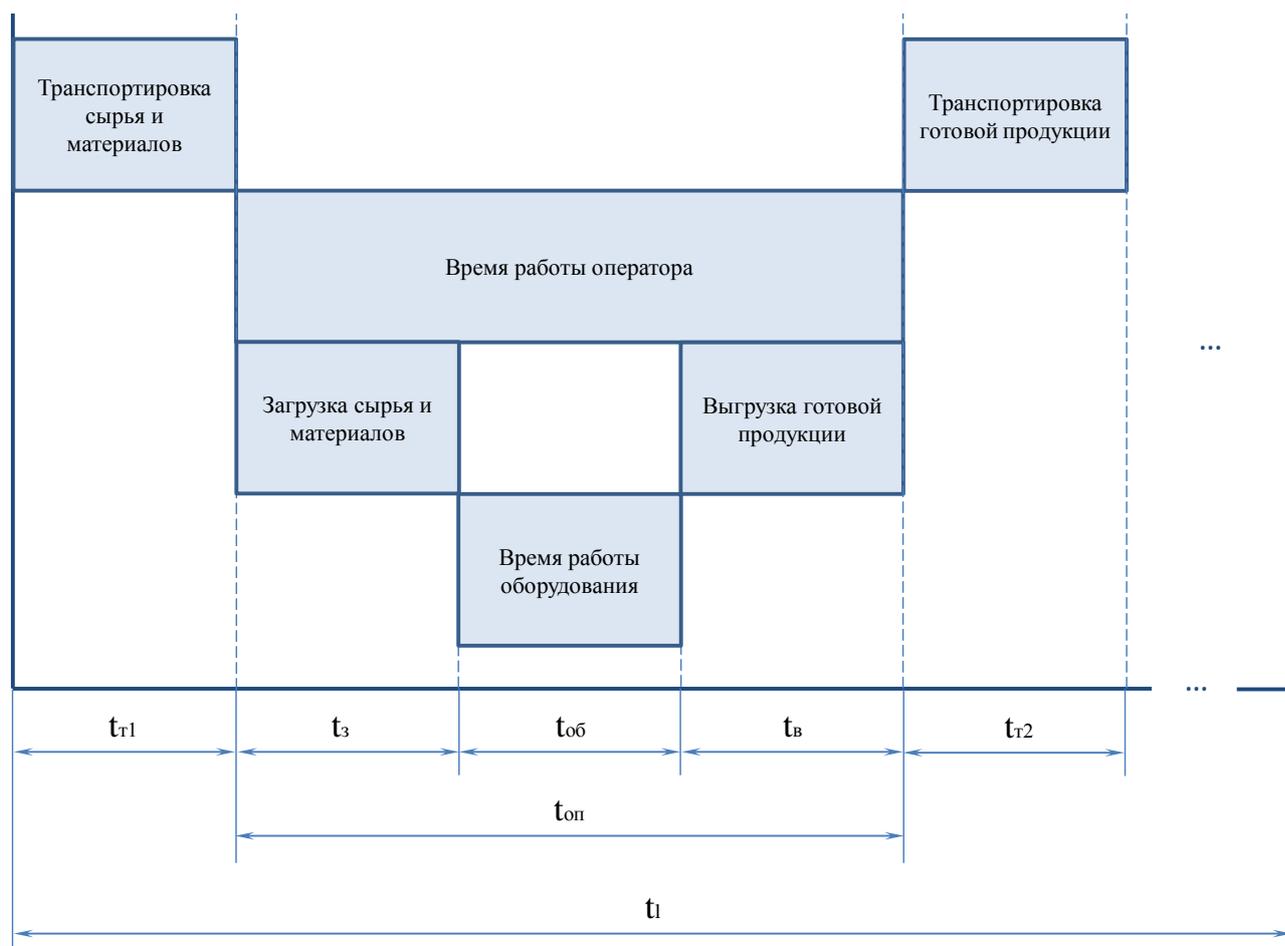
$$t_1 = t_n / V_{\phi} , \quad (2.6)$$

где  $t_n$  – время сбора данных;

$V_{\phi}$  – фактический объем произведенной продукции за время  $t_n$  .



а)



б)

Рисунок 2.2

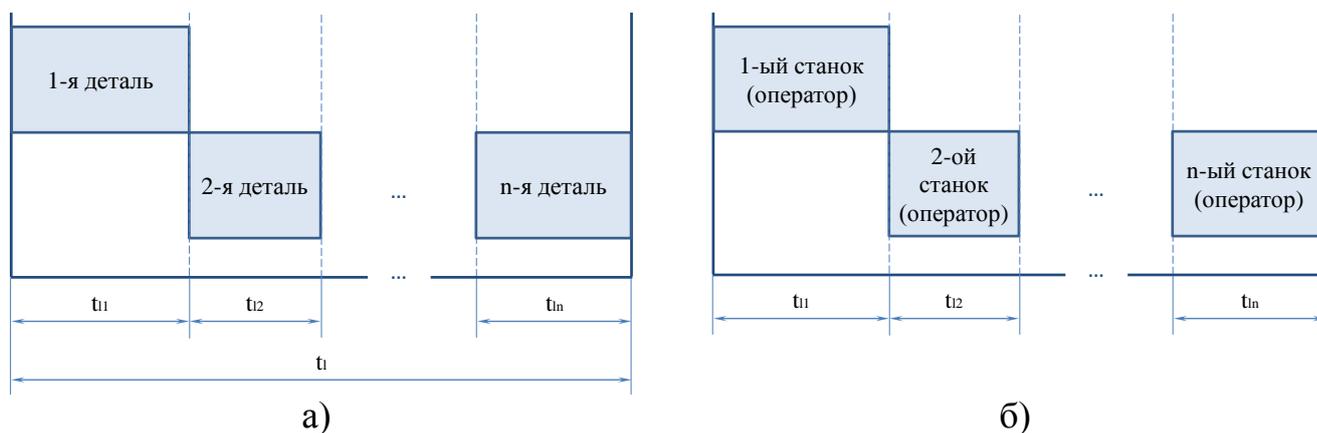


Рисунок 2.3

Аналогичную усредненную оценку можно провести, если одна и та же операция выполняется параллельно на нескольких одинаковых станках, несколькими операторами, то время цикла данной операции рассчитывается по формуле (рисунок 2.3б):

$$t_1 = \frac{\sum_{i=1}^n t_{1i}}{n}, \quad (2.7)$$

где  $t_{1i}$  – время работы  $i$ -го станка (оператора);

$n$  – количество станков (операторов).

На основании значений времени такта и цикла можно сделать ряд выводов о состоянии (возможностях) производственного процесса:

1)  $t_1 > t_ц$ . В этом случае необходима перенастройка производства, т.к. его мощностей и производственных ресурсов недостаточно для удовлетворения спроса (выполнения заказа). Обычно в таких случаях увеличивают длительность рабочей смены, или даже количество смен, либо расширяют производственные мощности: там где одна производственная линия не успевает справиться со спросом, две производственные линии будут его перекрывать;

2)  $t_1 < t_ц$ . Производственных мощностей достаточно для удовлетворения спроса (выполнения заказа). Однако в данном случае существует опасность

достижения соотношения  $t_1 \ll t_t$ . Это означает, что производственных мощностей больше, чем требуется для удовлетворения текущего спроса, что означает, что часть рабочего времени персонал и оборудование должны простаивать, иначе вы столкнетесь с проблемой перепроизводства. Исключение — в отраслях с ярко выраженным сезонным спросом, когда в периоды затишья производство продолжает работать для того, чтобы заготовить запасы для «горячего сезона»;

3)  $t_1 = t_t$ . Теоретически идеальный вариант – персонал и оборудование полностью загружены, отсутствует перепроизводство. Однако производственные мощности в этом случае работают на пределе возможностей, и любое изменение спроса может привести к возникновению потерь. [9, 10]

Примеры определения  $t_1$  и  $t_t$  приведены в приложении А.

### 2.1.2 Стандартный уровень незавершенного производства

**Незавершенное производство, НЗП (Work-in-Progress, WIP)** – части продукции, изготовление которой не закончено, но машинная или ручная работа над ними совершена по мере их движения по потоку создания ценности. [11]

Другими словами, незавершенное производство – те элементы производства, которые находятся на стадии добавления ценности.

Величина незавершенного производства оценивается через **стандартный уровень незавершенного производства (СУНЗП, SWIP)**:

$$SWIP = \frac{t_1}{t_t} . \quad (2.8)$$

Величина SWIP определяет минимально необходимое количество ресурсов для обеспечения требуемого уровня стандартной работы.

Показатель SWIP, например, может быть использован для определения оптимального количества персонала и оборудования, необходимого для обеспечения требуемого уровня такта (приложение Б).

Оптимальное значение показателя SWIP должно быть приблизительно равно единице.

Значение  $SWIP \ll 1$  говорит о том, что производственные мощности недостаточно загружены, а следовательно, возможны простои оборудования и незанятость персонала, что относится к потерям в концепции БП. При  $SWIP > 1$  – недостаточные производственные мощности или недостаток персонала. В обоих случаях нужна разработка и внедрение корректирующих мероприятий для оптимального значения SWIP.

Когда процесс работает в ритме времени такта или быстрее, SWIP обычно не превышает одной единицы. Исключением из этого правила будет ситуация, когда время цикла двух последовательных процессов меньше времени такта. В этом случае вам нужна только одна единица SWIP на эти два процесса. Если время цикла процесса больше времени такта, SWIP будет как минимум 2 единицы, либо еще больше, в зависимости от того, что даст расчет по формуле (2.8). [7]

### 2.1.3 Последовательность работ

Последовательность работ – порядок, в котором оператор выполняет ручные операции (включая хождение и ожидание).

Крайне важно определить лучший и наиболее эффективный способ, которым операторы выполняют свою работу. Это поможет подтвердить, что процесс сохраняет последовательность и стабильность. [9]

Основная задача стандартизации работы состоит в том, чтобы при любой возможности сократить бесполезные перемещения, движения рук или любые другие действия, не добавляющие ценности. [9] Данная задача решается путем введения

стандартных операционных процедур, оформленных в виде стандартных операционных карт.

**Стандартная операционная карта (СОК) (standardized work chart)** – документ, описывающий последовательность действий и приемов при выполнении операции. [4]

Стандартная операционная карта – это пошаговое описание последовательности операций на одном листе, включающее в себя требования по безопасности, хронометраж по времени и схему передвижения оператора (спагетти). В стандартной операционной карте должна быть указана информация об инструменте, приспособлениях и комплектующих, необходимых для выполнения операции. [4]

Примеры оформления стандартной операционной карты приведены в приложении В.

## 2.2 Организация рабочего пространства

**Организация рабочего пространства (5S)** – пять взаимосвязанных принципов организации рабочего пространства, направленных на мотивацию и вовлечение персонала в процесс улучшения продукции, процессов, системы менеджмента организации, снижение потерь, повышение безопасности и удобства в работе. [1]

Основная характеристика метода приведена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Организация рабочего пространства (5S) [3]

Похожие названия	Система «Упорядочение», Практика 5S, Метод 5С, Концепция 6S, Концепция 4S
Используемые инструменты	«Красные ярлыки», маркировка, оконтуривание, ячеечное размещение предметов
Применяемые совместно методы	Визуализация, стандартизация работы

Продолжение таблицы 2.2

<b>Применение</b>	
Назначение метода	Повышение культуры производства за счет создания условий для эффективного выполнения производственной деятельности, экономии времени, повышения производительности и безопасности труда, создания и поддержания порядка и чистоты на каждом рабочем месте
Пользователи метода	Все работники организации
Этапы применения	<p>а) сортировка (удаление ненужных предметов):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) определить перечень необходимых предметов (наименование, количество);</li> <li>2) отсортировать все необходимое и ненужное; избавиться от всего ненужного (перемещение, удаление);</li> </ol> <p>б) самоорганизация (соблюдение порядка):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) определить место для каждого предмета;</li> <li>2) расположить предметы исходя из необходимости и частоты использования;</li> <li>3) визуализировать места хранения предметов;</li> <li>4) провести маркировку проходов, мест потенциальной опасности, нанести обозначения на инструмент, тару, материалы, сырье, комплектующие, продукцию;</li> <li>5) расположить оборудование и инструмент таким образом, чтобы каждый работник мог легко их найти, использовать и возвращать на место после использования;</li> <li>6) отделить друг от друга места для размещения сырья, незавершенного производства, готовой продукции, несоответствующей продукции;</li> </ol> <p>в) систематическая уборка (содержание в чистоте):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) определить и локализовать/устранить источники загрязнений;</li> <li>2) определить правила уборки, в том числе объекты, периодичность, приспособления, методы выполнения уборки;</li> <li>3) внести информацию по правилам уборки в контрольный лист уборки;</li> <li>4) проводить уборку рабочего пространства согласно утвержденным правилам;</li> <li>5) осуществлять проверку готовности инструментов, приспособлений и оборудования;</li> </ol>

Продолжение таблицы 2.2

	<p>б) выполнять свои функции;</p> <p>7) регулярно обновлять контрольный лист уборки;</p> <p>г) стандартизация:</p> <p>1) создать стандарты содержания рабочих мест на основе полученных результатов на предыдущих этапах;</p> <p>2) совершенствование (поддержание и улучшение): соблюдать стандарты содержания каждого рабочего места и постоянно совершенствовать организацию рабочего пространства;</p> <p>3) создать программу аудитов рабочих мест на соответствие стандартам содержания каждого рабочего места</p>
<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	<p>Улучшение условий труда (чистота, эргономика и экономичность каждого рабочего места) и безопасности.</p> <p>Проявление инициативы и творческого потенциала работников при организации рабочего пространства.</p> <p>Сокращение времени на поиск необходимых предметов (инструмента, материалов, комплектующих, документации).</p> <p>Повышение степени вовлеченности работников в процессы улучшения рабочего пространства</p>
Риски	<p>Возвращение к первоначальному состоянию рабочего пространства, если метод не реализуется постоянно</p>
Примечание – источники [12-14].	

Основной целью метода 5S является создание условий для эффективного выполнения операций и с учетом рекомендуемых принципов БП в соответствии с ГОСТ Р 56407-2015. [15]

Задачами метода 5S являются

- 1) улучшение условий труда (повышение уровня техники безопасности, чистота и эргономика рабочего пространства и т.п.);
- 2) повышение уровня вовлеченности персонала в процесс улучшения рабочего пространства;
- 3) повышение качества производимой продукции;
- 4) повышение производительности труда;

5) поиск и сокращение всех видов потерь, связанных с организацией рабочего места и рабочего пространства в целом. В качестве примеров потерь на рабочем месте могут выступать потери времени на поиск необходимых предметов (инструмента и оснастки, сырья и материалов, комплектующих, документации и информации в бумажном и электронном виде и т.п.), ошибки при выполнении операций, лишние движения оператора и т.д. [15]

Одна из популярных методик внедрения системы предлагает разбить процесс внедрения на 5 этапов:

- 1) ознакомление с принципами и принятие системы;
- 2) наведение порядка и делегирование ответственности;
- 3) регулярность действий и периодический контроль;
- 4) закрепление процедур и усиление требований;
- 5) постоянное совершенствование;

На очередном этапе фиксируется достижение определенных показателей по каждому из пяти слагаемых 5S, что позволяет придать внедрению планомерную форму и сократить сопротивление персонала изменениям. При таком подходе обеспечивается более полное вовлечение всех работников в процесс.

Примеры внедрения метода 5S приведены в приложении Г.

## **2.3 Картирование потока создания ценности**

**Поток создания ценности (value stream)** – все действия, как создающие, так и не создающие ценность, которые позволяют продукции пройти все процессы – от разработки концепции до запуска в производство и от принятия заказа до доставки потребителю. [1, 16]

Данные действия включают в себя обработку информации, полученной от клиента, а также операции по преобразованию продукта по мере его движения к потребителю. [1]

Обеспечению непрерывности потока создания ценности способствует картирование потока создания ценности (таблица 2.3), т.е. разработка карт потока создания ценности.

**Карта потока создания ценности (value stream mapping – VSM, КПЦЦ)** – схема, изображающая каждый этап материального и информационного потока, необходимых для того, чтобы выполнить заказ потребителя. [1]

Таблица 2.3 – Картирование потока создания ценности (VSM) [3]

Похожие названия	Карта потока создания ценности, карта потока процесса
Используемые инструменты	Хронометраж
Применяемые совместно методы	Стандартизация работы, организация рабочего пространства (5S), визуализация, быстрая переналадка (SMED), канбан
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Наглядное представление потока создания ценности, его характеристик с целью поиска и сокращения потерь, и улучшение потока с точки зрения сокращения всех видов потерь и удовлетворения требований потребителя
Пользователи метода	Все работники организации
Этапы применения	<p>а) построить карту текущего состояния потока создания ценности. Основные шаги построения карты потока создания ценности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) выбор продукции/услуги;</li> <li>2) определение потребителя выбранной продукции/услуги и его требований (время доставки, объем партии, требования к упаковке, ритмичности поставок и др.);</li> <li>3) определение основных производственных процессов и их основных параметров (время производственного цикла, время обработки, время переналадки, уровень запасов сырья, материалов, комплектующих, число работников, участвующих в данном процессе и др.);</li> <li>4) определение поставщиков сырья, материалов, комплектующих, необходимых для создания продукции/услуг, а также основных параметров поставки, характеризующих поставщика</li> </ol>

### Продолжение таблицы 2.3

	(ритмичность поставок, объем партии, способ поставки); б) проанализировать текущий поток создания ценности, найти существующие потери в процессах и при их взаимодействии; в) разработать карту будущего состояния потока создания ценности; г) определить мероприятия для перехода к будущему (целевому) состоянию потока создания ценности
<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	Представление потока создания ценности и его характеристик на одной карте. Визуальное отображение потерь и их источников. Проведение всестороннего анализа потока создания ценности
Риски	Сложность в организации сбора достоверных данных о состоянии потока создания ценности
Примечание – источники [5, 17].	

Требования к производственным системам включают условия соответствия принципам БП, поточную организацию процессов, управление системой процессов через характеристики процесса создания ценности (например, время цикла, время такта, уровень запасов в супермаркетах), а также требования к совершенствованию систем процессов и постоянной их адаптации к меняющемуся потоку заказов. [16]

Пример КПСЦ приведен в приложении Д.

## 2.4 Визуализация

**Визуализация (visualization)** – расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы таким образом, чтобы они были четко видимы и чтобы каждый участник производственного процесса моментально мог оценить состояние системы. [1]

**Метод визуализации (visualization method)** – систематизированная совокупность действий по визуализации объектов. [18]

Краткая характеристика метода приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Визуализация [3]

Похожие названия	Визуальный менеджмент
Используемые инструменты	Отчет формата А3, андон, маркировка, оконтуривание
Применяемые совместно методы	Организация рабочего пространства (5S)
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Отображение информации в режиме реального времени для ее передачи работникам и принятия правильных управленческих решений
Краткое описание	Расположение всех инструментов, деталей, производственных стадий и информации о результативности работы производственной системы таким образом, чтобы они были четко видимы, и чтобы каждый участник производственного процесса моментально мог оценить состояние системы
Пользователи метода	Все работники организации
Этапы применения	<p>а) определить объекты визуализации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оборудование;</li> <li>- материалы и комплектующие (незавершенное производство, несоответствующая продукция (брак), готовая продукция, сырье);</li> <li>- запасы;</li> <li>- инструменты и оснастка;</li> <li>- документация;</li> <li>- характеристики процессов, в том числе потока создания ценности</li> </ul> <p>б) определить способы визуализации:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- маркировка;</li> <li>- разметка;</li> <li>- стенды, плакаты, информационные доски, электронные табло и др.;</li> <li>- графическое представление данных и т.п.</li> </ul>
	в) определить процедуру сбора, обработки, размещения информации и ее актуализации, в том числе периодичность, ответственность, формат и др.

## Продолжение таблицы 2.4

<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	Наглядное восприятие и возможность анализа текущего состояния производственных процессов. Принятие обоснованных и оперативных решений. Быстрое реагирование на проблемы
Риски	Избыточность, недостаточность, недостоверность информации для принятия решений
Примечание – источники [19].	

Метод визуализации применяется в организации с целью представления информации в наглядной форме (рисунок, фотография, график, диаграмма, схема, таблица, карта и т.п.) и доведение ее до сведения персонала в режиме реального времени для анализа текущего состояния и принятия обоснованных и объективных решений.

Задачами метода визуализации являются:

- 1) наглядное представление информации для анализа текущего состояния производственных процессов;
- 2) обеспечение требуемого уровня безопасности;
- 3) создание условий для принятия обоснованных и оперативных решений;
- 4) создание условий для быстрого реагирования на проблемы;
- 5) быстрый поиск и обнаружение отклонений при выполнении операций или процессов производства продукции. [18]

Пример применения метода приведен в приложении Е.

## 2.5 Быстрая переналадка

**Быстрая переналадка (SMED, single minute exchange of dies)** – процесс переналадки производственного оборудования для перехода от производства одного вида детали к другому за максимально короткое время. [1]

Краткая характеристика метода приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Быстрая переналадка [3]

Используемые инструменты	Хронометраж
Применяемые совместно методы	Визуализация, стандартизация работы, организация рабочего пространства (5S), всеобщее обслуживание оборудования (TPM)
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Сокращение времени, необходимого для наладки, настройки оборудования с производства одного вида изделия на производство изделия другого вида
Краткое описание	Метод направлен на сокращение времени переналадки оборудования за счет преобразования внутренних действий по переналадке во внешние. <b>Внутренние действия (операции)</b> – действия, которые совершаются при неработающем оборудовании. <b>Внешние действия (операции)</b> – действия, которые выполняются во время работы оборудования
Пользователи метода	Работники производственных, технических и ремонтных подразделений
Этапы применения	а) измерить длительность операций по переналадке оборудования; б) выделить внешние и внутренние действия по переналадке; в) определить время на выполнение внешних и внутренних действий по переналадке; г) преобразовать внутренние действия во внешние; д) сократить время (внутреннее и внешнее) по переналадке оборудования; е) стандартизировать переналадку
<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	Расширение номенклатуры выпускаемой продукции на одном и том же оборудовании. Возможность быстрого реагирования на изменения спроса
Риски	Необходимость приобретения дорогостоящих механизмов, снижающих время переналадки Необходимость привлечения высококвалифицированных инженерно-технических работников для внесения конструктивных изменений в инструмент, оснастку, оборудование для быстрой переналадки
Примечание – источники [8, 20].	

Цели внедрения быстрой переналадки:

- 1) снизить простои оборудования;
- 2) сократить размеры производственных партий;
- 3) сократить запасы незавершенного производства – межоперационные запасы деталей, материалов, полуфабрикатов;
- 4) расширить ассортимент продукции.

Принципы быстрой переналадки:

- 1) выполнять все внешние операции до остановки станка или после его запуска;
- 2) превратить внутренние операции во внешние;
- 3) сократить время выполнения всех операций.

Этапы быстрой переналадки приведены на рисунке 2.4.

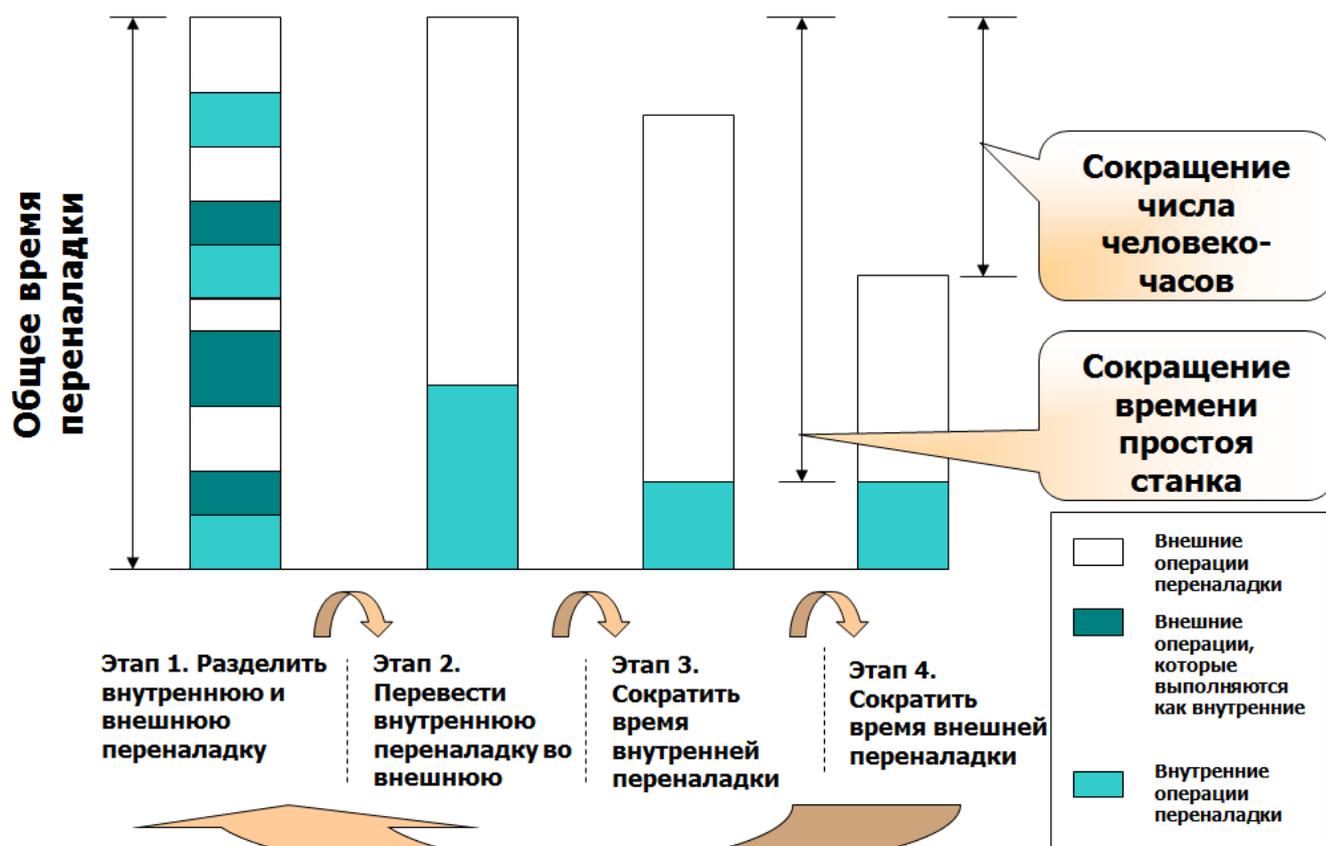


Рисунок 2.4

В приложении Ж приведен пример основных этапов быстрой переналадки станка.

## 2.6 Защита от непреднамеренных ошибок

**Защита от непреднамеренных ошибок (рока-йоке)** – организационные и инженерные приемы, позволяющие исполнителю при работе избежать ошибок. [1]

Краткая характеристика метода приведена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Защита от непреднамеренных ошибок (рока-йоке)

Похожие названия	-
Используемые инструменты	Андон, дзидока, диаграмма Исикавы, Пять "почему", мозговой штурм
Применяемые совместно методы	Визуализация
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Предупреждение появления непреднамеренных ошибок и их оперативное устранение
Краткое описание	Устройства защиты от непреднамеренных ошибок выполняют три основные функции: - предупреждение (операция не может начаться, поскольку устройство защиты от непреднамеренных ошибок обнаруживает ошибку до начала выполнения операции); - контроль (операция не может завершиться, поскольку устройство защиты от непреднамеренных ошибок не позволяет детали покинуть место обработки, если операция была произведена с ошибкой или обработка полностью не завершена); - остановка (деталь не может попасть на следующую операцию, поскольку устройство защиты от непреднамеренных ошибок обнаруживает изготовленную несоответствующую деталь)
Пользователи метода	Работники производственных, конструкторско-технологических подразделений

Продолжение таблицы 2.6

Этапы применения	<p>а) выявить существующие и потенциальные несоответствия;</p> <p>б) выявить причины существующих и потенциальных несоответствий;</p> <p>в) спроектировать технические устройства, направленные на предотвращение несоответствий (ошибок). Технические устройства выполняют три функции:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- предупреждение (применение технических устройств для выполнения данной функции имеет первостепенное значение);</li> <li>- контроль;</li> <li>- остановка.</li> </ul> <p>г) распространять и развивать практику применения приспособлений, предотвращающих появление несоответствий (ошибок) в других процессах (особенно на этапе проектирования)</p>
<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	Встраивание качества в производственный процесс. Предупреждение ошибок при выполнении операций
Риски	Задержки во время осуществления производственных операций
Примечание – источники [5, 21].	

Способы защиты от дурака делятся на уровни (по возрастанию эффективности):

- 1-й уровень – обнаружение несоответствий продукции (система обнаруживает несоответствующую деталь, но не отбрасывает её);
- 2-й уровень – недопущение несоответствия (исключается возможность обработать несоответствующую деталь на следующей операции);
- 3-й уровень – конструкционная защита (пример – изделие имеет такую конструкцию, что установить или собрать его по-иному невозможно).

Пример применения метода приведен в приложении И.

## 2.7 Канбан

**Канбан (kanban)** – средство информирования, с помощью которого дается разрешение или указание на производство или передачу изделий в производстве, организованном по принципу вытягивания. [1]

Краткая характеристика метода приведена в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Канбан (kanban) [5]

Похожие названия	-
Используемые инструменты	Карточки канбан, тарный канбан, электронный канбан
Применяемые совместно методы	Стандартизация работы, визуализация
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Производство требуемого внутренним и внешним потребителем объема продукции точно во время на основе принципа вытягивания.
Краткое описание	Канбан – информационная система, которая регулирует процессы снабжения материалами, производства и транспортирования продукции в нужном количестве и в нужное время на каждой производственной операции
Пользователи метода	Работники службы производственного диспетчирования, логистических и производственных подразделений
Этапы применения	а) определить объект, в рамках которого будет применяться канбан (производственный и/или сборочный процесс). Проанализировать материальные потоки, которые могут дать информацию о возможности применения канбана; б) выбрать, какие материалы будут подаваться по вытягивающей системе и по какому принципу (фиксированный объем или фиксированное время); в) определить количество требуемых карточек канбан. В сложных производственных системах с целью точного определения количества карточек канбан следует использовать моделирование; г) структурировать систему канбан-заказов таким образом, что последний процесс в производственном потоке получает заказ на производство.

Продолжение таблицы 2.7

	В дальнейшем заказы на производство передаются вниз по потоку создания ценности; д) спроектировать и изготовить контейнеры, стеллажи для канбанов; е) обучить работников правилам работы на основе канбан; ж) запустить систему канбан; и) проводить улучшения системы. На этапе запуска системы рекомендуется документировать время производственного цикла и фактический уровень запасов
<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	Снижение уровня запасов материалов в процессе производства. Повышение ответственности и вовлеченности работников. Исключение перепроизводства продукции
Риски	Срыв поставок при отказах оборудования. Сложность применения при частых колебаниях спроса. Срыв поставок при потере карточек канбан
<b>Дополнительные сведения</b>	
Примечание – источники [8, 20].	

В переводе с японского языка канбан означает «бирка» или «значок». Наиболее известным и распространенным примером таких средств коммуникации служат карточки канбан (приложение К). Во многих случаях они 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. [1]

## 2.8 Всеобщее обслуживание оборудования

### Всеобщее обслуживание оборудования (TPM, total productive maintenance)

– система обслуживания оборудования, направленная на повышение эффективности

его использования за счет предупреждения и устранения потерь на протяжении всего жизненного цикла оборудования. [1]

Краткая характеристика метода приведена в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Всеобщее обслуживание оборудования [3]

Используемые инструменты	Диаграмма Исикавы, "5 Почему"
Применяемые совместно методы	Организация рабочего пространства (5S), визуализация, стандартизация работы, быстрая переналадка (SMED)
<b>Применение</b>	
Назначение метода	Планирование и реализация мероприятий по предупреждению и устранению потерь, связанных с оборудованием
Краткое описание	Всеобщее обслуживание оборудования предполагает вовлечение всех работников в деятельность по предупреждению и устранению потерь, связанных с оборудованием
Пользователи метода	Работники производственных, технических и ремонтных подразделений
Этапы применения	а) подготовить рабочие места и оборудование (организация рабочего пространства на основе 5S); б) оценить текущие показатели эффективности использования оборудования (ОЕЕ); в) определить требования потребителей к оборудованию (QFD); г) определить и проанализировать существующие и потенциальные отказы оборудования и их причины (FMEA, Диаграмма Исикавы и др.); д) разработать стандарты по обслуживанию оборудования; е) распределить действия по обслуживанию оборудования между работниками.
	Подготовить работников производственных, технических и ремонтных подразделений к выполнению разработанных стандартов; ж) спланировать мероприятия по управлению жизненным циклом оборудования; и) проводить мониторинг показателей эффективности использования оборудования (ОЕЕ)

Продолжение таблицы 2.8

<b>Возможности и риски</b>	
Возможности	Снижение затрат на обслуживание оборудования. Повышение производительности оборудования. Улучшение взаимодействия между работниками производственных, обслуживающих и ремонтных подразделений. Снижение времени реагирования на возникающие проблемы. Сокращение времени простоя оборудования
Риски	Большие затраты на реализацию предупреждающих действий. Возможность возникновения технических ошибок вследствие неподготовленности производственных работников
<b>Дополнительные сведения</b>	
Примечание – источники [5, 8].	

### 2.8.1 Общая эффективность оборудования

Оценка эффективности функционирования ТРМ на предприятии проводится с помощью показателя ОЕЕ (Overall Equipment Effectiveness) – общая эффективность оборудования. ОЕЕ – это основной показатель ТРМ. Он отражает степень эффективности использования оборудования.

Графическое изображение распределения времени эффективной эксплуатации оборудования и потерь приведено на рисунке 2.5.

Показатель ОЕЕ состоит из трех критериев:

**1) готовность.** Критерий готовности анализирует **потери во времени**, включающие в себя события, которые останавливают производство на соответствующий отрезок времени:

$$\text{Готовность} = \frac{\text{Машинное время}}{\text{Чистое рабочее время}};$$

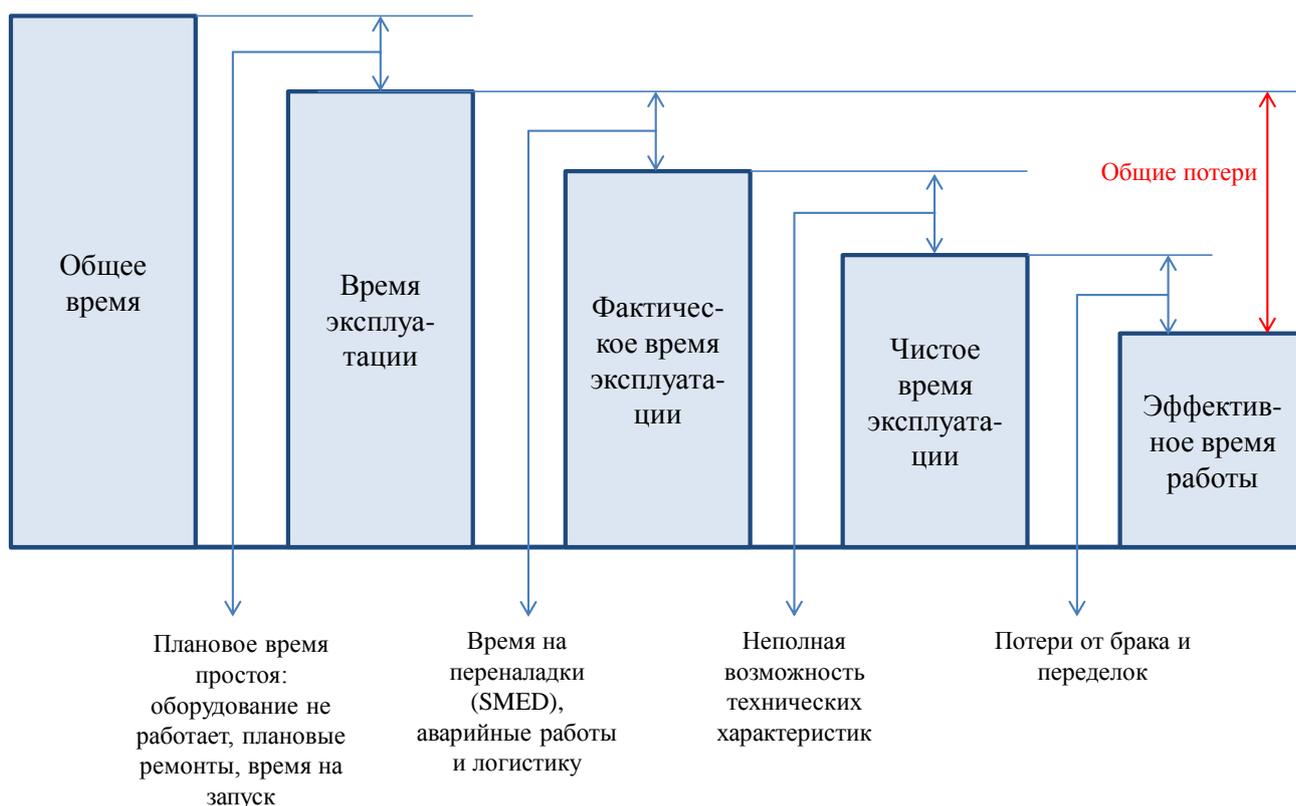


Рисунок 2.5

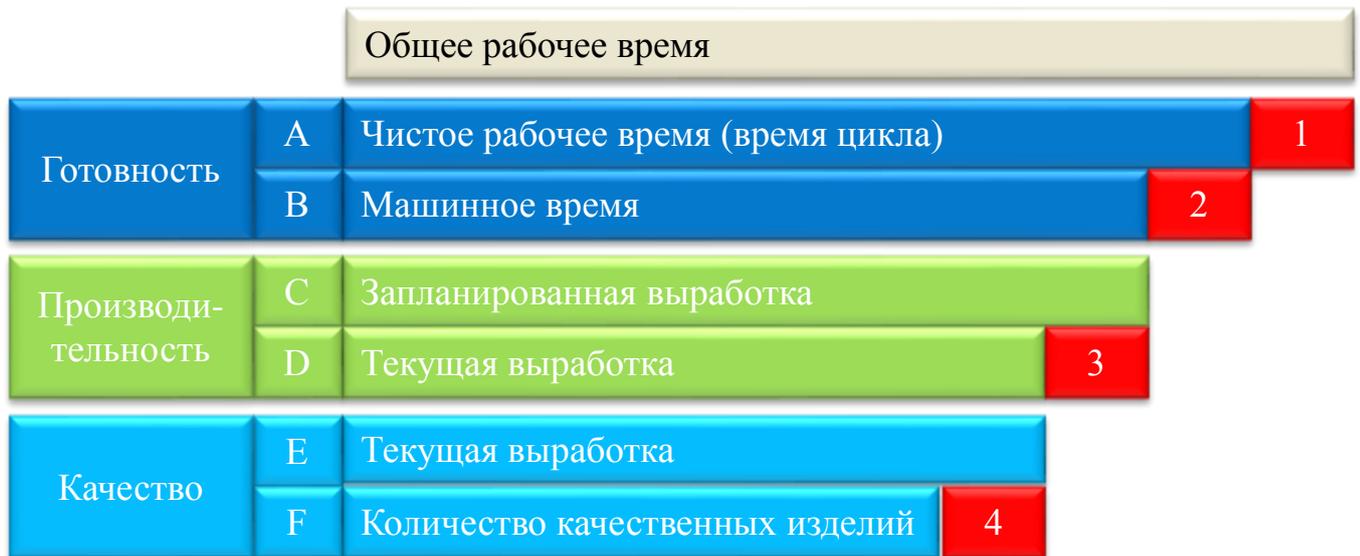
**2) производительность.** Критерий производительности учитывает **потери в скорости**, включающие в себя все факторы, которые приводят к работе производственного оборудования на скорости, меньшей, чем максимально возможная скорость:

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

**3) качество.** Критерий качества учитывает **потери в качестве**, которые включают в себя производство несоответствующее стандартам продукции, включая продукцию, которая требует переработки:

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

Графически данные критерии можно представить так, как это показано на рисунке 2.6.



**■** – потери (неэффективное использование оборудования, простои):  
 1) непредвиденные остановки; 2) простои; 3) потери скорости обработки;  
 4) дефектная продукция

Рисунок 2.6

ОЕЕ определяется из выражения:

$$OEE = \frac{B}{A} \cdot \frac{D}{C} \cdot \frac{F}{E} \cdot 100\%, \quad (2.9)$$

где A, B, C, D, E, F – в соответствии с рисунком 2.6.

Пороговые значения показателя составляют:

- OEE = 100 % – совершенное производство;
- 85 % ≤ OEE < 100 % – мировой уровень производства;
- 60 % ≤ OEE < 85 % – типичное производство;
- 40 % ≤ OEE < 60 % – низкий уровень эффективности производства;
- OEE < 40 % – неэффективное производство.

Пример определения OEE приведен в приложении Л.

## **3 Выполнение курсовой работы**

### **3.1 Темы курсовых работ**

Тема курсовой работы указывается преподавателем в бланке задания, который выдается студенту.

#### **Перечень тем курсовой работы:**

- 1 Внедрение инструментов бережливого производства канцелярских товаров.
- 2 Внедрение инструментов бережливого производства верхней одежды.
- 3 Внедрение инструментов бережливого производства безалкогольных напитков.
- 4 Внедрение инструментов бережливого производства хлебобулочной продукции.
- 5 Внедрение инструментов бережливого производства мяса птицы.
- 6 Внедрение инструментов бережливого производства йогуртов питьевых.
- 7 Внедрение инструментов бережливого производства творога.
- 8 Внедрение инструментов бережливого производства сырокопченых колбас.
- 9 Внедрение инструментов бережливого производства вареных колбас.
- 10 Внедрение инструментов бережливого производства мебели.
- 11 Внедрение инструментов бережливого производства осветительных приборов.
- 12 Внедрение инструментов бережливого производства обуви.
- 13 Внедрение инструментов бережливого производства хризотил-асбеста.
- 14 Внедрение инструментов бережливого производства пластиковой тары.
- 15 Внедрение инструментов бережливого производства масляной краски.
- 16 Внедрение инструментов бережливого производства кондитерских изделий.

17 Внедрение инструментов бережливого производства бытовых сверл.

18 Внедрение инструментов бережливого производства кисло-молочной продукции.

19 Внедрение инструментов бережливого производства строительного-монтажных работ.

### **3.2 Задание на выполнение курсовой работы**

#### **Вопросы, подлежащие разработке:**

1) дать подробное описание производственного процесса. Пример описания приведен в приложении Л настоящих методических указаний;

2) дать рекомендации по внедрению инструментов бережливого производства для заданного процесса:

- стандартизация работы;
- организация рабочего пространства (5S);
- картирование потока создания ценности (VSM);
- визуализация;
- быстрая переналадка (SMED);
- защита от непреднамеренных ошибок (рока-йоке);
- канбан;
- всеобщее обслуживание оборудования (TPM).

3) показать возможности применения инструментов на заданном производстве.

#### **Дополнительные указания:**

1) основная часть КР должна состоять из двух разделов:

- 1) описание производственного процесса (12...15 листов);

2) описание инструментов бережливого производства с учетом специфики заданного процесса и приведением примеров их внедрения и применения.

2) курсовая работа должна быть оформлена в строгом соответствии с требованиями СТО 02069024.101 – 2015 «Работы студенческие. Общие требования и правила оформления» (режим доступа: <http://www.osu.ru/doc/385>).

Задание студентам выдается преподавателем под подпись на бланке в соответствии с [22, приложение X].

### **3.3 Рекомендации по самостоятельной работе студента при выполнении курсовой работы**

Самостоятельная работа студентов является одной из основных форм внеаудиторной работы при реализации учебных планов и программ. Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы.

Самостоятельная работа – это познавательная учебная деятельность, когда последовательность мышления студента, его умственных и практических операций и действий зависит и определяется самим студентом.

Этапы самостоятельной работы:

- изучение и анализ учебной задачи, которая решается с помощью данной самостоятельной работы;

- методических указаний по ее выполнению;

- осуществление процесса выполнения работы;

- самоанализ, самоконтроль получаемых результатов.

Курсовая работа является самостоятельным учебным исследованием, выполняемым студентом в соответствии с учебным планом под руководством преподавателя и служащим более углубленному освоению изучаемой дисциплины.

Она выражается в решении некоторой познавательной проблемы, соотнесении теоретических положений с фактами, систематичности изложения, оперировании современной специальной терминологией и т.д. Курсовая работа является одной из форм отчетности студента по итогам обучения за соответствующий курс.

В ходе написания курсовой работы студент должен:

- продемонстрировать свое умение собирать, анализировать и обобщать материал по рассматриваемой проблеме;
- изучить и отобразить важнейшие теоретические и практические аспекты изучаемой дисциплины, при этом представить максимально широкий спектр взглядов по изучаемой проблеме;
- опираться на действующие нормативные и правовые документы, а также на проанализированную научную литературу;
- показать свою способность анализировать материал самостоятельно и творчески, а также уметь делать правильные теоретические выводы и вносить практические предложения;
- уметь сформулировать и аргументировать свою позицию по данной проблеме;
- придерживаться четкой структуры курсовой работы и оформить ее в соответствии с предъявляемыми требованиями.

Законченная и полностью оформленная работа представляется руководителю не позднее, чем за 10 дней до защиты. После проверки при условии наличия положительной оценки содержания руководитель допускает работу к защите. Работа, которая не отвечает установленным требованиям, должна быть возвращена для доработки с учетом сделанных замечаний и повторно предъявлена в срок, указанный руководителем. После проверки курсовой работы руководителем, студент должен внимательно ознакомиться с замечаниями и устранить их.

Защита курсовой работы проходит в установленный расписанием день. В ходе защиты курсовой работы студент делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения

защиты в соответствии с критериями, приведенными в ФОС для данной дисциплины.

Более эффективному выполнению курсовой работы и ее защите способствуют ответы на **контрольные вопросы**:

- 1 Что понимается под термином «Бережливое производство»?
- 2 Как позволяет усовершенствовать производственную деятельность применение концепции бережливого производства?
- 3 Что является основной целью бережливого производства?
- 4 Что является ценностью в концепции бережливого производства?
- 5 Что относится к потерям в концепции бережливого производства?
- 6 Перечислите основные виды потерь.
- 7 Что называется потоком создания ценности?
- 8 Что называется вытягивающим производством?
- 9 Перечислите основные инструменты в концепции бережливого производства.
- 10 Охарактеризуйте метод «Стандартизация работы».
- 11 Что называется временем такта? Для чего применяется этот показатель и как он определяется?
- 12 Что называется временем цикла? Для чего применяется этот показатель и как он определяется?
- 13 Что называется стандартным уровнем незавершенного производства? Для чего применяется этот показатель и как он определяется?
- 14 В чем заключается инструмент «Последовательность работ»?
- 15 Что представляет собой стандартная операционная карта?
- 16 Охарактеризуйте метод «Организация рабочего пространства».
- 17 Охарактеризуйте метод «Картирование потока создания ценности».
- 18 Охарактеризуйте метод «Визуализация».
- 19 Охарактеризуйте метод «Быстрая переналадка».
- 20 Охарактеризуйте метод «Защита от непреднамеренных ошибок».

21 Охарактеризуйте метод «Канбан».

22 Охарактеризуйте метод «Всеобщее обслуживание оборудования».

23 Каким показателем определяется эффективность функционирования ТРМ на предприятии? Как он определяется?

## Список использованных источников

- 1 ГОСТ Р 56020-2014. Бережливое производство. Основные положения и словарь. – Введ. 2015-03-01. – М.: Стандартиформ, 2015. – 18 с.
- 2 ГОСТ Р 56404-2015. Бережливое производство. Требования к системам менеджмента. – Введ. 2015-06-02. – М.: Стандартиформ, 2015. – 20 с.
- 3 ГОСТ Р 56407-2015. Бережливое производство. Основные методы и инструменты. – Введ. 2015-06-02. – М.: Стандартиформ, 2016. – 16 с.
- 4 ГОСТ Р 56908-2016. Бережливое производство. Стандартизация работы. – Введ. 2016-10-01. – М.: Стандартиформ, 2017. – 15 с.
- 5 VDI 2870 Blatt 2/Part 2. Lean production systems. List of methods // Verein Deutscher Ingenieure e.V. – Düsseldorf, 2013. – 111 s.
- 6 Стандартизированная работа // Пер. с англ. - М.: ИКСИ, 2007. – 152 с.
- 7 How to Calculate Standard Work in Process (SWIP) Quantity / Miller J. – 2007. – February 8. – Режим доступа: [https://blog.gembaacademy.com/2007/02/08/how\\_to\\_calculate\\_standard\\_work](https://blog.gembaacademy.com/2007/02/08/how_to_calculate_standard_work).
- 8 Такеда, Х. Синхронизированное производство / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2008. – 288 с.
- 9 Персональный проект о бережливом производстве / Учебно-консалтинговый ресурс. – Режим доступа: <http://wkazarin.ru>.
- 10 Практика внедрения бережливого производства / Учебно-консалтинговый ресурс. – Режим доступа: <http://leanbase.ru>.
- 11 Официальный сайт консалтинговой компании «Лин Консалт». – Режим доступа: <http://www.lean-consult.ru>.
- 12 Гавриченко, А.В. Система организации рабочих мест 5S // World class manufacturing. – М., 2013. – 132 с.
- 13 ГОСТ Р ИСО 19011-2012. Руководящие указания по аудиту систем менеджмента. – Введ. 2013-02-01. – М.: Стандартиформ, 2018. – 42 с.

14 5S для рабочих: как улучшить свое рабочее место / Группа разработчиков издательства Productivity Press – на основе Хироюки Хирано // Пер. с англ. – М.: ИКСИ, 2007. – 160 с.

15 ГОСТ Р 56906-2016. Бережливое производство. Организация рабочего пространства (5S). – Введ. 2016-10-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 15 с.

16 ГОСТ Р 57524-2017. Бережливое производство. Поток создания ценности. – Введ. 2018-01-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 18 с.

17 Ротер, М., Шук, Дж. Учись видеть бизнес-процессы. Практика построения карт потоков создания ценности. // Пер. с англ. Г.Муравьева. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 132 с.

18 ГОСТ Р 56907-2016. Бережливое производство. Визуализация. – Введ. 2016-10-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 11 с.

19 ГОСТ 12.4.026-2015. Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний. – Введ. 2017-03-01. – М.: Стандартинформ, 2017. – 81 с.

20 Иллюстрированный глоссарий по бережливому производству. / Под ред. Ч. Марчвински и Дж. Шука. // Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс: CBSD, Центр развития деловых навыков, 2005 – 123 с.

21 Синго, С. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. // Пер. с англ. – М.: ИКСИ, 2010. – 312 с.

22 СТО 02069024.101-2015. Работы студенческие. Общие требования и правила оформления. – Введ. 2016-02-08. – Оренбург: ОГУ, 2015. – 89 с. – Режим доступа: <http://www.osu.ru/doc/385>.

23 Семёнычев, Ф. Проект «оптимизация процесса переналадки на стержневом участке ЛЦ-3 ПСЛ с применением принципов SMED». – Режим доступа: [http://www.up-pro.ru/library/production\\_management/lean/smed-kamaz.html](http://www.up-pro.ru/library/production_management/lean/smed-kamaz.html).

24 Официальный сайт компании ООО «Нефтеспецмонтаж-Лик». – Режим доступа: <http://nsmlik.ru/vidy-deyatelnosti/remont-zapornoj-armatury>.

25 История внедрения бережливого производства в ОАО «РЖД»: подробное описание опыта / Интернет-журнал интегрированного подхода в управлении и продвижению технологий делового совершенствования. – Режим доступа: [http://www.lean6sigma.org.ua/2012/04/lean\\_implementation\\_in\\_russian\\_railways](http://www.lean6sigma.org.ua/2012/04/lean_implementation_in_russian_railways).

26 Стандартизированная работа. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007. – 152 с.

27 Картирование потока создания ценности / Официальный сайт Центра систем менеджмента качества. – Режим доступа: <http://center-smk.ru/category/lean-manufacturing>.

28 Токарные станки / Адаптированный текст 3-го издания Энциклопедии безопасности и гигиены труда. – Режим доступа: <http://base.safework.ru/iloenc>.

29 Кузьмин А.М., Высоковская Е.А. Интеллектуальные инструменты инноваций. Система канбан / Официальный сайт ООО «Финансово-промышленная группа «КМБ». – Режим доступа: <http://fg-kmb.ru/sistema-kanban>.

30 Официальный сайт ОАО «ТВЗ». – Режим доступа: [http://www.tvz.ru/safe\\_production/instrlin/info\\_detail.php](http://www.tvz.ru/safe_production/instrlin/info_detail.php).

31 Попов, А. Канбан, здравый смысл, MRP и метла / Блог о производственном менеджменте «Leaninfo.ru». – Режим доступа: <http://www.leaninfo.ru/2011/04/25/kanban-zdravyj-smysl-mrp-i-metla>.

## Приложение А

(рекомендуемое)

### Примеры определения времени такта и времени цикла

#### А.1 Определение времени такта

Предприятие работает 1 смену по 8 часов 5 дней в неделю, имея 30 минут на обед и 30 минут на регламентированные перерывы. За неделю необходимо выпустить  $V = 1000$  деталей.

Доступное время  $t_{\Sigma}$  будет равно:

$$t_{\Sigma} = (8 \cdot 60 - 30 - 30) \cdot 5 = 420 \cdot 5 = 2100 \text{ минут в неделю (126000 секунд).}$$

Время такта  $t_t$  (2.1):

$$t_t = 2100/1000 = 2,1 \text{ минута на деталь} = 126 \text{ секунд на деталь.}$$

Время такта  $t_t = 126$  секунд на деталь означает, что для выполнения **заказа необходимого объема** ( $V = 1000$  деталей) за **установленное время** (неделя) при существующем режиме работы производства для изготовления одной детали требуется не менее 126 секунд.

#### А.2 Определение времени цикла

Наблюдения показали, что каждые 10 минут станок может производит 8 деталей. В данном случае время цикла составляет (2.6):

$$t_l = 10 \cdot 60 / 8 = 75 \text{ секунд на деталь.}$$

Время цикла в 75 секунд в данном случае означает, что для выполнения **заказа необходимого объема** ( $V = 1000$  деталей) при существующем режиме работы производства с учетом фактических **производственных мощностей** предприятия для изготовления одной детали требуется не менее 75 секунд.

Сравнивая полученное значение времени цикла ( $t_1 = 75$  с) с рассчитанным в примере А.1 временем такта ( $t_t = 126$  с) можно сделать вывод, что т.к.  $t_1 < t_t$  – производственных мощностей достаточно для удовлетворения спроса (выполнения заказа). [[9](#), [10](#)]

## Приложение Б

(рекомендуемое)

### Примеры определения стандартного уровня незавершенного производства

Б.1 На предприятии существует линия по производству тары для выпускаемой продукции. На линии работают 6 операторов, выполняющие различные технологические операции. На рисунке Б.1 изображена линия производства и значения времени такта и времени цикла каждого из операторов.

С помощью определения SWIP можно оптимизировать количество операторов, необходимых для выполнения требуемого объема производства с учетом установленного времени такта.

Кроме того, за счет оценки SWIP появляется возможность выровнять значения времени цикла (выравнивание загрузки производственной линии). Из графика рисунка Б.1 очевидны значительные «перекосы» времени цикла различных операторов. Так, например, время цикла первого и второго операторов практически равно и составляет  $t_{11} = 13$  с и  $t_2 = 16$  с соответственно, а третьего –  $t_{13} = 27$  с. Это может привести или к локальному перепроизводству на данном участке (продукция начнет скапливаться), или первый и второй операторы вынуждены будут простаивать, ожидая завершения выполнения операции третьим оператором.

В соответствии с формулой (2.8) для рассматриваемого случая

$$SWIP = Q_o = \frac{\sum_{i=1}^n t_{li}}{t_{ii}}, \quad (Б.1)$$

где  $n$  – число операторов на линии до оптимизации;

$Q_o$  – число операторов на линии после оптимизации (необходимое и достаточное).

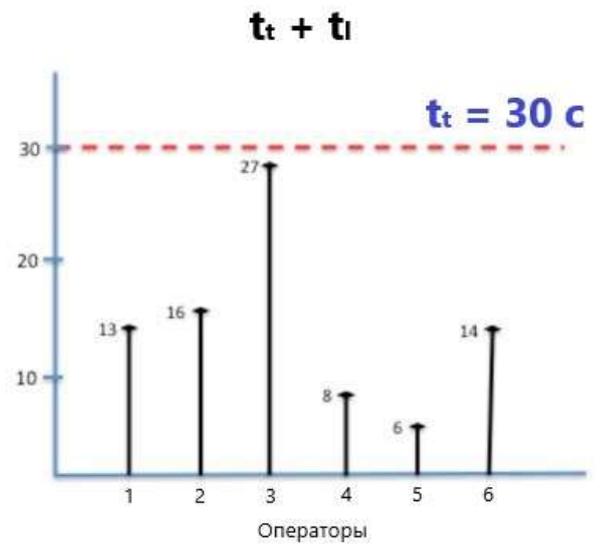
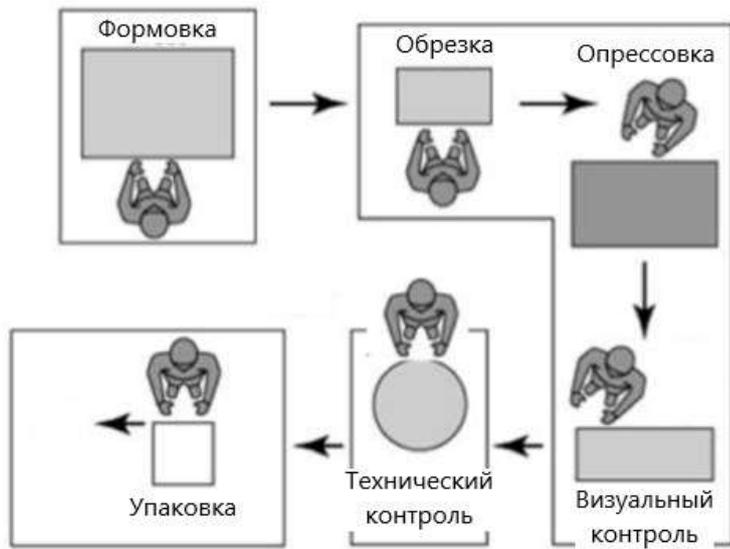


Рисунок Б.1

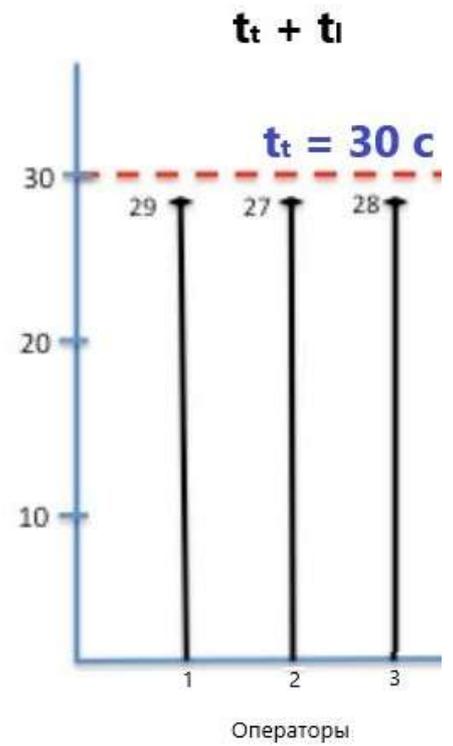
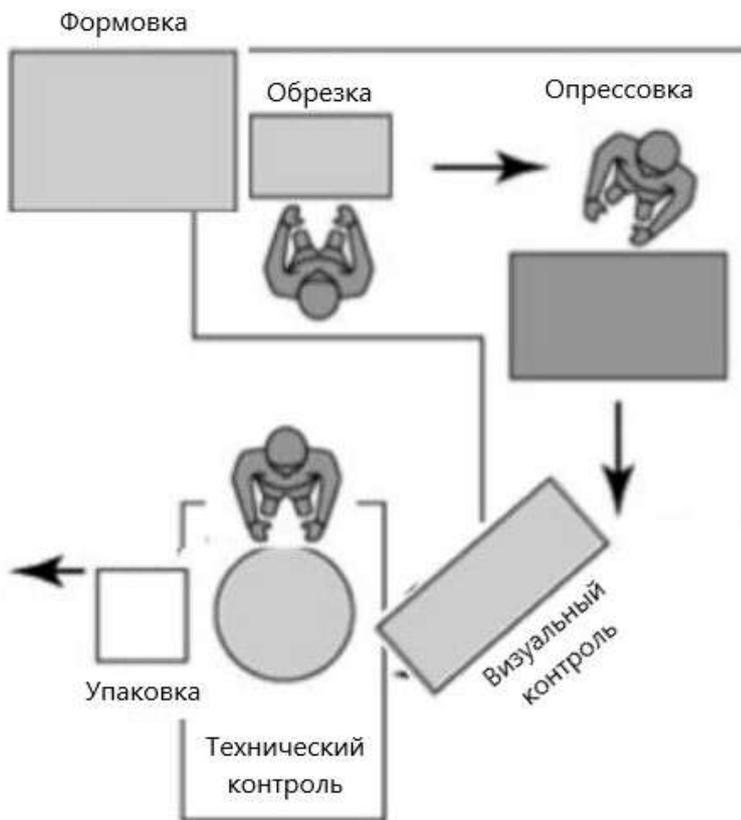


Рисунок Б.2

Получаем:

$$SWIP = Q_o = \frac{13+16+27+8+6+14}{30} = \frac{84}{30} = 2,8 \approx 3 \text{ оператора.}$$

Определенное значение SWIP показывает, что для выполнения заказа необходимого объема с установленным временем такта достаточно присутствия на линии трех операторов. Следовательно, требуется оптимизация производственного процесса с перераспределением производственных операций между операторами (рисунок Б.2).

Как видно из графика рисунка Б.2, оптимизация производственной линии в соответствии с определенным значением SWIP и перераспределением производственных операций между операторами позволяет выровнять значения времени такта операторов, что значительно повышает эффективность производственного процесса.

Б.2 Рассмотрим случай с различными значениями времени такта для разных технологических операций (рисунок Б.3).

Для рассматриваемого случая

$$SWIP = Q_o = \frac{\sum_{i=1}^n t_{li}^1}{t_t^1} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{li}^2}{t_t^2}. \quad (\text{Б.2})$$

Получаем:

$$\begin{aligned}
 SWIP = Q_o &= \frac{\sum_{i=1}^n t_{li}^1}{t_t^1} + \frac{\sum_{i=1}^m t_{li}^2}{t_t^2} = \frac{t_{11}^1 + t_{12}^1 + t_{17}^1 + t_{18}^1}{t_t^1} + \frac{t_{13}^2 + t_{14}^2 + t_{15}^2 + t_{16}^2}{t_t^2} = \\
 &= \frac{13 + 15 + 12 + 9}{30} + \frac{44 + 42 + 56 + 52}{60} = 1,63 + 3,23 \approx 5 \text{ операторов.}
 \end{aligned}$$

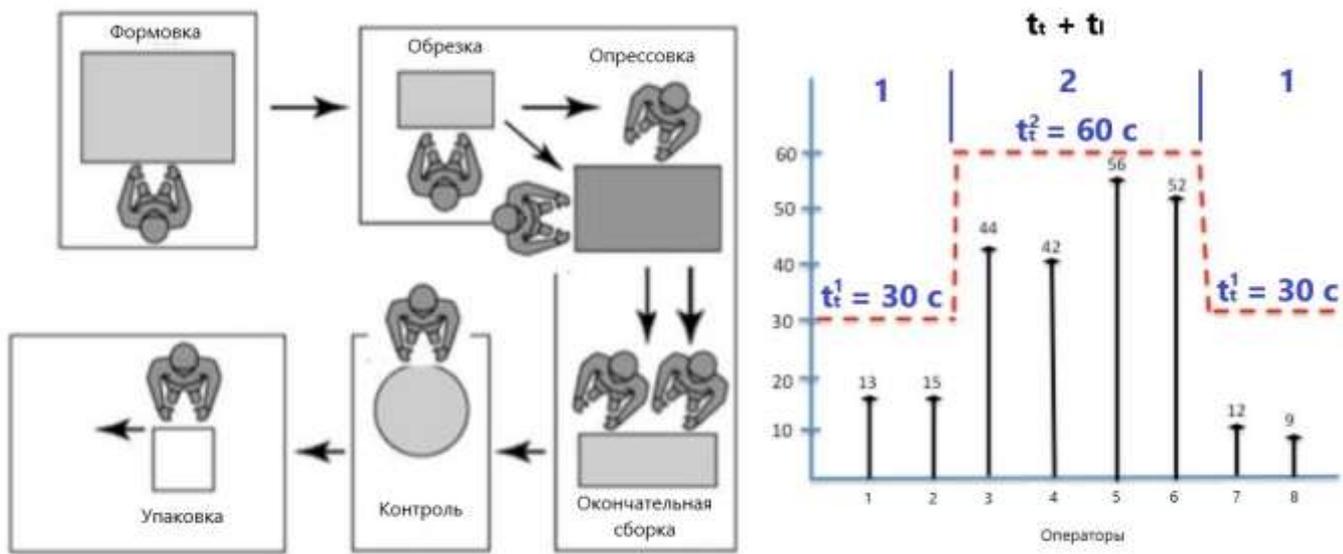


Рисунок Б.3

Оптимизированный вариант производственной линии представлен на рисунке А4. [9]

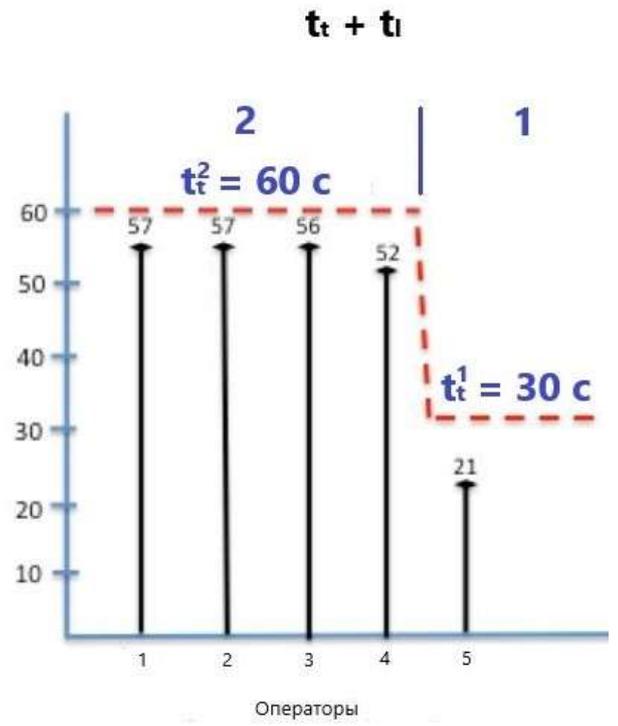
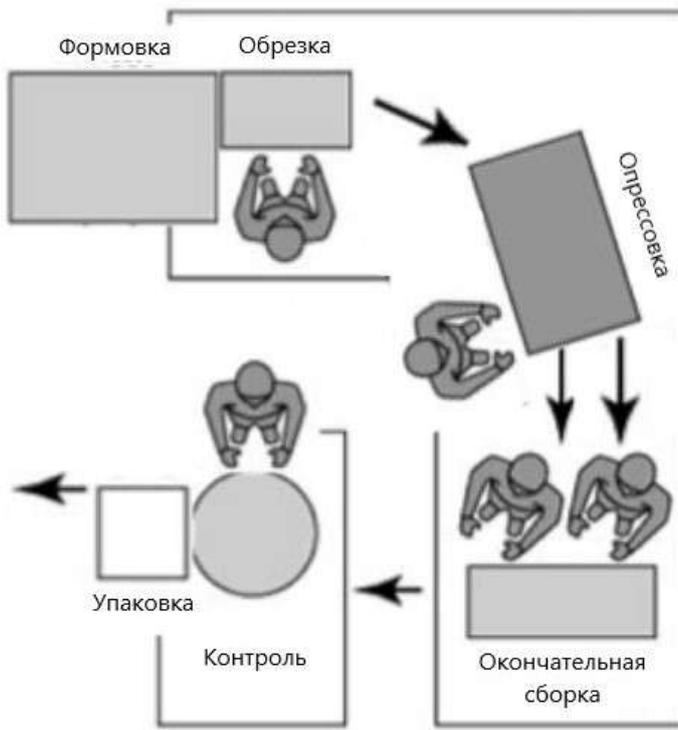


Рисунок Б.4

## Приложение В (рекомендуемое)

### Примеры стандартных операционных карт (процедур)

<span style="font-size: small;">МК ОАО "КАМАЗ"</span>			<b>Стандартная операционная карта (СОК)</b>				СОК №	E1.203.1.0.R.b.0.0.1.0
Переналадка стержневого ящика								
Завод	Цех	Участок	Сторона	Раб. зона	Бригада	Наименование операции		
61	203	2	R	b		Переналадка стержневого ящика		
Дата		Лист		Листов				
21.03.2012		1/1						
Группа	Обозначение узла	Вариант	№ изм.	Время такта, сек.	Применение:			Схема пошаговой рабочей последовательности
0	0	1	0	3600	Ст. машины U-900			
№ шаг	Рабочая пошаговая последовательность			Время, сек.			Исполнение указания (Безопасность, качество, скорость, технологическая норма)	
				руч.	автом.	пошаг.		
1	Снять механизм охлаждения с машины			10				
2	Открутить болты крепления ящика справа			60		3		
3	Разъединить ящик от толкателя			60		2		
4	Застропить ящик			60		8		
5	Открутить болты крепления ящика слева			60		8		
6	Соединить и поднять ящик			60		8		
7	Поставить, расстропить ящик			30		2		
8	Застропить новый ящик			30		2		
9	Снять вдувную плиту с поворотного механизма			30		2		
10	Замена горелок (заглушек) справа			1500				
11	Настройка плиты толкателя			270				
12	Смазать, затянуть болт регулировки плиты толкателя			120				
13	Проверить толкатель			120				
14	Проверка параллельности плит			480				
15	Закрепить плиту			240				
16	Поднять и подвесить новый ящик			60		2		
17	Прикрутить болты справа			60		8		
18	Прикрутить болты слева			60		8		
19	Регулировка магазина			120				
20	Настройка концевика хода машины			120				
21	Включить нагрев			5				
Личные средства защиты								Условные обозначения
<span style="font-size: x-small;">●</span> Стандартный этап <span style="font-size: x-small;">⊕</span> Безопасность <span style="font-size: x-small;">◇</span> Инстр. техника <span style="font-size: x-small;">▽</span> Крит. пункт <span style="font-size: x-small;">☆</span> Треб. квалиф.								
Подписи								
Подпись исполнителя (имя, дата)		Подпись бригадиров (имя, дата)		Подпись мастеров (имя, дата)		Ф.И.О.	Дата	
Первая смена:		Первая смена:		Первая смена:		Составитель		
Вторая смена:		Вторая смена:		Вторая смена:		Технолог		
Третья смена:		Третья смена:		Третья смена:		Тех. Безопасн.		

Рисунок В.1 [23]

ООО «Нефтеспекомонтаж-Лик»  
ОП «Дзержинское»

СТАНДАРТНАЯ ОПЕРАЦИОННАЯ ПРОЦЕДУРА  
Ремонт клапана запорного  
Ду 15+300 Ру 0,07+20,0 МПа

Памятка по рабочему месту слесаря-ремонтника 5,6 разряда

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Д.Е. Падякин  
" " " 2014 г.

Общее время выполнения операции 2 ч + 10ч

Инструмент, материалы, приспособления: гаечный ключ режковый 58х10; 512х14; 517х19; 822х24; 527х30; 532х36; 541х46, зубило, молоток, напильник, штангенциркуль, брусовый уровень, притирочная плита 250х250.

СИЗ



СОП Лик РЗА-Р-009

Лист

Версия СОП Лик

1/3

Количество экземпляров (1/2)

Важные требования

качество



Безопасность



экология



Угроза остановки



Разработчик: мастер Кобзев А.Н.

<p>1</p> <p>Устанавливаем клапан в слесарные тиски.</p> <p>Использовать СИЗ при работе с ГПМ.</p>	<p>2</p> <p>Откручиваем гайку, крепящую маховик со штоком.</p>	<p>3</p> <p>Снимаем маховик (1).</p>	<p>4</p> <p>Откручиваем 2 гайки, крепящие корпуску.</p>	<p>5</p> <p>Освобождаем корпуску (2) от прижимных болтов.</p>
<p>6</p> <p>Вынимаем сальниковую набивку из сальницы.</p>	<p>7</p> <p>Откручиваем гайки, крепящих крышку (3) к корпусу (4).</p>	<p>8</p> <p>Снимаем крышку (3) вместе со штоком.</p>	<p>9</p> <p>Вынимаем с корпуса (4) старую прокладку.</p>	

Рисунок В.2 [24]

## Приложение Г (рекомендуемое)

### Примеры применения метода 5S



Рисунок Г.1 – Применение оконтуривания для обеспечения 5S [25]



Рисунок Г.2 – Применение подхода «было-стало» для обеспечения 5S [25]



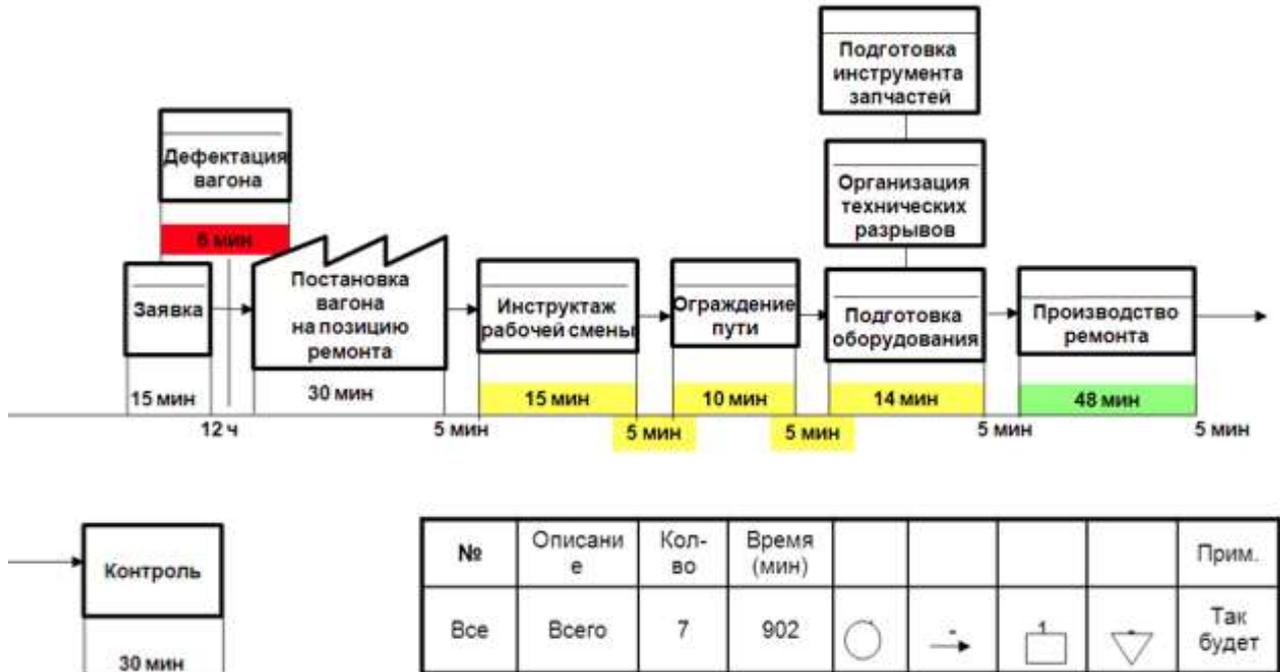
Рисунок Г.3 – Оптимизация расположения деталей и запчастей [26]



Рисунок Г.4 – Оптимизация рабочего места [26]

## Приложение Д (рекомендуемое)

### Примеры КПСЦ



Общее время простоя в ремонте с момента заявки на постановку вагонов 15ч. 02 мин.

Среднесуточный выпуск в 2011 году составил 7,1 вагонов (+2,5).

Рисунок Д.1 – Карта потока создания ценности процесса ремонта вагона [25]

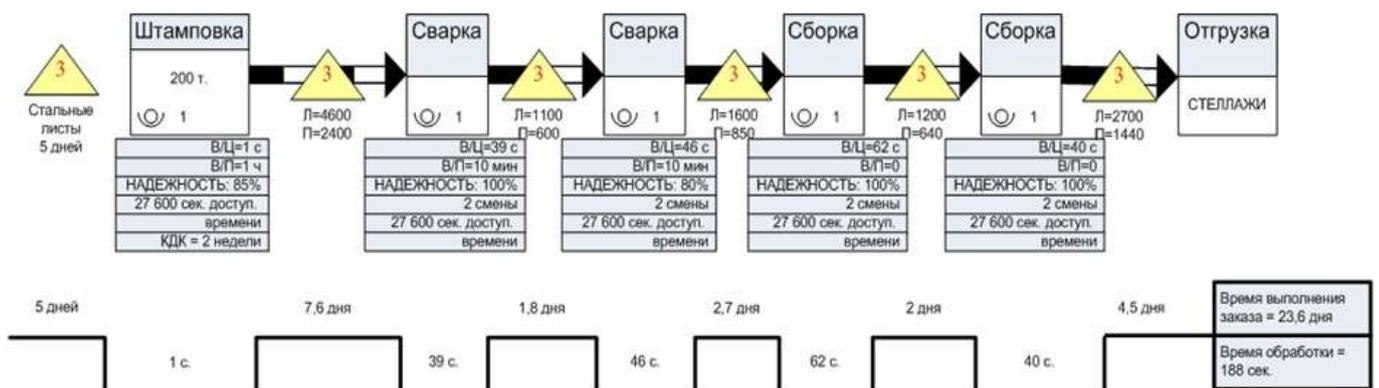


Рисунок Д.2 – Карта потока создания ценности производства металлических стеллажей [27]

## Приложение Е

*(рекомендуемое)*

### Примеры применения визуализации



Рисунок Е.1 – Цветовая маркировка [25]



Рисунок Е.2 – Маркировка краской рабочей зоны [25]



Рисунок Е.3 – «Супермаркет» комплектующих [27]

Так же в качестве примеров применения метода визуализации можно рассматривать рисунки Г.1 и Г.2.

## Приложение Ж (рекомендуемое)

### Пример основных этапов быстрой переналадки станка

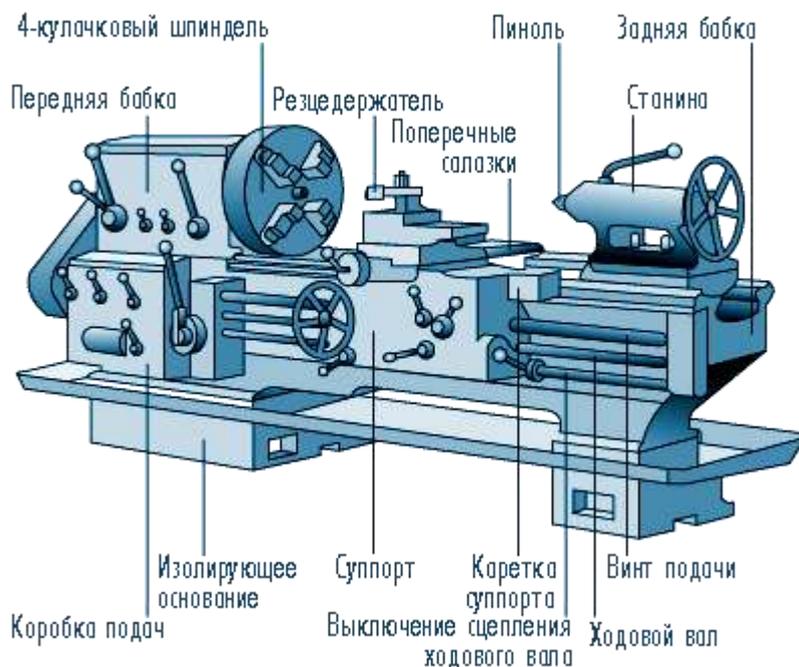
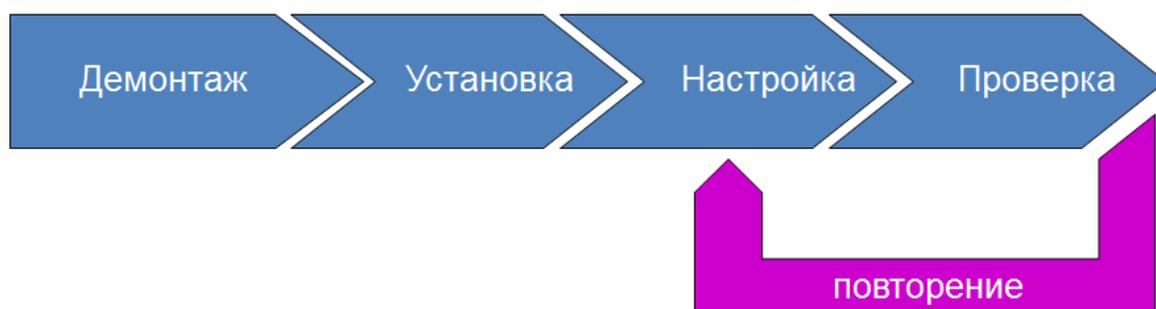


Рисунок Ж.1 – Общий вид токарного станка [28]



Снимаются штампы, оснастка, инструмент, крепеж. Выполняется уборка станка, конвейера. Удаляются детали, инструмент и все остальное

Устанавливаются новые штампы, оснастка, инструмент, крепеж. Подвозятся (загружаются) новые детали, инструмент и все остальное

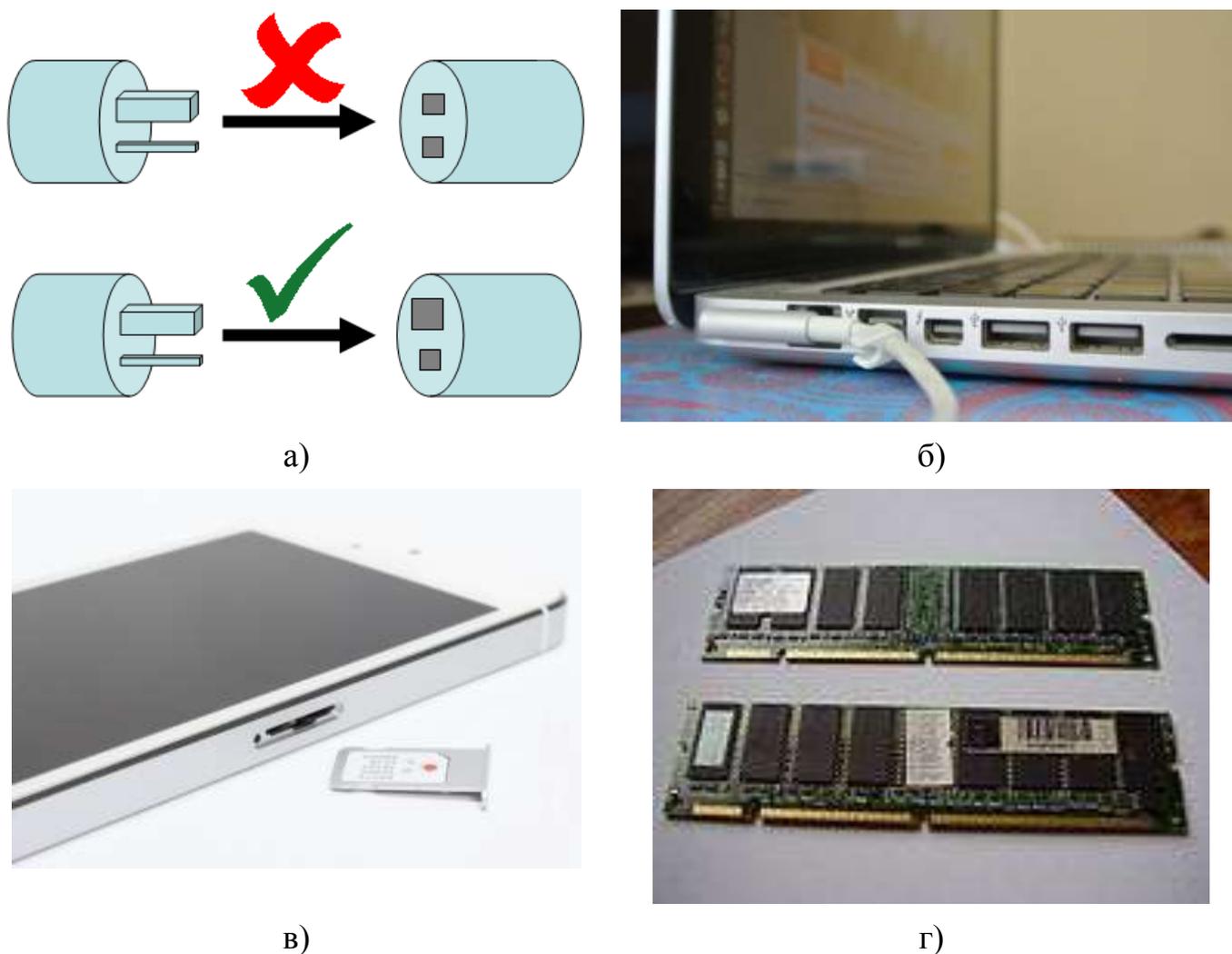
Каждый инструмент или элемент оснастки устанавливается определенным образом, чтобы получить готовое изделие заданных размеров

Выполняется пробный пуск и проверяется соответствие полученного изделия чертежу

Рисунок Ж.2 – Основные этапы быстрой переналадки станка [9]

## Приложение И (рекомендуемое)

### Пример применения метода защиты от непреднамеренных ошибок



а) соответствие формы электрической розетки и вилки; б) различия геометрических форм портов ноутбука; в) индивидуальная форма картридера и соответствующего ему порта смартфона; г) платы ОЗУ ЭВМ с несимметричными разъемами

Рисунок И.1 – Обеспечение защиты от непреднамеренных ошибок за счет геометрической формы [9]

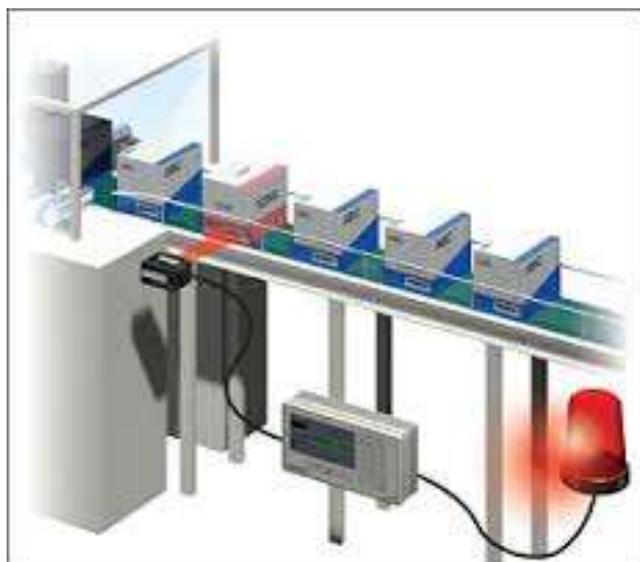
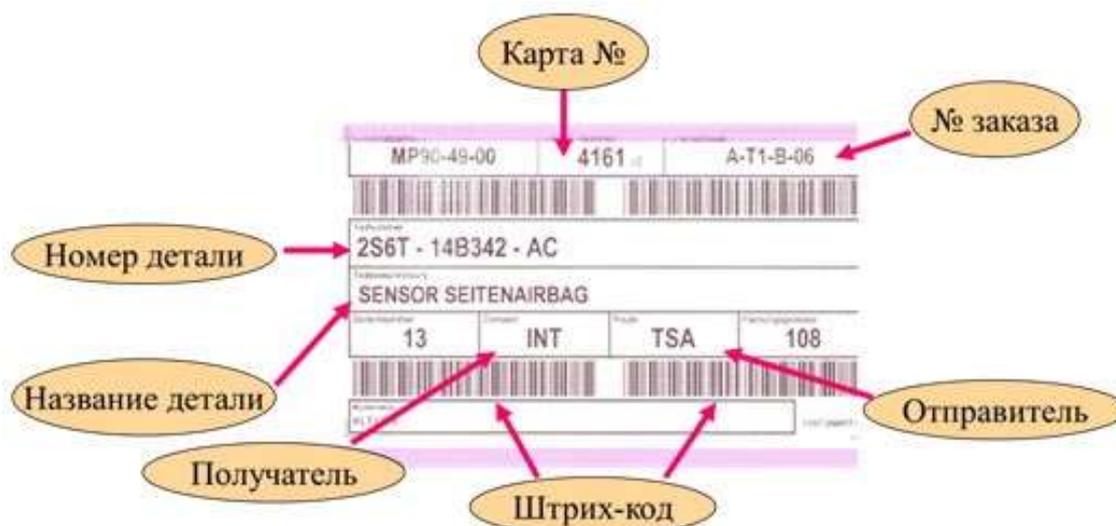


Рисунок И.2 – Обеспечение защиты от непреднамеренных ошибок на поточных производственных линиях [9]

## Приложение К (рекомендуемое)

### Пример применения метода канбан



а)

Супермаркет Стеллаж №21	Шифр 337-40 изделия	Предшествующий участок <hr/> <p style="text-align: center;"><b>ПЦВК</b></p> <hr/> Последующий участок <hr/> <p style="text-align: center;"><b>Участок сборки</b></p>					
Код детали 337.1111055-20							
Наименование детали кулачковый вал							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Вместимость тары</th> <th style="text-align: center;">Код тары</th> <th style="text-align: center;">Объем партии</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">7456-4132</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> </tbody> </table>	Вместимость тары		Код тары	Объем партии	4	7456-4132	20
Вместимость тары	Код тары	Объем партии					
4	7456-4132	20					

б)

Рисунок К.1 – Примеры карточек канбан [29]



Рисунок К.2 – Доска канбан [30]

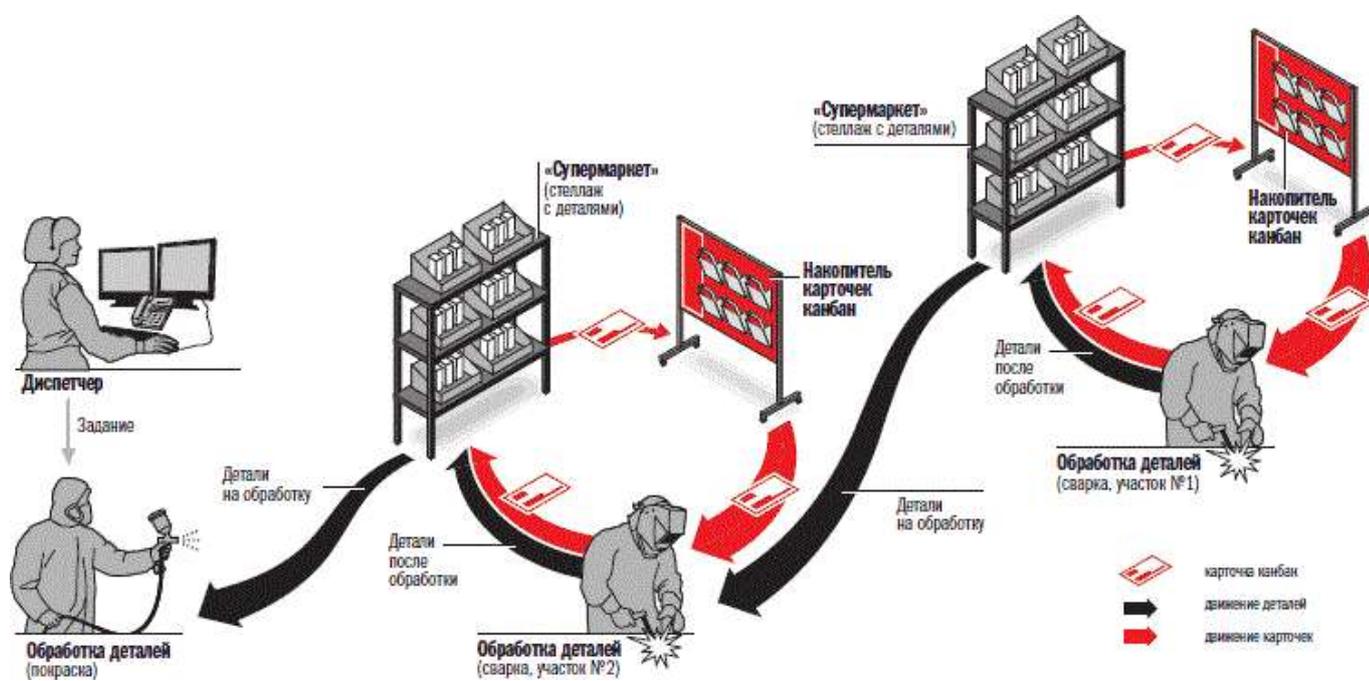


Рисунок К.3 – Доска канбан [31]

## Приложение Л

(рекомендуемое)

### Оценка эффективности функционирования ОЕЕ

Л.1 На рисунке Л.1 приведен пример таблицы сбора данных для расчета ОЕЕ.

№ заказа	Вид продукта	(кг/м <sup>3</sup> )	Высота (м)	Ширина (м)	План (м/ч)	Время выпуска продукции (ч.)	Запланированная выработка (кг)
<b>Всего:</b>							

<p>Готовность = <math>\frac{\text{Машинное время обработки продукции}}{\text{Чистое время цикла}}</math> = <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Производительность = <math>\frac{\text{Общая выработка (C + D + E + F)}}{\text{Запланированная выработка (B)}}</math> = <input style="width: 50px;" type="text"/></p> <p>Качество = <math>\frac{\text{Количество качественных изделий (C)}}{\text{Общее количество изделий (C + D + E + F)}}</math> = <input style="width: 50px;" type="text"/></p>	<p><b>ОЕЕ =</b> <input style="width: 50px;" type="text"/> %</p> <p>Запланированное время производства = 480 – нехватка персонала – отсутствие заказов</p> <p><math>B = \text{кг/м}^3 \times \text{толщина} \times \text{ширина} \times \text{х запланированное кол-во изделий} \times \text{время выпуска изделий} / 60</math></p>
---	--

<p>Качественные изделия (кг) <input style="width: 50px;" type="text"/> C</p> <p>Потери (кг) <input style="width: 50px;" type="text"/> D</p> <p>Переделка (кг) <input style="width: 50px;" type="text"/> E</p> <p>Брак (кг) <input style="width: 50px;" type="text"/> F</p> <p><b>Всего изделий (кг)</b> <input style="width: 50px;" type="text"/></p>
---

**ОЕЕ = готовность x производительность x качество x 100**

Примечания: \_\_\_\_\_

Рисунок Л.1

Л.2 Рассмотрим пример определения ОЕЕ для оценки эффективности использования мультимедийного оборудования в учебном процессе.

Составляющие критериев ОЕЕ и их значения приведены на рисунке Л.2. временной интервал оценки – учебный семестр вуза.

В соответствии с рисунком Л.2 по формуле (2.9) определяем:

$$\text{ОЕЕ} = \frac{45,75}{54} \cdot \frac{54}{148,5} \cdot \frac{36}{63} \cdot 100\% = 17,6\%.$$

Готовность	A	Суммарное расчетное время работы оборудования (54 ч)	
	B	Время работы оборудования без простоев, вызванных неисправным техническим состоянием (45,75 ч)	15,3 %
Производительность	C	Суммарное время занятий (148,5 ч)	
	D	Суммарное расчетное время работы оборудования (54 ч)	63,6 %
Качество	E	Общее количество занятий (63)	
	F	Количество занятий с использованием оборудования (36)	42,9 %

 – потери

Рисунок Л.2

На основании соотношений п.2.8.1 можно сделать вывод, что мультимедийное оборудование используется крайне неэффективно ( $OEE \ll 40\%$ ). Это говорит о необходимости разработки и внедрения корректирующих мероприятий в учебный процесс для исправления сложившейся ситуации.