



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«РОССИЙСКИЕ ЖЕЛЕЗНЫЕ ДОРОГИ»  
(ОАО «РЖД»)  
ФИЛИАЛ «ОКТЯБРЬСКАЯ ЖЕЛЕЗНАЯ ДОРОГА»  
ПЕТРОЗАВОДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
  
ЛОКОМОТИВНОЕ ДЕПО ПЕТРОЗАВОДСК

# **СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

**МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

Разработчик: отдел качества локомотивного депо «Петрозаводск»

Петрозаводск 2007г.

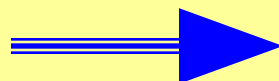


Данное методическое пособие предназначено для введения в теорию статистических методов управления качеством и ознакомления с применением **статистических методов управления качеством в локомотивном депо.**

Прежде всего следует ответить на естественный вопрос:  
**для чего нам все это надо?**



Вспоминаем цикл Шухарта – Деминга, используемый для реализации СМК:

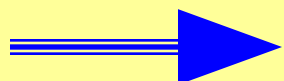


**цикл PDCA:**

**P** – планирование;  
**D** – действие;  
**C** – сравнение (анализ);  
**A** – улучшение.

Мы спланировали,  
сделали действие,  
необходим анализ, чтобы провести улучшение.

**Для проведения анализа, необходимы данные**



При большом количестве данных применяются

**методы статистической обработки информации**

# СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Один из основоположников применения статистических методов при серийном производстве

американский математик У. А. Шухарт

писал:

**«В течение длительного времени эффективность статистики будет зависеть в меньшей степени от существования отряда статистиков, имеющих превосходную подготовку, чем от подготовки всего поколения, воспитанного в духе статистики, с физиками, химиками, инженерами и многими другими специалистами, которые будут отвечать за подготовку и управление новыми процессами производства.»**

# СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Обострение конкуренции на национальном и международном уровнях заставило многих обратиться к статистическим методам.

Статистические методы признаются важным условием рентабельного управления качеством, а также средством повышения эффективности производственных процессов и качества продукции.

Какие же мероприятия требуют применения статистических методов?

**Все без исключения.**

И по всему жизненному циклу продукции, от определения требований в самом начале до их выполнения в конце.

Какие статистические методы следует использовать? Ответ в значительной степени зависит от специалистов, но существует принцип, согласно которому важность статистического метода равна его математическому потенциалу, умноженному на вероятность его применения. Следовательно, когда речь идет о широком применении статистических методов, рассматривать следует только те из них, которые понятны и которые могут легко применяться нестатистиками.

Для решения проблем, связанных с качеством продукции, широко применяются 7 традиционных методов («инструментов» качества), а именно:

1. временные ряды
2. диаграммы Парето
3. причинно-следственные диаграммы Исикавы
4. контрольные гистограммы
5. листки
6. контрольные карты
7. диаграммы рассеяния

Известный японский специалист по качеству профессор К. Исикава говорил:

**«Основываясь на опыте своей деятельности, могу сказать, что 95% всех проблем фирмы могут быть решены с помощью этих семи приемов.»**



Рис. 1. Области применения «инструментов» качества

Области применения упомянутых "инструментов" качества показаны на рисунке 1; там же приведены еще два приема, часто используемые на начальной стадии работы:

**1. Мозговая атака**

**2. Схема процесса**

Рассмотрим суть указанных методов

Известный японский специалист по качеству профессор К. Исикава говорил:

**«Основываясь на опыте своей деятельности, могу сказать, что 95% всех проблем фирмы могут быть решены с помощью этих семи приемов.»**

# МОЗГОВАЯ АТАКА

Мозговая атака используется, чтобы помочь группе выработать наибольшее число идей по какой-либо проблеме в возможно короткое время, и может осуществляться двумя путями:

- 1. Упорядоченно** - каждый член группы подает идеи в порядке очередности по кругу или пропускает свою очередь до следующего раза. Таким способом можно побудить к разговору даже самых молчаливых людей, однако, здесь присутствует некоторый элемент давления, что может помешать.
- 2. Неупорядоченно** - члены группы просто подают идеи по мере того, как они приходят на ум. Так создается более раскованная атмосфера, правда, есть опасность, что самые говорливые возьмут верх.

В обоих методах общие **правила поведения** одинаковы. Желательно придерживаться такой линии поведения:

- 1. Никогда не критиковать идей. Записывать на лист или доску каждую идею. Если слова видны всем, это помогает избежать неверного понимания и рождает новые идеи.**
- 2. Каждый должен согласиться с вопросом или повесткой дня предстоящей мозговой атаки.**
- 3. Заносить на доску или на лист слова выступающего буквально, не редактируя их.**
- 4. Делать все быстро, лучше всего проводить мозговую атаку за 5 - 15 минут.**

## СХЕМА ПРОЦЕССА

Схема процесса (последовательности операций, маршрутная карта) применяется, когда требуется проследить фактические или подразумеваемые стадии процесса, которые проходит изделие или услуга, чтобы можно было определить отклонения.

При изучении схем процессов часто можно обнаружить скрытые ловушки, которые служат потенциальными источниками помех и трудностей.

Необходимо собрать специалистов, располагающих наибольшими знаниями о данном процессе, для того, чтобы:

- ✓ **построить последовательную схему стадий процесса, который действительно происходит**
- ✓ **построить последовательную схему стадий процесса, который должен протекать, если все будет работать правильно**
- ✓ **сравнить две схемы, чтобы найти, чем они отличаются, и таким образом найти точку, в которой возникают проблемы**



# КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК (ТАБЛИЦА ПРОВЕРОК)

Контрольный листок позволяет ответить на вопрос: "Как часто случается определенное событие?". С него начинается превращение мнений и предположений в факты. Построение контрольного листка включает в себя следующие шаги, предусматривающие необходимость:

1. Установить как можно точнее, какое событие будет наблюдаться.  
Каждый должен следить за одной и той же вещью.
2. Договориться о периоде, в течение которого будут собираться данные.  
Он может колебаться от часов до недель.
3. Построить форму, которая будет ясной и легкой для заполнения.  
В форме должны быть четко обозначены графы и колонки, должно быть достаточно места для внесения данных;
4. Собирать данные постоянно и честно, ничего не искажая.  
Еще раз убедитесь, что назначенное вами время достаточно

для выполнения за дачи по сбору данных Собранные данные должны быть однородными. Если это не так, необходимо сначала сгруппировать данные, а затем рассматривать их по отдельности.

Типы дефектов	Группы данных		Итого по типам дефектов
А. Трещины	###	###	10
Б.	-----	-----	-----
В.	-----	-----	-----
Г.	-----	-----	-----
Прочие	-----	-----	-----
Итого			100

Рис.2 Контрольный листок

# ВРЕМЕННОЙ РЯД (ЛИНЕЙНЫЙ ГРАФИК)

Временной ряд применяется, когда требуется самым простым способом представить ход изменения наблюдаемых данных за определенный период времени.

Временной ряд предназначен для наглядного представления данных, очень прост в построении и использовании. Точки наносятся на график в том порядке, в каком они были собраны. Поскольку они обозначают изменение характеристики во времени, очень существенна последовательность данных.

Опасность в использовании временного ряда заключается в тенденции считать важным любое изменение данных во времени.

Временной ряд, как и другие виды графической техники, следует использовать, чтобы сосредоточить внимание на действительно существенных изменениях в системе.

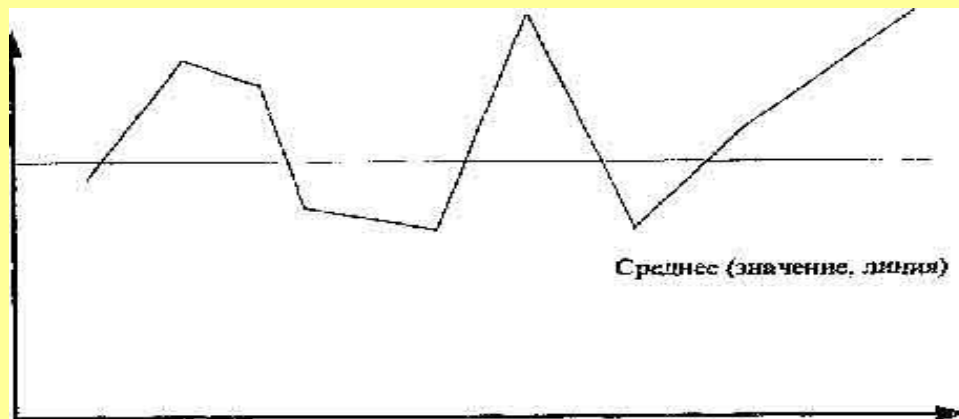
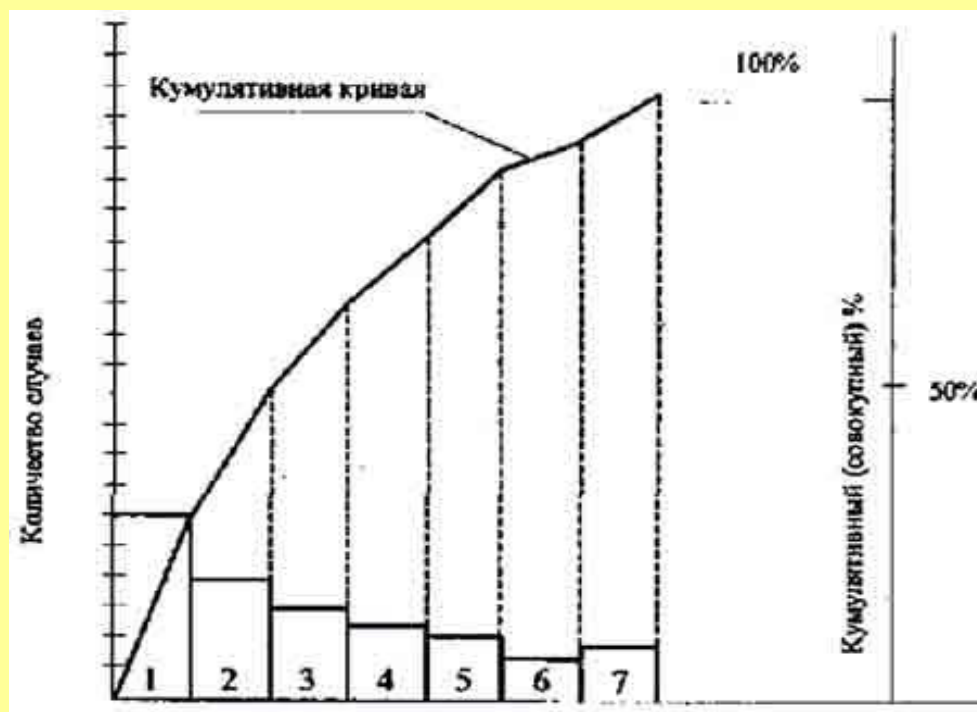


Рис. 3. Временной ряд

Одно из наиболее эффективных применений временного ряда заключается в выявлении существенных тенденций или изменений средней величины (рис. 3.).

# ДИАГРАММА ПАРЕТО

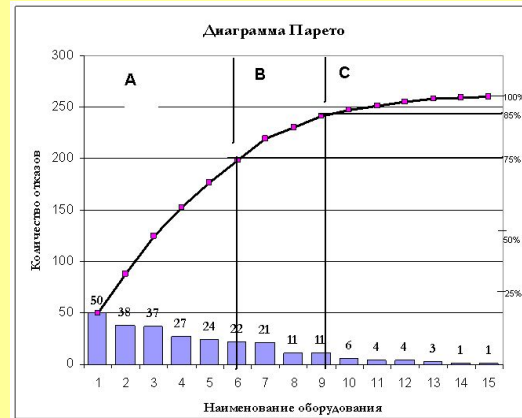
Диаграмма Парето - это особая форма вертикального столбикового графика, которая помогает определить, какие имеются проблемы, и выбрать порядок их решения. Построение диаграммы Парето, основанное или на контрольных листках или на других формах сбора данных помогает привлечь внимание и усилия к действительно важным проблемам. Можно достичь большего, занимаясь самым высоким столбиком, не уделяя внимание меньшим столбикам (рис. 4).



**Применяется, когда требуется представить относительную важность всех проблем или условий с целью выбора отправной точки для решения проблем, проследить за результатом или определить основную причину проблемы.**

Рис. 4. Диаграмма Парето

## Порядок построения диаграммы Парето



1. Выберите проблемы, которые необходимо сравнить и расположите их в порядке важности (путем мозговой атаки, используя существующие данные - отчеты).
2. Определите критерий для сравнения единиц измерения (натуральные или стоимостные характеристики).
3. Наметьте период времени для изучения.
4. Сгруппируйте данные по категориям, сравните критерии каждой группы.
5. Перечислите категории слева направо на горизонтальной оси в порядке уменьшения значения критерия. В последний столбик включите категории, имеющие наименьшее значение.

# ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ ДИАГРАММА (диаграмма Исикавы)

Диаграмма Исикавы («рыбий скелет») применяется, когда требуется исследовать и изобразить все возможные причины определенных проблем или условий.

Позволяет представить соотношения между следствием, результатом и всеми возможными причинами, влияющими на них. Следствие, результат или проблема обычно обозначаются на правой стороне схемы, а главные воздействия или "причины" перечисляются на левой стороне (рис.5 )

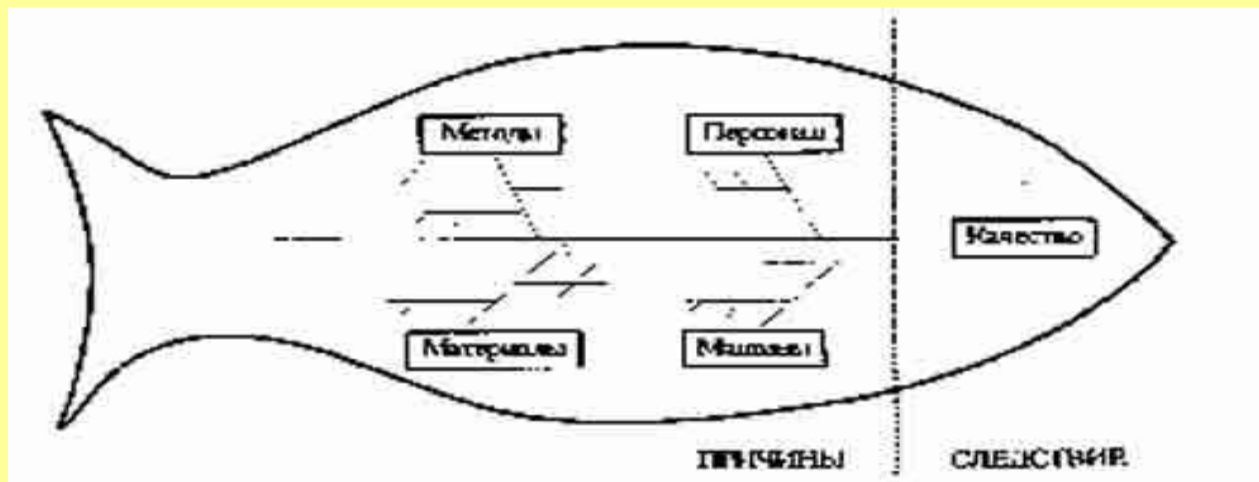


Рис. 5. Диаграмма Исикавы

# Порядок построения причинно-следственной диаграммы Исикавы

## 1 Начинаяте процесс с описания выбранной проблемы, а именно:

- ✓ где она возникает
- ✓ когда проявляется
- ✓ как далеко распространяется
- ✓ ее особенности

## 2 Перечислите причины, необходимые для построения причинно-следственной диаграммы одним из следующих способов:

- ✓ проведите мозговую атаку, на которой обсудите все возможные причины без предварительной подготовки
- ✓ внимательно проследите все стадии производственного процесса  
и на контрольных листках укажите возможные причины

## 3 Постройте действительную причинно-следственную диаграмму возникающей проблемы.

## 4 Попытайтесь дать толкование всем взаимосвязям

Чтобы отыскать основные причины проблемы, ищите причины, которые повторяются.  
Основные причинные категории нужно записывать в самом общем виде.  
Используйте как можно меньше слов.

# ГИСТОГРАММА

Применяется, когда требуется исследовать и представить распределение данных о числе единиц в каждой категории с помощью столбикового графика. Как мы уже видели на диаграмме Парето, очень полезно представить в форме столбикового графика частоту, с которой появляется определенное событие (так называемое частотное распределение).

Однако, диаграмма Парето имеет дело только с характеристиками продукции или услуги: типами дефектов, проблемами, угрозой безопасности и т. п.

Гистограмма, напротив, имеет дело с измеряемыми данными (температура, толщина) и их распределением. Распределение может быть критическим, т.е. иметь максимум. Многие повторяющиеся события дают результаты, которые изменяются во времени.

Гистограмма обнаруживает количество вариаций, которые имеет процесс.

Типичная гистограмма может выглядеть так, как показано на рис. 6.

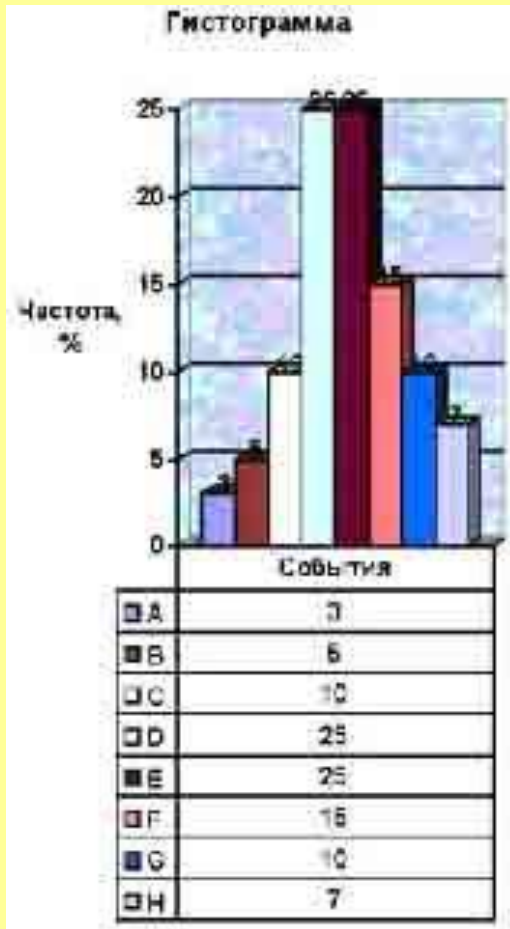


Рис. 6. Гистограмма

# ГИСТОГРАММА

Количество классов (столбиков на графике) определяется тем, как много взято образцов или сделано наблюдений.

Некоторые процессы по своей природе искажены (несимметричны), поэтому не следует ожидать, что каждое распределение будет иметь форму колоколообразной кривой.

Не доверяйте точности данных, если классы внезапно остановились на какой-то точке, например, границе спецификации, хотя перед этим число не уменьшалось.

Если у кривой имеется два пика, это означает, что данные собраны из двух или более различных источников, т.е. смен, машин и т.п.

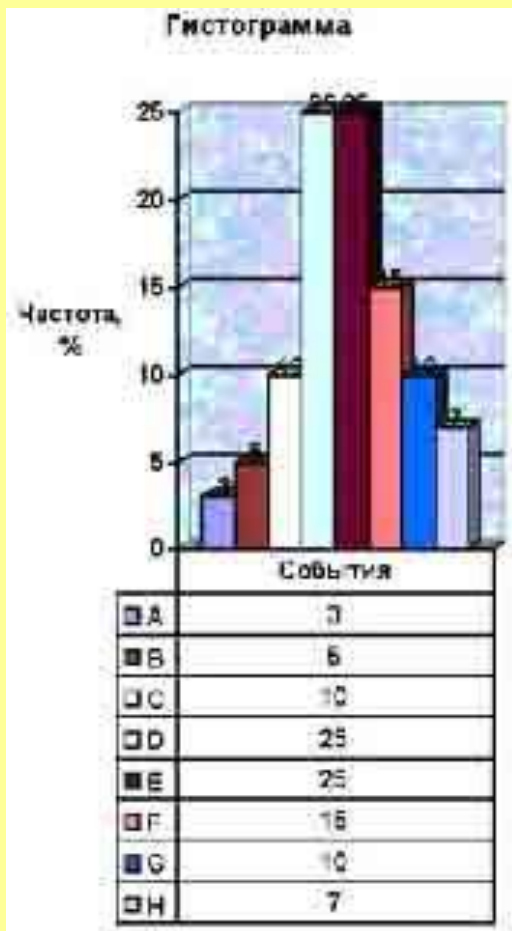


Рис. 6. Гистограмма



# ДИАГРАММА РАЗБРОСА (РАССЕЯНИЯ)

Применяется, когда требуется представить, что происходит с одной из переменных величин, если другая переменная изменяется, и проверить предположение о взаимосвязи двух переменных величин.

Диаграмма рассеяния используется для изучения возможной связи между двумя переменными величинами.

Глядя на диаграмму рассеяния нельзя утверждать, что одна переменная служит причиной для другой, однако диаграмма проясняет, существует ли связь между ними и какова сила этой связи.

Диаграмма рассеяния строится в таком порядке: по горизонтальной оси откладываются измерения величин одной переменной, а по вертикальной оси - другой переменной.

Вид типичной диаграммы рассеяния представлен на рис. 7.

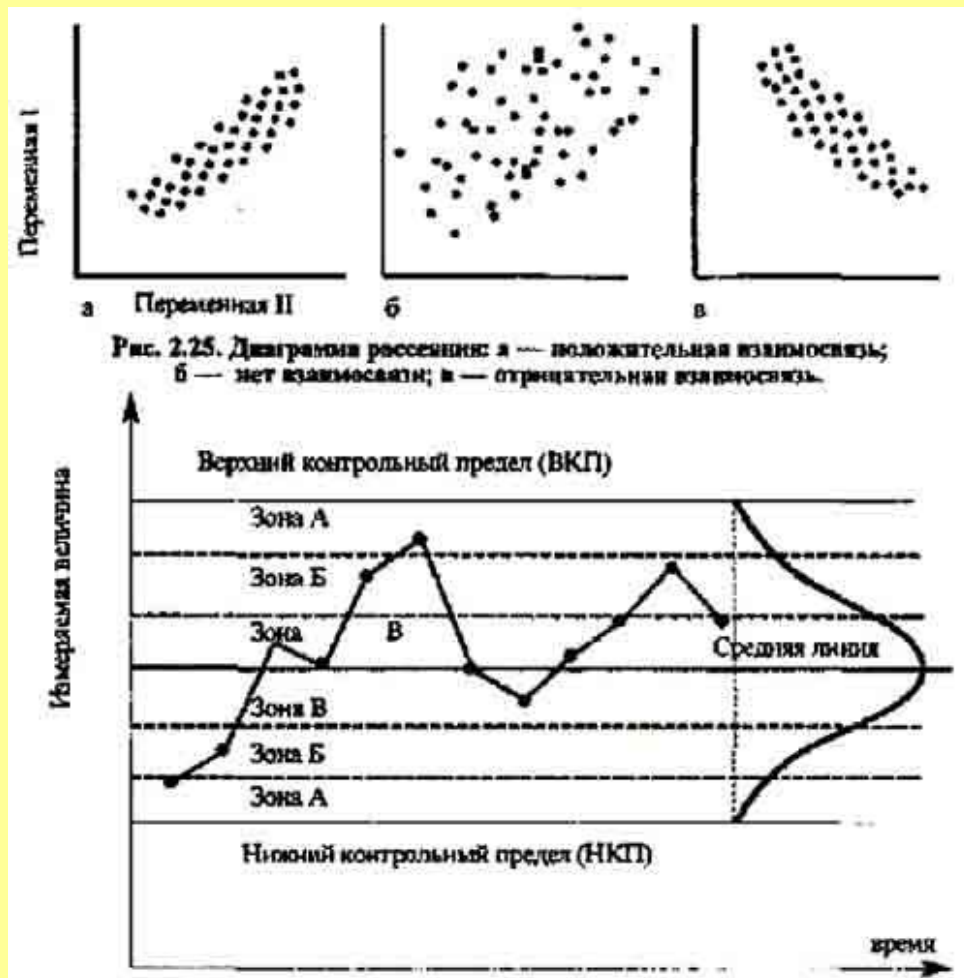


Рис. 7. Типичная диаграмма рассеяния

# КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА

**Одним из основных инструментов в обширном арсенале статистических методов контроля качества являются контрольные карты.**

Принято считать, что **идея контрольной карты принадлежит известному американскому статистику Уолтеру Л. Шухарту.**

Она была высказана в 1924 г. и обстоятельно описана в 1931 г.

Первоначально они использовались для регистрации результатов измерений требуемых свойств продукции. Выход параметра за границы поля допуска свидетельствовал о необходимости остановки производства и проведении корректировки процесса в соответствии со знаниями специалиста, управляющего производством.

Это давало информацию о том, когда, кто, на каком оборудовании получал брак в прошлом.

Однако, в этом случае решение о корректировке принималось тогда, когда брак уже был получен. Поэтому **важно было найти процедуру, которая бы накапливала информацию не только для ретроспективного исследования, но и для использования при принятии решений.** Это предложение опубликовал американский статистик И. Пейдж в 1954 г.

**Карты, которые используются при принятии решений называются кумулятивными.**

# КОНТРОЛЬНАЯ КАРТА

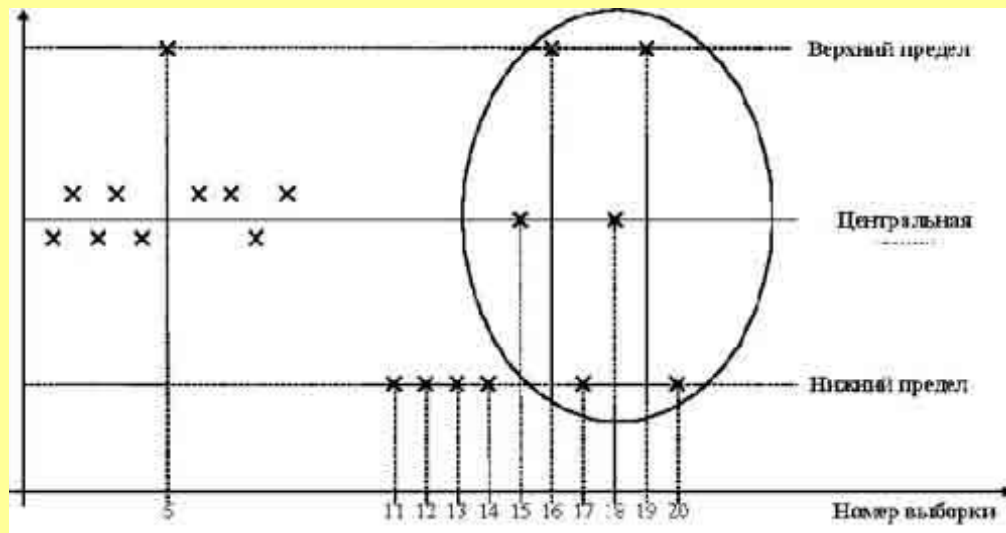


Рис. 8 Контрольная карта

Контрольная карта (рис. 8) состоит из

- центральной линии,
- двух контрольных пределов (над и под центральной линией)
- и значений характеристики (показателя качества),

нанесенных на карту для представления состояния процесса.

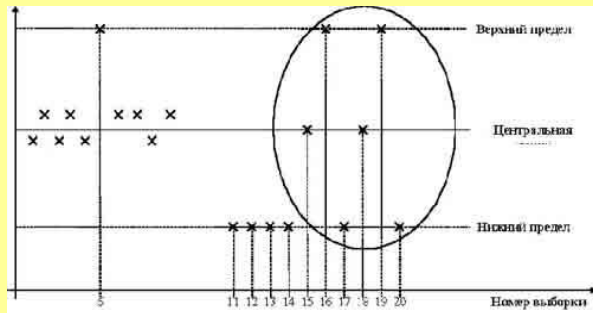


Рис. 8 Контрольная карта

В определенные периоды времени отбирают (все подряд; выборочно; периодически из непрерывного потока и т. д.)  $n$  изготовленных изделий и измеряют контролируемый параметр. Результаты измерений наносят на контрольную карту, и в зависимости от этого значения принимают решение о корректировке процесса или о продолжении процесса без корректировок. Сигналом о возможной разладке технологического процесса могут служить:

- \* выход точки за контрольные пределы (процесс вышел из-под контроля);
- \* расположение группы последовательных точек около одной контрольной границы, но не выход за нее, что свидетельствует о нарушении уровня настройки оборудования;
- \* сильное рассеяние точек на контрольной карте относительно средней линии, что свидетельствует о снижении точности технологического процесса

При наличии сигнала о нарушении производственного процесса должна быть выявлена и устранена причина нарушения. Таким образом, **контрольные карты используются для выявления определенной причины, но не случайной.**

Под определенной причиной следует понимать существование факторов, которые допускают изучение. Разумеется, что таких факторов следует избегать.

**Вариация же, обусловленная случайными причинами** необходима, она неизбежно встречается в любом процессе, даже если технологическая операция проводится с использованием стандартных методов и сырья. **Исключение случайных причин вариации невозможно технически или экономически целесообразно.**

Контролироваться должны естественные колебания между пределами контроля. Нужно убедиться, что выбран правильный тип контрольной карты для определенного типа данных. **Данные должны быть взяты точно той последовательности, как они собраны, иначе они теряют смысл.**

Не следует вносить изменений в процесс в период сбора данных. Данные должны отражать, как процесс идет естественным образом.

**Контрольная карта может указать на наличие потенциальных проблем до того, как начнется выпуск дефектной продукции.**

Существуют два основных типа контрольных карт:

для качественных признаков (годен - негоден)  
и для количественных признаков.

Таким образом,

целями применения контрольных карт могут быть:

1. выявление неуправляемого процесса;
2. контроль за управляемым процессом;
3. оценивание возможностей процесса.

# ПРИМЕР ПРИМЕНЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ

1. В подразделении существует проблема: **большое количество отказов оборудования тепловозов после проведения планового вида ремонта.**
2. Выбираем область, которую будем обследовать для установления причины возникновения проблем – **регистрация отказов оборудования в Книге приемщиков локомотивов.**

Для сбора статистических данных рекомендуется использовать **контрольный листок**, куда заносятся исследуемые данные.

## Составляем контрольный листок

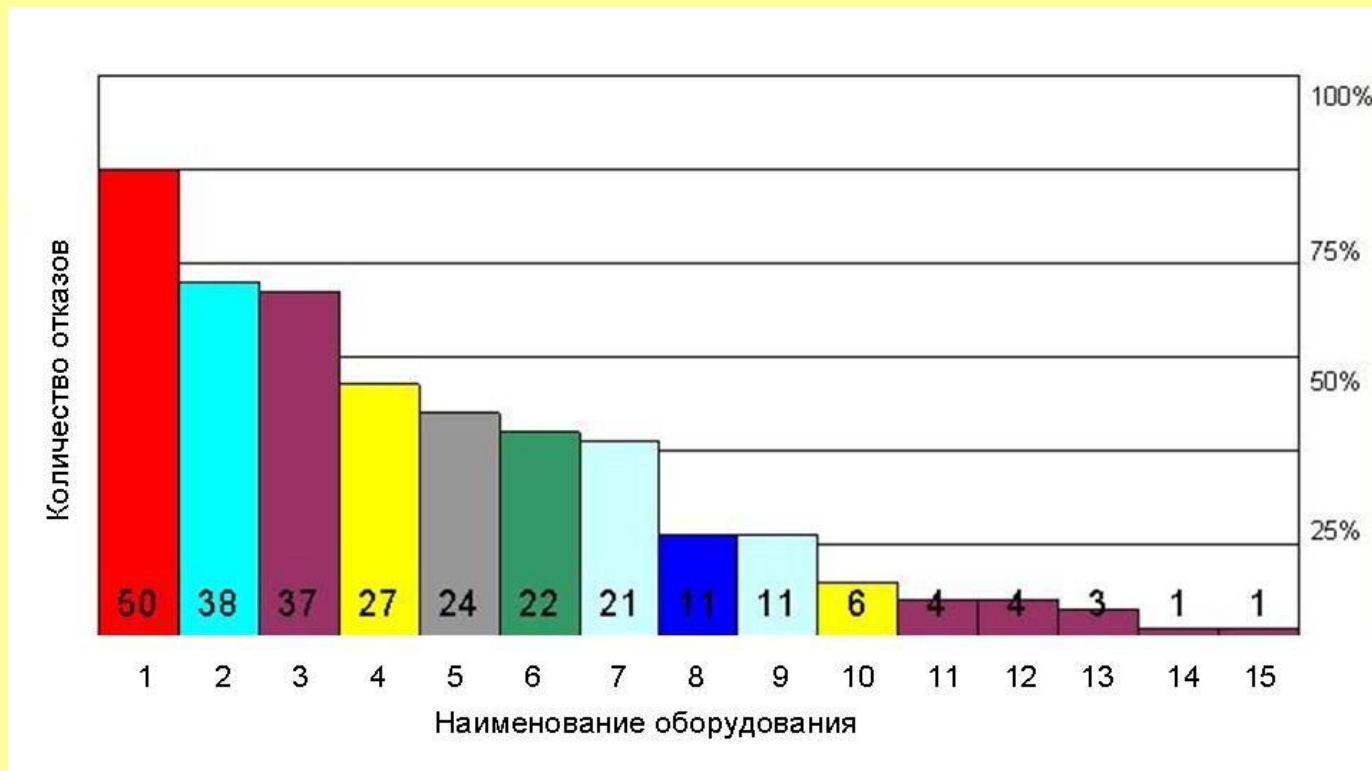
Наименование оборудования	Фиксирование отказов	Кол-во отказов
Коленчатый вал, его подшипники.	****	4
Цилиндро-поршневая группа.	***** *****	50
Топливная аппаратура, РЧО.	***** *****	37
Агрегаты наддува.	*****	6
Система наддува	***** *	11
Выхлопная система	***** ***** ****	24
Оборудование для очистки и подачи топлива	*	1
Система охлаждения.	***** *****	38
Оборуд. для очистки и подачи масла, маслопровод.	***** ***** **	22
Холодильное устройство, жалюзи, привод вентилятора.	***** ***** *****	27
Привод силовых механизмов.	*	1
Компрессор, автотормозное оборудование, трубопровод.	***** ***** *	21
Вентиляторы охл.ТЭД.	***** *	11
Тяговый генератор.	****	4
Тяговый двигатель.	***	3

Преобразуем таблицу, выстроив строки по мере убывания.

№ п/п	Наименование оборудования	Фиксирование отказов	Кол-во отказов
1	Цилиндро-поршневая группа.	***** *****	50
2	Система охлаждения.	***** *****	38
3	Топливная аппаратура, РЧО.	***** *****	37
4	Холодильное устройство, жалюзи, привод вентилятора.	***** *****	27
5	Выхлопная система	***** ****	24
6	Оборуд. для очистки и подачи масла, маслопровод.	***** **	22
7	Компрессор, автотормозное оборудование, трубопровод.	***** *	21
8	Система наддува	***** *	11
9	Вентиляторы охл.ТЭД.	***** *	11
10	Агрегаты наддува.	*****	6
11	Коленчатый вал, его подшипники.	****	4
12	Тяговый генератор.	****	4
13	Тяговый двигатель.	***	3
14	Оборудование для очистки и подачи топлива	*	1
15	Привод силовых механизмов.	*	1

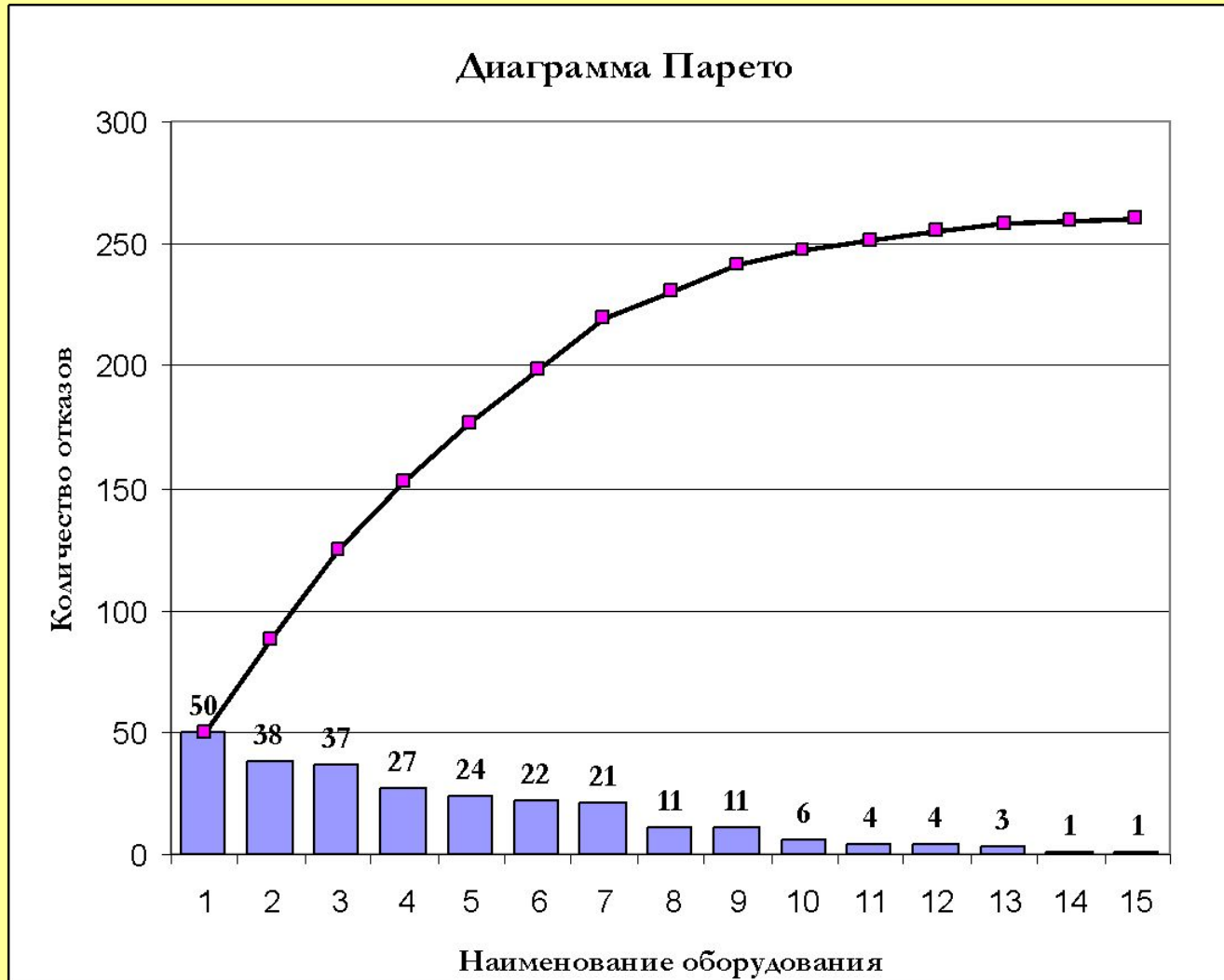


- По данным таблицы строим координатную сетку, где Y- количество случаев, X- наименование оборудования. Наименование оборудования можно заменить порядковыми номерами из таблицы.
- Выстраиваем гистограммы, расположив столбцы в порядке убывания.



## 5. Выстраиваем куммулятивную кривую.

Каждая последующая точка определяется приращением по оси Y к предыдущей величине столбца.



6. С правой стороны координатной сетки наносим шкалу в процентах, точка 100% находится в месте пересечения кумулятивной кривой с вертикальной шкалой.
7. На уровне 70-80% и 80-95% проводим горизонтальные линии до пересечения с кумулятивной кривой и опускаем из точек пересечения на ось X перпендикуляры

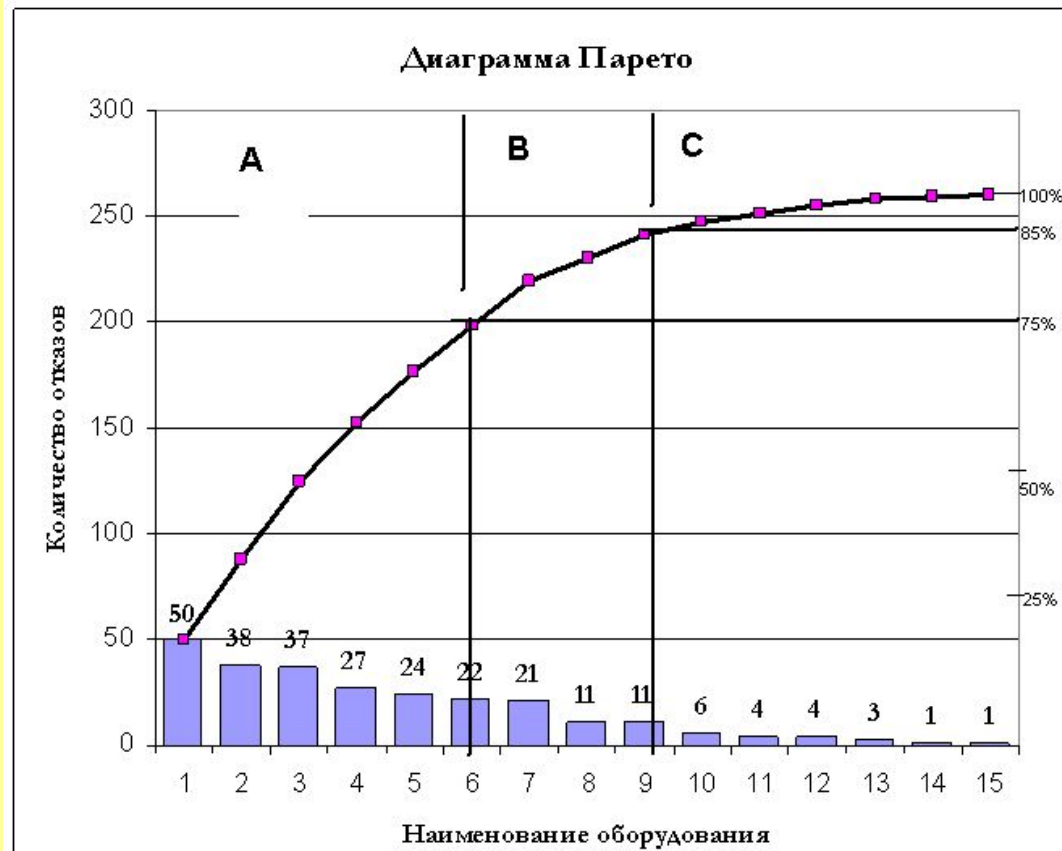
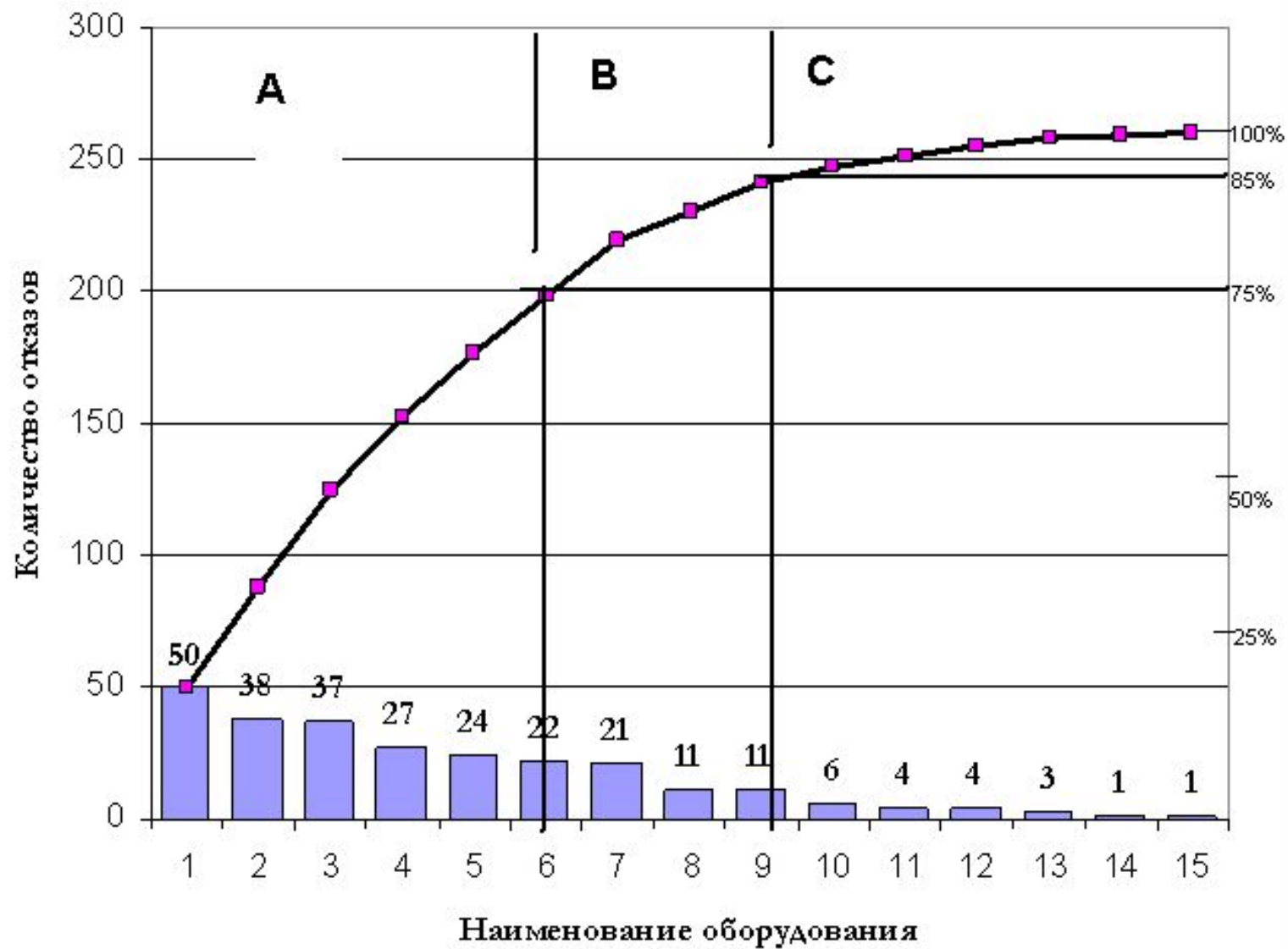


Диаграмма Парето

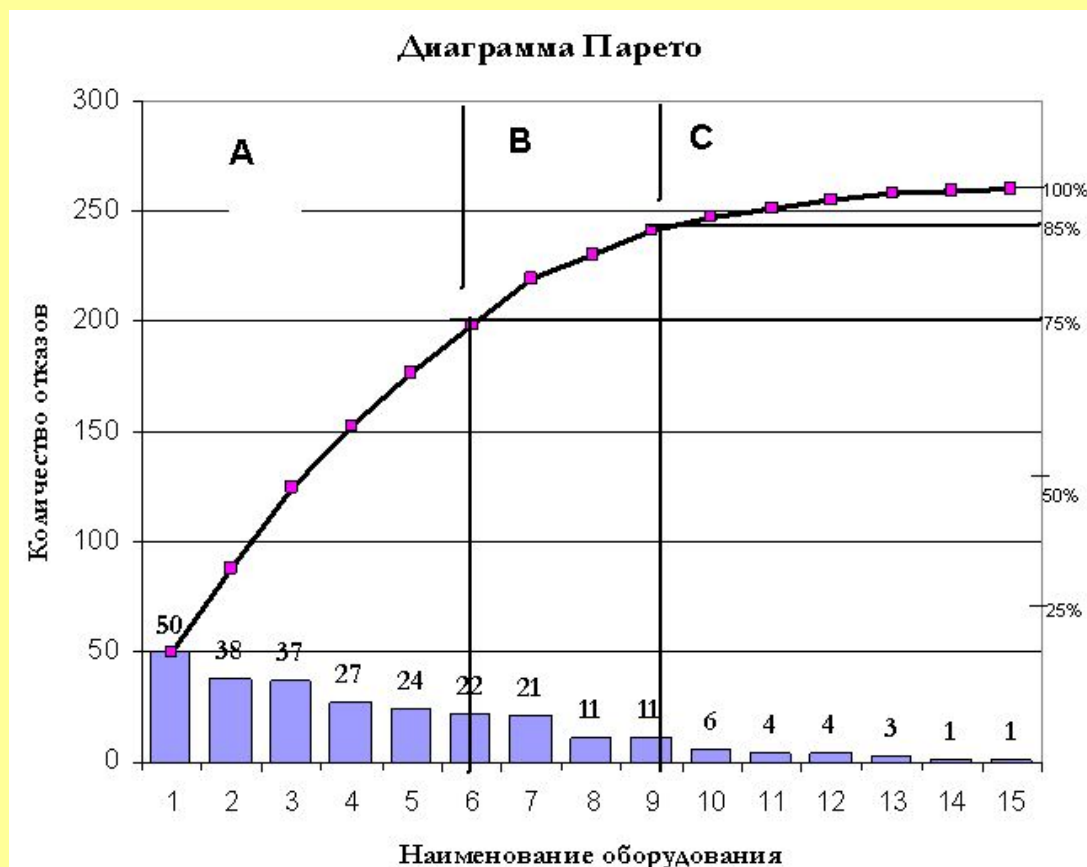


8. У нас получились три области – А, В и С.

**Область В – нормальное течение процесса.** Эту область можно расширить или заузить, в зависимости от того, насколько строгие требования предъявляются к процессу.

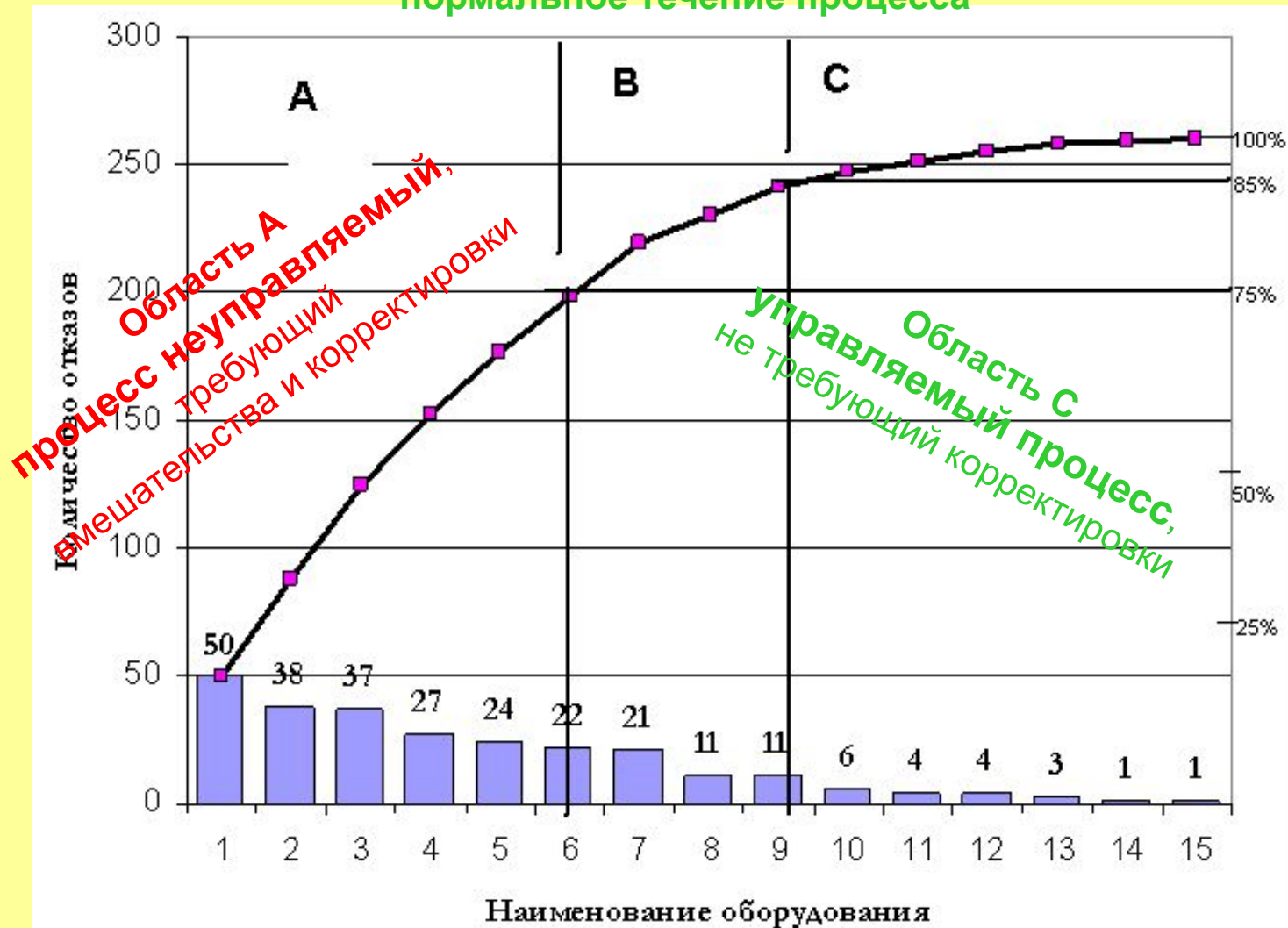
**Область С – управляемый процесс, не требующий корректировки.**

**Область А – процесс неуправляемый, требующий вмешательства и корректировки.**



# Диаграмма Парето

Область В  
нормальное течение процесса



Область В можно расширить или заузить, в зависимости от того, насколько строгие требования предъявляются к процессу.

9. На диаграмме видно, что вмешательства требуют первые пять процессов ремонта оборудования:

<b>1</b>	<b>Цилиндро-поршневая группа.</b>
<b>2</b>	<b>Система охлаждения.</b>
<b>3</b>	<b>Топливная аппаратура, РЧО.</b>
<b>4</b>	<b>Холодильное устройство, жалюзи, привод вентилятора.</b>
<b>5</b>	<b>Выхлопная система</b>

## 10. Чтобы разобраться в причинах проблемы строим причинно-следственную диаграмму Исикавы.

Выстраиваем «Рыбий скелет»:

Следствие, результат или проблема обычно обозначаются на правой стороне схемы, а главные воздействия или "причины" перечисляются на левой стороне.

Чаще всего **главные воздействия определяются по правилу 5М:**

- **M1** – machine (оборудование);
- **M2** – material (материал);
- **M3** – man (персонал);
- **M4** – method (технология);
- **M5** – measure (измерение).

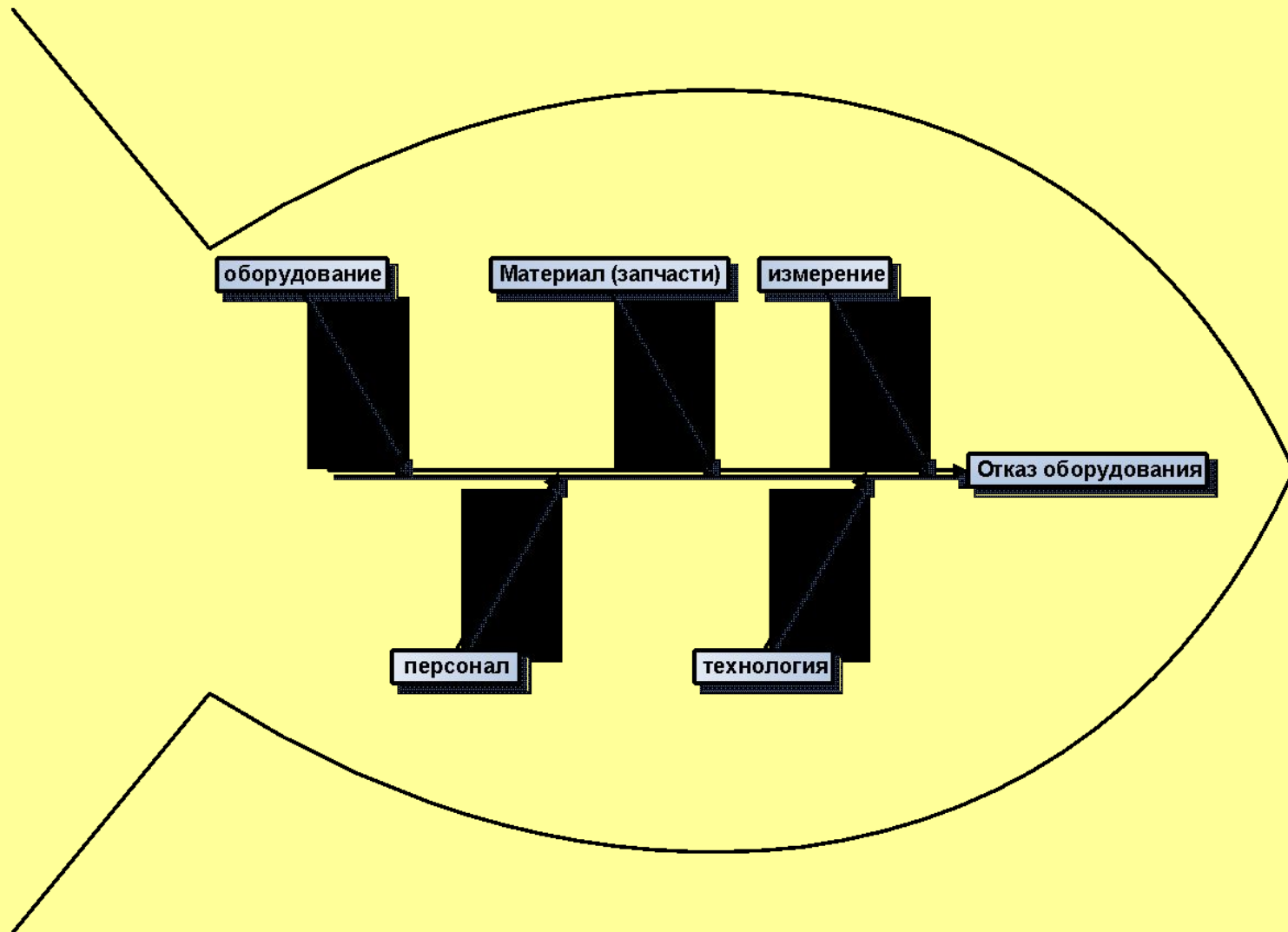
Иногда к этим пяти основным причинам прибавляют еще две (получается **правило 7М**):

- **M6** – management (управление);
- **M7** – milieu (окружающая среда) или moral (этика).

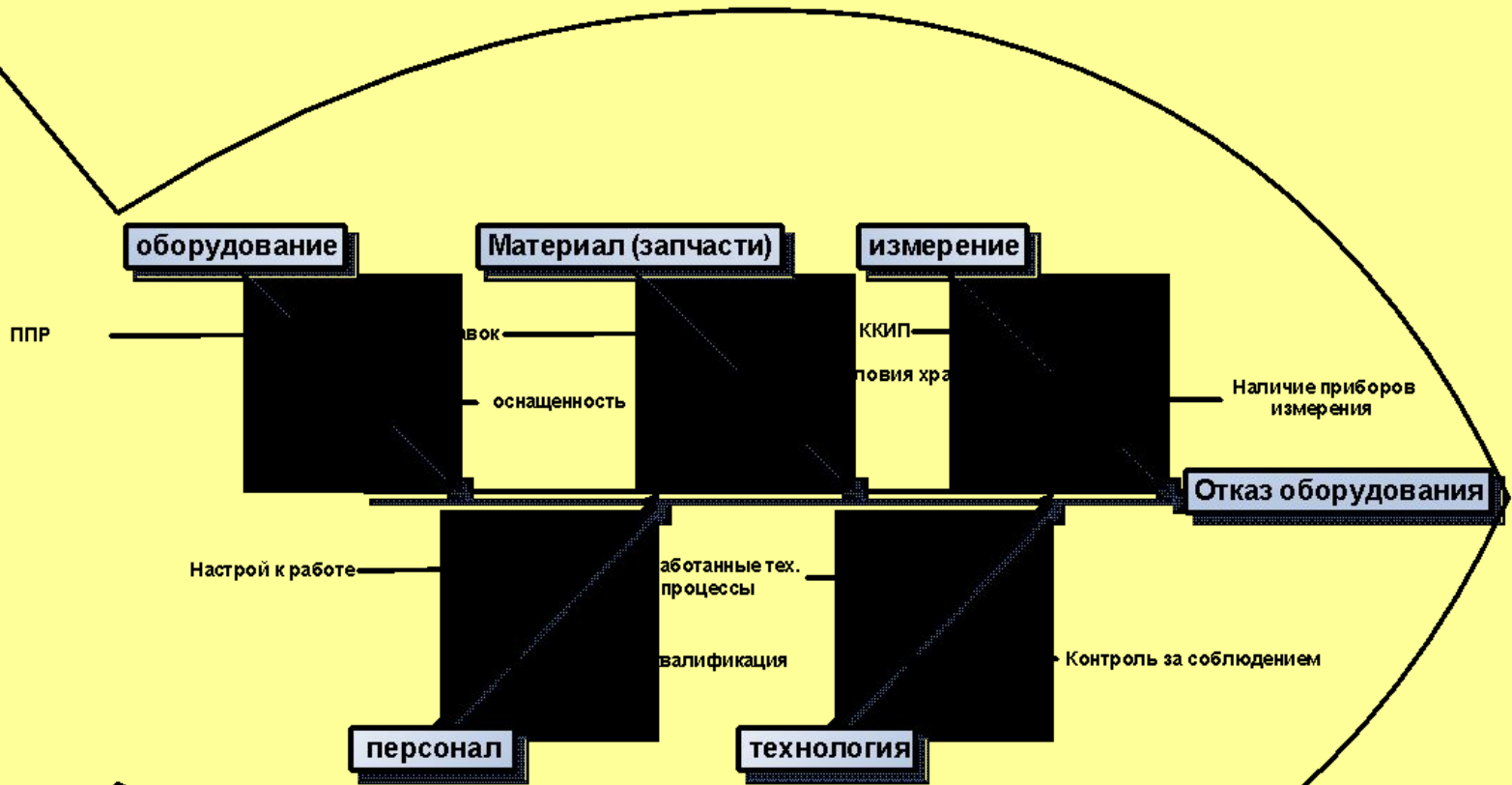


**На нашем примере:**

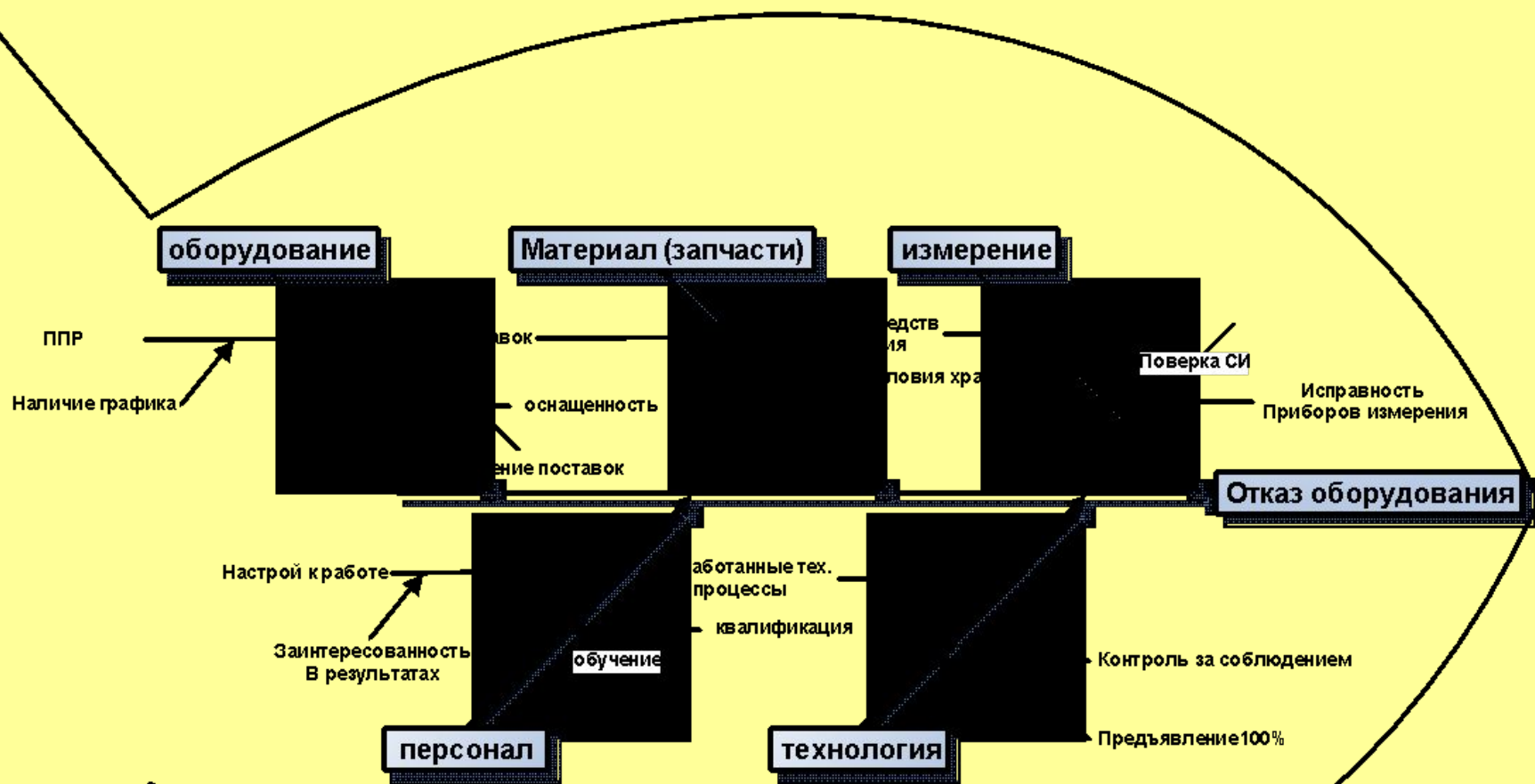
**Находятся причины первого уровня:**



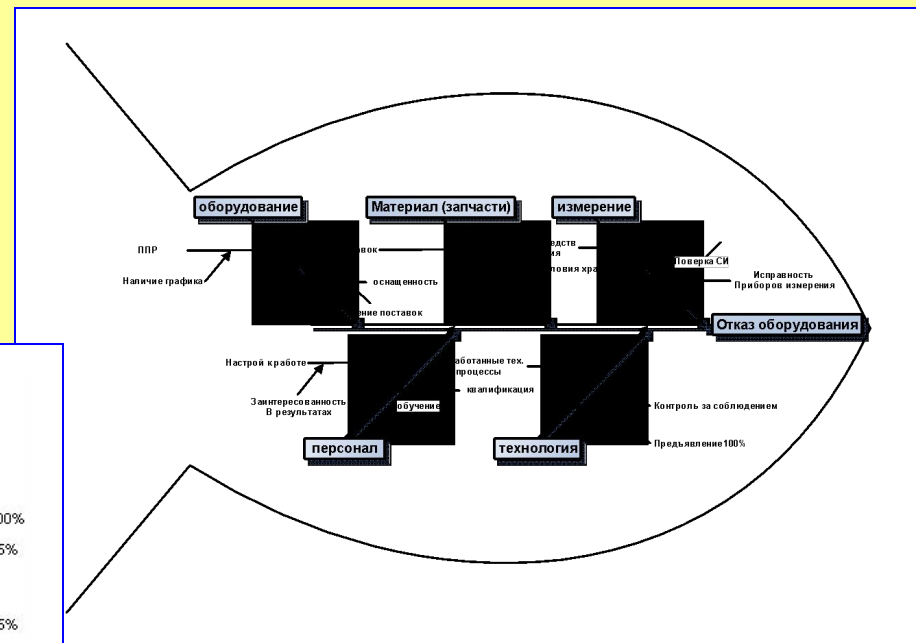
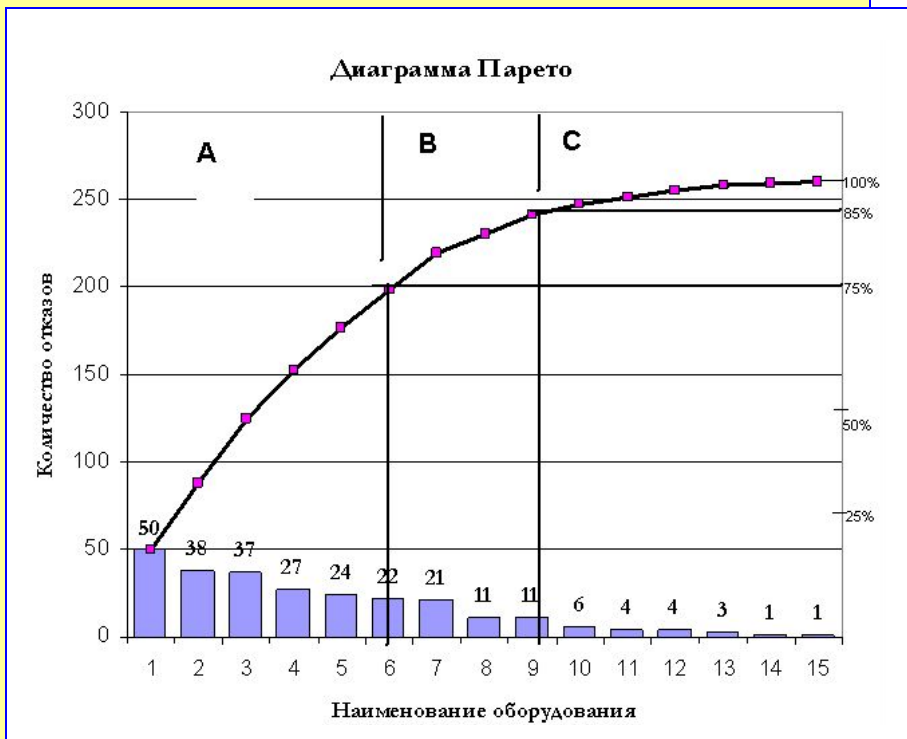
## Далее находятся причины второго уровня:



## Затем третьего уровня:



- 11. Методом «мозгового штурма» определяются важные причины.
- 12. Наносятся на диаграмму наименование, ФИО оператора и т.д.



## **Вывод**

**Применение статистических методов управления качеством в локомотивном депо позволит получить следующие результаты:**

- ✓ возможность детальной проработки существующих проблем;
- ✓ проведение анализа существующей проблемы по данным первичной документации;
- ✓ возможность вовлечения в решение проблем в области качества работников всех уровней управления;
- ✓ возможность отработки навыков командной работы.