

УТВЕРЖДАЮ

Директор по развитию ПСР

ГК «Росатом»

_____ С.А. Обозов

«_____» _____ 2012 года

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

**ПОТОК СОЗДАНИЯ ЦЕННОСТИ: КАРТИРОВАНИЕ И ПЕРВИЧНЫЕ
ИНСТРУМЕНТЫ ПРИВЕДЕНИЯ ПОТОКА К ЦЕЛЕВОМУ СОСТОЯНИЮ**

Дата введения в действие с ____ . ____ . 2012 г.

Содержание

1. Область применения	3
2. Нормативные ссылки	4
3. Обозначения и сокращения	5
4. Термины и определения.....	6
5. Общие положения	9
6. Основы принципа «точно вовремя»	12
6.1 Выравнивание производства.....	12
6.2 Работа в соответствии со временем такта.....	14
6.3 Тянущая система	16
6.4 Поток единичных изделий	17
7. Составление карт ПСЦ.....	23
7.1 Выбор продукта для картирования.....	23
7.2 Символы картирования ПСЦ	25
7.3 Работа команды по преобразованию ПСЦ	27
7.4 Картирование ПСЦ в пошаговом режиме	29
7.5 Выявление проблем и составление карты целевого потока	35
7.6 Отчетность по преобразованию ПСЦ	40
8. Первичные инструменты преобразования потока	41
8.1 Меры административного характера	41
8.2 Производственный контроль	43
8.3 Процедура решения проблем	45
8.4 Оптимизация запасов	57

1. Область применения

Настоящий руководящий документ дает определение потоку создания ценностей, устанавливает основные принципы и методы работы с потоками и приведения их в целевое состояние в Госкорпорации «Росатом».

Руководящий документ разработан с учетом требований стандарта ГОСТ Р ИСО 9001:2008.

Руководящий документ является обязательным к применению во всех производственных подразделениях Госкорпорации «Росатом».

2. Нормативные ссылки

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на нормативные документы:

ГОСТ Р 51141-98 «Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения»;

ГОСТ Р ИСО 9001:2001 «Система менеджмента качества. Требования»;

ИСО 9001:2000 «Система менеджмента качества. Требования».

3. Обозначения и сокращения

В настоящем руководящем документе использованы следующие обозначения и сокращения:

- НЗП – незавершенное производство;
- МР – методические рекомендации;
- ПСЦ – поток создания ценности;
- ПСР – производственная система «Росатом»;
- СТП – стандарт предприятия;
- ТД – технологическая документация;
- ТМЦ – товарно-материальные ценности;
- ТП – технологический процесс.

4. Термины и определения

В настоящих МР применяются следующие термины с соответствующими определениями:

Блок-схема процесса – графическое изображение последовательности выполнения шагов процесса.

Время протекания процесса – время, которое требуется изделию для прохождения по всем процессам или по всему потоку создания ценности от начала до конца, включая не только время выполнения операции, но и время нахождения изделий на складах и в виде межоперационных заделов.

Время такта – скорость, с которой нужно производить деталь (изделие), которая подложена под темпы сбыта и в конечном итоге удовлетворяет запросам заказчика.

Время цикла – фактическое время, затрачиваемое оператором для обработки одного изделия или детали, прежде чем повторить их (если операции повторяющиеся). Замеряется при наблюдении.

Данные – факты, такие как числа, идентификаторы, даты и т.п.

Добавленная ценность – преобразование сырья, для того чтобы приблизить продукт к запросам клиента (внутреннего и внешнего).

Идеальный ПСЦ – поток, из которого полностью исключены все виды потерь. Этот поток выступает как образ, к которому необходимо стремиться. Как правило, этот поток обладает следующими качествами:

- прямоточность – отсутствие пересечений с другими потоками, изолированность;
- гибкость – возможность оперативной настройки под разные объемы выпуска, быстрая перебалансировка;
- прозрачность – визуализация всех происходящих действий в потоке;
- минимально возможная длина;
- минимально возможное количество промежуточных запасов и брака.

Информационный ПСЦ – отраженный по определенным принципам поток информации (заказы, обратная связь, планы, графики, прогнозы и пр.) с обязательной привязкой к материальному ПСЦ.

Канбан – электронный, тарный или «бумажный» (карточка) сигнал о начале производства или о необходимости поставки деталей со склада, предыдущей операции или процесса.

Команда по преобразованию потока – группа лиц, ответственная за картирование потока и приведение его к целевому состоянию.

Материальный поток создания ценности – это последовательность действий/операций/процессов по превращению сырья в готовую продукцию, удовлетворяющую требованиям заказчика или конечного потребителя. ПСЦ включает в себя:

- обработку – физическое изменение материала или его качества;
- контроль – сравнение со стандартом;
- транспортировку – перемещение материалов или изделий, изменение их положения в пространстве;
- задержку – период времени, в который не происходит действие над изделием (складирование, межоперационные запасы).

Метод картирования – установленная логика графического описания потока создания ценностей, включающая символы, последовательность составления и описание используемых данных (замеры, статистика).

Метод «супермаркета» – принцип организации склада, при котором все необходимые детали на складе располагаются в минимально необходимом количестве. Факт изъятия детали со склада служит сигналом к пополнению «супермаркета» именно изъятую деталью на размер изъятых объема.

Потери – затраты ресурсов без создания ценности для заказчика.

Поток – установленная технологией непрерывная последовательность выполнения работ для создания продукта.

Работа, создающая добавленную ценность – полезные операции, добавляющие продукту требуемые качества, некоторый вид обработки –

изменение вида или формы отдельных деталей или узлов, оплачиваемые заказчиком.

Семейство продуктов – это группа продуктов, которые проходят через аналогичные этапы обработки на одном и том же оборудовании.

Существующий ПСЦ – функционирующий в текущем режиме ПСЦ с фактическими параметрами.

Толкающая система – система управления производством, при которой материалы, детали и готовые продукты поставляются заказчикам и потребителям, исходя из системы точного планирования и составленных графиков.

Тянущая система – система управления производством, при которой последующие операции сигнализируют о своих потребностях предыдущим. Производство на предыдущем процессе-поставщике не начинается до тех пор, пока с последующего процесса-потребителя не получен запрос на требуемые изделия. На очередную стадию подается только то, что запросил потребитель.

Целевой ПСЦ – ПСЦ с установленными целями по преобразованию и проработанными мероприятиями по достижению установленных целей. Целевой ПСЦ должен устранить или нейтрализовать проблемы существующего потока, выявленные на текущий момент. После приведения потока к целевому состоянию разрабатывается план нового целевого состояния.

Ячейка – совокупность станков и операторов или рабочих мест, организованных и действующих в соответствии с последовательностью технологических операций.

5. Общие положения

В настоящих МР описывается подход к картированию и преобразованию ПСЦ с учетом принципа «точно вовремя» (just-in-time), который говорит о том, что нужная продукция должна производиться и поставляться в нужное время и в нужных количествах. Принцип основывается на понятии «выравнивание производства» и в его основе лежат три фактора: время такта, поток единичных изделий и тянущая система.

Также в МР описывается, каким образом можно приближаться к идеальному ПСЦ, последовательно изменяя существующий ПСЦ.

В данные МР не входит отражение методических особенностей описания потоков на разных типах производств (например, химическое производство), также не описаны особенности составления разных типов потоков (например, офисные потоки, потоки на стпельных сборках) и тем не менее логика и подходы к картированию и преобразованию потоков остаются неизменными. По мере появления адекватных примеров и накопления методического материала по описанию потоков разных типов будут выпускаться обновленные МР в итерационном режиме.

Корректное картирование ПСЦ – необходимое условие для грамотной визуализации потока и выявления его проблем. Выявленные проблемы должны организовано и методично решаться, с использованием приведенного в данных МР инструментария. Для решения каждой проблемы необходимо понимать ее первопричины и последовательно выполнять план действий по решению проблемы.

Для картирования потребуются существенный объем информации о потоке:

- как осуществляются заказы и доставка исходного материала;
- как осуществляется поставка готовой продукции потребителю;
- как организованы места складирования материалов, полуфабрикатов и готовой продукции;
- как реализован информационный поток;

- каково соотношение «время цикла – время такта»;
- как осуществляется транспортировка изделий в потоке;
- каковы ожидания «пролеживания» продукции на всех этапах ее обработки и каковы причины этих ожиданий и др.

К картам ПСЦ устанавливаются следующие требования:

- *Наглядность*

Описанный ПСЦ должен быть понятным даже тем сотрудникам, кто не участвовал в его составлении. Необходимо соблюсти баланс между данными, которые важно нанести на поток, и общей читабельностью информации. В случае когда информации (показатели потока, символьные обозначения, данные о проблемах и пр.) слишком много и вся она необходима для принятия решений по преобразованию потока, целесообразно составить либо дублирующий ПСЦ с данными, не уместившимися на основном ПСЦ, либо изложить эту информацию в виде графиков и таблиц в сопроводительной записке. Независимо от объема важной информации, требованием наглядности ПСЦ пренебрегать нельзя. В противном случае возможны разные толкования и лишние вопросы, мешающие увидеть ситуацию и разобраться в сути проблем. Для улучшения визуализации обычно используется бумага большого формата – А1 или А0.

- *Корректность нанесенных на карту ПСЦ данных*

Вся информация о текущем состоянии ПСЦ собирается и проверяется самостоятельно командой по преобразованию потока. Нельзя полагаться на неподтвержденную информацию (данные прошлых замеров, экспертные мнения, выдержки их документов по технологии). Нужна информация о реальном состоянии вещей и данные о том, как поток фактически протекает в существующих производственных реалиях. Исключается разного рода приблизительность и «экспертность» – все должно быть самостоятельно замерено. Количество замеров продолжительности технологической операции определяется величинами ее колебаний. Если колебания минимальны – достаточно трех замеров, если колебания существенны и замеры сильно отличаются друг от друга, то может потребоваться до 7 – 10 замеров. На карту

наносятся максимальные величины по проведенным замерам, если интервал данных (максимальный замер минус минимальный замер) отличается не значительно (в пределах 10 %). Если интервал данных отличается существенно, то на карту наносятся и минимальное, и максимальное значения. Для полноты и точности карты потока замеры нужно проводить в разные смены и в разное время суток, чтобы отследить колебания, т.к. большие колебания сами по себе являются проблемой. В силу того, что карта ПСЦ обычно содержит в себе много информации и символов, необходимо наносить их максимально точно, а проблемы существующего потока указывать емко и четко, без описательной части. Описательную часть, если она важна, можно вынести в приложения.

- *Актуальность состояния ПСЦ*

Если на предприятии действует система улучшений и рацпредложений на рабочих местах (а, как правило, она действует, пусть и с разной эффективностью), то поток изменяется постоянно, тем самым снижается актуальность существующей карты. Следствием этого является необходимость постоянной актуализации карты ПСЦ. Неактуальные карты ПСЦ наглядно демонстрируют, что работы по внедрению ПСР на этом участке не ведутся или ведутся не системно.

Описанный ПСЦ является предметом обсуждения, на базе существующей карты потока принимаются решения и планируются действия. В обсуждение и реализацию действий по преобразованию потока вовлекаются широкие массы сотрудников: от руководителей производства до бригадиров и рабочих. Исходя из этого, карта ПСЦ должна располагаться на всеобщем обозрении в доступном месте, возможно, на специальной информационной доске. Любой сотрудник, у которого возникли вопросы по функционированию потока или появились идеи по его преобразованию, должен иметь возможность получения свободного доступа к актуальной карте потока.

6. Основы принципа «точно вовремя»

6.1 Выравнивание производства

Неравномерность – одна из главных причин возникновения большого количества излишних складских запасов. Часто неравномерность обусловлена системой размещения заказов или разной трудоемкостью изделий, производящихся в потоке. Если в потоке производятся сразу несколько продуктов одного семейства с разной трудоемкостью, то необходимо провести выравнивание – организовать производство продуктов через равные промежутки времени минимальными партиями (рис. 1).

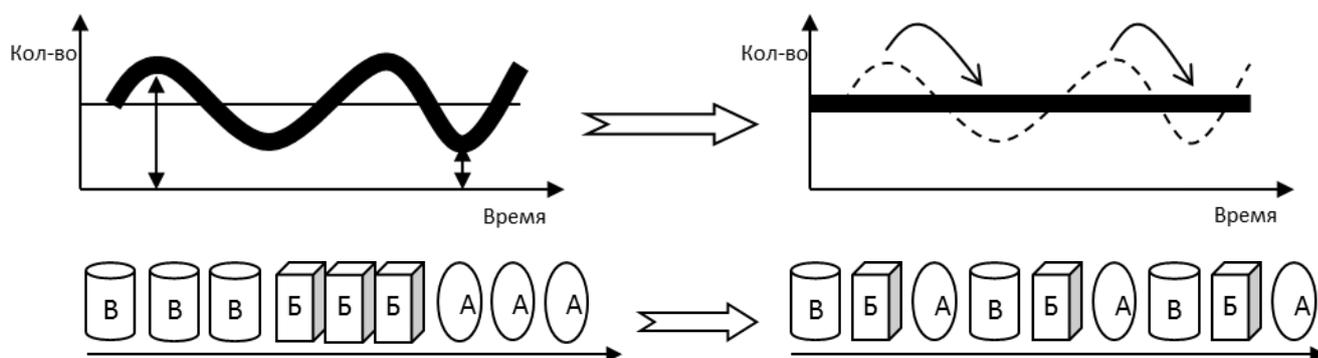


Рисунок 1. Пример выровненной и не выровненной последовательности производства.

Ниже приведен пример выравнивания:

A	2 000 шт./мес.	Рабочих дней – 20
B	1 000 шт./мес.	
C	500 шт./мес.	
D	500 шт./мес.	
Итого	4 000 шт./мес.	

A, B, C, D – это типы машин (в случае сборочного производства), а при описании процесса, предшествующего сборке, – виды (номера) деталей. Производство должно быть выровнено по трем значениям. Прежде всего, это выравнивание по датам, затем – выравнивание по видам деталей. Последнее – это стандартизация последовательности производства.

Рассмотрим выравнивание по общему объему.

$$A + B + C + D = 4\,000,$$

т.е. при 20 рабочих днях это дает необходимый дневной объем

$$\frac{4000}{20} = 200 \text{ шт.}$$

Но этого недостаточно. Нужно выровнять и объем каждого вида:

$$A = \frac{2000}{20} = 100 \text{ шт./дн.}$$

$$B = \frac{1000}{20} = 50 \text{ шт./дн.}$$

$$C = \frac{500}{20} = 25 \text{ шт./дн.}$$

$$D = \frac{500}{20} = 25 \text{ шт./дн.}$$

Итак, мы получили условия дневного производства.

Далее необходима стабилизация процесса, используя тянущую систему, при которой последующий процесс забирает с предыдущего только то количество деталей, которое было использовано. На предыдущем процессе в соответствии с этим изъятием даются указания на дальнейшее производство. При этом, если производство на предыдущем процессе нестабильно, т.е. в установленное время необходимое количество деталей не может быть отдано на последующий процесс (причины: брак, колебания производства, неодинаковое количество деталей в наличии в установленное время), то на последующем процессе возникнет ожидание и невозможно будет обеспечить постоянный производственный процесс. В этом случае для гарантии непрерывности в качестве ответной меры придется накапливать запасы, и их количество будет расти.

Теперь рассмотрим вопрос, в какой последовательности следует производить детали. Здесь тоже применяем выравнивание, т.е. производство должно быть максимально равномерным.

Рассмотрим пропорцию производства (табл. 1).

Таблица 1. Пропорции производства

	Шт./дн.	Пропорция
A	100	4
B	50	2
C	25	1
D	25	1

Выравнивание может быть достигнуто при производстве по схеме, показанной ниже (рис. 2).

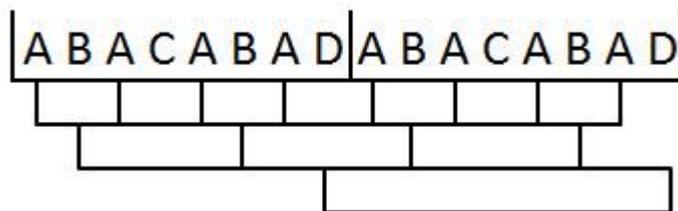


Рисунок 2. Схема выравнивания производства

Из двух циклов видно, что A производится каждые 2 раза, B – каждые 4 раза, C и D – каждые 8 раз.

Благодаря выравниванию нагрузки можно отказаться от порождающего потери производства крупными партиями, сосредоточившись на сборке только имеющей сбыт продукции. Таким образом, по всему потоку будет минимум межоперационных запасов, будут сэкономлены ресурсы и сокращена продолжительность рабочего времени и цикла выполнения заказа.

6.2 Работа в соответствии со временем такта

ПСР стремится к организации плавного потока производства, в котором заготовки движутся поштучно с синхронизированной под темпы сбыта скоростью и обрабатываются в соответствии с установленной очередностью операций. Объем производства не должен определяться производительностью станка и возможностями оператора, т.е. «работа при полной загрузке без понимания спроса» неприемлема.

Время такта рассчитывается по следующей формуле: продолжительность рабочего времени в сутки делится на количество изделий, которое необходимо произвести (рис. 3). Оно является важной производственной характеристикой, на основании которой строится ритмичность производственного потока и работа всех операторов потока. Время такта целесообразно всегда сравнивать с временем цикла. При изменении требований заказчика по количеству, ассортименту и срокам поставки время такта может измениться, и будет необходимо проводить перебалансировку рабочих мест под новое время такта, т.е. очередной этап стандартизированной работы.


ROSATOM

Лист Вычисления Времени Такта

• Сколько смен (A)?	2 смены	
• Сколько секунд в смене (B)?	$8 \text{ час} \cdot 60 \text{ мин/час} \cdot 60 \text{ сек/мин} = 28800''$	
• Сколько секунд в смену уходит на перерывы (C)?	$(0,5 \text{ часа} + 0,5 \text{ часа}) \cdot 60 \text{ мин/час} \cdot 60 \text{ сек/мин} = 3600''$	
• Сколько рабочих секунд в смене (B-C=D)?	$28800'' - 3600'' = 25200''$	
• Сколько рабочих секунд в день (A*D=E)?	$2 \cdot 25200'' = 50400''$	
• Какой объем ежедневного заказа (F)?	353	
• Какое время такта (E/F)?	$50400'' / 353 = 142''80$	

1. Этот инструмент нужен для того, чтобы установить тот темп, который необходим для удовлетворения требования заказчика

2. Синхронизировать и выровнять производственные потоки

Этапы стандартизированной работы

Рисунок 3. Пример заполнения листа вычисления времени такта

Работа по времени такта – сложная задача, предполагающая большой объем успешно проведенной предварительной работы:

- работа операторов рассчитана под время такта, т.е. все операции, на которые разделен поток, соответствуют времени такта, и при изменении времени такта происходит быстрая перебалансировка работы операторов (как правило, высвобожденным бригадиром);

- частых и неожиданных поломок оборудования не случается, т.к. оборудование обеспечено необходимым уходом (уход обеспечивает сам оператор) и соответствует требованиям технологии и времени;

- качество комплектующих материалов поддерживается на уровне, заданном технологией, не практикуются «разрешения на отклонения»;
- все операторы в состоянии (понимают требования и мотивированы) работать по установленным стандартам с минимальными отклонениями.

6.3 Тянущая система

При обычной производственной системе (выталкивающая система) изделия поставляются/транспортируются на последующий процесс на основании производственного плана предыдущего процесса. При выталкивающей системе каждый процесс производит продукцию в соответствии с указаниями плана, и эта продукция поступает на последующий процесс сразу после того, как она была изготовлена, поэтому возникает ряд проблем:

- поскольку основой производства являются плановые показатели, внимание сконцентрировано только на том, чтобы не отстать от плана, что ведет к перепроизводству;
- произведенная продукция постоянно поступает на последующий процесс, что ведет к образованию огромных межоперационных запасов, поэтому не видны узкие места производства;
- в процессе производства возникает стремление повысить производительность, поэтому наблюдается тенденция делать больше, чем требует план, особенно при сдельной оплате труда;
- возникает необходимость в диспетчировании выталкивающего производства, т.к. постоянно возникает дефицит тех или иных деталей и комплектующих, руководители мыслят только в рамках своих цехов и структурных подразделений;
- незаметна необходимость в усовершенствованиях в связи с долгим временем переналадки или длительным сроком выполнения заказа.

В случае наличия изделий, которые проходят через один и тот же технологический процесс, или при необходимости буферного запаса в связи с

периодическими выходами из строя оборудования формируется место складирования по правилу «супермаркета». Супермаркет, как полочное пространство, не является местом хранения товаров, он предназначен для того, чтобы на полках всегда были нужные покупателям товары. Если покупатели приобретут какие-либо товар, на их место должны быть уложены такие же товары в количестве, в котором их приобрели покупатели. Таким образом, супермаркет должен иметь разумное количество товаров на складе в полном ассортиментном объеме, исходя из потребностей клиентов. Логика работы супермаркета взята за базовое правило тянущей системы.

Тянущая система развивается в рамках трех фаз (рис. 4).

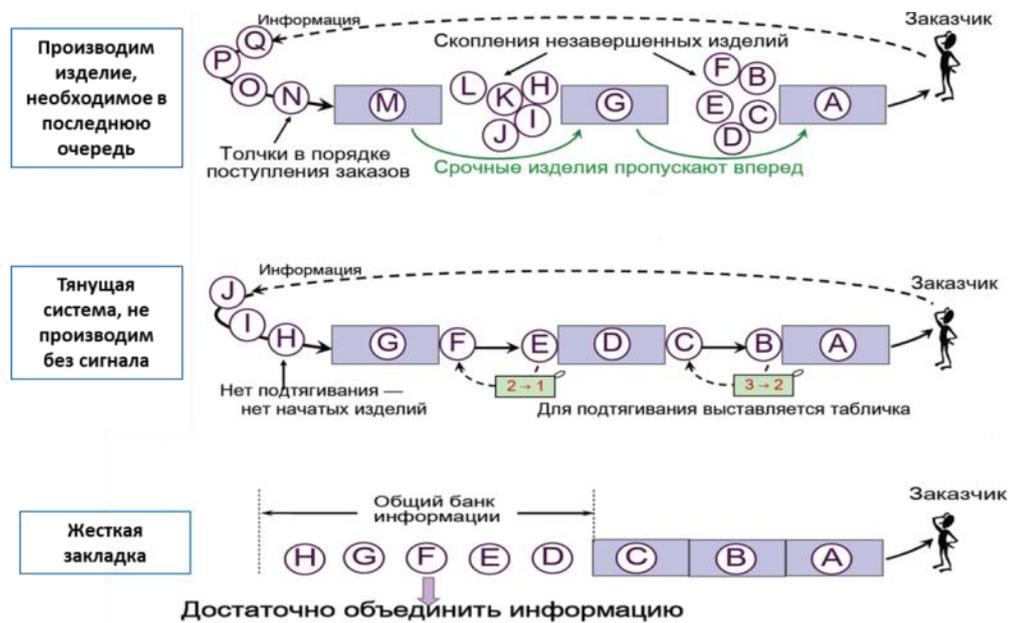


Рисунок 4. Этапы развития тянущей системы

6.4 Поток единичных изделий

Поток единичных изделий – это производство методом «одна за одной», т.е. когда на каждом этапе обработки (операции) обрабатывается только одна деталь. Поток единичных изделий – это идеальное состояние потока, которое не всегда возможно реализовать на практике в краткосрочной перспективе.

Поток единичных изделий, как подход к организации производства, стал появляться в нашей стране относительно недавно, когда уже была построена

промышленность, нацеленная на работу крупными партиями. До этого, как правило, еще на стадии проектирования в производственный процесс закладывались:

- обрабатывающие центры – дорогостоящее высокопроизводительное оборудование, которое окупалось только при работе крупными партиями;
- «цеховая структура» предприятия, когда производство не выстраивалось в виде потока, а дробилось на цеха.

При наличии таких усложняющих факторов сразу же наладить поток единичных изделий проблематично, и для этого требуется пересмотр не только структуры управления и отношений между цехами, но и конфигурации расположения производственных переделов в рамках предприятия. Тем не менее, там, где можно сократить размер партии, это нужно делать, это даст очевидный эффект (рис. 5)



Рисунок 5. Пример эффекта от снижения партии запуска

На некоторых операциях можно организовать поток единичных изделий относительно быстро (например, мехобработка), на других будут серьезные ограничения (например, окраска, гальваника, термообработка). Эти операции будут выступать естественным ограничителем потока единичных изделий и там будут скапливаться буферные запасы. На операциях, где можно организовать поток методом «одна за одной», это всегда целесообразно делать, даже если в

потоке присутствуют ограничивающие факторы в виде оборудования, настроенного на работу партиями (например, печи).

Существующий в большинстве компаний принцип организации производства выглядит, как показано на левой части рисунка 6. Потоки выделить проблематично вследствие многочисленных слияний и разделений операций. Когда все-таки удастся описать существующие потоки, они будут пересекаться и «петлять», их длина будет существенно больше оптимальной, а уровень прозрачности (прослеживаемости) будет низким.

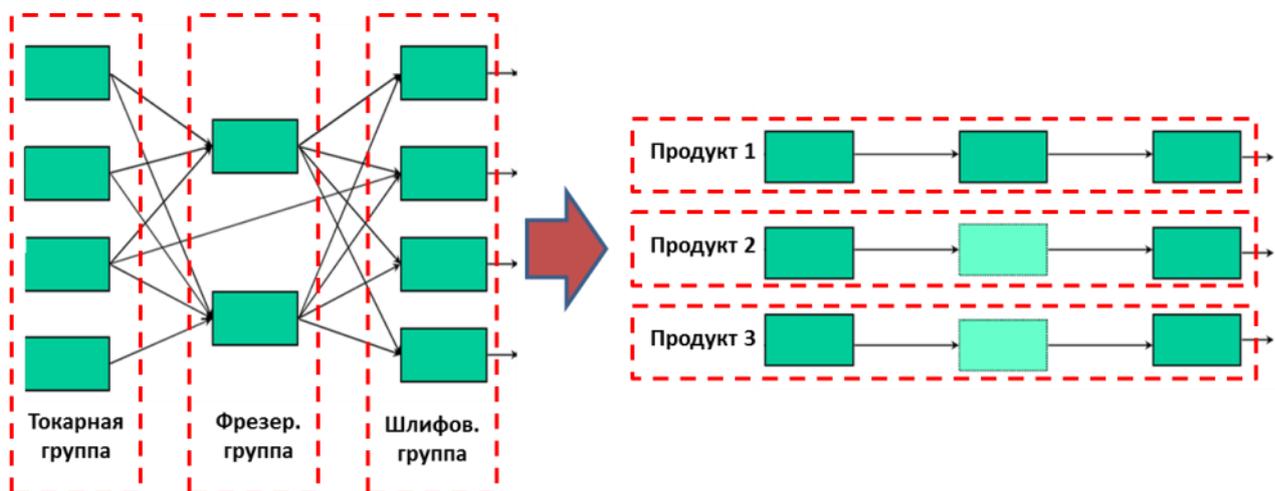


Рисунок 6. Преобразование цеховой структуры

Итогом работы по максимально возможной (с учетом экономического расчета и целесообразности) изоляции потоков должны стать спрямленные потоки единичных изделий, сконцентрированные по возможности на одной площадке, в одном цехе. Потоки должны быть максимально изолированными друг от друга и прозрачными, что сделает их более управляемыми. Также это позволит оперативно решать возникающие в потоке проблемы и избавиться от значительной части потерь.

Метод работы потока «одна за одной» дает следующие преимущества:

- возникающие проблемы оперативно вскрываются и решаются, т.к. «подушка» запасов, позволяющая скрывать их, будет минимальной. Это стимулирует работников потока учиться оперативно решать эти проблемы и работать в команде, т.к. промедление губительно для производства.

– существенная экономия всех видов ресурсов за счет ликвидации промежуточных складов, минимизации перемещений, закупки высокопроизводительного оборудования (производительность оборудования не будет играть главную роль), оптимизации производственных площадей и инфраструктуры. Как следствие, в стратегической перспективе – экономия людских и финансовых ресурсов (на начальном этапе возможны затраты на покупку нового оборудования или перемещение его из соседних производств).

– гарантия качества за счет более оперативного обнаружения проблем и минимальной партии выбраковки. При работе партиями брак, обнаруженный на следующей операции, свидетельствует о том, что вся партия изготовлена не в соответствии с нужными параметрами качества. При работе методом «одна за одной» может быть забракована только одна деталь.

– упрощается управление потоком, т.к. он становится более компактным, прямым и прогнозируемым.

Созданию гибкого и экономичного потока единичных изделий может помочь «ячеечная» организация производства.. Ячейки создаются для обеспечения потока единичных изделий, которые проходят различные технологические операции (рис. 7).

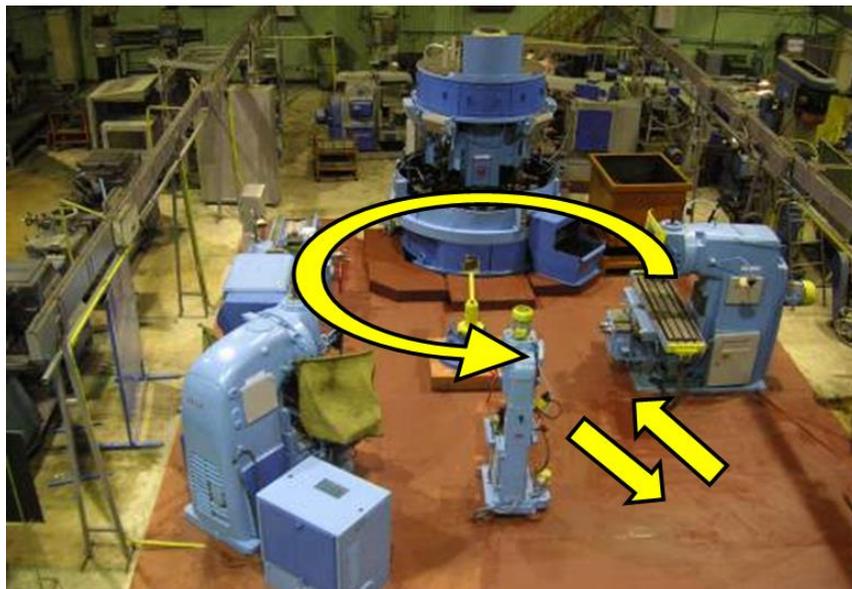


Рисунок 7.Производственная ячейка

Возможность регулирования числа операций, выполняемых одним рабочим, является ключевым условием функционирования поточного производства U-образных линий.

При U-образном расположении оборудования входная и выходная операции производственной линии расположены в одном месте или рядом друг с другом (рис. 8). Такое расположение может иметь различные формы, например, вогнутую или круговую, и позволяет гибко регулировать численность рабочих путем увеличения или уменьшения их числа во внутреннем пространстве U-образного участка.

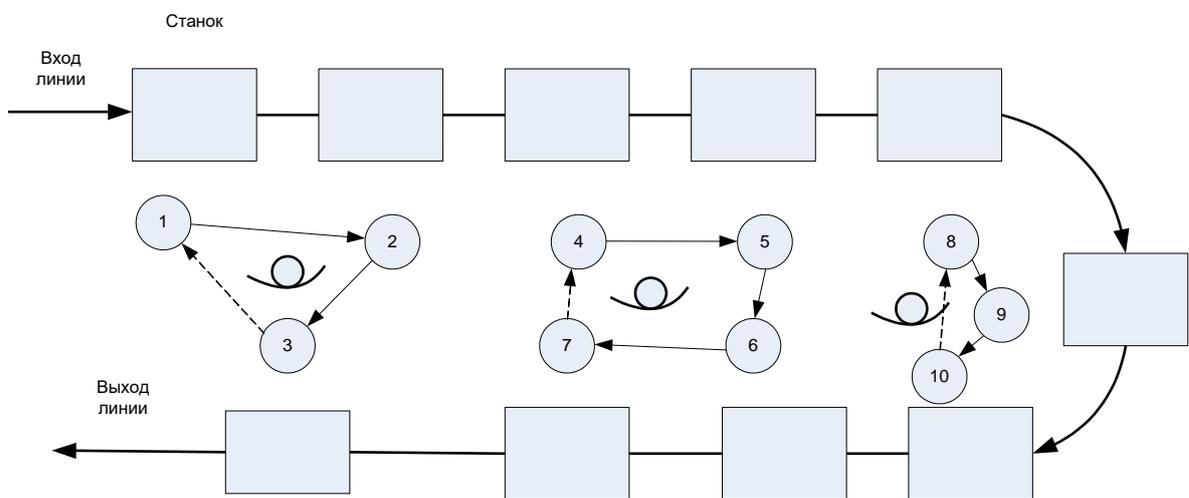


Рисунок 8. Пример работы ячейки

Очередная заготовка поступает на вход поточной линии, когда соответствующее готовое изделие покидает его через выход. Поскольку эти операции осуществляются одним и тем же рабочим, количество изделий в незавершенном производстве на этой линии можно всегда поддерживать постоянным. В тоже время, имея на каждом станке задел в пределах норматива, легко обнаружить визуалью не синхронизированные между рабочими операции и, таким образом, облегчить совершенствование производственного процесса.

U-образное расположение оборудования дает возможность создать узкоспециализированные участки и рабочие места. При таких производственных системах применяются крупногабаритные автоматические станки, и рабочие часто располагаются только на входе и выходе. Если закрепление заготовки и

снятие изготовленного на потоке изделия находятся в разных местах, то всегда необходимо иметь двух рабочих, каждый из которых будет часто простаивать. Однако, если эти операции производятся на одном и том же рабочем месте, то с обеими операциями сможет справиться один рабочий.

Для повышения гибкости всей производственной цепочки целесообразно объединить несколько U-образных линий в одну общую (рис. 9).

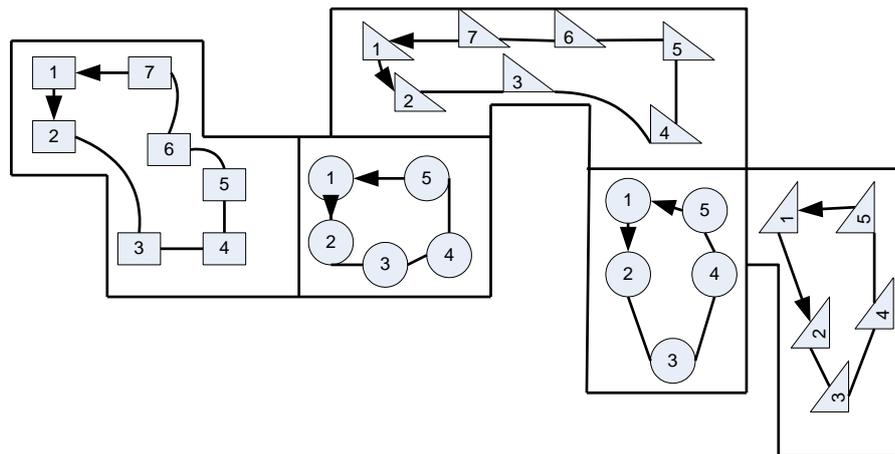


Рисунок 9. Производственная линия из нескольких ячеек

При использовании таких общих линий можно провести перераспределение операций между работниками в ответ на колебания объемов производства путем изменения стандартной последовательности выполнения операций рабочими.

7. Составление карт ПСЦ

7.1 Выбор продукта для картирования

Прежде чем приступить к изучению и картированию ПСЦ необходимо выбрать продукт/семейство продуктов, создание которого будет описывать ПСЦ. Не рекомендуется проводить преобразования сразу всех продуктов предприятия, т.к. это очень ресурсоемкий процесс. Выбор продукта осуществляется, опираясь на следующие критерии (в порядке убывания значимости):

1. стратегическая важность продукта для предприятия – наличие у него рыночной и производственной перспективы;
2. высокий удельный вес продукта:
 - в структуре прибыли компании не менее 30 %;
 - в доле занятых сотрудников не менее 20 %;
3. серийность продукта;
4. наличие серьезных проблем при производстве продукта;
5. технологическая сложность производства продукта.

Если у предприятия сложная продуктовая линейка, то возможно создание матрицы, где этапы сборки и оборудование показаны на одной оси, а продукты — на другой (рис. 10). Для установления продуктового семейства необходимо заполнить матрицу и объединить продукты с наиболее похожими этапами сборки, при производстве которых задействовано одинаковое оборудование.

После выбора продукта/продуктового семейства необходимо определить границы описания ПСЦ. Рекомендуется описывать поток от поставщика материалов до заказчика (внешнего или внутреннего). Для получения максимально полной картины можно описать ПСЦ от получения заявки на производство продукта с требуемыми характеристиками от заказчика и до отгрузки готового продукта потребителю в точном соответствии с заказанными характеристиками.

		Этапы сборки и оборудование							
		1	2	3	4	5	6	7	8
ПРОДУКТЫ	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

Рисунок 10. Матрица семейства продуктов

Далее необходимо определить степень детализации описания ПСЦ, т.е. на каком уровне будет описываться поток и какие детали (фрагменты потока) будут описаны более глубоко. Рекомендуется действовать от общего к частному методом погружения – сначала описывается поток более высокого уровня, а затем, по мере необходимости, описываются его составляющие.

Уровень детализации ПСЦ зависит от поставленной задачи и уровня принимаемых решений по преобразованию потоков.

Если ПСЦ не является линейным и предполагает наличие на определенных этапах получение заготовок, полуфабрикатов и деталей, создающихся в смежных потоках, то это целесообразно описать. Описывать смежные потоки можно как на разных, так и на одной карте. Если описать поток на одной карте, то он получится в виде «рыбьей кости», как это показано на рисунке 11.

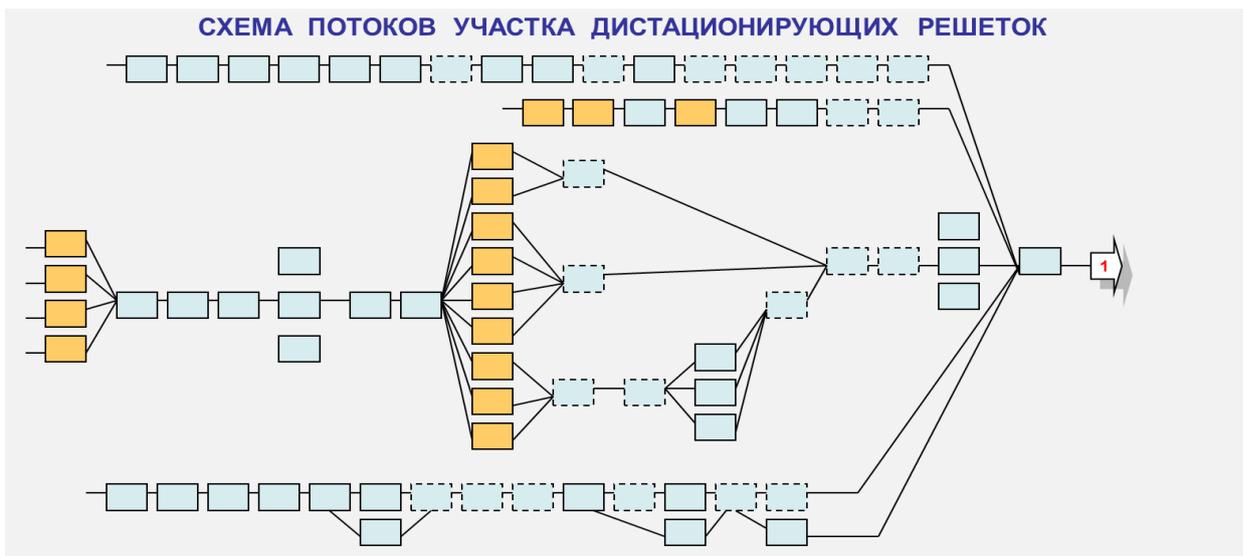


Рисунок 11. Пример нелинейного ПСЦ (упрощённая схема без информационного потока и мест складирования)

На материальном ПСЦ необходимо отразить информационный поток. В настоящем МР под информационными потоками (рис. 12) понимаются сигналы на указание к транспортировке или к производству, а также на оказание услуг.

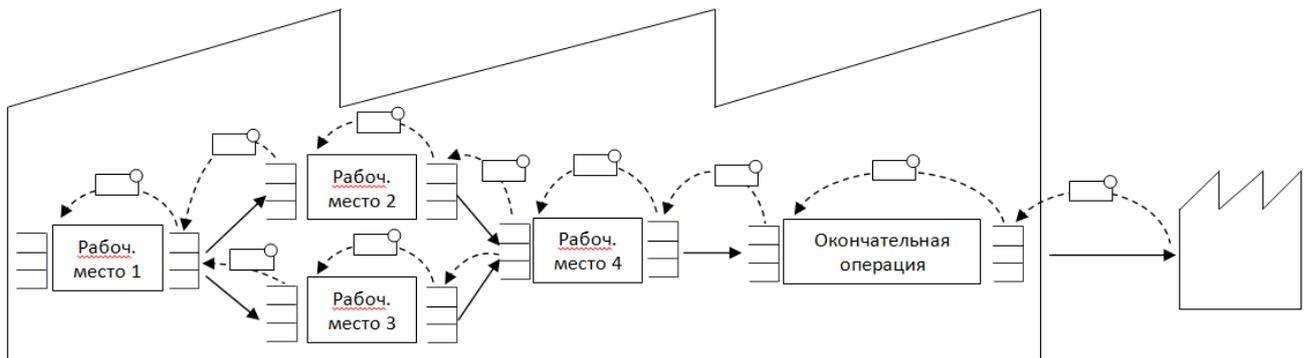


Рисунок 12. Пример ПСЦ с информационным потоком (подробное описание символики представлено в разделе 7.2)

7.2 Символы картирования ПСЦ

Любой поток или часть потока, как правило, можно описать специальным набором символов. Отдельно выделяются символы описания материального потока и информационного потока (табл. 2 и 3).

Таблица 2. Символы для материального потока

№	Символ	Описание
1.		Поток материалов
2.		Технологическая операция (рабочее место), включая контроль качества
3.		Поставщик/цех/потребитель, находящийся в отдельном здании
4.		Внешний склад (в виде отдельного помещения)
5.		Склад, организованный по методу «супермаркета». Обозначается при соблюдении следующих критериев: <ul style="list-style-type: none"> • Определён «вход» и «выход» • Есть механизм подачи сигнала для пополнения склада • Соблюдается FIFO (первым пришёл – первым ушёл) • Определено допустимое количество изделий по каждой позиции
6.		Склад, организованный в виде склиза, где изделия складываются одно за другим в порядке поступления. Обозначается при соблюдении следующих критериев: <ul style="list-style-type: none"> • Есть механизм подачи сигнала для пополнения склада • Определено допустимое количество изделий
7.		Неорганизованное место складирования.

Таблица 3. Основные символы для информационного потока

№	Символ	Описание
1.		Поток информации
2.		Информационный сигнал вида «канбан»
3.		Информационный сигнал бумажного вида (например, журнал приёма-сдачи)
4.		Электронный сигнал (лампочка, телефон/рация, e-mail, данные на электронном табло)
5.		Лоток для хранения карт – канбанов
6.		Желоб для передачи информационных карт – канбанов, где соблюдается FIFO
7.		Стенд информационных карт – канбанов для выравнивания производства. (По вертикали – наименование продукта, по горизонтали – время.)
8.		Стенд информационных карт – канбанов для формирования партии изделий. (Запуск партии в производство происходит при формировании установленного количества карт – канбанов)

7.3 Работа команды по преобразованию ПСЦ

Картированием и дальнейшим преобразованием ПСЦ занимается специально созданная команда, состав, полномочия и цели которой утверждены приказом по предприятию. Размер команды зависит от масштаба преобразуемого потока и, как правило, состоит из 3 – 7 человек. В команду обязательно должны войти руководители по производству, специалисты-производственники, технологи и специалисты по качеству. Другие специалисты могут привлекаться по мере необходимости прояснения того или иного вопроса или выполнения специфической задачи по преобразованию потока. Важно, чтобы роли каждого члена команды были понятны всем участникам команды. Работу должен возглавить «менеджер потока» – специально выделенный сотрудник, в компетенцию которого будет входить управление преобразованием вверенного ему потока.

В процессе картирования потока важно соблюдать следующие правила:

1. Собрать коллектив работников потока перед картированием, объяснить цели и описать процесс картирования. Важно заручиться поддержкой линейных руководителей и сформировать доверительные отношения. Если доверительных отношений не будет, работники потока найдут массу способов ввести в заблуждение и утаить реальную картину. Перед картированием целесообразно установить коммуникации на всех технологических этапах (цехах, участках), чтобы были выделены сопровождающие сотрудники и подготовлены ответы на вопросы.

2. Не отрывать работников потока от работы. Возникающие вопросы лучше обсудить с высвобожденным бригадиром или мастером. Если необходимо мнение рабочего, лучше дождаться перерыва. Многие вопросы отпадают сами собой, если ненавязчиво понаблюдать за происходящим.

3. При картировании потока часто возникает соблазн «уйти на глубину» одного из рабочих мест и сгенерировать несколько конкретных улучшений. На этапе картирования отвлекаться на это не следует, т.к. основная задача картирования – увидеть поток «сверху», понять его конфигурацию, выработать подходы к его преобразованию. Рабочие места будут серьезнейшим образом проанализированы и улучшены при проведении стандартизированной работы.

4. После анализа и картирования потока на каждом технологическом этапе (цеха, участка) целесообразно проводить совещания, где каждый член команды мог бы поделиться своими наблюдениями. Кроме того, подобные совещания – хороший повод для мозгового штурма и совместной выработки дальнейших действий.

5. При картировании потока важно правильно выбрать направление движения команды по преобразованию потока. Для понимания как создается ценность необходимо идти по потоку, по мере добавления ценности. Для понимания особенностей системы организации производства (тянущая или толкающая) необходимо двигаться «вспять» потоку.

7.4 Картирование ПСЦ в пошаговом режиме

Картирование ПСЦ имеет следующую последовательность.

Шаг 0. Понять производственный процесс и его особенности

- на какой линии производится исследуемый продукт и как поставляются комплектующие (смежные линии);
- какой тип оборудования и как используется при производстве, есть ли альтернативы работы на другом оборудовании или увеличение эффективности существующего оборудования.

На данном этапе целесообразно заполнить «таблицу совместимости» (табл. 4).

Таблица 4. Пример «Таблицы совместимости»

				Сварка				Обработка				Сборка	
				Линия 1 (Производит. 500 шт./сут.)		Линия 2 (Производит. 400 шт./сут.)		Линия 1 (Производит. 500 шт./сут.)		Линия 2 (Производит. 400 шт./сут.)		(Производительность 1000 шт./сут.)	
				Станок 1	Станок 2	Станок 1	Станок 2	Станок 1	Станок 2	Станок 1	Станок 2	Станок 1	
Номер изделия	Кол-во. (шт./упак.)	Необх. кол-во. (шт./сут.)	Оборудование:		Спец.	Спец.	Общее	Общее	Общее	Общее	Общее	Общее	Общее
			Назначение:	Приспособл.:	Стационарное	Стационарное	Переносное	Переносное	Переносное	Переносное	Переносное	Переносное	Переносное
12345-11111	100	200			●	●	□	□	●	●	●	●	●
12345-11112	200	400			△	△	●	●	○	○	●	●	●
12345-11113	100	200			×	×	●	●	—	—	●	●	●
Что мешает перевести оборудование в общее назначение?													
<p>● Оборудование в работе</p> <p>□ Производство возможно при перемещении оснастки</p> <p>× Производство не возможно</p> <p>○ Производство возможно при усовершенствовании оснастки</p> <p>△ Производство возможно при усовершенствовании оборудования</p> <p>— Деталь не проходит данный процесс</p>													
Причины, мешающие переводу оборудования в общее назначение нужно выявить и описать													

«Таблица совместимости» помогает определить количество существующих и возможных маршрутов. На рисунке 13 приведена схема всех возможных маршрутов для каждого изделия.

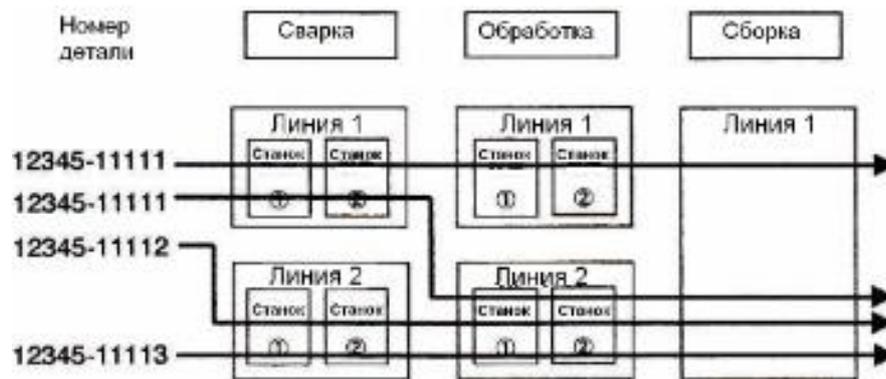


Рисунок 13. Пример «таблицы совместимости»

Собранная на «нулевом шаге» информация дает четкое понимание реальных возможностей производственных линий.

Шаг 1. Исследуя поток, нанести на карту все технологические операции/рабочие места, а также поставщиков, заказчиков и внешние склады, если они имеются (рис. 14).

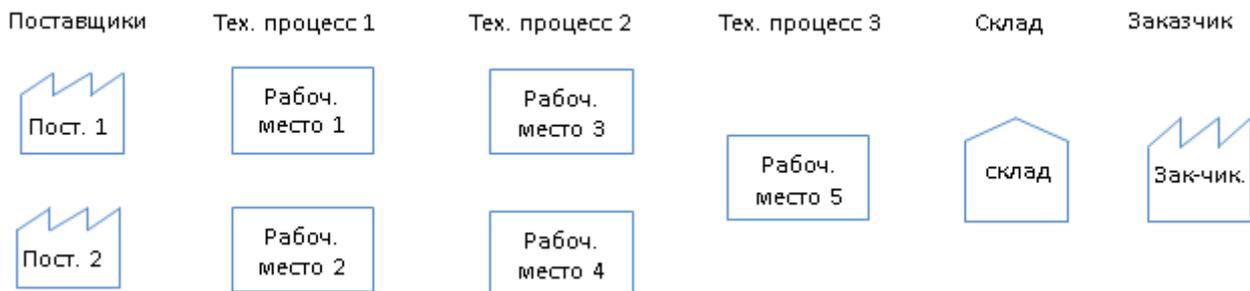


Рисунок 14. Результат шага 1

Шаг 2. Определить и нанести на схему маршрут изготовления изделий и места промежуточного складирования (рис. 15).

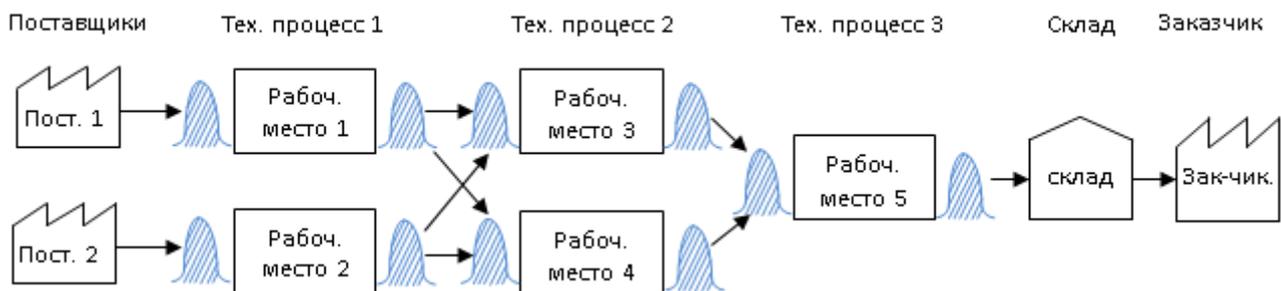


Рисунок 15. Результат шага 2

Шаг 3. Определить информационный поток, т.е. сигналы, на основании которых выполняются операции (рис. 16 и 17).

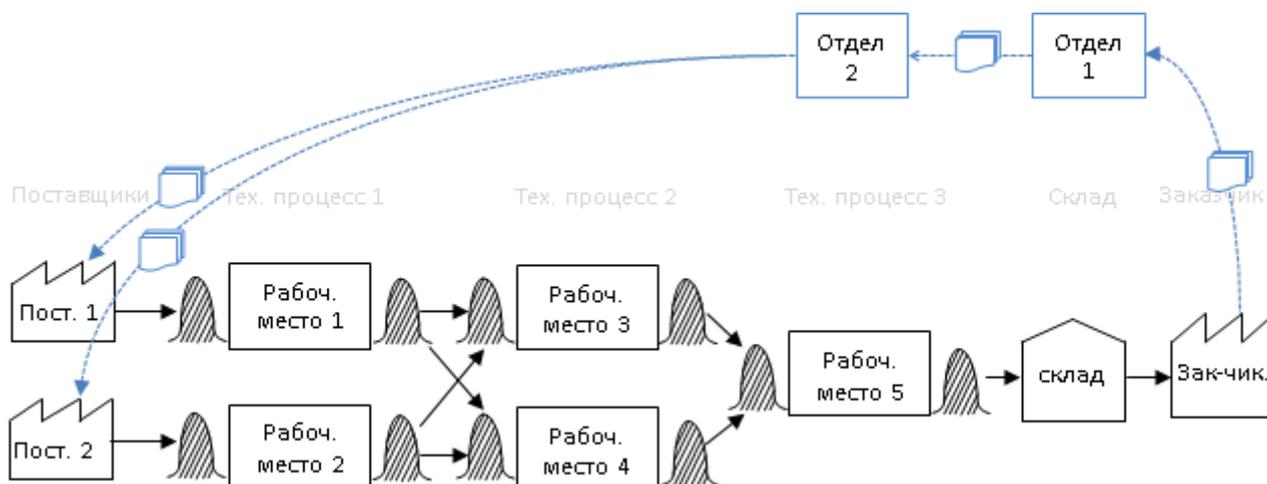


Рисунок 16. Поток с «толкающей» системой

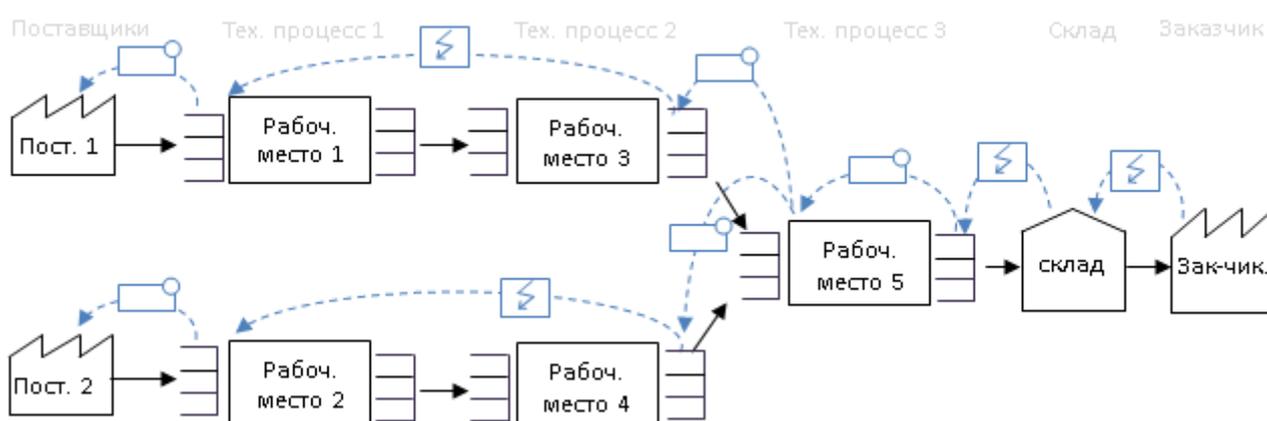


Рисунок 17. Поток с «тянущей» системой

Шаг 4. Проанализировать поток, определить количество и объём складированного материала, расстояние между рабочими местами, методы транспортировки, объём передаваемой партии, механизмы подачи сигналов и т.д. (рис. 18)

Для подробного анализа каждой операции необходимо последовательно ответить на вопросы, описанные в таблице 5.

Таблица 5. Вопросы для анализа

Who?	Кто?	Рабочий № 1
What?	Что?	Изделие «а»
When?	Когда? (интервал)	1 раз в час
Where?	Откуда и куда?	От раб. места № 1 до раб. места № 2
How many?	Сколько?	10 штук
How?	Каким образом?	Отвозит на телеге

Вышеуказанную информацию можно представить в виде таблицы на рабочих местах (табл. 6):

Таблица 6. Пример таблицы на рабочем месте

Что?	Когда? (интервал)	Откуда и куда?	Кто?	Каким образом?	Сколько?
Изделие	1 раз/15 мин	От... до...	Рабочий	На телеге	10 шт.
Информация	По окончании проверки ОТК	От... до...	Мастер	Вручную	2 шт.

Задавая эти вопросы, необходимо понять: «Почему рабочий № 1?», «Почему изделие «А»?», «Почему 10 шт.?», «Почему 1 раз в час?» и т.д.

Перечень вопросов аналогичен и для информационных потоков.

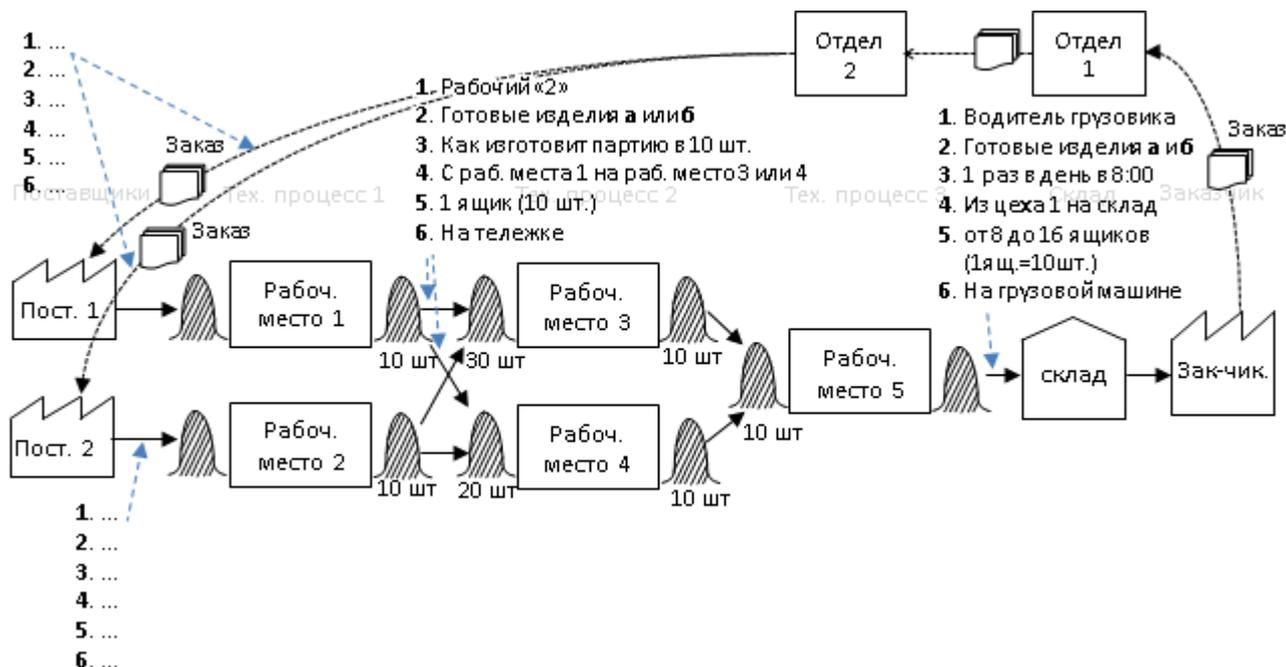


Рисунок 18. Результат шага 4

Для более наглядной визуализации рекомендуется использовать дополнительные рисунки (рис. 19 и 20):



Рисунок 19. Дополнительные рисунки

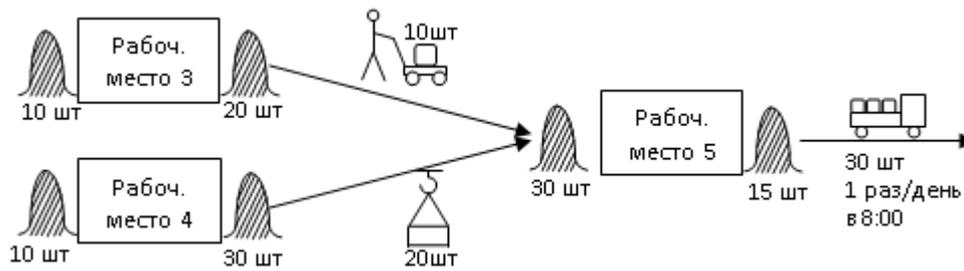


Рисунок 20. Пример применения дополнительных рисунков

Шаг 6. После отображения всего потока перейти к замерам времени производства, начиная от поступления информации от заказчика до отгрузки партии заказчику.

Для измерения времени необходимо использовать один из следующих вариантов:

1. При соблюдении FIFO (First In, First Out – первым пришёл, первым ушёл) необходимо выбрать одно изделие и произвести замеры каждой операции, включая время пролёживания изделия по всему технологическому процессу.

2. Не привязываясь к изделию, замерить каждую операцию в отдельности. Места складирования замеряются следующим образом: количество изделий умножается на время протекания последующей операции (рис. 21):

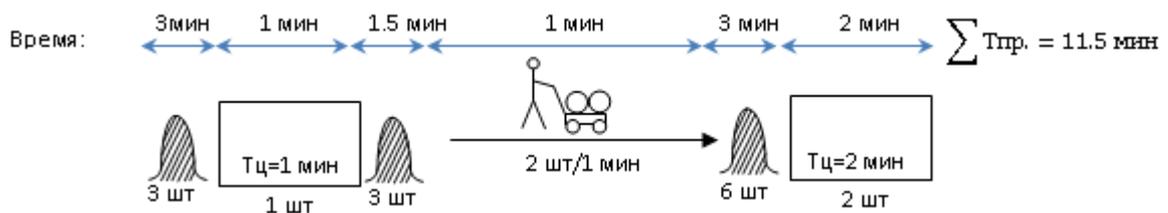


Рисунок 21. Расчёт времени производства

Информационный поток также наносится на карту (рис. 22)

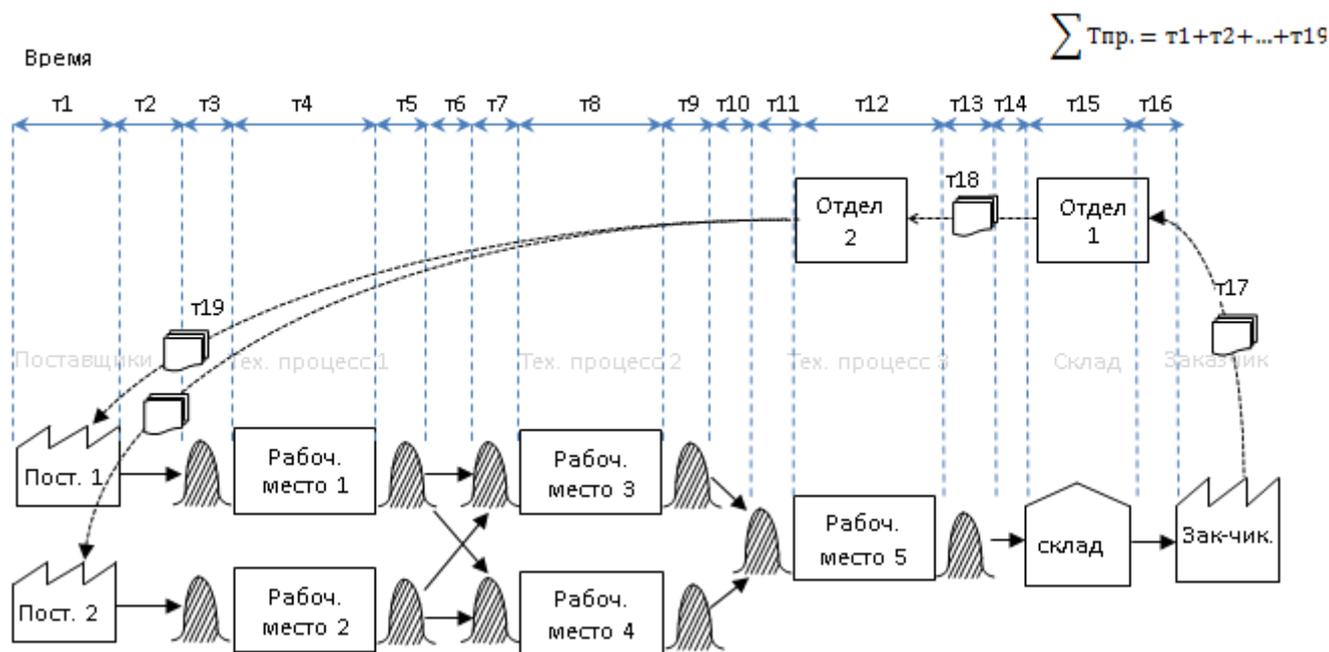


Рисунок 22. Результат шага 5 с информационным потоком

Шаг 7. После картирования потока целесообразно построить схему потока создания ценности – траекторию перемещения материала в ходе процесса на планировке участка, цеха или завода.

Эта схема позволит лучше понимать перемещение изделий по потоку и зафиксировать лишние перемещения материалов, изделий и операторов. Чтобы получить полное представление о передвижении (прочувствовать физически), лучше всего пройти маршрут самостоятельно с транспортировочной тележкой. Составив схему такого перемещения и подсчитав время и расстояние (при составлении карты процесса шаги переводятся в метры умножением количества шагов на коэффициент 0,7 – 0,9, в зависимости от величины шага), получается схема, которая называется «диаграммой спагетти» (рис. 23).

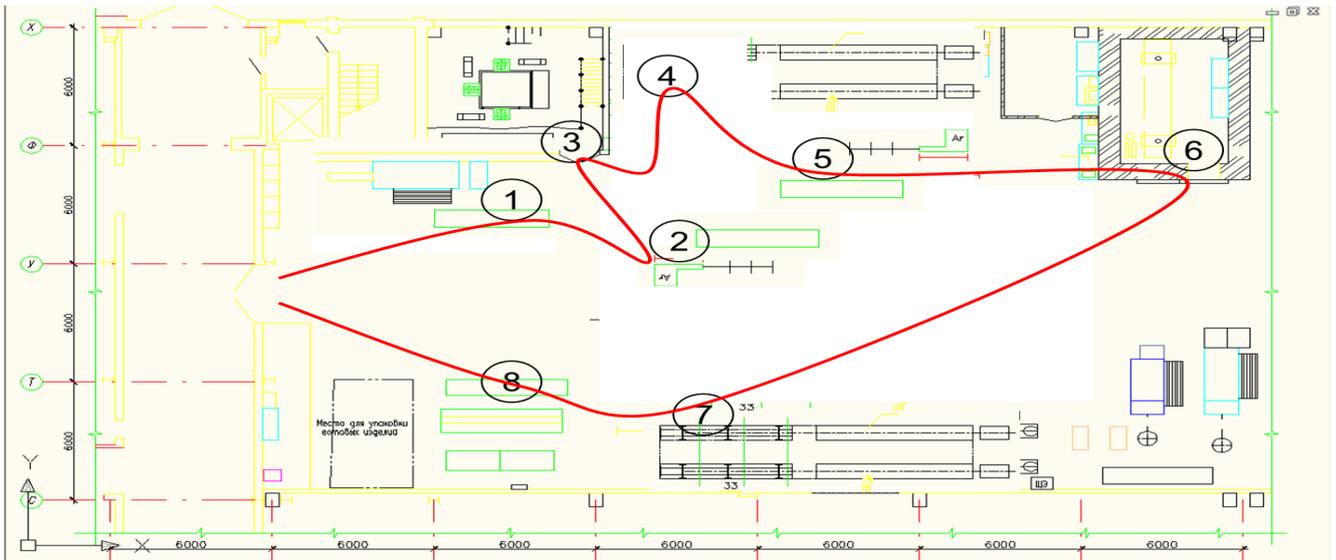


Рисунок 23. Пример «диаграммы спагетти».

На схеме необходимо отобразить оборудование, рабочие места, места складирования и расположение рабочих. Необходимо прорисовывать реальный маршрут на схеме, а не просто соединить рабочие места прямыми линиями. При преобразовании потока нужно стремиться к отсутствию пересечений потока с другими потоками и пересечений внутри потока, а также минимизировать все перемещения как таковые. Кроме того, используя схему ПСЦ («диаграмму спагетти») можно решить задачу оптимальной расстановки операторов и оборудования.

7.5 Выявление проблем и составление карты целевого потока

В процессе картирования потока необходимо выявить проблемы, отметить их на схеме и сформировать реестр потерь (рис. 24, табл. 7).

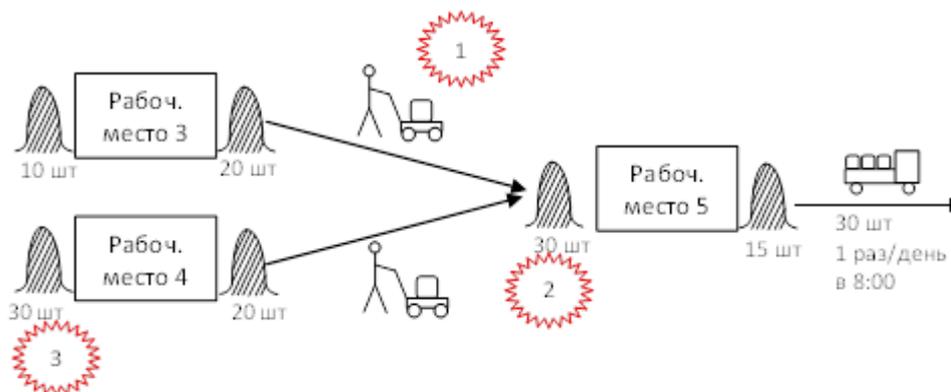


Рисунок 24. Нанесение проблем на карту потока.

Таблица 7. Реестр потерь

№ п/п	Проблема	Причина (выявленная методом «5 почему?»)	Предлагаемое усовершенствование	Предполагаемый эффект	Ответственный	Сроки реализации	Подтверждение	Фактический эффект
1	Перемещение большими партиями	Большая удаленность между раб. местами 3 и 5 (800 м).	Перенести раб. место 5 на 600 м ближе к раб. месту 3	Сокращение времени транспортировки на 15 мин.	Иванов И.И.	01.04.12-01.05.12		13 минут
2	Большие запасы перед раб. местом 5	Длительная переналадка	Вынести элементы внутренней переналадки во внешнюю	Сокращение времени на 10 мин.	Петров П.П.	01.04.12-15.04.12		12 минут
3	Большие запасы перед раб.местом 4	Плохая оснастка	Усовершенствовать текущую оснастку	Сокращение количества брака с 10 % до 5 %.	Сидоров С.С.	01.04.12-01.05.12		4 %

В реестре потерь перечислены все выявленные потери в потоке, наиболее значимые из которых нанесены на карту (рис. 25). Документ должен содержать:

- подробное описание проблемы;
- истинную причину возникновения данной проблемы (выявленная методом «5 почему?»);
- предлагаемое решение / улучшение по решению проблемы;
- предполагаемый эффект (сокращение времени, сокращение расстояния, сокращение брака и пр.);
- ответственного исполнителя;
- сроки реализации;
- подтверждение о выполнении;
- фактический эффект (может потребоваться время для оценки эффекта или сбора статистики) .

Составление детального реестра потерь проводится для:

- корректного составления целевого потока и формирования конкретных и достижимых целей;
- ранжирования проблем по значимости и распределения усилий команды по ликвидации проблем;

Проблемы, нанесенные на карту ПСЦ, должны быть устранены в процессе преобразования потока при приведении его к целевому состоянию. Примерный перечень проблем выглядит следующим образом:

- простой оборудования и ожидание персонала;
- неоптимальная логистика (длительные перемещения, запутанные маршруты);
- брак, несоответствия;
- слишком большие величины колебаний параметров процесса, высокая вариабельность;
- частые поломки (оборудование, инфраструктура);
- сбои и ошибки в информационных потоках, некорректное диспетчирование потока, несогласованность действий;

- избыточные запасы (ТМЦ, НЗП, произведенный, но не отгруженный товар);
- неравномерность загрузки оборудования, операторов, инфраструктуры и транспорта, работа в режиме перегрузки (по рабочим – с серьезным превышением установленной нормы, по оборудованию – с превышением установленной производителем мощности);
- места сужения пропускной способности потока с минимальной проходимостью, тормозящие общую производительность потока (узкие места);
- отсутствие или несоблюдение рабочих стандартов, нарушение технологии и инструкций;
- вопросы безопасности (места, где можно получить травму) и др.

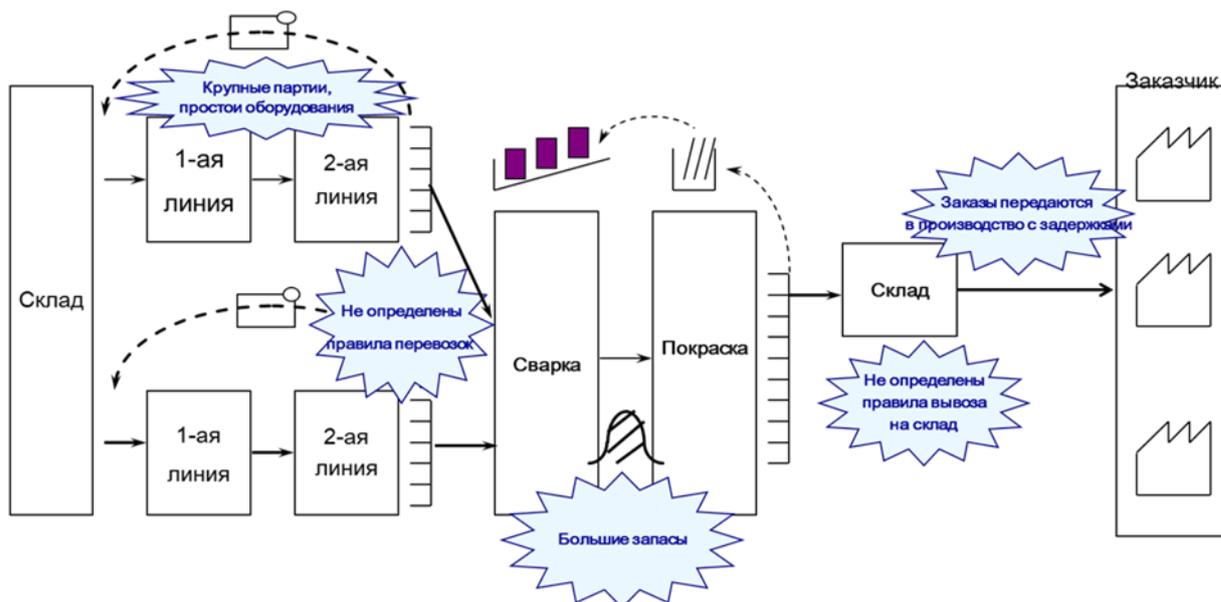


Рисунок 25. Пример потока с нанесение проблем на карту ПСЦ

После составления детального реестра потерь составляется карта идеального ПСЦ. Проводится это по тем же принципам и с теми же условными обозначениями, что и карта существующего потока. На карте идеального потока должны отсутствовать основные потери и ожидания. Идеальный поток – это некий идеал, к которому следует стремиться, поэтому необходима его визуализация.

Далее формируется первый этап по достижению идеального потока – целевой поток. Для этого составляется новая карта, где исключаются проблемы, которые реально решить в пределах установленного срока. Также составляется

план мероприятий и действий по преобразованию текущего потока в целевой поток. Для наглядности рекомендуется составить таблицу параметров целевого потока (табл. 8):

Таблица 8. Параметры целевого потока

Параметры изменений	Существующие показатели	Целевые показатели
<i>В целом по потоку</i>		
Длина потока, м	1 500	800
Качество (доля брака, %)	3	Брак 0
Количество операций	38	35
...		
<i>Отдельно по операциям. Сборка</i>		
Время цикла, мин.	52	45
Объем партии, шт.	10	3
...		
<i>Отдельно по операциям. Переналадка</i>		
Время переналадки, мин.	150	40
...		

План мероприятий по преобразованию потока следует составлять в виде организационно-временной диаграммы (диаграмма Ганта), как это показано в таблице 9. Это поможет определить план необходимых мероприятий и сроки их окончания. Также можно будет отследить опережение или отставание от графика и вовремя принять соответствующие меры. Чем детальнее составлен список мероприятий, тем больше ясности с ответственными исполнителями и тем предметнее будет сформулирована задача.

Таблица 9. Пример плана мероприятий по преобразованию потока

Мероприятие	Ответственный	Дек.	Дек.	Янв.	Янв.	Фев.	Фев.
		1-2 нед.	2-3 нед.	1-2 нед.	3-4 нед.	1-2 нед.	3-4 нед.
Снижение времени переналадки на прессе №...	Иванов						
Внедрение тянущей системы между операциями «литье – расточка»	Петров						
Построение ячейки на участке №...	Сидоров						

7.6 Отчетность по преобразованию ПСЦ

Кампания 2012 года – комплексное преобразование предприятий отрасли посредством трех шагов:

1-ый шаг – наведение порядка;

2-ой шаг – построение (картирование) потоков по основным продуктам предприятий;

3-ий шаг – сплошная стандартизация рабочих мест в рамках построенных потоков.

Система отчетности для ОАО «ПСР» в рамках Кампании по настоящим МР отражена в таблице 10:

Таблица 10. Отчётность

Этап работы	Отчетные документы	Срок
Картирование существующего о потока	<ul style="list-style-type: none">Карта существующего ПСЦ, с корректно нанесенными данными и проблемамиТаблица выявленных потерь в ПСЦ	1 мая 2012 г.
Описание целевого потока	<ul style="list-style-type: none">Показатели целевого ПСЦ к концу 2012 г.План работ по достижению целевого потока с выделением оперативных мер по подготовке потока к проведению стандартизированной работы	До 1 июня 2012г. – утверждение плана. Ежемесячный отчет по утвержденному плану

Внутренняя отчетность в рамках второго этапа Кампании должна быть организована в виде проверок руководством предприятия, организованных внутренних совещаний и системы внутренних отчетов. При этом важно организовать упорядоченное хранение письменной отчетности (в т. ч. протоколы совещаний), чтобы по ней можно было бы отследить динамику происходящих изменений ПСЦ и деятельность команды по преобразованию ПСЦ при проведении проверок и аудитов. Важно, чтобы работа по преобразованию ПСЦ была прозрачной, для этого результаты промежуточных (внутренних) отчетов необходимо размещать на специальных стендах, вместе с другой актуальной ПСР-информацией.

8. Первичные инструменты преобразования потока

Основной инструмент приведения потоков к целевому состоянию – это стандартизированная работа, которая подробно рассматривается в РД ПСР 008 – 2011 – в третьем шаге «Кампании трех шагов». Тем не менее, перед стандартизированной работой необходимо провести ряд мер, позволяющих стабилизировать поток и наладить некоторые полезные процедуры, без которых преобразование потока не состоится. Ниже приведены мероприятия (инструменты ПСР), которые следует провести перед началом стандартизированной работы.

8.1 Меры административного характера

Когда картирование потока проведено, у команды существенно расширяется понимание количества и масштаба проблем, узких мест и потерь, имеющих в потоке. Тем не менее, часть их них может быть решена за счет административных решений, без применения инструментария ПСР.

Среди мер административного характера можно выделить:

- Направление усилий на выравнивание месячной загрузки преобразуемого потока. С помощью маркетологов, специалистов по продажам и конечных клиентов необходимо рассмотреть возможность сглаживания объемов выпуска рассматриваемого продукта. Если поток сгладить не удастся, т.е. загрузка производства по рассматриваемому продукту будет сильно колебаться от месяца к месяцу (колебания более 50 % выпуска), то дальнейшее применение инструментов ПСР будет затруднено.
- Проведение работы с поставщиками по налаживанию бесперебойных поставок материалов и комплектующих в преобразуемом потоке. Если поставки не удастся сгладить и вовлечь поставщика в процесс изменений, то поток никогда не сможет работать ритмично, исходя из времени такта, а поставка материалов будет производиться не малыми партиями, как того требует логика ПСР, а крупными партиями, умножающими величину запасов. Кроме интенсификации переговорного процесса может потребоваться и обучение поставщика элементам

ПСР. В идеальном случае – синхронизировать преобразование потока на предприятии с преобразованиями потоков у поставщика.

- Налаживание внутренней дисциплины среди работников процесса. Важно принять меры по пресечению опозданий, по невыполнению рабочих стандартов и должностных инструкций. Невыполнение требований безопасности работниками процесса также недопустимы.

- Изменение оргструктуры управления цехом (потоком). Возможно, потребуется выделить транспортировщика, либо заменить руководителей на более лояльных к переменам, дать больше полномочий ПСР-лидерам и пр. Очень важно заранее позаботиться о создании рабочих мест, куда будут переведены освободившиеся работники в результате преобразования потока, в противном случае, изменения будут связываться с сокращениями и это может заблокировать работы по преобразованию потока. Как показывает опыт, для закрепления положительных достижений и развития ПСР-преобразований необходимо создание на предприятии института выделенных бригадиров, и это тоже является важной административной мерой.

Кроме мер административного характера следует на данном этапе начать, либо усилить (если такая работа уже проводится) работу в следующих направлениях:

- Обучение работников потока смежным специальностям, чтобы по возможности иметь большее количество специалистов-универсалов. В этом случае задачи по перебалансировке потока и адаптации его под уровень спроса будут решаться гораздо легче.

- Подача и реализация предложений по улучшениям. Процедура, регламентирующая работу с предложениями по улучшениям, есть на каждом предприятии, но не на каждом предприятии она работает в полную силу. Вполне вероятно, что на преобразуемом потоке уровень генерирования инициативы недопустимо низок (менее одной инициативы на одного работающего в месяц), либо низок уровень внедрения принятых к исполнению в силу имеющихся бюрократических процедур. Это приведет к тому, что в поток не удастся встроить принцип «постоянное улучшение», который возможен только при вовлеченности

всех работников потока в процесс выработки и внедрения идей по улучшениям. Как правило, для повышения результативности потока инициатив требуется пересмотр положения о мотивации за поданные идеи и внедрение мер по вовлечению работников потока (например: проведение обучения).

- Бюджетирование процесса преобразования потока. Логика ПСР-преобразований говорит о том, что все изменения надо проводить с минимальными затратами, но, тем не менее, провести преобразование потока без затрат невозможно. Как правило, затраты нужны будут на покупку/изготовление более удобной тары (контейнеры, организация супермаркета), изготовление облегчающих труд приспособлений, замену существующего оборудования на менее производительное, способное работать в потоке единичных изделий и пр. Важно заранее позаботиться о наличии бюджета, чтобы процесс получения денежных средств не тормозил преобразования потока.

8.2 Производственный контроль

Крайне важно наладить процедуру проведения производственного контроля на регулярной основе. Производственный контроль позволит оперативно выявлять проблемы и отклонения запланированных производственных показателей выпуска от фактических показателей. Но ведение производственного контроля в отрыве от эффективной процедуры решения проблем и цепочки помощи бессмысленно. Также, накопление статистики отклонений без принятия действий по их ликвидации нецелесообразно. Как правило, в основе отклонения «план - факт» лежит проблема, разовая или системная, и, если на предприятии существует практика сокрытия или ухода от проблем, либо существующие процедуры решения проблем не эффективны, то оптимизация потока будет затруднена, либо могут быть приняты неверные решения. И даже если действия по оптимизации принесут свои плоды, то ситуация быстро вернется в исходное состояние.

Производственный контроль – это контроль для выявления отклонений в производстве от плана с процедурой заполнения таблицы, расположенной на производственной доске, целью которой является:

- наглядная и простая передача информации «бригадир – руководство», «бригадир – операторы»;
- анализ производительности и эксплуатационной готовности процессов на основе открыто регистрируемых фактов.

На доске производственного контроля отражается следующая информация:

- сравнение плана и факта выпуска;
- внутренние и внешние проблемы (которые бригадир не может решить самостоятельно и выносит их на уровень своего руководства);
- мероприятия (протоколы совещания, приказы и т.д.) по устранению этих проблем;
- вопросы излишней или недостаточной производительности;
- вопросы дисциплины;
- принятие решения о необходимости сверхурочных работ.

Ответственность за ведение и внесение записей на доску производственного контроля может лежать на операторе/бригадире/мастере (в зависимости от специфики). Доска производственного контроля должна располагаться в конце технологической цепочки или ячейки, т.к. подсчет количества готовой продукции должен производиться в конце линии. Доска производственного контроля отражает почасовой план производства и реальные результаты.

Производится расчет времени такта по формуле:

$$\text{Время такта} = \frac{\text{Фонд чистого рабочего времени}}{\text{План}}$$

В столбце «Время» каждый период равен 60 минутам чистого рабочего времени. В столбце «План» указывается в соответствующих сегментах ячейки плановое значение в час и план нарастающим итогом.

Ответственный производит сравнение плана с фактом, вносит данные в столбец «Отклонения» и приводит в графе «причина» объяснение простоев. Шаблон бланка производственного контроля приведен на рисунке 26:

				Суммарный выпуск				Дата:	6 ноября 2011
				Суточный темп: 710 шт.				Примечания	
1-ая смена				План	Факт	+ / - , шт.	Простой, мин.	Причина простоя	Ответственный
6:45	-	7:45	1й час	47	25	-22	28'	отсутствует тара	
				47	25	-22	28'		
7:45	-	8:54	2й час	47	49	+2	0'	сократили перерыв	
7:50	-	8:54				-20	28'		
8:54	-	10:03				0	0'		
9:40	-	10:03				-20	28'		
10:23	-	11:32				0	0'		
						-20	28'		
11:23	-	12:32	5й час	47	49	+2	0'	сократили перерыв	
11:50	-	12:00	Перерыв	235	217	-18	28'		
12:32	-	13:32	6й час	47	44	-3	4'	брак мех.обработки	
				282	261	-21	32'		
13:32	-	14:42	7й час	47	49	+2	0'	сократили перерыв	
13:50	-	14:00	Перерыв	329	310	-19	32'		
14:42	-	15:15	8й час	26	26	0	0'		
				355	336	-19	32'		

Любое отклонение от плана – как в «+», так и в «-» должно быть зафиксировано и указана причина.

Рисунок 26. Шаблон бланка производственного контроля.

В случае длительных процессов можно разбивать операцию на составляющие и вести контроль выполнения работ. Также можно использовать лист производственного контроля, который используется если ряд операций происходят на разных местах, удаленных друг от друга и есть необходимость его передачи. Он имеет такой же вид, как и выше представленный шаблон, но вместо времени рабочей смены указывается последовательность операций, а вместо количества штук – время начала и окончания операций.

8.3 Процедура решения проблем

После построения карты целевого ПСЦ необходимо наладить работоспособную процедуру решения проблем. Процесс решения проблем – это структурированный процесс, который предусматривает идентификацию, анализ, определение и устранение их причин. Проблема – отклонение от намеченного плана или от требований стандарта, причем отсутствие стандарта – это тоже проблема.

Налаженный производственный анализ дает информацию об оперативно возникающих проблемах. Таким образом, выявленные в процессе производственного анализа, проблемы будут решаться по мере их выявления.

Как правило, в существующем потоке уже есть масса проблем, которые выявлены, но не решены в силу ряда причин – недостаточность ресурсов и внимания руководства, низкий уровень дисциплины и пр. В этом случае встает задача ранжирования проблем по значимости и установления последовательности решения имеющихся проблем. Метод «одна за одной» (проблемы решаются по мере их выявления, без ранжирования по важности) в данном случае может отвлечь от главного и потратить ограниченные ресурсы на решение малозначимых проблем. Из существующих проблем в первую очередь необходимо решать проблемы, приносящие наибольший ущерб экономике предприятия и производству, проблемы, связанные с неудовлетворенностью заказчика и проблемы, связанные с безопасностью. Иногда, полезно начинать решение с простых проблем, чтобы получить быстрый результат и создать вовлеченность для решения более сложных проблем.

Чтобы правильно сфокусировать усилия и установить оптимальную последовательность решения имеющихся проблем следует использовать диаграмму Парето (рис. 27) или матрицы приоритетов с разными критериями (рис. 28)

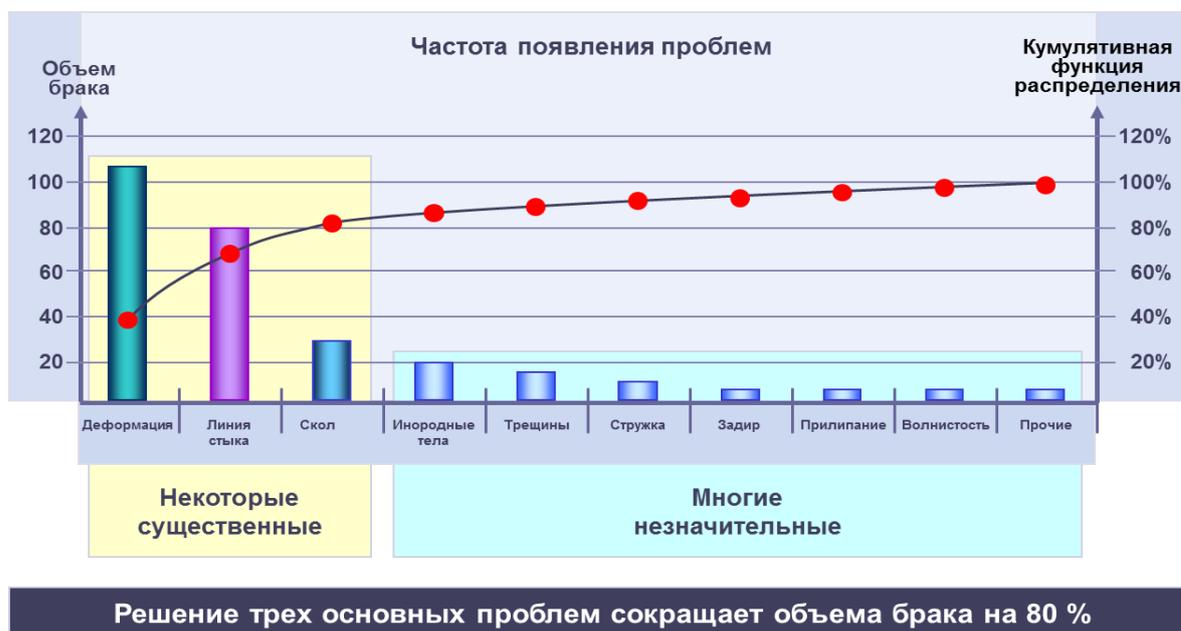


Рисунок 27. Диаграмма Парето: 20 % причин формируют 80 % результата

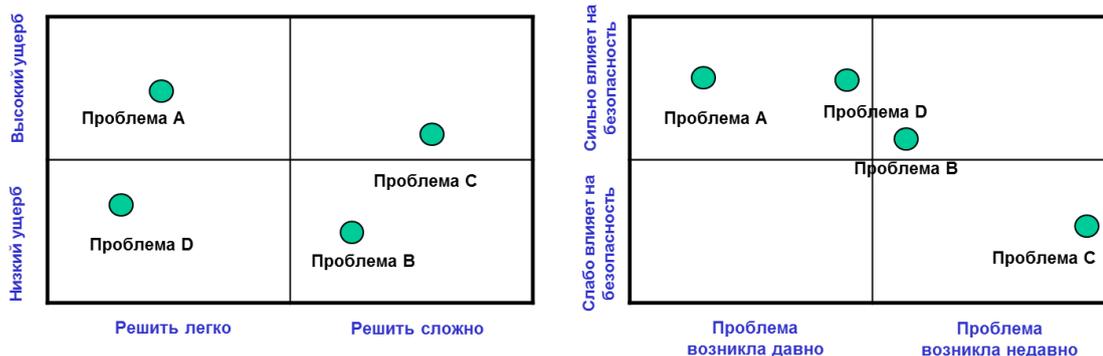


Рисунок 28. Матрицы приоритетов по критериям: «ущерб – сложность решения» и «срок возникновения проблемы - безопасность»

Если существующих проблем много и взаимосвязи между ними не понятны, то перед тем, как выбрать проблему для решения целесообразно построить причинно-следственную связь и выяснить, как решение одной проблемы повлияет на решение других имеющихся проблем. Для этого следует воспользоваться инструментом «Диаграф связей» (рис. 31). Этот инструмент показывает взаимосвязи между имеющимися проблемами и позволяет отследить, как решение одной проблемы влияет на решение другой проблемы (входящие и исходящие стрелки). Некоторые проблемы могут быть следствиями («система измерений не работает»), а некоторые проблемы могут лежать в основе других проблем (на рисунке 29 это «плохо определены меры» и «отсутствует обучение измерениям»).

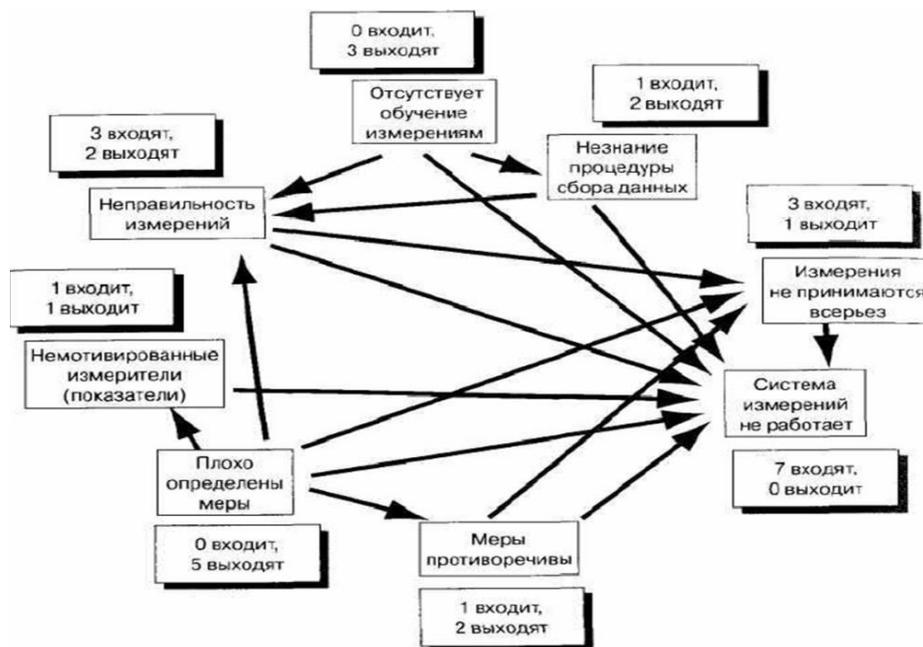


Рисунок 29. Пример диаграфа связей

Ключевыми условиями результативности процесса решения проблем являются:

- оперативность выявления и решения проблем;
- работоспособность команд по решению проблем (процессы распределения ролей, качество мозговых штурмов, способность работать на единый результат и поддерживать результаты проведенных мероприятий);
- работоспособность имеющейся цепочки помощи;
- дисциплина неукоснительного соблюдения установленной процедуры решения проблем;
- качество визуализации процесса решения проблемы;
- участие в решении проблем представителей руководства предприятия.

Для своевременного получения руководством информации о проблеме и инициирования процесса решения выявленной проблемы необходима разработка и размещение на производственном участке «Цепочки помощи». «Цепочка помощи» это метод установления коммуникаций в зависимости от уровня возникшей проблемы. Идея «Цепочки помощи» состоит в том, что типовые мелкие проблемы решаются на рабочем месте самим оператором, обученным методам их решения, более сложные – с привлечением бригадира и т.д. до руководителя предприятия. На каждое звено должно отводиться определенное время реагирования и информационные сигналы должны проходить беспрепятственно.

Графически «Цепочка помощи» может иметь любой вид, при выполнении требования наглядности, но в ней обязательно должна содержаться следующая информация:

- классификация возможных проблем по уровням принятия решений;
- вовлеченные в проблемы подразделения, мобилизующие свои ресурсы в зависимости от уровня решаемой проблемы;
- время, отводимое на принятие решения на каждом уровне (рис. 30).

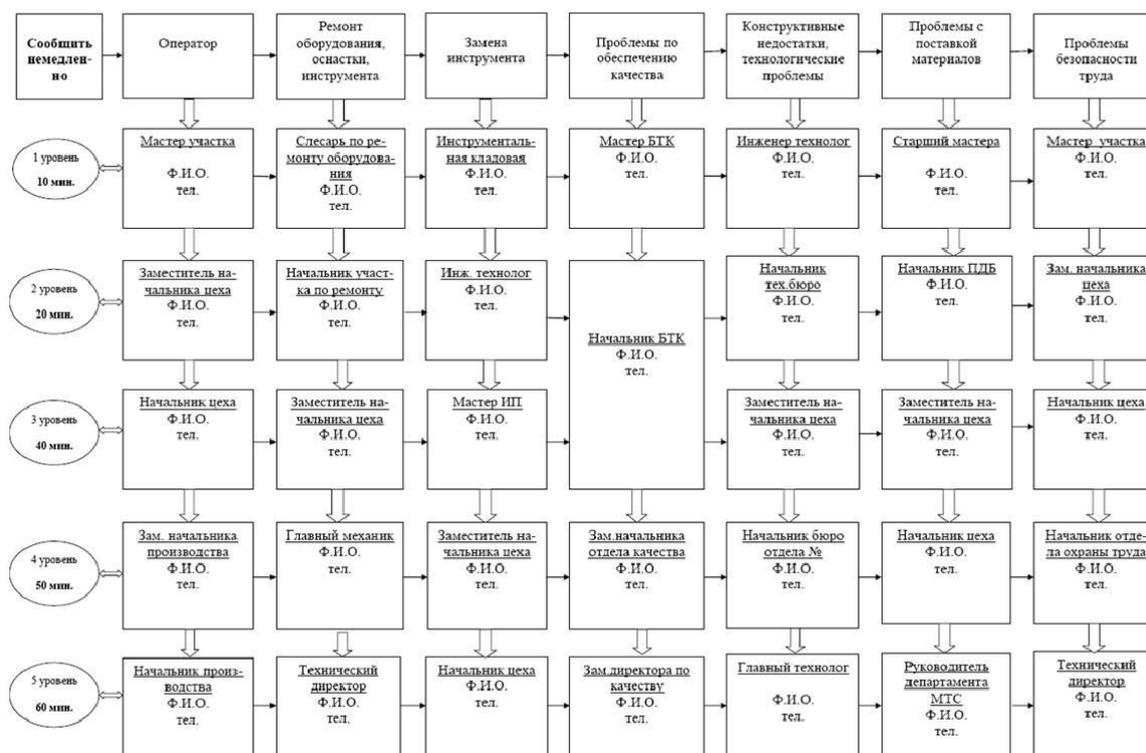


Рисунок 30. Пример цепочки помощи при решении проблем

Последовательность решения проблем имеет пошаговую структуру.

Первый шаг. Описание проблемы и сбор команды

Перед решением любой проблемы она должна быть зарегистрирована и должен быть признан факт ее существования. В результате срабатывания «цепочки помощи» на решение проблемы должна оперативно собраться работоспособная команда, с достаточными компетенциями по решению проблемы. Конфигурация команды складывается из особенностей конкретной выявленной проблемы. В каждой команде выделяется руководитель, который организует и координирует работу команды.

Симптомы проблемы необходимо визуализировать и, собрав материалы о проблеме, обеспечить доступ к ним всем заинтересованным специалистам.

Корректное описание проблемы является необходимым для правильного установления причины её появления и установки цели по ее решению. Для этого следует использовать комплекс последовательно задаваемых вопросов – метод «4W + 2H» (табл. 11).

Таблица 11. Метод описания проблемы «4W+2H»

Английский вопрос	Русский вопрос	Комментарий
What?	Что?	Что является предметом проблемы? Что именно случилось?
Where?	Где?	Где проблема была обнаружена? Где проблема возникла?
When?	Когда?	Когда проблема была обнаружена? Когда предположительно она возникла?
Who?	Кто?	Кто затронут проблемой? Кто первым обнаружил проблему?
How often?	Как часто?	Какова частота возникновения проблемы? Возникла ли она ранее?
How much?	Как много?	Сколько деталей / процессов охвачено проблемой? Сколько стоит решение?

Второй шаг. Внедрение сдерживающих мер и установка цели

Решение любой проблемы требует времени. В состоянии нерешенности проблема может нанести существенный урон, поэтому важно в первую очередь локализовать проблему и ограничить от ее влияния как можно больше людей, продуктов и процессов. Сдерживание проблемы предусматривает определение и реализацию мер, предотвращающих распространение проблемы на предприятии, на потребителя. В качестве сдерживающих мер могут быть использованы: организация дополнительных точек контроля (вплоть до сплошного контроля), изменение работы с поставщиками, остановка производства и другие подобные мероприятия.

Для фокусирования усилий и правильной концентрации ресурсов необходимо по выявленной проблеме установить цель. Правильно установленная цель должна удовлетворять следующим требованиям:

- конкретность – четкое указание объекта целеполагания;
- измеримость – указание величины, которой мы хотим достигнуть;
- достижимость – ресурсов для достижения цели должно быть достаточно;
- релевантность – цель должна быть логично встроена в другие цели участка / подразделения / компании;
- определенность во времени – цель должна быть достигнута к определенному сроку.

Цели, как правило, устанавливаются в следующих направлениях: безопасность, качество, затраты, производительность и мораль/мотивация.

Третий шаг. Установление первопричин возникновения проблемы

Симптом, который принимается за проблему при первичном обнаружении, обычно не является проблемой как таковой, как показывает практика – первопричина находится глубже. Первопричину необходимо найти, чтобы устранить проблему в корне, на уровне источников ее появления. Воздействовать на первопричину сложнее, чем на симптом, поэтому во многих случаях производственные проблемы решаются на уровне устранения симптомов. Разумеется, в этом случае проблема обнаруживается вновь, т.к. не была решена. Время, которое тратится на ликвидацию симптомов одной проблемы – это потерянное время и усилия и, как это не было бы трудно, необходимо прикладывать именно к устранению первопричин проблем, а не ее следствий.

Для поиска первопричин можно воспользоваться методом «5 почему?». Суть этого метода заключается в том, чтобы последовательно задавать вопрос «Почему произошло так?» и отвечать на него. В ответах возможны ветвления. Вопрос «почему?» нужно задавать до тех пор (совсем не обязательно только пять раз), пока не получится ответ, к которому такой вопрос уже будет не приемлем – это и есть первопричина или «коренная причина». Примеры метода «5 почему?» показаны на рисунках 31 и 32.

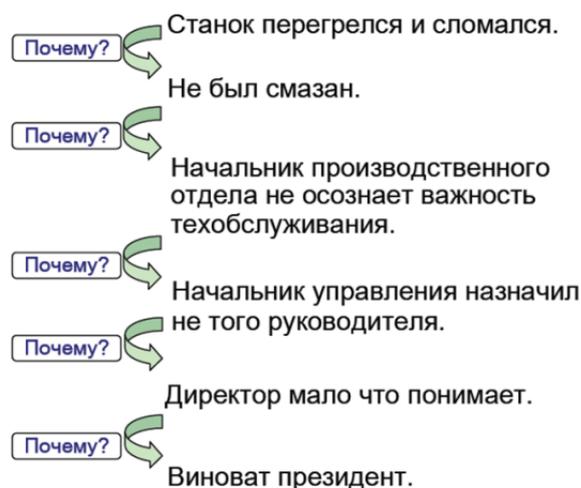


Рисунок 31. Пример неправильного применения метода «5 Почему?»

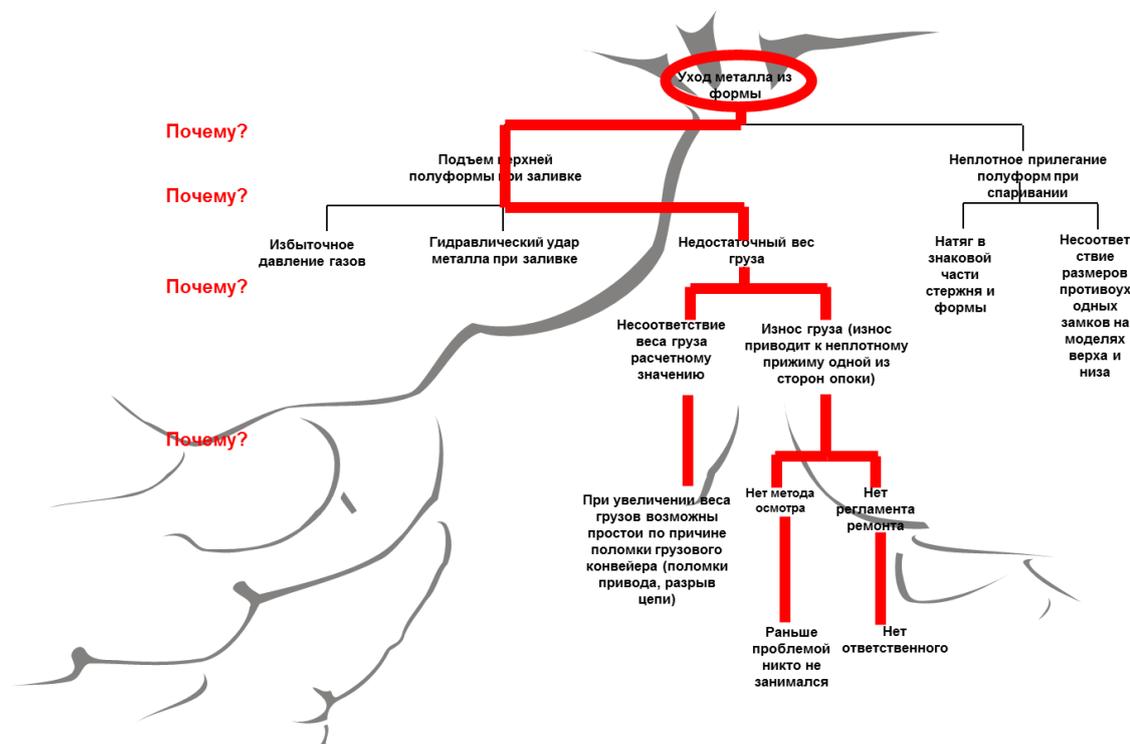


Рисунок 32. Пример метода «5 Почему?» с указанием критического пути по наиболее важным группам причин

Кроме метода «5 почему?» также можно применить и метод «рыбья кость» (диаграмма Исикавы). «Рыбья кость» (рис. 33) - графическое упорядочивание системных факторов, влияющих на возникновение проблемы. Выделяют семь системных факторов - метод, человек, материал, среда, менеджмент, оборудование и инструмент. Каждый из системных факторов может быть разбит на «кости» второго и третьего уровня. В итоге получается полная карта причин и следствий, ведущая к главной проблеме.

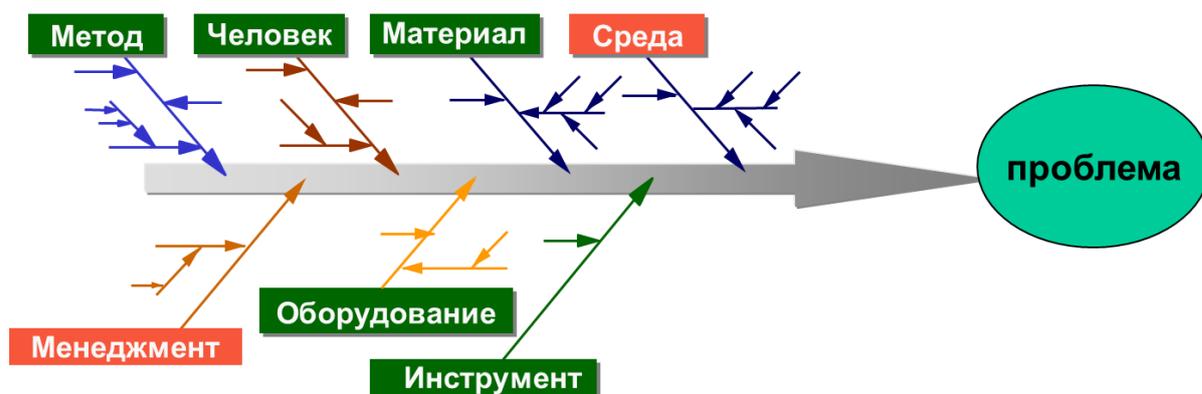


Рисунок 33. Макет «рыбьей кости»

При выработке корректирующих действий необходимо обратить внимание на характер установленных причин. Причины могут быть случайными и неслучайными.

Причины, имеющие случайный характер, являются системными и не могут быть решены усилиями технического персонала. Для их решения необходимо прямое участие высшего руководства завода. Например: отсутствие координации процесса выдачи производственных заданий, авария, необученный специалист на рабочем месте. Большая часть возникающих проблем – это проблемы системного характера, которые не зависят от работы оператора, но проявляются именно на производственной площадке.

Причины, имеющие неслучайный характер, определяют нестабильность протекания производственных процессов и могут быть устранены усилиями производственных работников. Например: сбилась настройка оборудования, поступление некачественной заготовки из-за халатности контролера, износ штампа.

При оценке производственного процесса на полноту и правильность его организации и обеспечения проверяют:

- наличие действующей документации на рабочих местах;
- полноту и правильность выполнения работы исполнителями операций;
- полноту и правильность выполнения контрольных операций;
- одинаковость выполнения работ в сменах, на производственных участках;
- правильность понимания исполнителем критериев качества изделий;
- ротацию работников по рабочим местам;
- текучесть работников по исследуемой операции;
- компетентность работника;
- наличие визуализации (эскизы, диаграммы, образцы внешнего вида, правила и приёмы выполнения работ) на рабочем месте;
- знание исполнителем порядка действий при возникновении несоответствующей продукции.

При оценке оборудования на пригодность и исправность проверяют:

- соответствие применяемого оборудования, оборудованию, указанному в производственном процессе;

- правильность наладки оборудования;
- сроки поверки (калибровки) контрольно-измерительного оборудования;
- применение аналогичного оборудования;
- исправность и износ оборудования;
- наличие элементов «защиты от ошибок»;
- правильность организации рабочего места;
- выполнение планово-предупредительного ремонта оборудования.

При оценке производственного процесса на полноту и правильность осуществления проверяют:

- правильность перемещения исходных компонентов, заготовок, комплектующих изделий;

- соответствие применяемых компонентов, компонентам, указанным в производственном процессе;

- правильность и условия хранения компонентов;
- правильность размещения компонентов в производстве;
- необходимость обеспечения защиты от ошибок;
- наличие и работоспособность устройства защиты от ошибок.

При оценке комплектующих изделий проверяют:

- соответствие комплектующих изделий установленным требованиям;
- полноту и правильность отражения требований в договорной документации;

- результаты контроля поставщиков;
- изменчивость комплектующих изделий друг от друга, партии от партии.

Четвертый шаг. План мероприятий и оценка эффективности действий

Для ликвидации найденных первопричин необходимо составить план мероприятий с указанием ответственных исполнителей и сроков. Сделать это следует применив организационно-временной регламент (диаграмма Ганта) или воспользовавшись бланком, приведенном на рисунке 34.

Цех:	Станок:	Дата:	Ответственный:	Стр. из						
№	ПРОБЛЕМА	ДЕЙСТВИЕ	Ответственный	Параметры	Цель	Приоритет			Дата план	Цикл PDCA
					Результат	P1	P2	P3	Дата факт	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Рисунок 34. План мероприятий по решению проблемы

Выполнение мероприятий из составленного плана должно контролироваться и координироваться. Важно понимать привели ли к успеху (ликвидация первопричины проблемы) запланированные действия. Для этого целесообразно отслеживать динамику целевых показателей в режиме поэтапного выполнения плана мероприятий (рис. 35). Если выполнение существующего плана мероприятий не приводит к результату, то необходимо пересмотреть план мероприятий, поменяв последовательность и суть действий, ответственных исполнителей или пересмотрев требуемый объем ресурсов.

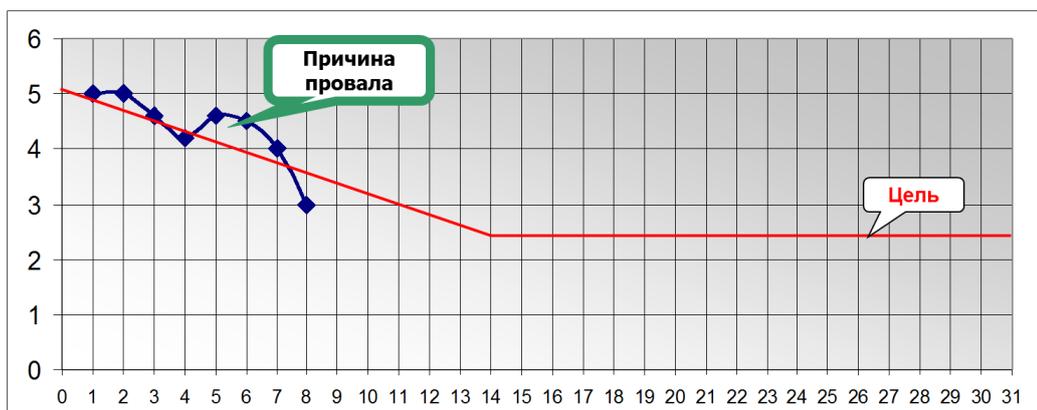


Рисунок 35. Пример отслеживания целевого показателя

При достижении цели корректирующие действия подлежат внедрению. В противном случае, работа по выработке корректирующих действий должна быть продолжена. При оценке результативности корректирующих действий

необходимо обратить внимание на отсутствие проблем, вызванных проведёнными корректирующими действиями.

Пятый шаг. Стандартизация найденного решения и предупреждение появления проблемы в других процессах

Когда решение проблемы найдено, и первопричина устранена, необходимо изменить стандарты на рабочих местах и, возможно, некоторые положения руководящих документов, причастных к возникновению проблемы или создать их, если они отсутствовали. Улучшенный стандарт отразит изменение поведения работников, которое воспрепятствует появлению решенной проблемы вновь. Если найденное решение не закрепить в стандартах, то высока вероятность повторного появления проблемы.

Предотвращение повторного появления проблемы предусматривает определение и реализацию мер, направленных на предупреждение возникновения подобных ситуаций в работе других подразделений предприятия, в производстве аналогичной продукции. Кроме того, любая решенная проблема должна быть отражена в обучающих программах, которые практикуются в производственных процессах. Компания обязана учиться на собственных ошибках и накапливать знания о решенных проблемах.

Также на заключительном этапе решения проблемы важно поблагодарить команду, успешно справившуюся с решением проблемы методами материальной и нематериальной мотивации.

Для наглядного отражения процесса решения проблем рекомендуется использовать бланк формата А3, на котором схематично и емко отражается процесс решения проблемы. Бланк решения проблемы приведен на рисунке 36.

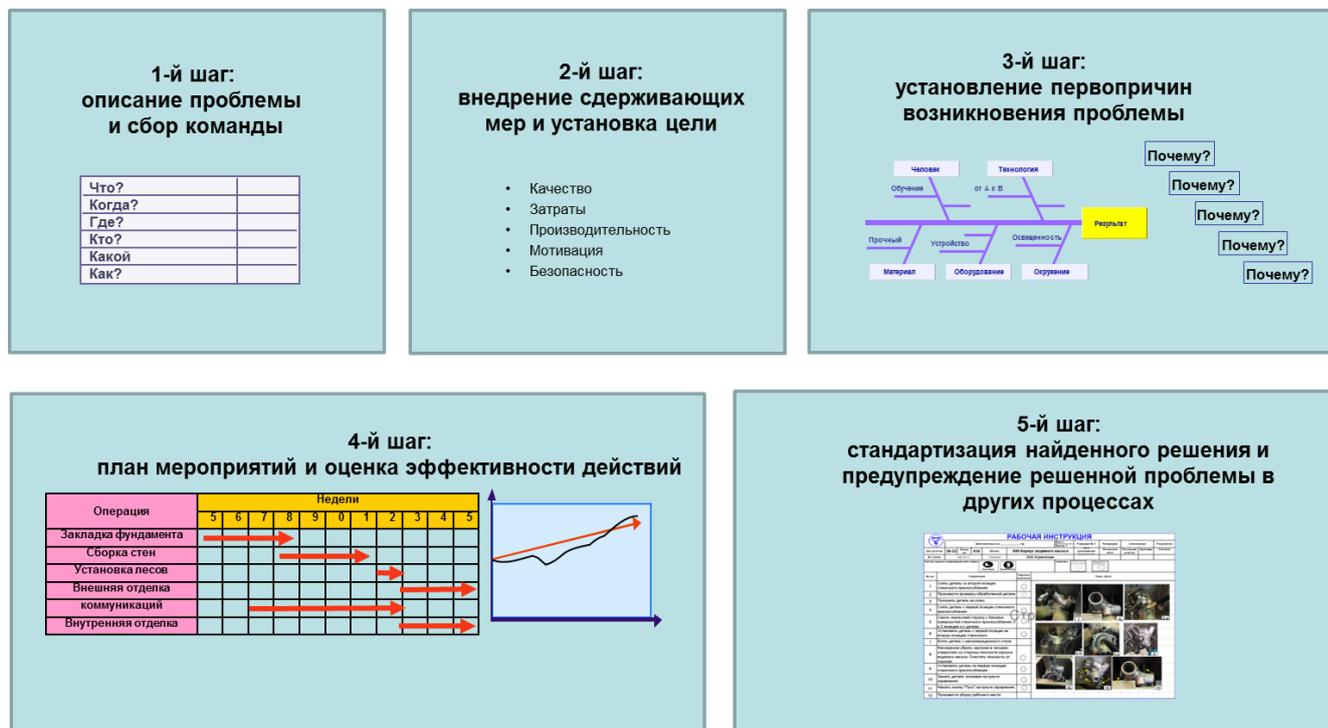


Рисунок 36. Бланк решения проблем

8.4 Оптимизация запасов

Даже если производство работает по методу «одна за одной» в потоке могут образовываться страховые и буферные запасы, связанные с не стабильностью предыдущей операции. Объем этих запасов в потоке необходимо регулировать и, по возможности, минимизировать. Объем страховых и буферных запасов определяется исходя из:

- вероятности дефицита;
- критичности отсутствия позиции;
- скорости обнаружения дефицита;
- наличия проблем в цепи доставки;
- величины колебаний циклов потребления запасов.

Страховой запас – запас, который используется для обеспечения ритмичной работы в случае простоя оборудования.

Страховой запас включает в себя номенклатуру, по которой происходят сбои. Размер рассчитывается, исходя из статистических данных по частоте и продолжительности простоев, а также из скорости восполнения запаса. Так как

страховой запас является контрмерой, препятствующей влиянию простоя оборудования поставщика на заказчика, то ответственность за организацию ложится на поставщика.

Использование запаса возможно только после одобрения руководства компании для того, чтобы, быть в курсе, что возникла проблема с оборудованием, и знать, что проблема серьезная, и она неизбежно приведет к расходованию страхового запаса, следовательно, данную проблему необходимо решить так, чтобы предотвратить ее появление в будущем.

1. Если производство поставщика способно восполнять запас каждый день, то берется максимальный простой в течение трех месяцев и на это время рассчитывается запас (рис. 37):



Рисунок 37. График динамики простоев с восполнением запаса каждый день

Запас рассчитывается следующим образом (табл. 12).

Таблица 12. Таблица расчета страхового запаса

	Средняя потребность, штук в час		Время простоя (час)	=	Страховой запас, штук
Изделие А:	100	x	0,87 (52/60)	=	87
Изделие В:	300	x	0,87 (52/60)	=	261

2. если производство способно восполнить запас раз в неделю, то суммируются простои по неделям и выбирается неделя с максимальной суммой простоя, на время этого простоя рассчитывается страховой запас (рис. 38):



Рисунок 38. График динамики простоев с восполнением запаса раз в неделю

Запас рассчитывается следующим образом (табл. 13):

Таблица 13. Таблица расчета страхового запаса

	Средняя потребность, штук в час		Время простоя, (час)	=	Страховой запас, штук
Изделие А	100	x	2,1 (126/60)	=	210
Изделие В	300	x	2,1 (126/60)	=	630

Буферный запас создается с целью погашения колебаний в случае несовпадения требований заказчика и количества выпускаемой продукции (например: разница часов в смене или смен у заказчика и поставщика, проблемы с качеством, производительность линии). Запас рассчитывается, исходя из статистических данных по колебаниям в подаче деталей и средней нормы спроса за последние три месяца. Колебания могут возникнуть, если поставщик производит партиями, а заказчик в соответствии с закладкой единичных изделий; в случае использования транспорта разной вместимости.

Производственный запас – запас, который используется для обеспечения ритмичной работы производства.

Для расчета производственного запаса в сборочных цехах (производствах) где не производятся детали, а только транспортируются на склады или рабочие

места, необходимо знать $T_{ц}$ (время цикла транспортировки), $T_{т}$ (время такта) и V (объем в таре).

1. потребность деталей на время транспортировки (X):

$$X = \frac{T_{ц} \cdot 60}{T_{т}}$$

2. Минимальное количество производственного запаса (Y):

$$Y = \frac{X}{V}$$

3. производственный запас ($Z_{п}$):

$$Z_{п} = (Y + K_{без}) \cdot V$$

где $K_{без} = 1$ – добавляется на случай колебаний в процессе транспортировки.

Расчет заделов в заготовительных производствах достигается через выравнивание производства. Выравнивание производства позволяет достичь:

- уменьшения излишних ресурсов;
- гибкости производства (быстро реагирует на изменения);
- ритмичной подачи материалов.

Незавершенное производство – продукция, не прошедшая технологический цикл обработки. НЗП находится на производственных участках в виде деталей, движущихся от операции к операции, а также в виде заготовки.

Количество НЗП в потоке зависит от:

- загрузки операторов;
- производительности и конструкции оборудования.

Для уменьшения НЗП необходимо понаблюдать за работой оператора. Определить потребность по заготовке на время доставки на рабочее место со склада. Подобрать тару более мелкого объема, но по габаритам того тарного места, которое закреплено за этой деталью на транспорте, чтобы не увеличивать количество рейсов. Если невозможно подобрать более мелкий контейнер, то можно использовать действующий, но грузить в него ровно столько, сколько необходимо на время транспортировки.

Если положить следующую деталь некуда, то процесс должен остановиться. Если оборудование находится на расстоянии друг от друга и передачу деталей

между операторами невозможно осуществлять по 1 штуке, тогда для транспортировки деталей следует использовать время ожидания оператора:

$$V_{\text{запаса}} = \frac{T_{\text{транспортировки}}}{T_{\text{ожидания}}}$$

$V_{\text{запаса}}$ – объем межоперационного запаса, шт.;

$T_{\text{транспортировки}}$ – время транспортировки деталей от станка к станку и обратно, мин.;

$T_{\text{ожидания}}$ – время ожидания оператора, мин.