

# Материалы для лекции

## Тема №4: Методология современного менеджмента качества



**Единичный показатель качества-** показатель, относящийся только к одному из свойств объекта

**Комплексный показатель качества-** показатель относящийся к нескольким его свойствам. Комплексный показатель позволяет в целом охарактеризовать качество объекта или группу его свойств. В менеджменте качества чаще всего комплексные показатели рассчитываются по принципу средневзвешенного.

$$И = \frac{\mathcal{Э}}{\mathcal{З}_c + \mathcal{З}_\mathcal{Э}}$$

где  $\mathcal{Э}$ - суммарный полезный эффект от эксплуатации или потребления продукции (например пробег грузового автомобиля в тонно-километрах за срок службы до капитального ремонта),

$\mathcal{З}_c$  - суммарные затраты на создание продукции (разработка, монтаж и другие единовременные затраты)

$\mathcal{З}_\mathcal{Э}$  - суммарные затраты на эксплуатацию продукции (техническое обслуживание, ремонты и пр.).

• Характеризуют полезный эффект от эксплуатации и использования продукции, обуславливают область ее применения

• Эффективность конструкторско-технологических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте

• Свойство продукции выполнять заданные функции, сохраняя во времени значение эксплуатационных показателей

• затраты на разработку и эксплуатацию, экономическая эффективность во время эксплуатации

• Степень использования в конкретном изделии стандартизированных деталей, блоков и др. составных частей, а также уровень унификации изделия

• Эстетические свойства продукции: выразительность, гармоничность, целостность и пр.

• комплекс гигиенических, психологических, антропометрические, физиологические и психофизиологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах

• Степень патентной защиты изделия в РФ и за рубежом, а также уровень патентной чистоты изделия

Для оценки **систем качества** используют следующие группы показателей:

- Показатели общего состояния системы (целенаправленность, надежность, адаптивность, самоуправляемость)
- Показатели производственной подсистемы качества, включающей уровни ее элементов и компонентов
- Показатели управляющей подсистемы, включающей все уровни ее элементов и компонентов
- Показатели обеспечивающих подсистем, характеризующие каждую из них.

# Методы определения показателей качества

## Объективные

Использование технических измерительных средств, регистрации событий, фактов, выполнении расчетов и вычислений

Измерительные  
Расчетные  
Регистрационные


## Субъективные

Восприятие органами чувств человека, сборе и учете различных мнений, на решениях, принимаемых группой экспертов, специалистов и консультантов

Органолептические  
Социологические  
Экспертные

## **Оценка уровня качества состоит из следующих этапов:**

- Выбор номенклатура показателей качества и обоснование ее необходимости и достаточности.
- Выбор и разработка методов определения значений показателей качества.
- Выбор базовых значений показателей и исходных данных для определения фактических значений показателей качества оцениваемой продукции.
- Определение фактических значений показателей качества и сравнение их с базовыми.
- Сравнительный анализ вариантов возможных решений и нахождение наилучшего.
- Обоснование рекомендаций для принятия управленческого решения.



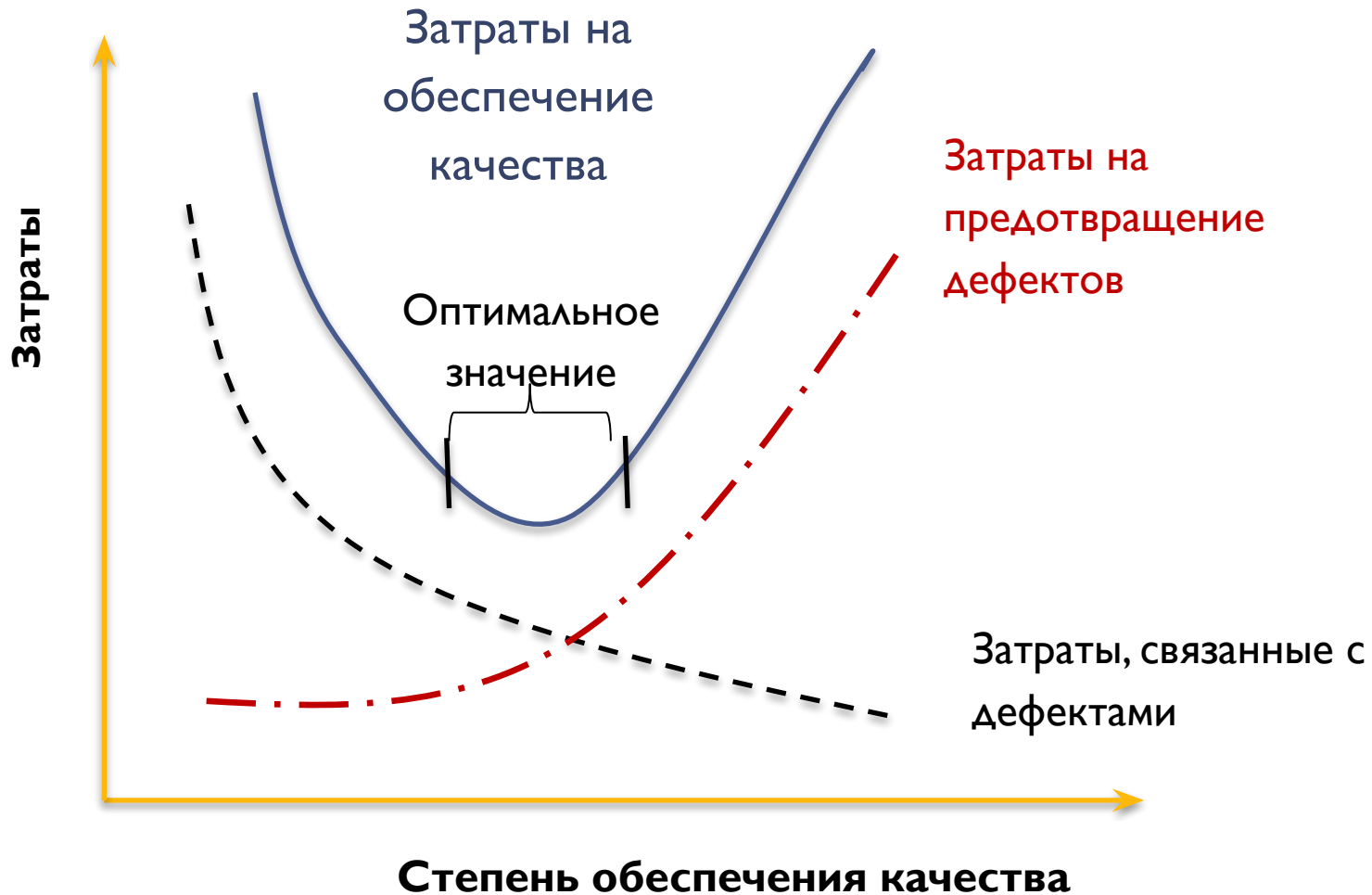
**В практике управления качеством  
используются в основном следующие  
методы:**

- Экономические
- Организационно-распорядительные
- Социально-психологические
- Статистические



## **Выделяют три вида затрат на качество:**

- ***Затраты на улучшение качеством*** - затраты, направленные на удовлетворение предполагаемых требований потребителя
- ***Затраты на обеспечение качества*** - затраты, произведенные для удовлетворения потребителем установленных требований к качеству продукции или услуг
- ***Затраты на управление качеством*** - затраты на разработку и реализацию корректирующих и предупредительных мер, необходимых для устранения выявленных несоответствий продукции



## Экономический эффект от повышения качества продукции в сфере потребления (Эпотр)


$$\text{Э}_{\text{потр}} = (\text{И}_1 + \text{E}_\text{н} \text{K}_1) \text{y} - (\text{И}_2 + \text{E}_\text{н} \text{K}_2),$$

где  $\text{И}_1, \text{И}_2$  - себестоимость единицы работы (эксплуатационные издержки), выполняемой изделием, принятым за базу для сравнения вариантом и изделием с повышенными показателями качества.

$\text{K}_1$  и  $\text{K}_2$  - капитальные вложения (цена) потребителя, использующего изделие, которое принято за базу и изделие с повышенными показателями качества.

$\text{E}_\text{н}$  - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

$\text{y}$  - коэффициент, учитывающий соотношение показателей качества изделий для определения тождества эффекта.


$$y = \omega * \alpha_n * \beta * \delta ,$$

где  $\omega$ - коэффициент эквивалентности по техническим показателям базового изделия и изделия с улучшенными показателями.

$\alpha_n$  - коэффициент, учитывающий дополнительные потребительские свойства изделия, определяемые экспертным путем в баллах.

$\beta$ - коэффициент учитывающий надежность изделия в эксплуатации (отношение наработки на отказ нового изделия и базового)

$\delta$  –коэффициент, учитывающий срок службы изделия.

## Годовой экономический эффект в сфере производства продукции ( $\text{Э}_{\text{пр}}$ )

$$\text{Э}_{\text{пр}} = (\Delta\Pi - E_{\text{н}}\Delta K),$$

где  $\Delta K$ -дополнительные капитальные вложения связанные с освоением и выпуском изделий повышенного качества

$\Delta\Pi$ -дополнительная прибыль, полученная в результате освоения, выпуска и реализации изделий повышенного качества.

$E_{\text{н}}$ -нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений.

# Организационно-распорядительные методы

- **Регламентирования** (общеорганизационного, функционального, должностного, структурного)
- **Стандартизации** (на основе стандартов различного уровня и статуса)
- **Нормирования** (на базе норм времени, численности, соотносительности, численных величин)
- **Инструктирования** (ознакомления, объяснения, совета, предостережения, разъяснения)
- **Распорядительных воздействий** (на основе приказов, распоряжений, указаний, постановлений)
- **Приказы и распоряжения** по управлению качеством;
- **Контроль за исполнением требований и решений** по управлению и обеспечению качества.

# Социально-психологические методы управления качеством

- способы повышения самодисциплины, ответственности, инициативы и творческой активности каждого члена коллектива, а также коллективов подразделений по улучшению качества и совершенствованию управления им;
- формы морального стимулирования высокого качества результатов труда;
- приемы улучшения в коллективе психологического климата, включающие способы ликвидации конфликтов, рационального стиля управления качеством, подбора и обеспечения психологической совместимости сотрудников;
- способы учета психологических особенностей членов трудовых коллективов при обеспечении качества;
- приемы формирования мотивов трудовой деятельности членов коллективов, направленных на достижение требуемого качества;
- способы сохранения и развития традиций предприятия по обеспечению необходимого качества;

# **Статистические методы контроля качества продукции**

## **Элементарные статистические методы**

- Контрольный лист
- Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы)
- Гистограмма
- Анализ Парето
- График разброса
- Стратификация (расслоение данных)
- Контрольная карта

## **Промежуточные статистические методы**

- Теория выборочных исследований
- Статистический выборочный контроль
- Различные методы проведения статистических оценок и определения критериев
- Метод сенсорных оценок
- Метод планирования эксперимента

## **Методы, рассчитанные на инженеров и специалистов в области управления качеством**

- Передовые методы расчета экспериментов
- Многофакторный анализ
- Различные методы исследования операций



# Контрольный лист

**Назначение контрольного листа — облегчение процесса сбора данных, автоматическое их упорядочивание для дальнейшего использования.**

## Порядок составления контрольного листа:

- Определение типа данных и очередности сбора информации.
- Определение периода времени сбора информации.
- Формулировка заголовка контрольного листка, отражающего тип собираемой информации.
- Определение и составление перечня контролируемых характеристик продукции или процесса.
- Разработка бланка контрольного -листка, максимально удобного для заполнения в соответствии с принятыми правилами

# Контрольный лист

Наименование документа	Контрольный листок по видам дефектов	
Предприятие:	Изделие	
Цех:	Операция	
Участок:	Контролер	
Типы дефектов	Данные контроля	Количество деталей
Деформация	////////////////	20
Царапины	////////	16
Трещины	////////	12
Сколы	////	6
Раковины	////////////////	23
Разрыв	////////	9
Пятна	////////////////	18
Прочие	////////	10
ИТОГО		114

## Контрольная карта

***Графическое представление характеристик (показателей качества) процесса.***

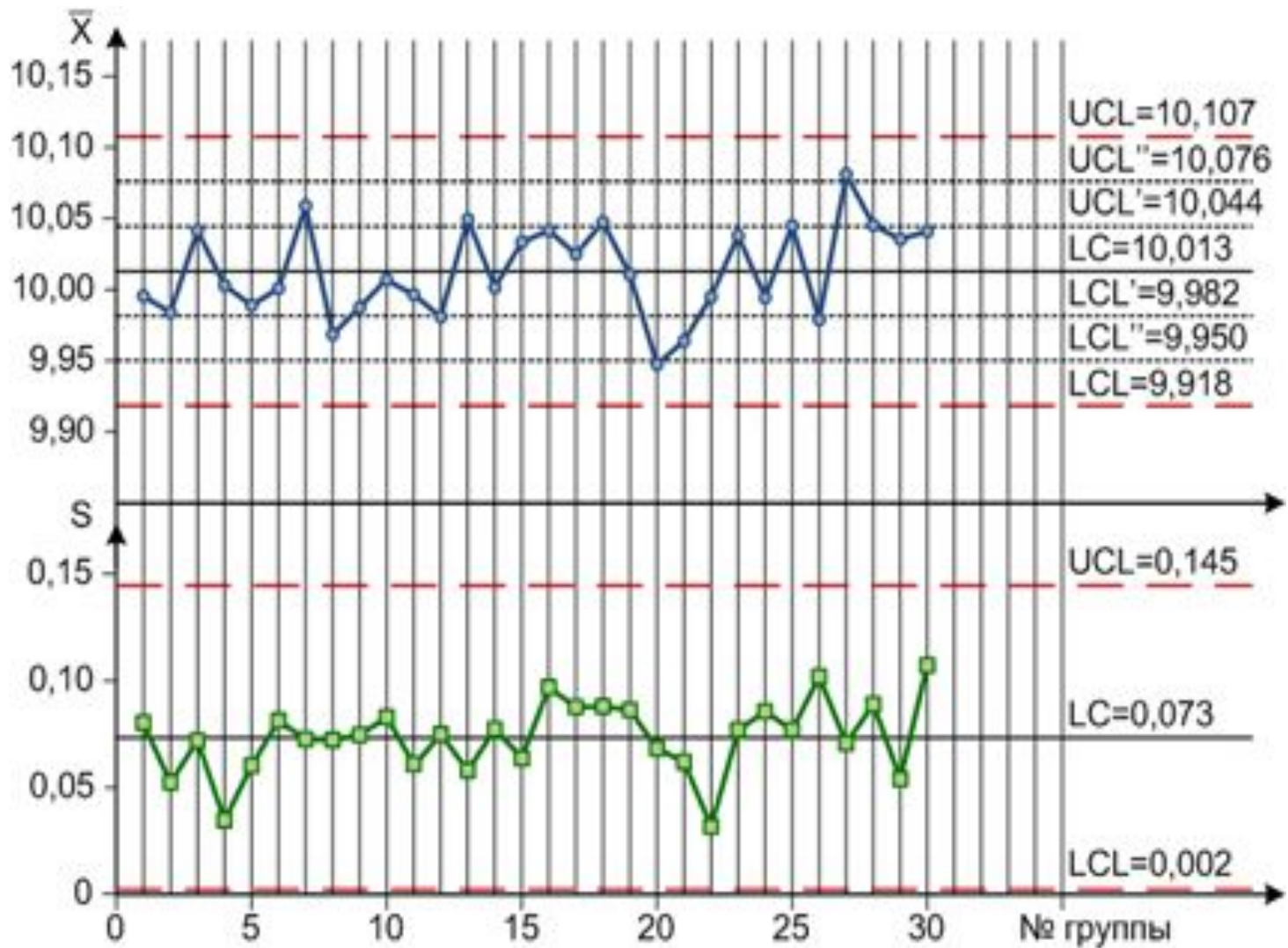
**Применяются в случаях, если необходимо:**

- установить характер неисправностей и дать оценку стабильности процесса;
- установить, нуждается ли процесс в регулировании или его необходимо оставить в прежнем состоянии;
- подтвердить улучшение процесса.

***Типы контрольных карт***

- для регулирования по количественным признакам
- для регулирования по качественным признакам

# Контрольная карта



# Алгоритм построения $\bar{x}$ -R контрольной карты

- Выполняют измерение 20-25 последовательно изготовляемых групп из технологического процесса, т.е. выборки ( $k = 20—25$ ), по 4-5 изделий в группе (объем выборки  $n = 3—7$ ).
- Для каждой группы рассчитывают среднее значение, общее среднее значение.
- Для каждой выборки рассчитывают: размах (диапазон), среднее значение размаха.
- По данным контроля рассчитывают параметры контрольных карт:
  - **для  $\bar{x}$ -карты:** центральная линия  $CL$ , верхняя граница регулирования  $UCL$ , нижняя граница регулирования  $LCL$ .
  - **для  $R$ -карты:** центральная линия  $CL$ , верхняя граница регулирования  $UCL$ , нижняя граница регулирования  $LCL$ .
- Осуществляется построение контрольной карты.
- *Интерпретация результатов контрольной карты.*

# Обозначения

- $n$  — объем подгруппы, число выборочных наблюдений в подгруппе;
- $k$  — число подгрупп;
- $X$  — измеряемая характеристика качества (индивидуальные значения записываются как  $(X_1, X_2, X_3 \dots)$ ). Иногда вместо  $X$  используют  $Y$ ;
- $\bar{X}$  — среднее значение для подгруппы,  $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$  ;
- $\bar{\bar{X}}$  — среднее средних значений подгрупп;
- $Me$  — медиана подгруппы. Для выборки объема  $n$ , значения  $X_1, X_2, X_n$  которой упорядочены по возрастанию или по убыванию, медиана есть центральное значение, если  $n$  нечетно, и среднее двух центральных значений, если  $n$  четно;
- $\bar{Me}$  — среднее значение медиан подгрупп;
- $R$  — размах подгруппы (разность наибольшего и наименьшего значений в подгруппе);

Примечание — В случае контрольной карты индивидуальных наблюдений  $R$  представляет собой скользящий размах, то есть абсолютную разность двух последовательных значений  $|X_1 - X_2|$ ,  $|X_2 - X_3|$  и т. д.

- $\bar{R}$  — среднее значение  $R$  для всех подгрупп;



$s$  — выборочное стандартное (среднее квадратическое) отклонение  $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$

$\bar{s}$  — среднее выборочных стандартных (средних квадратических) отклонений подгрупп

$np$  — число несоответствующих единиц в подгруппе;

$p$  — доля несоответствующих единиц в подгруппе

$$p = \frac{\text{число несоответствующих единиц в подгруппе}}{\text{объем подгруппы}} ;$$

$\bar{p}$  — среднее значение доли несоответствующих единиц

$$\bar{p} = \frac{\text{число несоответствующих единиц во всех подгруппах}}{\text{общее число проверенных единиц}} ;$$

$c$  — число несоответствий в подгруппе;

$\bar{c}$  — среднее значений  $c$  для всех подгрупп;

$u$  — число несоответствий на единицу в подгруппе;

$\bar{u}$  — среднее значение  $u$

$$\bar{u} = \frac{\text{число несоответствий во всех единицах}}{\text{общее число проверенных единиц}} ;$$

## Определение параметров для контрольных карт по количественным признакам

Статистика	Стандартные значения не заданы		Стандартные значения заданы	
	Центральная линия	UCL и LCL	Центральная линия	UCL и LCL
$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}}$	$\bar{\bar{X}} \pm A_2 \bar{R}$ или $\bar{\bar{X}} \pm A_3 \bar{s}$	$X_0$ или $\mu$	$X_0 \pm A \sigma_0$
$R$	$\bar{R}$	$D_3 \bar{R}, D_4 \bar{R}$	$R_0$ или $d_2 \sigma_0$	$D_1 \sigma_0, D_2 \sigma_0$
$s$	$\bar{s}$	$B_3 \bar{s}, B_4 \bar{s}$	$s_0$ или $C_4 \sigma_0$	$B_5 \sigma_0, B_6 \sigma_0$

Примечание — Заданы стандартные значения  $X_0$  или  $\mu$ ,  $R_0, S_0$  или  $\sigma_0$ .



# Определение параметров для контрольных карт по качественным признакам

Статистика	Стандартные значения не заданы		Стандартные значения заданы	
	Центральная линия	UCL и LCL	Центральная линия	UCL и LCL
Индивидуальное значение $X$	$\bar{X}$	$\bar{X} \pm E_2 \bar{R}$	$X_0$ или $\mu$	$X_0 \pm 3 \sigma_0$
Скользкий размах $R$	$\bar{R}$	$D_4 \bar{R}, D_3 \bar{R}$	$R_0$ или $d_2 \sigma_0$	$D_2 \sigma_0, D_1 \sigma_0$

## Примечания

- 1 Заданы стандартные значения  $X_0$  и  $R_0$  или  $\mu$  и  $\sigma_0$ .
- 2  $\bar{R}$  обозначает среднее скользящего размаха из двух наблюдений ( $n = 2$ ).
- 3 Значения коэффициентов  $d_2, D_1, D_2, D_3, D_4$  и косвенно  $E_2 = 3/d_2$  можно получить из таблицы при  $n = 2$ .

# Интерпретация результатов

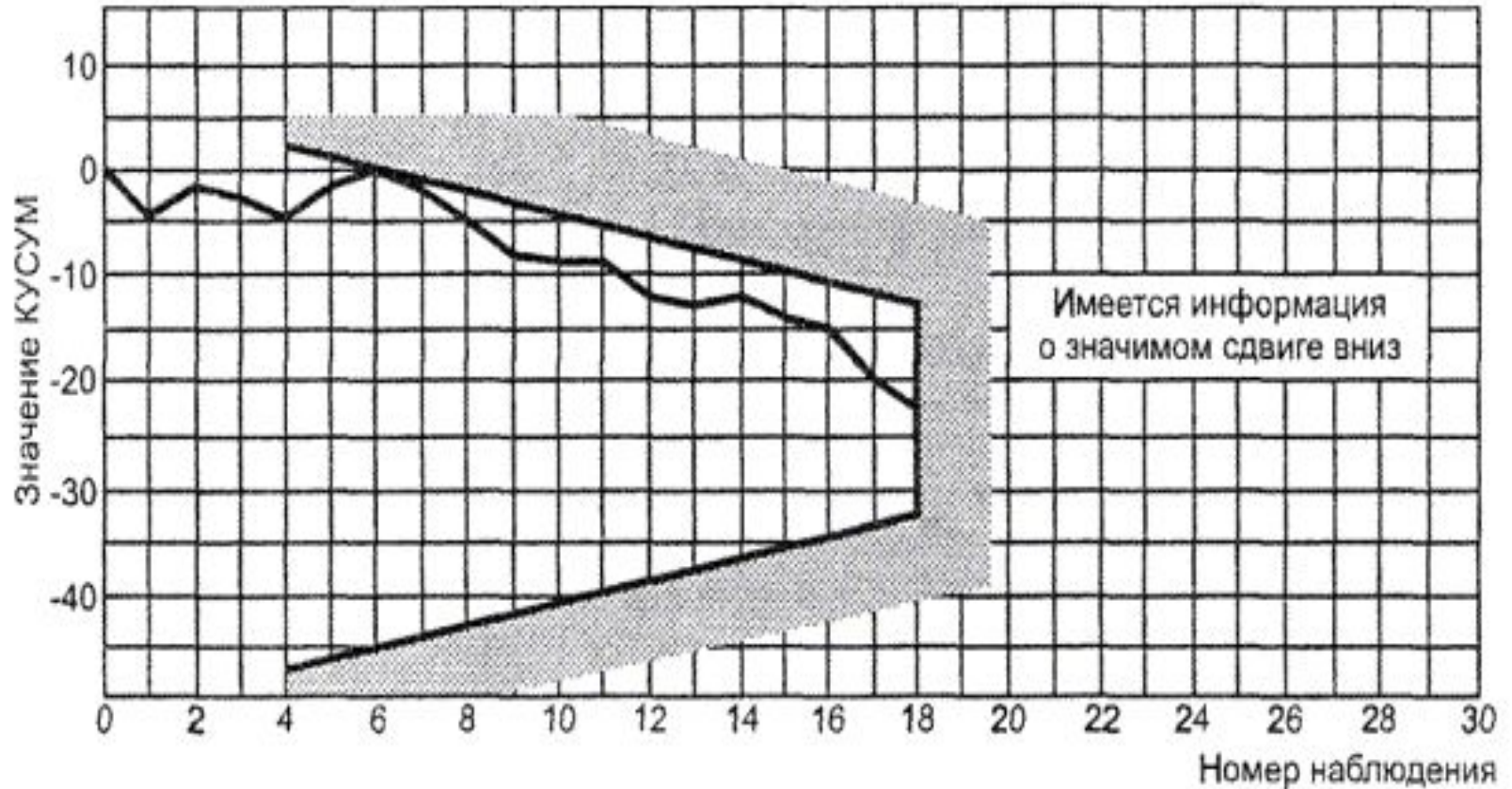
Следующие критерии отражают неконтролируемое состояние процесса.

- ▣ **Выход за контрольные границы:** если одна или несколько точек выходят за контрольные границы или точно расположены на них, это означает, что произошел какой-то сбой, причину которого необходимо установить.
- ▣ **Наличие серий:** серия — это последовательность точек, лежащих по одну сторону от центральной линии. Число таких точек называется длиной серии. Ненормальной считается серия в 7 и более точек. Существуют также случаи, когда длина серии меньше 6, однако технологический процесс может быть признан неконтролируемым: не менее 10 из 11, 12 из 14 и 16 из 20 точек лежат по одну сторону от центральной линии.
- ▣ **Тренд или дрейф,** когда точки образуют непрерывную повышающуюся или понижающуюся кривую. Ненормальный тренд — это 7 и более точек.
- ▣ **Периодичность:** кривая повторяет структуру «то подъем, то спад» с примерно одинаковыми интервалами времени.

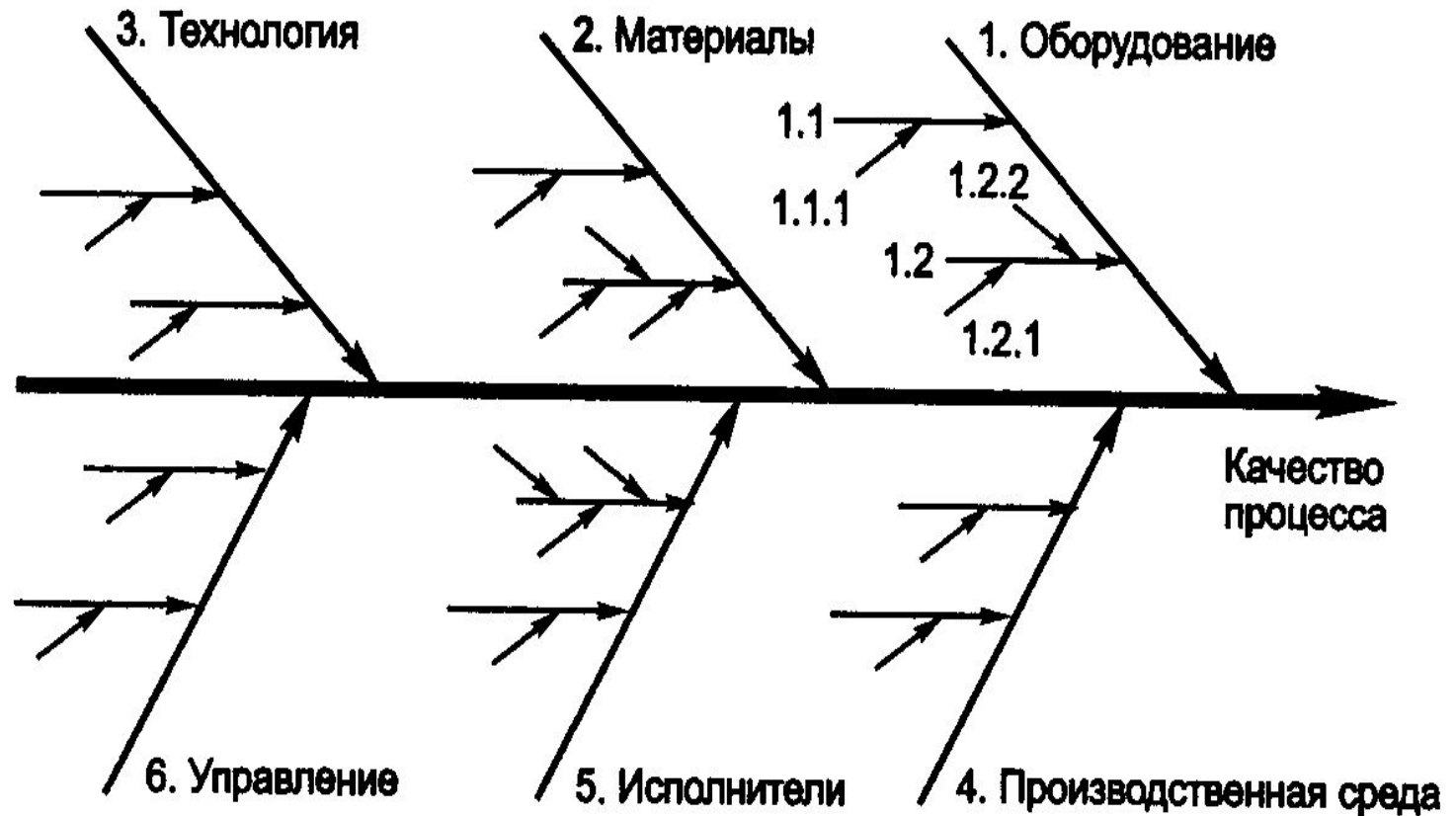
# Контрольная карта по кумулятивным суммам

- Учитывает информацию о прошлых данных

$$C_i = \sum_{i=1}^n (X_i - K)$$



# Причинно-следственная диаграмма (диаграмма Исикавы, диаграмма «рыбий скелет»)



## **Порядок построения причинно-следственной диаграммы:**

- Описание выбранной проблемы (в чем ее особенности, где возникает, время возникновения, область распространения).**
- Перечисляются причины, необходимые для построения причинно-следственной диаграммы (метод мозговой атаки, контрольные листки и т.д.)**
- Строится причинно-следственная диаграмма.**
- Обосновываются все взаимосвязи, изображенные прямыми линиями.**

## **Достоинства диаграммы Исикавы :**

- стимулирование творческого мышления;
- демонстрация взаимосвязей между причинами и сопоставление их относительной важности.

## **Недостатки диаграммы Исикавы:**

- отсутствие правил проверки в обратном направлении от первопричины к результатам;
- сложная, не всегда четко структурированная диаграмма не позволяет делать правильные выводы.



# Гистограмма

Применяется в случаях, когда требуется исследовать и представить значение измеряемой величины с помощью столбчатого графика.

## **Достоинства :**

- наглядность, простота освоения и применения;
- управление с помощью фактов, а не мнений;
- чем больше объем выборки, тем больше уверенность в том, что три важных параметра гистограммы — ее центр, ширина и форма — представительны для всего процесса или для группы продукции.

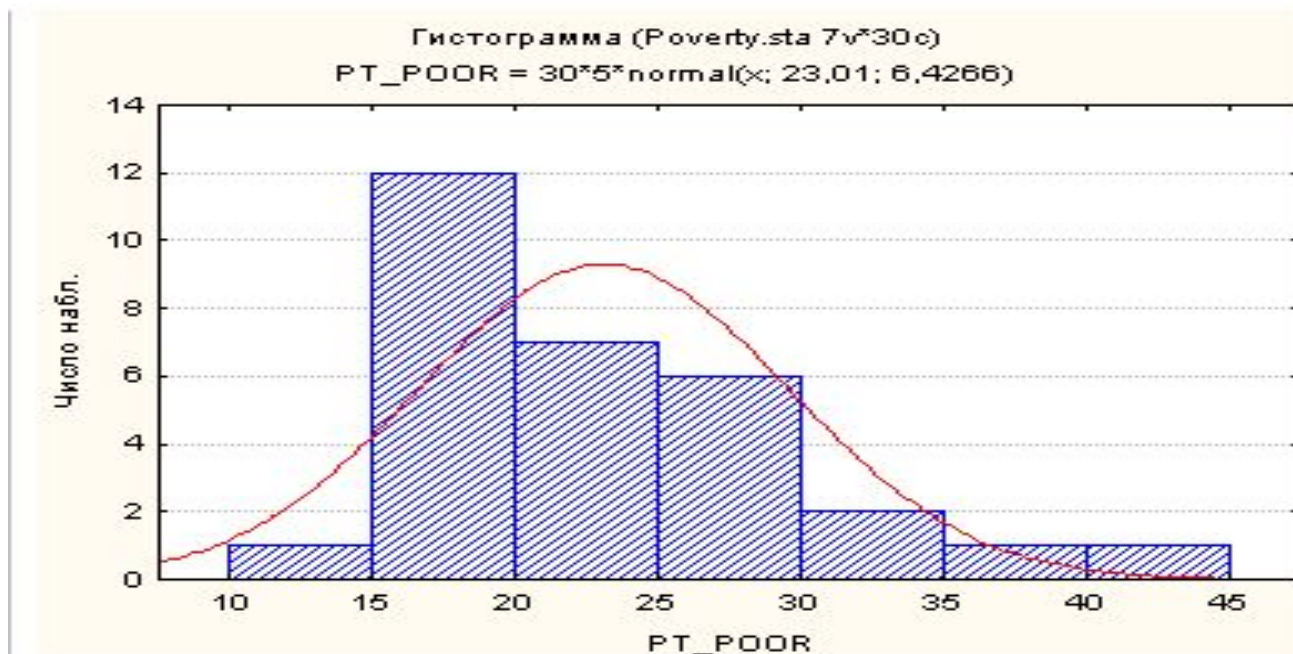
**Недостаток:** интерпретация гистограммы, построенной по малым выборкам, не позволяет сделать правильные выводы.

## **Алгоритм построения гистограммы**

- Собрать исходные данные (или произвести измерение 50— 200 значений).
- Из совокупности полученных результатов определить наибольшее ( $X_{\max}$ ) и наименьшее ( $X_{\min}$ ) значения параметра, а также его диапазон (размах):  $R = X_{\max} - X_{\min}$ .
- Полученный диапазон (размах) разделить на интервалы, предварительно определив их число (обычно от 6 до 20 интервалов в зависимости от числа показателей) и определить ширину интервала.
- Все данные распределить по интервалам в порядке возрастания. При этом наименьшие и наибольшие значения измеренных величин должны находиться не на границе интервала, а внутри его, в центре интервала.
- Подсчитать частоту каждого интервала.
- Вычислить относительную частоту попадания данных в каждый из интервалов (для этого необходимо частоту каждого интервала разделить на общее количество измерений).
- По полученным данным построить гистограмму (высота столбиков соответствует частоте или относительной частоте попадания данных в каждый из интервалов).



Количество наблюдаемых значений в выборке	Число интервалов
40-50	6
51-100	7
101-200	8
201-500	9
501-1000	10
Более 1000	11-20



# Диаграмма Парето

## ***Области применения диаграмм Парето:***

- **финансово-экономическая** — анализ прибыли предприятия, организации по видам выпускаемой продукции, анализ себестоимости по статьям затрат и т. д.;
- **производственная** — пооперационный анализ качества продукции, анализ числа отказов по видам оборудования, анализ числа дефектов продукции по дням недели и т.д.;
- **сбытовая** — анализ выручки по видам продукции, анализ поступивших рекламаций по их содержанию, анализ числа возвратов по видам продукции и т.д.;
- **снабженческая** — анализ потерь от избыточных запасов по видам сырья и материалов, анализ срыва поставок по поставщикам и т.д.
- **делопроизводственная** — анализ числа ошибок в документации по видам документов, анализ срывов сроков оформления документов и т.д.

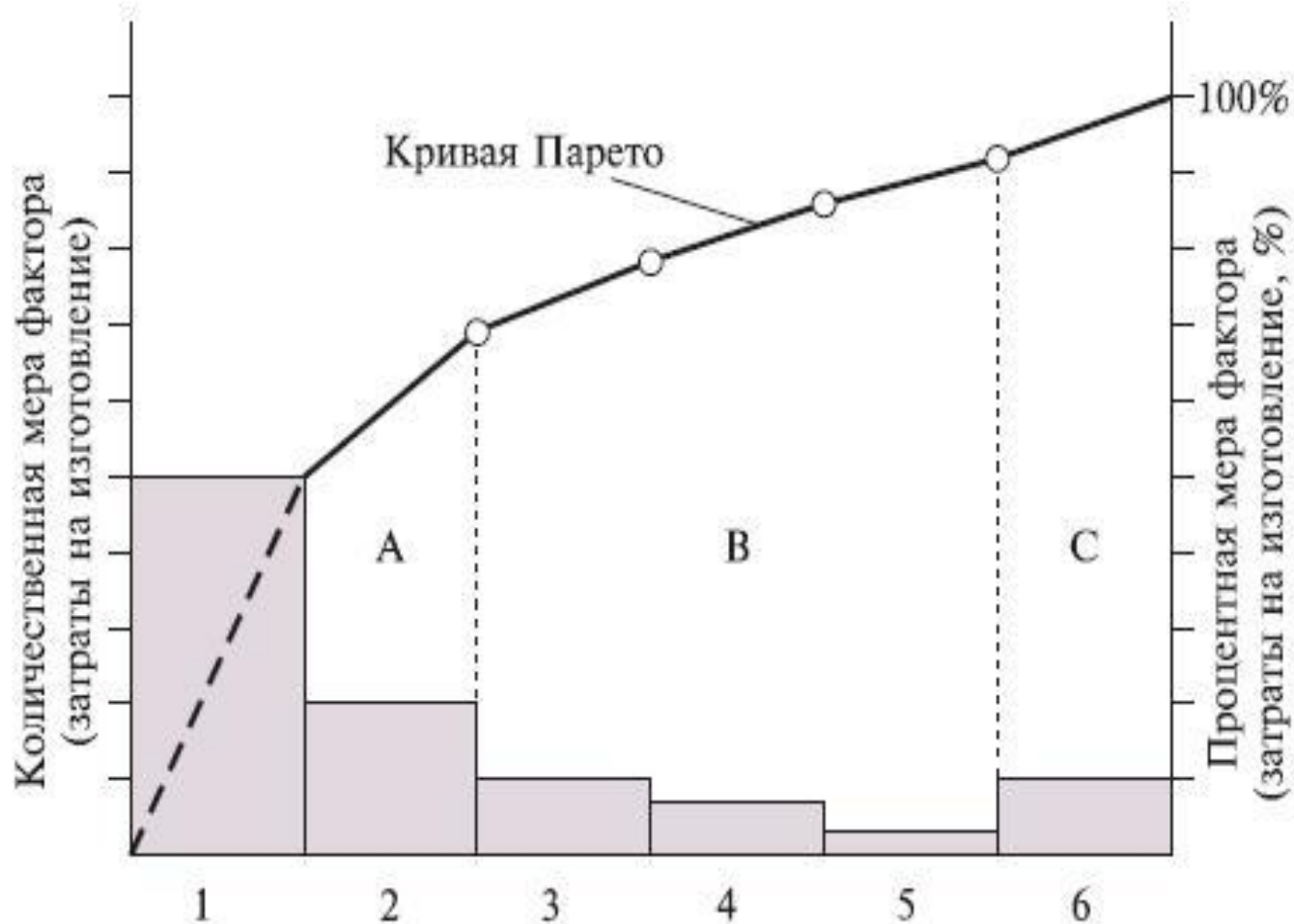
Различают два вида диаграмм Парето:

**По результатам деятельности** — диаграмма предназначена для выявления главной проблемы нежелательных результатов деятельности, отражает причины проблем, возникающих в процессе производства продукции;

**По причинам** — диаграмма используется для выявления главной причины проблем, возникающих в ходе производства, отражает нежелательные результаты деятельности (брак, отказы, дефекты).

# Порядок построения диаграммы Парето:

- ❑ Решить, **какие проблемы необходимо исследовать**, как и какие данные собирать и как осуществлять их классификацию.
- ❑ **Разработать формы** для регистрации исходных данных (например, контрольный листок с перечнем видов собираемой информации).
- ❑ Собрать данные, заполнить формы регистрации данных и подсчитать итоги по каждому исследуемому фактору (показателю, признаку за заданный промежуток времени).
- ❑ Для построения диаграммы Парето **подготовить бланк таблицы**, предусмотрев в ней графы для итогов по каждому проверяемому фактору (признаку) в отдельности, накопленной суммы числа проявлений соответствующего фактора, процентов к общему итогу и накопленных процентов.
- ❑ **Заполнить таблицу**, расположив в ней данные, полученные по проверяемому фактору, в порядке убывания значимости. При этом «прочие» поместить в последнюю строку таблицы.
- ❑ **Подготовить оси** (одну горизонтальную и две вертикальные линии) для построения диаграммы. Нанести на левую ось ординат шкалу с интервалами от 0 до общей суммы числа выявленных факторов, а на правую ось ординат — шкалу с интервалами от 0 до 100, отражающую процентную меру фактора. Ось абсцисс необходимо разделить на интервалы в соответствии с числом исследуемых факторов или относительной частотой.
- ❑ **Построить столбчатую диаграмму**. Высота откладывается по левой шкале и равна числу появлений соответствующего фактора. При этом столбцы располагаются в порядке убывания (уменьшения) значимости фактора. Последний столбец характеризует прочие (т.е. малозначимые факторы) и может быть выше других.
- ❑ **Построить кумулятивную кривую** (кривую Парето) — ломаную линию, соединяющую точки накопленных сумм (количественной меры факторов или процентов). Каждую точку ставят над соответствующим столбцом столбчатой диаграммы, ориентируясь на его правую сторону.
- ❑ Нанести на диаграмму все обозначения и надписи.
- ❑ Произвести анализ диаграммы Парето.



Исследуемые факторы (номера изделий): (1–5) — факторы, представляющие интерес; 6 — прочие факторы

## Метод стратификации (расслаивания данных)

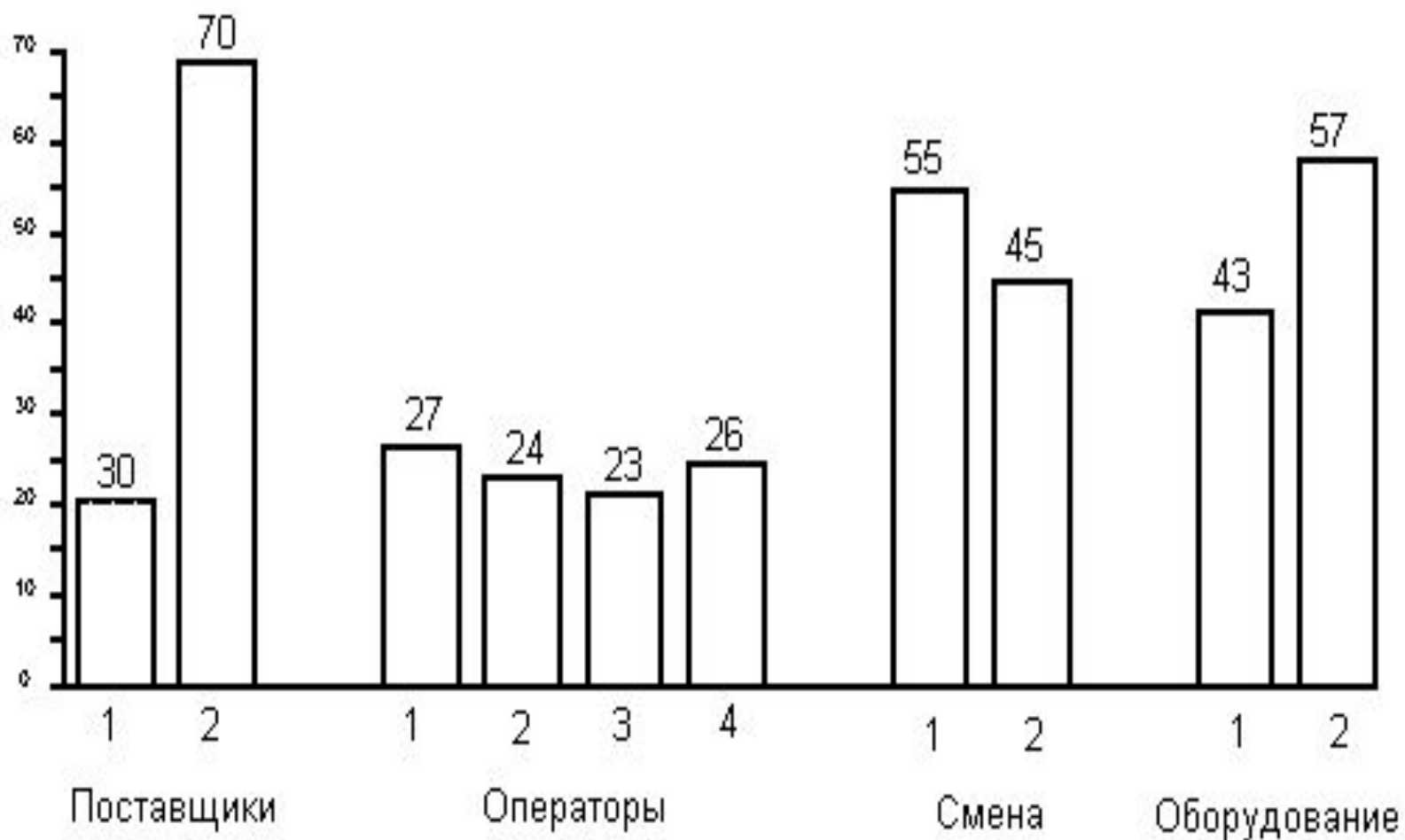
Метод стратификации **используют многократно**, расслаивая данные по различным признакам и проводя анализ возникающей при этом разницы. Как правило, сбор данных осуществляют при помощи **контрольных листков**.

**Стратификация используется вместе с другими методами:** с гистограммами, диаграммами рассеяния, Парето.

Стратификация может быть выполнена по следующим факторам:

- **Материал:** поставщик, время хранения на складе, срока изготовления, номер партии.
- **Машины и оборудование:** тип, время эксплуатации (новое или старое), фирма-изготовитель, уровень автоматизации.
- **Персонал:** квалификация, опыт, возраст, пол, индивидуальные черты.
- **Окружающая среда:** температура, влажность, шум.
- **Время:** утренняя, вечерняя смены, время года.

# % Дефектов





# Диаграмма разброса (рассеивания)

- **Диаграмма разброса**-графическое изображение взаимосвязи между случайными величинами  $x$  и  $y$ .
- **Значения** случайных величин  $x$ ,  $y$  **получают из опыта**, строят диаграмму и по виду этой диаграммы **делают вывод о существовании корреляции** (взаимосвязи) между параметрами  $x$  и  $y$
- **Применяется в производстве** и на **различных стадиях жизненного цикла продукции** для выяснения зависимости между показателями качества и основными факторами производства (для выявления причинно-следственных связей)

# **Правила построения диаграммы разброса (рассеивания):**

- Определить, между какими парами данных необходимо установить наличие и характер связи (желательно не менее 25—30 пар).
- Для сбора данных подготовить бланк таблицы или листок регистрации, предусмотрев в нем графы для порядкового номера наблюдения, независимой переменной характеристики ( $x$ ), зависимой переменной, называемой функцией-откликом ( $y$ ).
- По данным наблюдения заполнить листок регистрации данных.
- По полученным данным построить график в координатах  $x$ - $y$  и нанести на него данные. Длина осей, равная разности между максимальными и минимальными значениями для оси  $x$  и  $y$ , по вертикали и по горизонтали должна быть примерно одинаковой, тогда диаграмму легче читать.
- Нанести на диаграмму все необходимые обозначения. Данные на диаграмме должны быть понятны любому человеку, а не только тому, кто занимался построением диаграммы.

