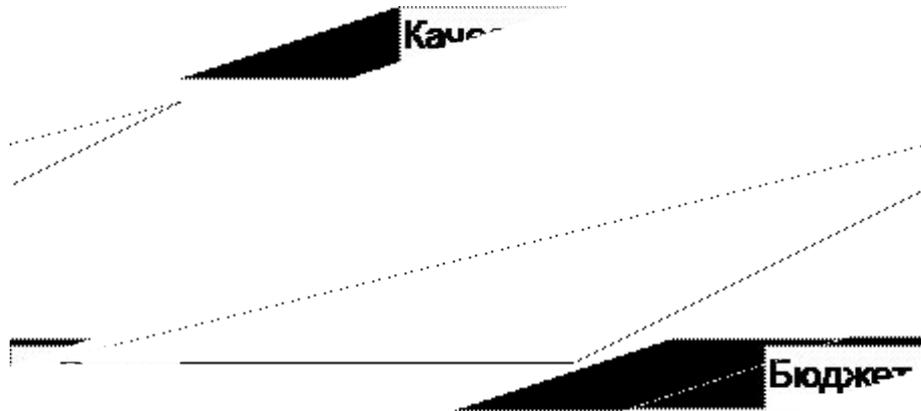


# Вопрос 5. Управление качеством

**Раздел управления качеством, включающий задачи и процедуры, необходимые для обеспечения качества управления проектом и получаемых результатов (продуктов и/или услуг) проекта.**



# Статистические методы в управлении качеством

7 инструментов контроля качества

- Контрольный лист
- Гистограмма
- Стратификация
- Диаграмма Исикавы
- Диаграмма Парето
- Диаграмма разброса (рассеяния)
- Контрольные карты

# 1. *Контрольный листок*

Контрольный листок (или лист) – инструмент для сбора данных и автоматического их упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации.

В качестве примеров контрольных листков можно назвать:

- график температуры больного;
- контрольный листок для сбора данных об отказавших деталях телевизоров;
- контрольный листок для сбора информации о дефектах при производстве изделий и т.д.

## Виды контрольных листков

1. Контрольный листок для регистрации измеряемого параметра в ходе производственного процесса могут наблюдаться отклонения от заданного значения.
2. Контрольный листок для регистрации видов дефектов.
3. Контрольный листок для анализа работоспособности технологического процесса

## 2. ГИСТОГРАММА

Гистограмма - это инструмент, позволяющий зрительно оценить:

- закон распределения статистических данных;
- величину разброса данных;
- принять решение о том, на чем следует сфокусировать внимание для целей улучшения процесса.

### Основные формы гистограмм:

*а* – колоколообразная симметричная;

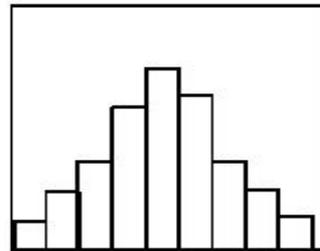
*б* – гребенка;

*в* – положительно скошенное распределение;

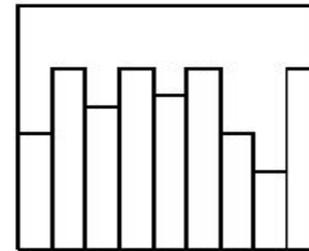
*г* – распределение с обрывом слева;

*д* – равномерное распределение (плато);

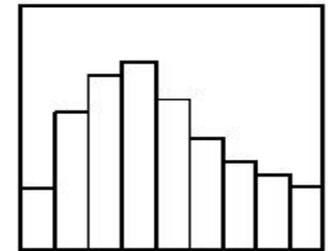
*е* – двухпиковая (бимодальная) форма



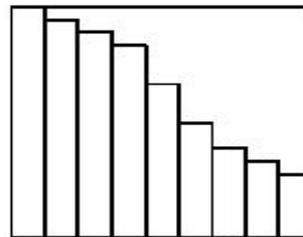
*а)*



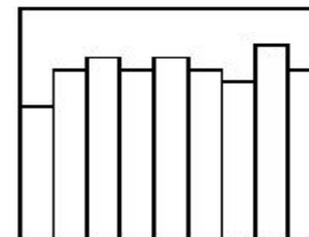
*б)*



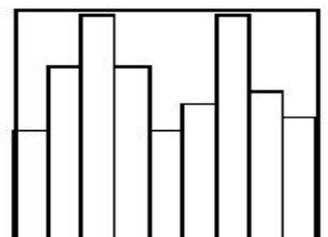
*в)*



*г)*



*д)*



*е)*

# 3. МЕТОД СТРАТИФИКАЦИИ (ГРУППИРОВКИ, РАСЛАИВАНИЯ) СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Стратификация – разделение полученных данных на отдельные группы (слои, страты) в зависимости от выбранного стратифицирующего фактора

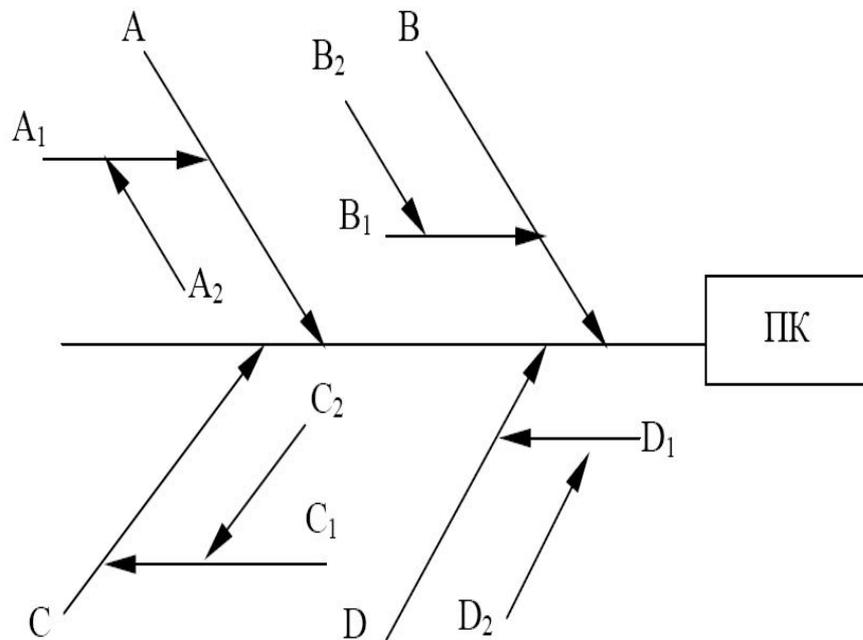
Примеры стратифицирующего фактора:

- различное оборудование,
- операторы, производственные бригады, участки, цеха, предприятия;
- время сбора данных;
- разные виды сырья;
- используемые станки, средства измерения и т.д.

## 4. ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННАЯ ДИАГРАММА ИСИКАВЫ

Диаграмма Исикавы представляет собой средство графического упорядочения факторов, влияющих на объект анализа.

Главным достоинством диаграммы Исикавы является то, что она дает наглядное представление не только о тех факторах, которые влияют на изучаемый объект, но и о причинно-следственных связях этих факторов.



Причинно-следственная диаграмма с разделением причин по уровням:  
 ПК – исследуемый показатель качества;  
 А, В, ... D – главные причины;  
 А1, В1, ... D1 – причины второго уровня;  
 А2, В2, ... D2 – причины третьего уровня и т.д.

## 5. ДИАГРАММА ПАРЕТО

Диаграмма Парето – разновидность столбиковой диаграммы, применяемой для наглядного отображения рассматриваемых факторов в порядке уменьшения (возрастания) их значимости.

*Диаграмма Парето* – это инструмент, позволяющий распределить усилия для разрешения имеющихся проблем качества, в том числе:

- выявить наиболее дорого обходящиеся виды дефектов (несоответствий),
- установить наиболее важные причины (факторы) этих наиболее существенных видов дефектов.

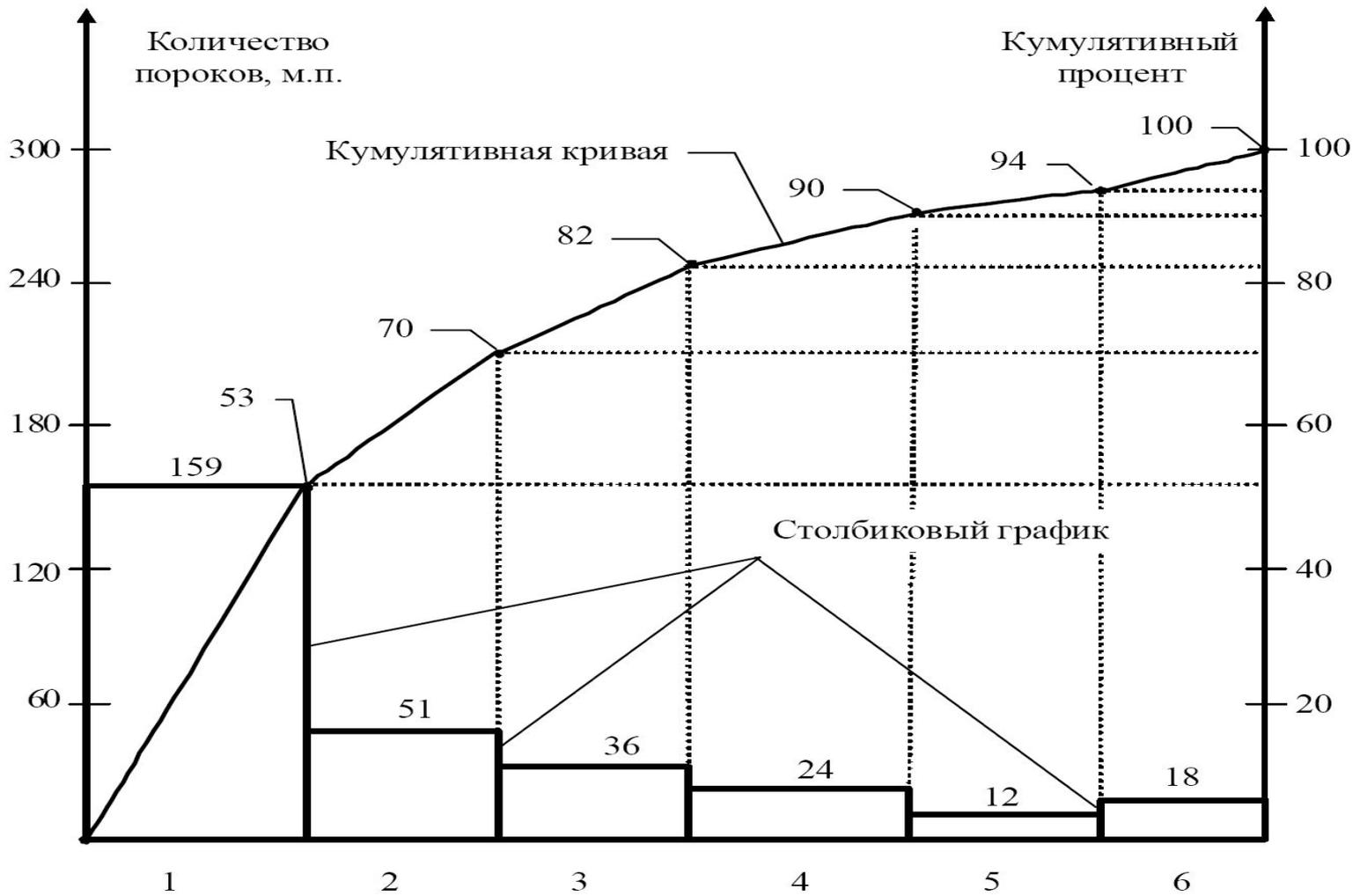
## Виды диаграмм:

### **1. Диаграммы Парето по результатам деятельности.**

- качество продукции – дефекты, поломки, ошибки, отказы, ремонты, возвраты продукции;
- показатели себестоимости продукции – объем потер, затраты на исправление продукции;
- сроки поставок – срыв сроков поставок, нехватка запасов.

### **2. Диаграммы Парето по причинам проблем, которые возникают в ходе производства продукции.**

- исполнители работ
- смена, бригада, опыт работы, квалификация, индивидуальные характеристики;
- оборудование – станки, агрегаты, инструменты, оснастка, организация использования;
- сырье – изготовитель сырья, вид сырья, фирма-поставщик, партия.
- методы работы – условия производства, приемы работы, последовательность операций;



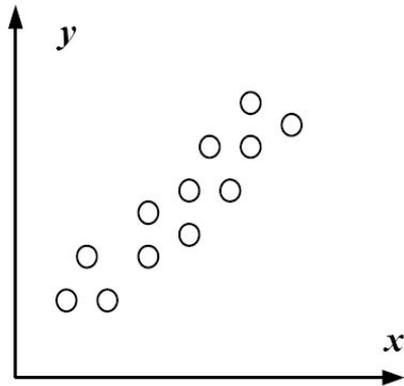
## 6. ДИАГРАММА РАЗБРОСА (РАСSEИВАНИЯ)

Диаграмма разброса (рассеивания) – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи между парами соответствующих переменных.

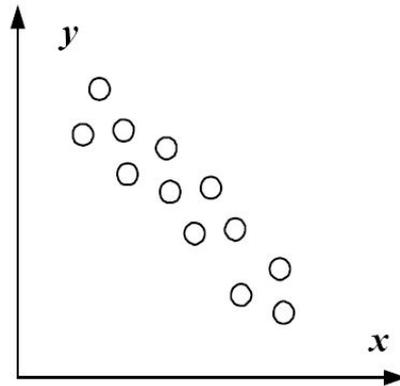
Эти две переменные  $x$  и  $y$  могут относиться:

- а) к характеристике качества  $y$  и к влияющему на нее фактору  $x$ ;
- б) к двум различным характеристикам качества  $x$  и  $y$ ;
- в) двум факторам  $x$  и  $y$ , влияющим на одну характеристику качества  $z$ .

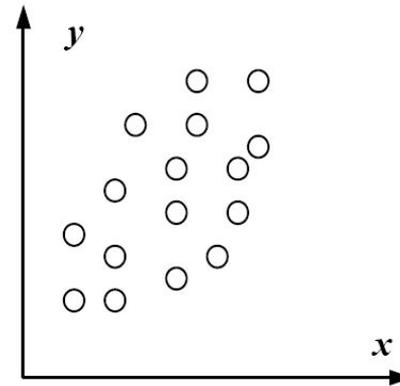
## Виды зависимостей между двумя переменными



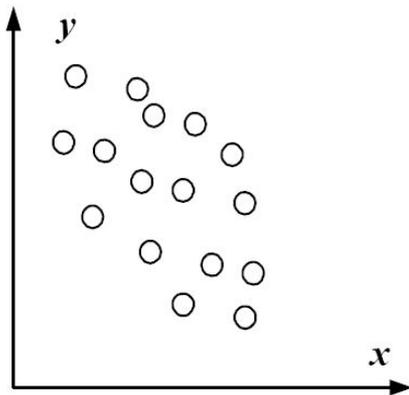
а)



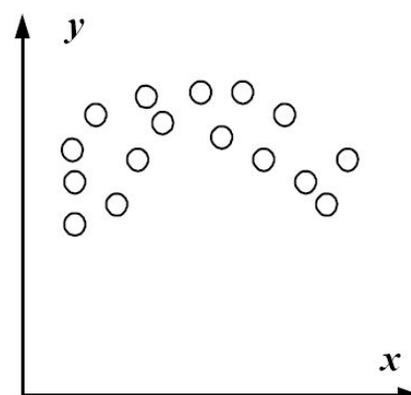
б)



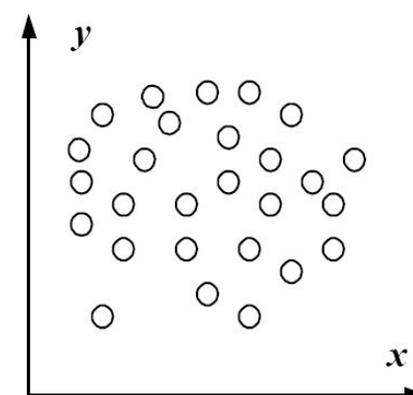
в)



г)



д)



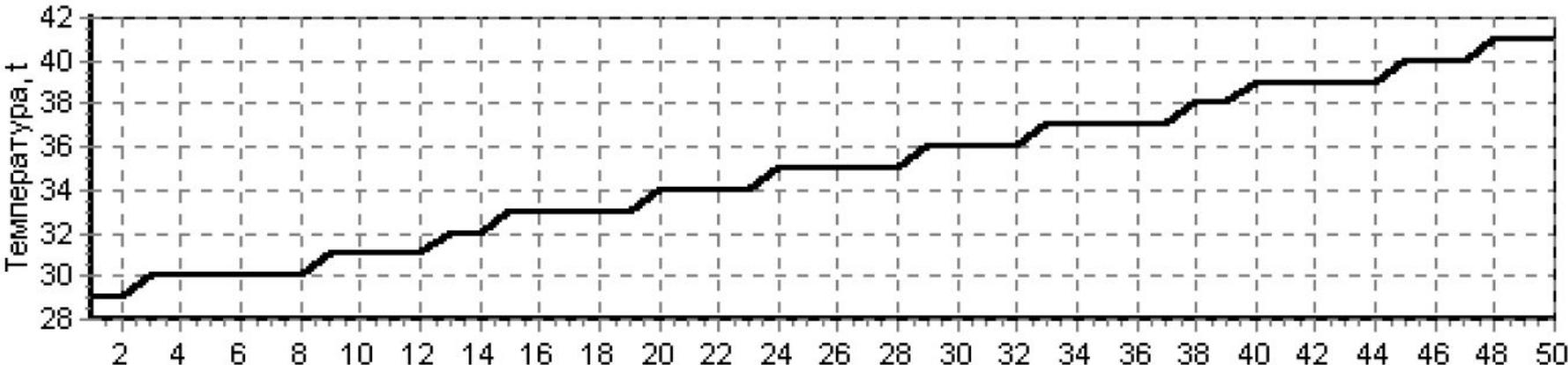
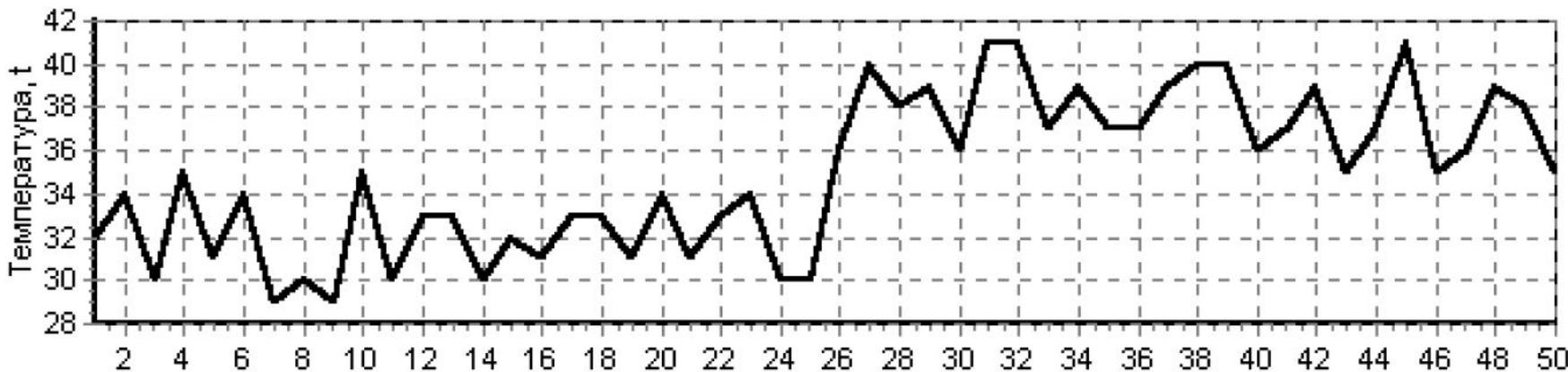
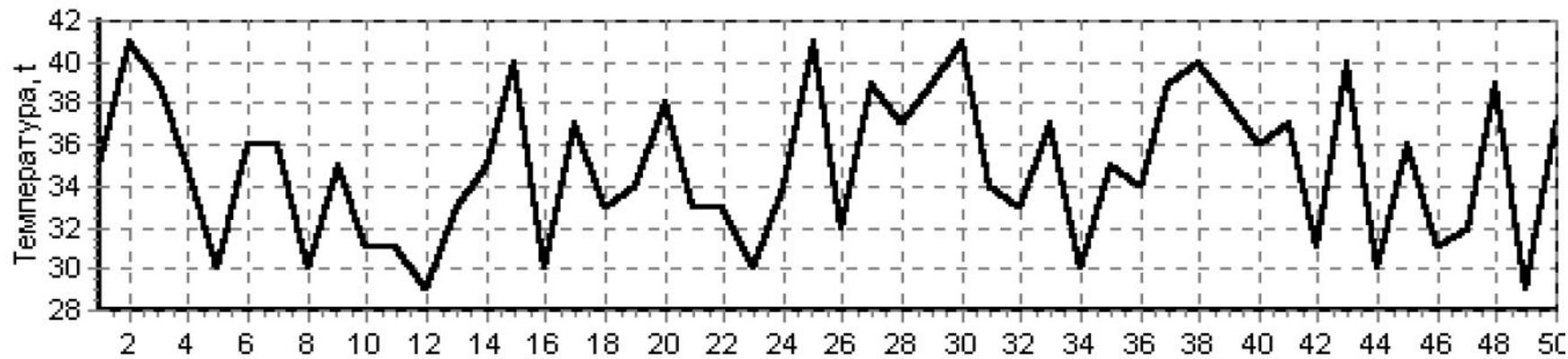
е)

## 7. Контрольные карты

Контрольные карты— это представление полученных в ходе технологического процесса данных в виде точек (или графика) в порядке их поступления во времени.

*Контрольные карты основываются на положениях:*

- Все процессы отклоняются от заданных значений.
- Небольшие отклонения от заданных значений являются непрогнозируемыми.
- Стабильный процесс изменяется случайным образом.
- Нестабильный процесс отклоняется в силу неслучайных факторов.





*Распределение  
объединенной  
выборки*

Процесс в состоянии А  
(стабильность и по разбросу  
и по положению среднего  
арифметического)



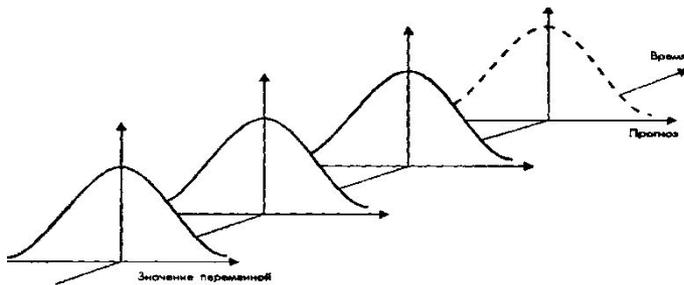
*Распределение  
объединенной выборки*

Процесс в состоянии Б  
(стабильность только по  
разбросу)

*Распределение  
объединенной выборки*

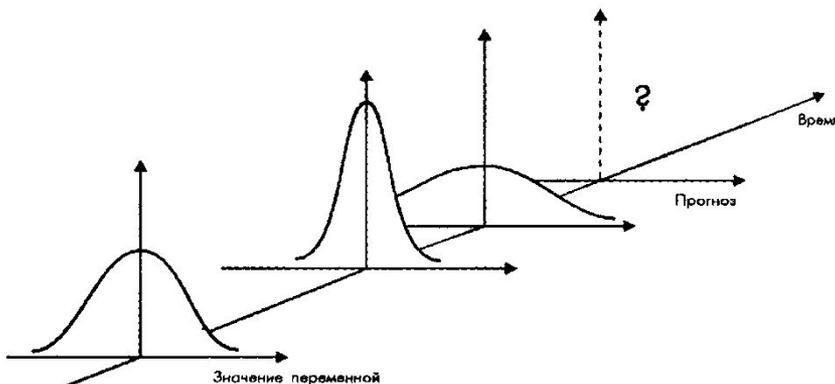
Процесс в состоянии В  
(стабильность не подтвер-  
ждена)

**Случайная причина:** относятся многочисленные источники изменчивости в процессе, которые имеют стабильное и повторяемое распределение во времени.



- наличие правильных стартовых параметров,
- правильное материально-техническое обслуживание,
- использование соответствующего сырья.

**Специальная причина:** приводят к нестабильному поведению параметров процесса. В результате появления неслучайных причин могут появиться статистически непредсказуемые несоответствия продукции.



- ошибка оператора при наладке станка;
- частичная поломка или замедление работы станка;
- поломка заводских кондиционеров и неожиданное увеличение температуры воздуха.

**Контрольные карты– это представление полученных в ходе технологического процесса данных в виде точек (или графика) в порядке их поступления во времени.**

## *Контрольные карты основываются на четырех положениях*

- все процессы с течением времени отклоняются от заданных характеристик;
- небольшие отклонения отдельных точек являются непрогнозируемыми;
- стабильный процесс изменяется случайным образом, но так, что группы точек стабильного процесса имеют тенденцию находиться в прогнозируемых границах;
- нестабильный процесс отклоняется в силу неслучайных факторов, и неслучайными обычно считаются те отклонения, которые находятся за пределами прогнозируемых границ.

- $n$  — 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;
- $\mu$  — истинное среднее процесса;
- $Me$  — 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;

$\sigma$  — истинное внутригрупповое стандартное отклонение;

$np$  — 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  $u$

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

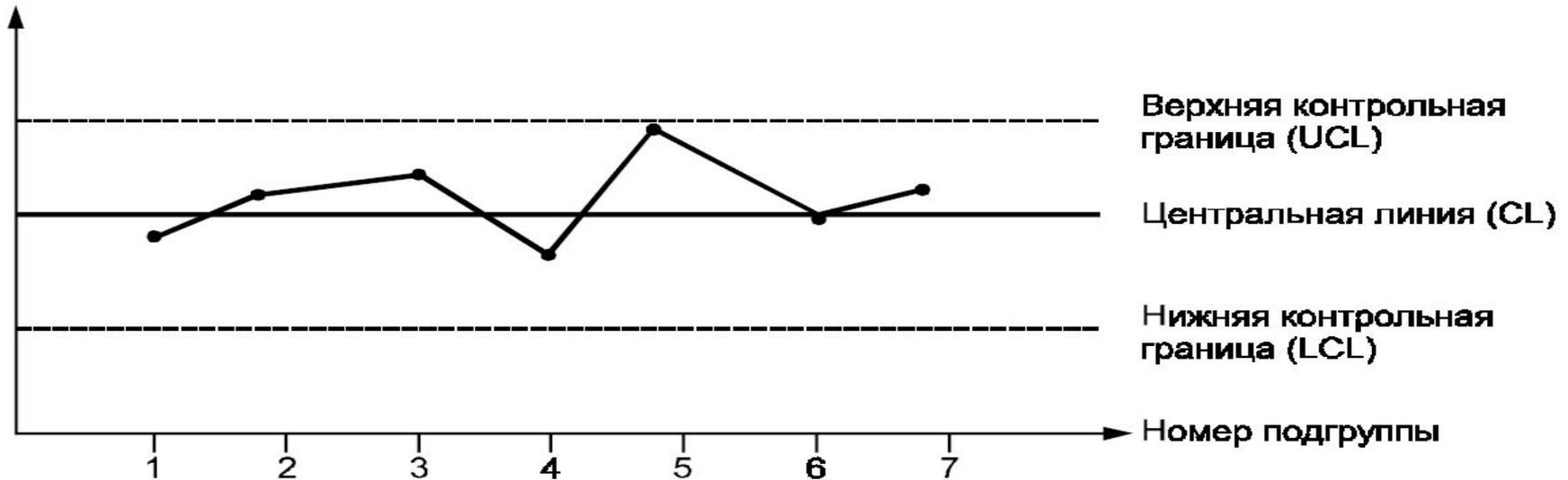
CL — центральная линия;

UCL — верхняя контрольная граница;

LCL — нижняя контрольная граница.

Ошибка первого рода возникает, когда процесс находится в статистически управляемом состоянии, а точка выскакивает за контрольные границы случайно.

Ошибка второго рода возникает, когда рассматриваемый процесс не управляем, а точки случайно оказываются внутри контрольных границ.



## Виды контрольных карт

### Контрольные карты по количественным признакам:

- карта средних арифметических значений ( $\bar{x}$  - карта),
- карта медиан ( $\tilde{x}$  (Me) – карта),
- карта средних квадратичных отклонений (s-карта),
- карта размахов (R-карта),
- карта индивидуальных значений (x-карта).

### Контрольные карты по качественным признакам:

- карта доли дефектной продукции (p-карта),
- карта числа дефектных единиц продукции (pn-карта),
- карта числа дефектов (c-карта),
- карта числа дефектов на единицу продукции (u-карта).

**Карта средних значений** используется для контроля отклонения параметра от нормы.

$$\bar{X}_i = \frac{X_{i1} + X_{i2} + \dots + X_{in}}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_k}{k}$$

$$K_{B,H} = \bar{X} \pm \frac{3\sigma}{\sqrt{n}}$$

**Карта медиан** используется вместо карты средних значений, когда хотят упростить расчёты.

$$K_{B,H} = \bar{\tilde{X}} \pm 3\sigma \sqrt{\frac{\pi}{2n}}$$

**Карта средних квадратичных отклонений** используется для контроля рассеяния показателя.

$\bar{S}$  - среднее из среднеквадратических отклонений выборок

$$K_H = \frac{\bar{S} \sqrt{\chi_{\alpha/2}^2; n-1}}{\sqrt{n-1}}$$

$$K_B = \frac{\bar{S} \sqrt{\chi_{1-\alpha/2}^2; n-1}}{\sqrt{n-1}}$$

**Карта размахов** используется вместо карты средних квадратичных отклонений, когда хотят упростить расчёты.

$\bar{R}$  - это среднее размахов выборок.

$$K_H = D_3 \bar{R}$$

$$K_B = D_4 \bar{R}$$

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$D_3$	-	-	-	-	-	0,076	0,136	0,184	0,223
$D_4$	3,267	2,575	2,282	2,115	2,004	1,924	1,864	1,816	1,777

**Карта доли дефектной продукции.** Применяется для контроля и регулирования технологического процесса по доле дефектных изделий в выборке.

$$p_i = \frac{x}{n_i} \quad \bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{k} \quad K_{B,H} = \bar{p} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n_i}}$$

**Карта числа дефектных единиц продукции.**

Используется для контроля и регулирования технологического процесса по числу дефектных изделий в выборке.

$$\bar{pn} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i n}{k} \quad K_{B,H} = \bar{pn} \pm 3\sqrt{\bar{pn}(1-\bar{p})}$$

**Карта числа дефектов.** В этих картах регистрируется число дефектов  $c$ , выявленных в установленной единице контролируемой продукции.

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{k} \quad K_{B,H} = \bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$$

**Карта числа дефектов на единицу продукции.**

Используется вместо  $c$ -карты, когда параметр единицы продукции (например, площадь, длина) не является постоянной величиной, т.е. объём выборки непостоянен.

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^k c_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad K_{B,H} = \bar{u} \pm 3\sqrt{\bar{u}/n_i}$$

## Типы контрольных карт (к.к.)

По количественному признаку

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ДАННЫХ

Непрерывный показатель  
(постоянно измеряемый)

Дискретный показатель  
(«либо есть, либо нет»)

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ОБЪЕМА

ПО ВИДУ ДЕФЕКТОВ

Единичный  
объем  
выборки

Небольшой  
объем  
выборки

Большой разброс  
выборки

Мелкие дефекты

Дефектные изделия  
( годен / негоден )

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
ОБЪЕМА ВЫБОРКИ

В ЗАВИСИМОСТИ ОТ  
ОБЪЕМА ВЫБОРКИ

$\bar{x}$

$\bar{\bar{x}} - R$

$\bar{\bar{x}} - S$

Постоянный  
объем  
выборки

Переменный  
объем выборки

Постоянный  
объем  
выборки

Переменный  
объем выборки

К. К. индивидуальных значений

К. К. средних значений и размахов

К.К. средних значений и средних квадратичных отклонений

$c$

$u$

$pn$

$p$

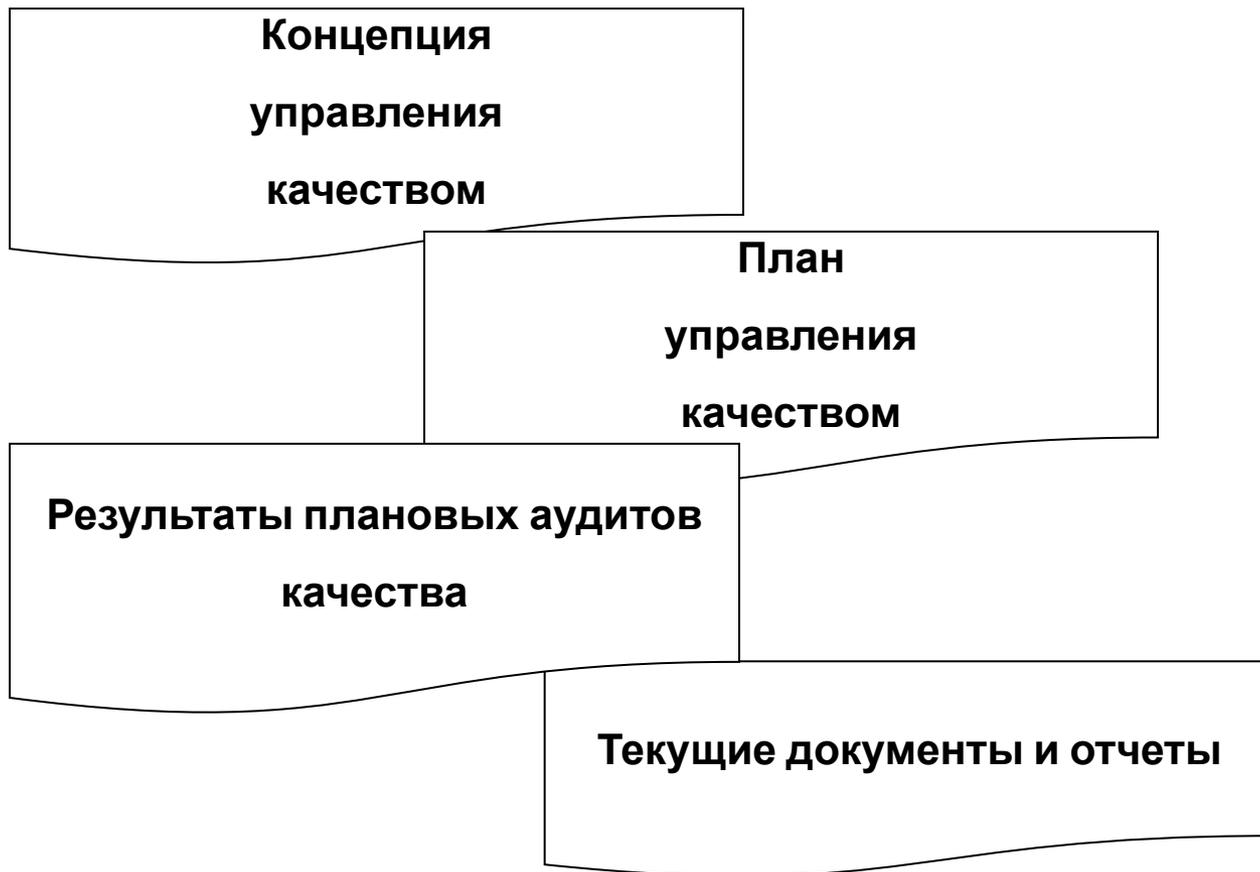
К. К. общего числа дефектов в выборке

К. К. доли дефектов в выборке

К. К. числа дефектных изделий

К. К. доли дефектных изделий

# Порядок управления качеством



# Управление качеством

## Управление Качеством (Project Quality Management)

## Процессы планирования

Факторы внешней среды  
предприятия

Активы организационного  
процесса

Описание содержания проекта  
(Scope Statement)

План управление  
проектом

Анализ прибыли и затрат

Бенчмаркинг  
(сравнение с эталоном)  
(Benchmarking)

Планирование экспериментов  
(Design Of Experiments)

Стоимость качества

Дополнительные  
инструменты планирования  
качества

План управления  
качеством

Результаты оценки качества

Контрольные списки процедур  
контроля качества

План совершенствования  
Процессов

Базовый план по качеству  
(Quality Baseline)

План управления проектом  
(обновления)

## Процессы управления качеством

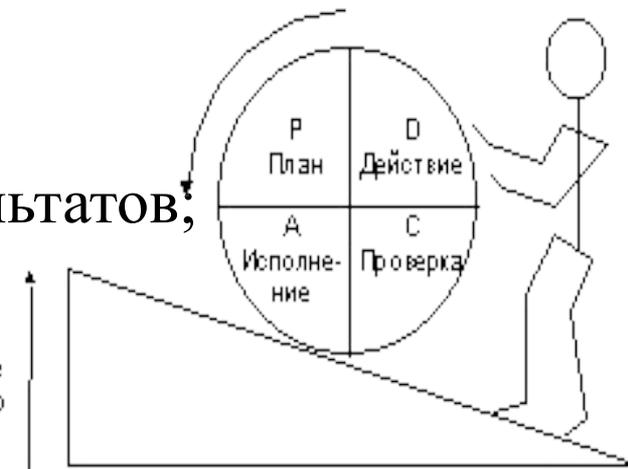
- Планирование качества – определений стандартов качества, которые соответствуют проекту, и средства удовлетворения этих стандартов.
- Подтверждение качества – регулярная общая оценка исполнения проекта с целью подтверждения того, что проект удовлетворяет принятым стандартам качества.
- Управление качеством – контроль определенных результатов проекта с целью определения их соответствия принятым стандартам качества и определения путей устранения причин неудовлетворительного исполнения.

## Цели управления качеством

- Снижение себестоимости продукции
- Рост прибыли
- Повышение капитализации и инвестиционной привлекательности компании
- Повышение управляемости компании
- Рост мотивации сотрудников, улучшение обстановки в коллективе
- Повышение удовлетворенности клиентов
- Развитие имиджа и повышение конкурентоспособности компании
- Возможность выхода на зарубежные рынки и сотрудничества с крупнейшими российскими фирмами
- Непрерывное улучшение деятельности компании

## Э. Деминг и повторяющееся усовершенствование (цикл PDCA)

- Непрерывный цикл совершенствования PDCA – Plan, Do, Check, Act (План – Действие – Проверка – Исполнение):
- **Планирование** - определение необходимых изменений;
- **Действие** - реализация плана;
- **Проверка** достижение желаемых результатов;
- **Исполнение** - исправление ошибок.



# Тотальное управление качеством (TQM)

- Качество – не самостоятельная функция управления, а неотъемлемый элемент проекта в целом (*роль руководства, стратегическое планирование*)
- Качество – мнение потребителя, а не изготовителя (*внимание клиенту*)
- Качество можно повысить, используя новые технологии;
- Качество – управление процессом (*эффективнее контролировать процесс, чем результат (управление процессом, benchmarking)*)
- Качество – часть политики всей Компании (*подготовка и вовлечение персонала, мотивация, награды и признание, качество поставщиков, информационная система, оценка эффективности системы управления качеством*)
- Качество – результат усилий всех работников предприятия (*самоконтроль вместо контроля сверху*)

## 6 СИГМ

- Высокотехнологичная методика точной настройки бизнес - процессов, применяемая с целью минимизации вероятности возникновения дефектов в операционной деятельности.
- Разработана корпорацией Motorola, США в 1981.
- Плановый показатель качества методики — не более 3,4 отклонения (дефекта) на миллион операций.

# Бенчмаркинг

- **Бенчмаркинг** - это способ нахождения возможностей для улучшения (совершенствования) на основе сравнения своей деятельности с деятельностью лучших или ведущих в своей области предприятий или подразделений.
- **Внутренний бенчмаркинг** - это сравнение отдела с отделом (обмен передовым опытом).
- **Конкурентный бенчмаркинг** - сравнение наших возможностей с конкурентами.
- **Функциональный бенчмаркинг** - сравнение себя с лучшей фирмой в своем виде деятельности.
- **Внешний бенчмаркинг** - сравнение себя с лучшей фирмой независимо от вида деятельности.

# Этапы бенч-маркинга

- **План:** понять и проверить главные факторы успеха
- **Поиск:** исследование подходящих компаний для сравнения
- **Обзор:** выявить исполнение процессов и проанализировать различия
- **Анализ:** Определить корни этих отличий
- **Адаптация:** выбрать лучший вариант и модифицировать его для себя
- **Внедрение:** внедрить выбранный вариант и оценить его эффективность

# Стоимость качества

- Стоимость предотвращения;
- Стоимость оценивания;
- Стоимость внутренних ошибок;
- Стоимость внешних расходов;
- Стоимость измерения, тестирования, оценки и т.д.

**Выделяют стоимость соответствия и несоответствия качеству.**

# Преимущества управления качеством

