

## ЛЕКЦИЯ №4

### ИНСТРУМЕНТИ ЗА ПОДОБРЯВАНЕ НА КАЧЕСТВОТО

#### 1. Инструменти (средства) за оценяване и вземане на решения

- Матрица на решенията
- Многократно гласуване

Табл. 1. Пример за матрица на решенията

Критерии Проблеми	Кр 1	Кр 2	Кр 3	Кр 4	
Пр 1	високо 3x5=15	средно 2x2=4	високо 3x1=3	високо 3x2=6	28
Пр 2	средно 2x5=10	средно 2x2=4	средно 2x1=2	ниско 1x2=2	18
Пр 3	средно 2x5=10	ниско 1x2=2	средно 2x1=2	ниско 1x2=2	16
Пр 4	ниско 1x5=5	средно 2x2=4	средно 2x1=2	ниско 2x1=2	13

Процедурата при матрица на решенията включва следните етапи:

1. Мозъчна атака (brainstorm) за избор на подходящ критерий за ситуацията (ако е възможно е добре да се включи и клиента в процеса).

„Мозъчната атака” е един от най-ефективните групови методи за анализ на причините. За работа по този метод е

необходимо:

- да се осигури атмосфера за свободно изказване на мнения от членовете на групата по повод причините за възникване на проблема.
- да се изключат безплодните разговори, да се ценят идеите и съзнателно да се работи с фактите.
- ръководителят на групата никога да не се изказва пръв.

2. Дискусия и изчистване на списъка с критериите – идентифициране на критерии, които трябва или не трябва да се включват). Редуциране на списъка с критериите до най-важните според колектива – може да се използва многократно гласуване.

3. Определяне на относително тегло на всеки критерий, според неговата важност за конкретната ситуация (10 точкова система) – прави се с дискусия и консенсус.

4. Изчертаване на L-матрица. Записват се критериите и техните тегла от единия край, а списъка на направените гласувания на другия. Обикновено групата с повече означения е по вертикала.

5. Оценяване на всеки избор според критерия. Има три начина това да се направи:

Метод 1: Установяване на скала на рейтинга за всеки критерий;

1, 2, 3: 1 = слабо, 2 = средно, 3 = високо

1, 2, 3, 4, 5: 1 = малко до 5 = голямо

1, 4, 9: 1 = недостатъчно, 4 = средно, 9 = високо

Метод 2: Подреждане на всеки избор по ранг, според това как отговаря на съответния критерий. С **1** се номерира най-малко желаният избор;

Метод 3 (Pugh matrix): Създава се една базова линия, която може да бъде една от алтернативите или текущия продукт, или услуга. За всеки критерий се ранжира всяка друга алтернатива (продукт, услуга) в сравнение с базовата, като се използват оценки за лош (-1), същия (0) или по-добър (+1). Може да се използват и по-прецизни скали като: 2, 1, 0 -1, -2 за пет точкова или седем точкова скала. Умножават се рейтингите на всеки избор с теглото. Прибавят се точките за всеки избор. Не е необходимо изборът с най-висок резултат да е сабо един. При избори с относително равни резултати се провежда дискусия за достигане на консенсус.

Процедурата за *Многократното гласуване* (multivoting) включва следните стъпки:

1. Материалът се съставя като диаграма с две състояния (на всеки се раздава или се работи на дъска) ;

- Изобразява се списъка с възможностите. Комбинират се дублиращите се от тях. За да се организират голям брой идеи може да се използват диаграми за

Решения на гласувалите подредени по ранг Иван: 4, 9, 12, 2, 8 Петър: 6, 10, 12, 9, 5 Димитър: 2, 9, 14, 6 Георги: 10, 8, 15, 12, 11 Стоян: 8, 6, 11, 10, 4		
<i>Решение 1</i>	<i>Решение 6</i> 5+1+4=10	<i>Решение 11</i> 1+3=4
<i>Решение 2</i> 2+5=7	<i>Решение 7</i>	<i>Решение 12</i> 3+3+2=8
<i>Решение 3</i>	<i>Решение 8</i> 1+4+5=10	<i>Решение 13</i>
<i>Решение 4</i> 5+2+1=8	<i>Решение 9</i> 4+2+4=10	<i>Решение 14</i> 3
<i>Решение 5</i>	<i>Решение 10</i> 4+5+2=11	<i>Решение 15</i> 1+3=4

сходство и да се елиминират дублиращи и прекриващите се от тях.полезно. Също може да се използва и редуциран списък.

- Номерират се всички възможности.

- Решава се колко от възможностите трябва да останат на финала, а

**Фиг. 2. Резултат от многократно гласуване в един отдел за избор на 4 от 15 възможни решения.**

също и колко възможности ще гласува всеки. Обикновено се допускат 5 избора, а при по-дълги списъци – до 10.

- Гласува се индивидуално, всеки член избира пет възможности (или колкото е решено), които мисли че са най-важни, после им дава ранг според приоритета. Първият избор е с най-висок ранг според приоритета. Например, ако всеки член е гласувал пет възможности, то най важната според него ще бъде с ранг 5, следващата – 4 и т.н. Всеки избор се записва на отделен лист хартия с отбелязано отдолу вдясно на листа число на ранга.

- Гласовете се преброяват. Записват се всички индивидуални рангове след всеки избор. За всяки елемент от списъка ранговете се обобщават след индивидуалното ранжиране.

- Ако решението е ясно се спира. Иначе се продължава с кратка дискусия за гласуването. Целта е да се погледне на драматичните различия при гласуването, такива при които един елемент е събрала 5 и 1 рангове и води до грешка от некоректна информация или неразбиране за нея (Фиг.3.2 - въпреки, че някои

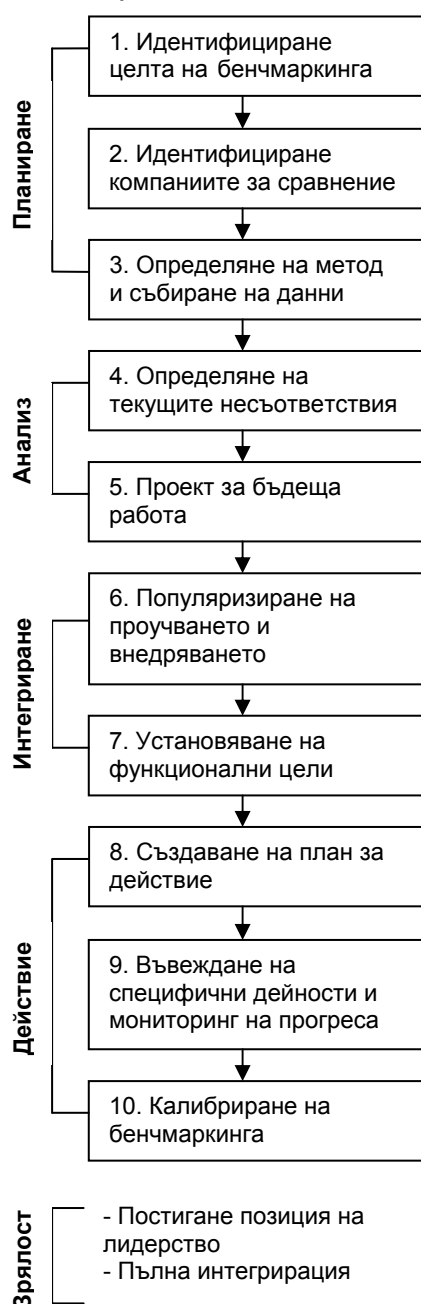
решения са излезли като фаворити, две от тях имат едновременно най-висок и най-нисък ранг, поради което следва дискусия и повторно гласуване). Дискусията не трябва да има резултат на оказване на натиск или смяна на вота.

- Повтаряне на процеса по избора от стъпки 4 и 5. Ако се изисква по-висока акуратност при вземане на решение, този избор може да се направи с претегляне относителната важност на всеки избор със скала от 1 до 10 (10 се дава за най-важния).

## 2. Инструменти за създаване на идеи

- Диаграма на сходство

- Бенчмаркинг



Процедурата за бенчмаркинг (Benchmarking) включва следните стъпки:

1. Записване на всяка идея на отделен лист. Листата се поставят без да се подреждат върху обща работна площ, така че да са видими от всеки. Целият колектив се събира около тях и участва в следващите стъпки.

2. Много е важно през тази стъпка да не се говори. Търсят се идеите, които изглеждат свързани по някакъв начин. Те се подреждат последователно. Това се прави, докато всички листа се подредат. Може да има негрупирани идеи или такива, които да бъдат регрупираны. Ако някоя идея принадлежи на две групи, се прави втори лист.

3. Участниците могат вече да разговарят и дискутират разположението, някои изненадващи особености е особено изместването на спорните идеи. Могат да се направят някои изменения. Когато идеите са групирани се избира и записва най-отгоре на диаграмата най-подходящото заглавие за всяка от тях.

4. Ако е уместно се комбинират групите в подгрупи.

*Бенчмаркингът* (Benchmarking) е процес на изследване и документиране на най-добрите практики, които могат да помогнат да се достигнат определени цели и резултати.

Процесът обхваща пет фази (фиг.3):

1. Планиране – важните стъпки тук са: какво, кой и как.

- Каква работа/дейност трябва да се подложи на бенчмаркинг?

**Фиг.3. Стъпки на бенчмаркинга**

- С кого или какво ще се сравняваме?
- Как ще се събират данните?

2. Анализ – точно разбиране не само на собствения процес, но и на този в проучваната компания. Желанието е да се разбере работата отвътре, за да се оценят недостатъците и успехите. Въпросите, които се задават обикновено са:

- Другата компания по-добра ли е от нас?
- Защо е по-добра?
- Колко е по-добра?
- Какви най-добри практики се използват сега или могат да бъдат предвидени?
- Как може да се освои техния опит или да се използва в нашата компания?

Отговорите на тези въпроси ще дефинират размерите на пропуските в нашата работа: негативни, позитивни или подобни. Пропускът е обективна основа върху която ще се работи – да се превъзмогне или извлече полза от предимствата ни, ако притежаваме такива.

3. Интеграция – процес на използване на получените от бенчмаркинга данни за определяне на необходимите промени. Тази фаза включва внимателно усвояване на новия опит в работата. Тук влизат следните стъпки:

- Получаване на одобрение на проучването от бенчмаркинга. Ясно и убедително демонстриране на резултатите от проучването като точни и независими данни. Разработка на план за действие
- Разпространяване на проучването до всички организационни нива, за да се получи поддръжка, ангажиране и собственост

4. Действие – преобразуване на резултатите от бенчмаркинга и принципите на работа базирани на тях в специфични дейности, които трябва да се извършат. Провеждане на периодични измервания и оценки на постиженията. Използване на творческия талант на хората, които извършват внедряване на опита в производството. Всеки план за промяна трябва да съдържа важни елементи за натрупване на данни и механизми за текущи отчети. Подобриеното в резултат на бенчмаркинга трябва да бъде докладвано пред всички служители.

5. Пълно развитие – достига се когато най-добрите индустриални приложения са въведени в целия процес на работа, като така се осигурява превъзходство. Тестовите за превъзходство са:

- Дали промененият процес е достъпен до другите, дали един интелигентен бизнесмен го разбира?
- Други организации провеждат ли бенчмарк на вашия вътрешни процеси?

Пълно развитие се постига, когато бенчмаркинга стане текущ, съществен и самоинициращ се аспект от процеса на управление. Бенчмаркинга става институционален, т.е. за всички нива на предприятието, а не само за специалистите.

Процедурата за *Метода на номиналната група* (Nominal group) се изпълнява последователно по следния начин:

1. Обявяване предмета на мозъчната атака. Изясняват се правилата докато всеки един ги разбере напълно
2. Всеки един член на колектива мисли наум и записва колкото може повече идеи за определено време (5 до 10 минути).
3. Всеки член излага гласно поред идеите си, които се записват.
4. Не се разрешава дискутиране нито дори въпроси за изясняване.
5. Някой член може да пропусне реда си и след това да добави някоя идея при следващ ред
6. Обхожда се групата докато минат всички членове
7. Последователно се дискутира всяка идея. Формулировката може да се смени само ако е съгласен автора. Идеи могат да се задраскват от списъка само при единодушно съгласие. В дискусиата може да се изясни смисъла, обясни логиката или анализират подбудите и отговаря на въпроси, или излага съгласие или несъгласие.
8. Приоритизират идеите чрез използване на многократно гласувани или редуциран списък.

### 3. Инструменти за планиране и изпълнение на проекти

- Диаграма на Гант
- Цикъл на Деминг

Процедурата на *Цикъла на Деминг* се изразява в следното:

1. Планиране – разпознаване на възможностите и разработване на план за промяна.
2. Извършване – тестване и изучаване на изменението
3. Изучаване – преглед на тестването, анализ на резултатите и идентифициране на наученото



**Фиг.4** Процедура за анализ на данни от процеси

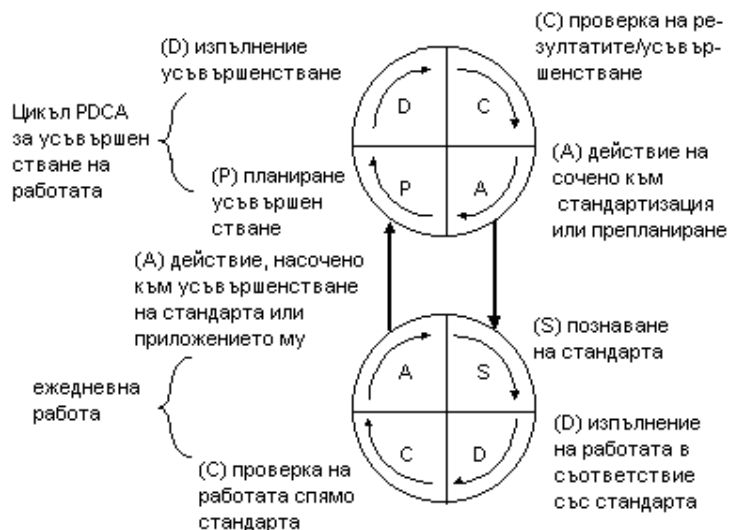
4. Въздействие – предприемане на действия, в зависимост от получените резултати. Ако предприетото действие не води до по-добри резултати, отново се изпълнява цикъла с друг план. Ако резултатът е сполучлив се предприемат действия за разширяване на измененията и използване на наученото за нови подобрения, започвайки цикъла отново.

PDCA процедурата не уточнява как да се анализират данните. На фиг. 4 е показан един обособен процес за анализ на данни който може успешно да се прилага и в други процеси на организацията.

Известният цикъл PDCA (plan - do - check - act ) на TQM (пълно управление на качеството) е бил внедрен в японския контрол за качество от W.E. Deming.

Планиране	Аналитично и количествено се определят ключовите проблеми на процеса или дейностите за тяхното коригиране
Осъществяване	Прилага се план
Проверка	Аналитично и количествено се потвърждава, че планът работи и води до подобряване на показателите
Изпълнение (коригиране)	По съответен начин се видоизменя процеса, съставя се документация и се преразглежда процеса и неговото използване

PDCA символизира принципа на повторение в решаването на проблеми – достигане на подобрения стъпка след стъпка и многократно повторение на цикъла на усъвършенстване. Основният цикъл за контрол на процеса често се нарича SDCA цикъл. В него има (S) стандарт, който се използва за усъвършенстване на процеса (D). След това резултатите от процеса се проверяват (C) и се извършва определено действие (A). Ако резултатите съответстват на спецификацията, тогава това определено действие се повтаря с приложение на стандарта и цикълът се повтаря. Ако резултатите започват да се отклоняват или излизат извън рамките на спецификацията (т.е. не удовлетворяват изискванията на заявителя) е необходимо да се предприеме коригиране на стандарта.



Фиг. 5 Редуване на циклите SDCA и PDCA

По някое време може да се реши, че спецификациите не са достатъчно строги и трябва да се усъвършенства процеса (да се снижи вариантността), за да се удовлетворят по-строги спецификации. Когато това се случи се използва формата PDCA - метод за реактивно усъвършенстване за намиране на източника на най-голямата естествена вариантност и усъвършенстване на процеса по пътя на неговото отстраняване. Това взаимодействие между цикъла за контрол на процеса SDCA и цикъла за реактивно усъвършенстване е показано на фиг. 5.

По някое време може да се реши, че спецификациите не са достатъчно строги и трябва да се усъвършенства процеса (да се снижи вариантността), за да се удовлетворят по-строги спецификации. Когато това се случи се използва формата PDCA - метод за реактивно усъвършенстване за намиране на източника на най-голямата естествена вариантност и усъвършенстване на процеса по пътя на неговото отстраняване. Това взаимодействие между цикъла за контрол на процеса SDCA и цикъла за реактивно усъвършенстване е показано на фиг. 5.

Планът за взаимодействие между двата цикъла може да бъде следния:

SDCA	Пуснете в действие съществуващия процес за известно време. Изчислява се естествената вариантност, като по този начин се отделя неконтролируемата вариантност.
PDCA:	Намират се и се отстраняват източниците на неконтролируемата вариантност.
SDCA:	Продължете новия или следващия процес точно по правилата. Отстранете източника (при неговото появяване) на всяко условие водещо до разстройване на процеса.
PDCA:	Използвайте 7 стъпки за намиране и съкращаване на най-големия източник с контролирана вероятност.

#### 4. Седемте нови средства за управление и планиране

Тези методи се предлагат за удовлетворяване необходимостта от средства за представяне на иновации, комуникации и успешно планиране на основни проекти от JUSE (Съюз на японските учени и инженери). Тук влизат:

1. Диаграма на сходство
2. Диаграма на връзките
3. Дървовидна диаграма
4. Матрична диаграма
5. Стрелкова
6. Диаграма на програма на решения за действие
7. Списък на възможности и критерии

*Диаграмата на връзките* (Relations Diagram) се нарича още диграф или мрежова диаграма (фиг. 6). Процес със създадена диаграма на връзките помага на колектива да анализира естествените връзки между различни аспекти на една сложна ситуация. Методът се използва:

- Когато трябва да се схване връзка между идеи или причина и следствие, в случаи когато се прави опит да се определи кое най-силно влияе на подобрението;
- Когато един комплексен резултат се анализира за последици;
- Когато трябва да се изпълни сложно решение;
- След генериране на родствена диаграма, причинно-следствена диаграма или дървовидна диаграма, за по-пълно изучаване на връзките между идеите.

Основната процедура се изпълнява както следва:

1. Писмено се дефинира проблема който ще се изследва с диаграма на връзките. Записва се на залепващ се лист и се поставя най-отгоре на работната повърхност (маса или стена).

2. Генерират се идеи по проблема чрез мозъчна атака и се записват на отделни карти. Такива идеи от преди това използвани други методи като: диаграма на сходство, дървовидна диаграма или диаграма на Ишикава, могат да се заемат като изходни и да се допълнят чрез мозъчна атака.

3. За определено време една идея се поставя на работната повърхност и се пита „Тази идея свързана ли е с някоя друга?“. Ако има такива те също се поставят като се оставя място между картите за да се начертаят по-късно стрелки . Това се повтаря, докато всички карти се поставят на повърхността.

4. За всяка идея се пита „Тази идея влияе ли се или оказва влияние на друга идея?“ Прекарват се стрелки между идеите, които са свързани. Въпросът се повтаря за всяка идея.

5. Анализ на диаграмата:

- Преброяват се стрелките от и към всяка идея. И се записват под всяка от тях. Тези с най-много стрелки са ключовите идеи.
- Означават се кои идеи имат най-много излизащи от тях стрелки. Те са основните причини.
- Означават се идеите с най-много насочени към тях стрелки. Те са крайните ефекти, към които трябва да се отнесем критично.

Трябва да се провери дали идеите с по-малко стрелки са също ключови идеи. Броят на стрелките е само един индикатор, а не абсолютно правило. Ключовите идеи се подчертават.

*Дървовидната диаграма* (Tree Diagram) също е популярна под различни имена. Тя изглежда като дърво със стъбло и многобройни клони. Използва се за класифициране на широки категории в по-прецизни нива на детайли. Разработването на дървовидната диаграма помага да се мисли последователно стъпка по стъпка от общото към специфичното. Този метод се използва:

- когато проблемът е известен или е познат общия характер и трябва да се открият специфични детайли;
- когато се усъвършенстват дейности за осъществяване на едно решение или на друг план;
- когато се прави детайлен анализ на процес;
- когато се прави проучване за първопричините за даден проблем;
- когато се оценяват резултати от приложения за няколко възможни решения;
- ако след прилагане на методите за диаграма на сходство или диаграма на връзките се разкриват ключови разногласия;
- катро комуникационно средство за разясняване на детайли

Процедурата на съставяне на тази диаграма (фиг.6) включва:

1. Разработване на изложение на целта, проекта, плана, проблема или каквото ще се изследва. Записва се най-отгоре (за вертикална дървовидна диаграма) или най-вляво (за хоризонтална диаграма) на работната повърхност.

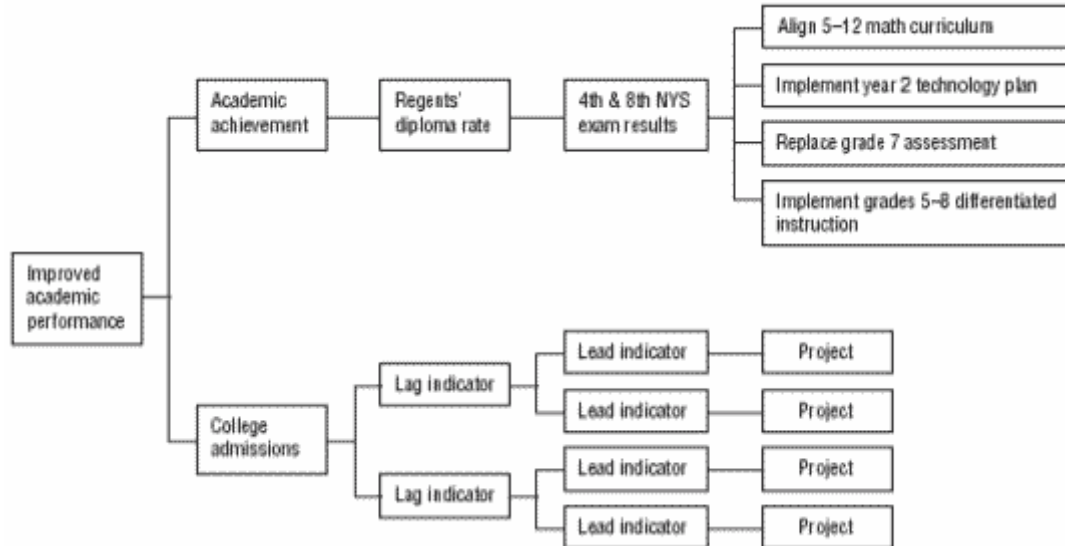
2. Задават се въпроси, които водят към детайлите от следващото ниво.

Например:

- За цел, план за действие или структура на прекъсване на работата: “Какво трябва да се направи за да се постигне това?” или “Как може това да бъде реализирано?”
- За анализ на първопричините: “Какво причинява това?” или “Защо това се случва?”
- За „gozinto” диаграма : “Какви са компонентите?” (Gozinto произхожда от фразата “What goes into it?”

Подлагат се на мозъчна атака всички възможни отговори. Ако е направена предварително диаграма на сходство или диаграма на връзките, може от тях да се вземат идеите. Всяка идея се записва по права линия под първото изложение, а връзките между редиците се показват със стрелки.





Фиг.6. Пример от японски източник [1]

- Прави се „необходима и достатъчна” проверка. Всичките ли елементи на един ред са важни? Ако всички елементи на това ниво са представени и извършени дали те са достатъчни?

- Всяка изказана нова идея сега става тема: цел, обект или обсъждан проблем. За всяка една отново се задават въпросите за да се попълни следващото ниво елементи. Оформя се нов ред със стрелки се показва връзката на елементите му с предишния ред. Прави се „необходима и достатъчна” проверка за всеки ред елементи.

- Продължава да се поставя всяка нова идея като тема за обсъждане, докато се стигне до фундаменталните елементи: специфични действия които могат да се извършат, компоненти които не са делими, първопричини.

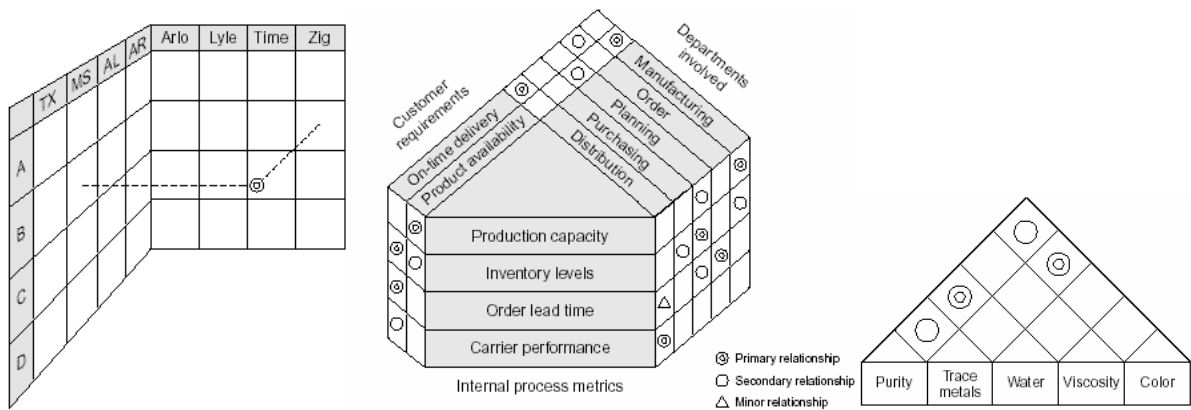
- Прави се проверка за „необходимост и достатъчност” на цялата диаграма. Проверява се дали всички елементи са необходими за решаването на определен проблем и дали и нежно да се разглеждат всички проблеми.

*Матричната диаграма* (Matrix Diagram) се среща в шест различни форми - *L*, *T*, *Y*, *X*, *C* и форма на покрив (Roof), в зависимост от броя на групите които се сравняват. В табл. 2 са резюмирани случаите на приложение на всеки вид матрица.

- **L**-матрицата сравнява две групи проблеми или една група със себе си.
- **T**- матрицата установява връзка между три групи: всяка от групите В и С се свързва с група А, но групи В и С не са свързани една с друга.
- **Y**– матрицата установява връзка между три групи. Всяка група е свързана с другите две по кръгов начин.
- **C** - матрицата сравнява едновременно в 3-D форма.
- **X**– матрицата дава връзката между четири групи. Всяка група е свързана с двете други по кръгов начин.
- **Roof** - матрицата сравнява една група със себе си. Обикновено се използва с **L**- или **T**-матрица.

**Табл. 2.** Използване на различни матрични диаграми

Вид матрица	Брой групи	Сравнения на групи проблеми
<b>L</b> -	2 групи	$A \leftrightarrow B$ (или $A \leftrightarrow A$ )
<b>T</b> -	3 групи	$B \leftrightarrow A \leftrightarrow C$ но не $B \leftrightarrow C$
<b>Y</b> -	3 групи	$A \leftrightarrow B \leftrightarrow C \leftrightarrow A$
<b>C</b> -	3 групи	Всичките три едновременно (3-D)
<b>X</b> -	4 групи	$A \leftrightarrow B \leftrightarrow C \leftrightarrow D \leftrightarrow A$ но не $A \leftrightarrow C \leftrightarrow D$ or $B \leftrightarrow D$
<b>Roof</b> -	1 група	$A \leftrightarrow A$ когато също $A \leftrightarrow B$ в <b>L</b> или <b>T</b>



Примери за: C-, Y- Roof-матрици

@ Силна връзка	+ Позитивна връзка
○ Средна връзка	○ Неутрална връзка
△ Слаба или потенциална връзка	- негативна връзка
Няма връзка	
S Доставчик	↑ лявото въздейства на горното
C Потребител	← горното въздейства на лявото
D Производител	
O Притежател	

Често използвани символи

	Клиент D	Клиент M	Клиент R	Клиент T
Чистота%	> 99.2	> 99.2	> 99.4	> 99.0
Вода (ppm)	< 10	< 5	< 10	—
Вискозитет (ср)	20-35	20-30	10-50	15-35
Авт. транспорт	□			□
ЖП транспорт			□	

L-матрица

Завод 1	■		□	□
Завод 2		■		□
Завод 3	□			■
Завод 4		□	■	
■-голям обем	Модел A	Модел B	Модел C	Модел D
□-малък обем				
Клиент 1		■		
Клиент 2	□	□	□	■
Клиент 3			□	□
Клиент 4	■			■

T-матрица

<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Завод 1	<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Завод 2		<input checked="" type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Завод 3	<input type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	Завод 4		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Превозвач 1	Превозвач2	Превозвач 3	Превозвач 4	<input checked="" type="checkbox"/> -голям обем <input type="checkbox"/> -малък обем	Модел А	Модел В	Модел С	Модел D
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Клиент 1		<input checked="" type="checkbox"/>		
			<input checked="" type="checkbox"/>	Клиент 2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			Клиент 3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Клиент 4	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>

X-матрица

*Стрелковата диаграма* (Arrow Diagram) се нарича още мрежова диаграма на дейностите, метод на критичния път (Critical Path Method –CPM). Друга нейна разновидност е схемата PERT (Program Evaluation and Review Technique). Стрелковата диаграма показва желаната последователност на задачите в един проект или процес, най-добрата програма за целия проект, възможна програма, ресурсни проблеми и тяхното решение. Тя позволява определяне на „критичния път“ за проекта/процеса. Това е протичането на критичните задачи в един сложен проект или процес със сродните задачи и ресурси. Такава диаграма се използва когато:

- се прави програма и мониторинг на сложен проект/процес със сродните му задачи и ресурси;
- се познават стъпките на проекта/процеса, тяхната последователност и продължителност;
- програмата на проекта е критична и със сериозни последствия, ако приключването на проекта закъснее или значителни предимства, ако проекта завърши по-рано.

Процедурата се състои от две части:

А. Изчертаване на мрежата:

1. Изготвя се списък на всички необходими задачи в проекта или процеса. Удобен начин за целта е да се запише всяка задача в горната половина на една карта. През средата на картата се изчертава хоризонтална стрелка, сочеща надясно.

2. Определя се точната последователност на задачите. Това се прави като се задават за всяка задача по три въпроса:

- Коя задача трябва да започне преди тази?
- Коя задача трябва да се извърши едновременно с тази?
- Задачи ще започнат да се изпълняват непосредствено след тази?

Може да бъде от полза съставянето на таблица с четири стълба – предшестващи задачи, тази задача, едновременни задачи, следващи задачи.

3. Изчертаване на диаграма на мрежата от задачи.Картите се подреждат последователно на голям лист хартия. Задачите се подреждат, така че времето на изпълнението им да е отляво надясно, а едновременните задачи са вертикално подредени. Остава се място между картите.

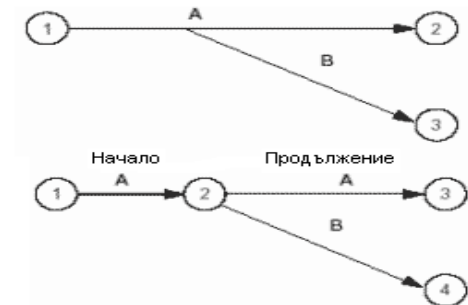
4. Между всеки две задачи, се чертаят окръжности за „събития”. Едно събитие маркира началото или края на една задача. Така събитията са възлови точки, които отделят задачите.

5. Търсят се три общи проблемни ситуации и се пречертават като се използват „фиктивни” или допълнителни събития. Фиктивното се означава с прекъснатата стрелка и се използва за разделяне на задачи, които иначе ще започнат и завършат със същите събития или да покаже логическа последователност. Фиктивните събития не са реални задачи.

Б. Проблемни ситуации:

- Две едновременни задачи започват и завършват на едно и също събитие. Решението е: За да се разделят се използва се едно фиктивно и едно допълнително събитие. На фиг. 7 събитие 2 и фиктивното събитие между 2 и 3 се добавя за да се разделят задачи А и В.

- Задача С не може да започне докато двете задачи А и В се изпълняват, също една четвърта задача D не може да започне докато А се изпълнява, но не е необходимо да се чака за задача В (фиг.8). Решението е: Използва се фиктивност между края на задача А и започването на задача С.



Фиг. 9. Използване на допълнително събитие

добавено, като то разделя задача А на две подзадачи.

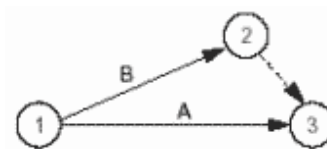
6. Когато мрежата е коректна всички събития се номерират последователно с цифри, а всички задачи – с букви.

Планиране: CPM - метод

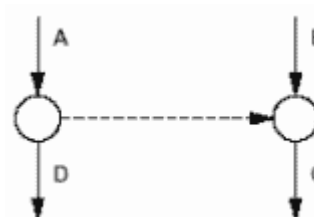
7. Определяне времето за изпълнение на задачите. За по-добро съгласуване се използва една измервателна единица (часове, дни или седмици). Времето се записва до стрелката за всяка задача.

8. Определя се Determine the “критичния път,” най-дългия път от започването до завършването на проекта/процеса и се маркира с удебелена линия или цвят. Изчислява се дължината на този път като сума от времената за изпълнение на всички задачи по пътя.

9. Изчисляват се времената, за които най-рано може да започне и завърши всяка задача. Тези времена се наричат първоначални начало (ES) и край (EF). Започва се с първата задача, където ES = 0, и се



Фиг.7. Фиктивно разделяне на едновременни задачи



Фиг. 8. Фиктивност поддържа правилната последователност

- Една втора задача може да започне преди да е извършена Решението е: Добавя се допълнително събитие, от където да започне втората задача и се използват допълнителни стрелки за разделяне на първата задача в две подзадачи. На фиг. 9 събитие 2 е

<b>ES</b> Най- първото начало	<b>EF</b> Най- първия край
<b>LS</b> Най- последното начало	<b>LF</b> Най-последния край

Фиг. 10. Означаване на времената в стрелковите диаграми

продължава нататък. Чертае се квадрат разделен на четири квадранта (фиг. 10). Записва се ES в горния ляв квадрант и EF в долния десен.

За всяка задача:

- Най-първото начало (ES) = най-дългото EF на задачите водещи към него
- Най-първия край (EF) = ES + времето за изпълнението на задачата

10. Изчисляват се най-късните времена, за които всяка задача може да започне и завърши без да се обърка програмата на проекта, базирано основавайки се на това колко дълго ще продължат последните задачи. Те се наричат най-късно начало (LS) и най-късен край (LF). Започва се от последната задача, с чийто край завършва проекта и се върви назад. Записва се LS в най-долния ляв квадрант, а LF – в най-долния десен квадрант.

- Най-последния край (LF) = най-малкото LS на задачите, които непосредствено следват от него
- Най-късното начало (LS) = LF – времето на тази задача

11. Изчисляват се времената на забавяне за всяка задача и за целия проект. Общото време на забавяне е времето за което една работа би могла да бъде отложена без да се забави програмата на проекта.

Общото забавяне = LS – ES = LF – EF

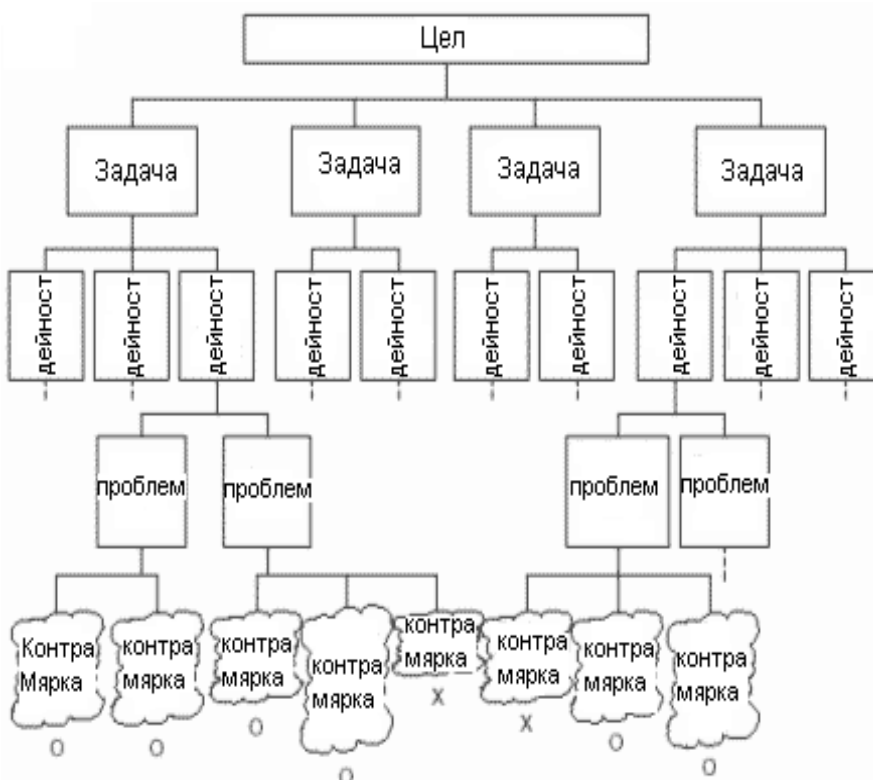
Свободно забавяне е времето за което една задача би могла да се отложи без да въздейства на ранния старт на работата, която следва.

Свободно забавяне = най- ранното ES на всички задачи, които следват това EF.

Диаграмата на програма на решения за действие още се нарича PDPC (Process Decision Program Chart). С използване на PDPC може и да се ревизира плана, за да се избегнат проблемите, или да се подготви най-добрият отговор, когато проблемът се появи.

Диаграмата се използва:

- преди изпълнението на големи и сложни планове;
  - когато планът трябва да завърши по разписание;
  - когато цената на дефектите е висока.
- Процедурата е както следва (фиг. 11):



Фиг.11. Пример за PDPC диаграма

главните дейности и трето ниво на обширно дефинирани задачи за осъществяване на главните дейности.

- За всяка задача от третото ниво се извършва мозъчна атака за търсене на възможни нередности.
- Преглеждат се всички потенциални проблеми и се елиминират тези, които са неправдоподобни или чиито последствия ще бъдат незначителни.
- За всеки възможен проблем се провежда мозъчна атака за откриване на възможни контрамерки. Такива могат да бъдат дейности или изменения на плана, за да се избегне проблема, или дейности, които ще решат проблема след като той се появи. Набелязаните контрамерки се показват като пето ниво, очертани в наклонени линии.
- Решава се колко е практична всяка контрамерка. Използват се такива критерии като разходи, необходимо време, трудност на прилагане и ефективност. Маркират се непрактичните контрамерки с **X**, а практичните с **O**.

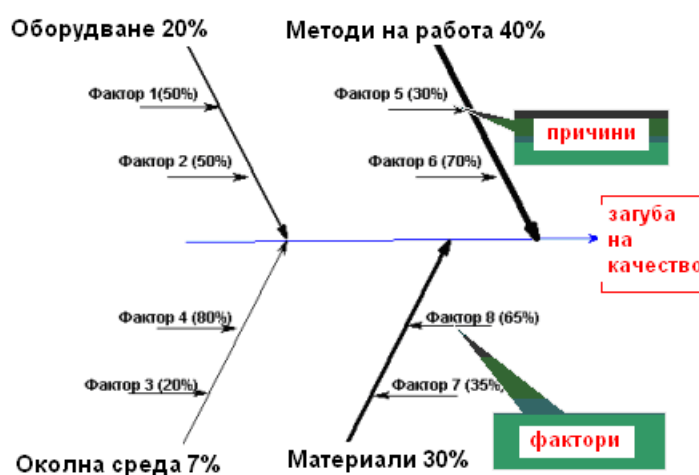
## 5. Инструменти за анализ на причини

Използван се когато трябва да се открият причините за определен процес или ситуация. Тук спадат:

- Диаграма на Ишикава или „рибена кост“ – идентифицира много възможни причини за един проблем и веднага сортира идеите в категории;
- Диаграма на Парето – показва бар-графика на по-значимите фактори;
- Диаграма на разсейване – представлява графика на чифт числени данни, с една променлива на всяка ос, за търсене на съотношение между тях.
- Функция на загубите на Тагучи – ранжира приоритети в програмата за управлението на качеството
- Стратификация
- Хистограма
- Контролни карти

Диаграмата на Ишикава (Ishikawa) се нарича още Причинно-следствена диаграма (Cause and Effect Diagram) или диаграма „рибена кост“ (Fishbone Diagram) (фиг.12). Причините за отказите се препоръчва да се търсят в „5М“ (Manpower-Method-Measurement-Material-Mashine) и околна среда (незадължително). Често използван вариант на диаграмата за анализ на процеси е CEDAC (cause-and-effect diagram with the addition of cards).

За решаване на проблемите трябва да се знаят реалните причини и тяхното взаимодействие. Тогава могат да се отделят главните причини и



Фиг. 12. Причинно-следствена диаграма

да се реши проблема. Причинно-следствената диаграма показва ефекта и главните причини за този ефект. Тези главни причини от своя страна могат да имат подпричини (по-малки причини) итн на много нива. Това не е статистически подход - по-скоро подходът определя разнообразните причини, а не честотата на събитията. Обаче това е полезен и прост подход за указване честотата на събитията.

Диаграмата на Ишикава се използва:

- Когато се установяват възможни причини за определен проблем;
- Особено когато мисленето на колектива е шаблонно.

Предимствата, които дава такава диаграма са :

– Анализ – позволява да се проследят грешки, ефективно да се използват ресурси, понижаване на разходи.

– Отстраняване на неочаквани причини.

– Стандартизиране на съществуващи и нововъведени процеси.

– Обучение и квалификация на колектива за самостоятелно вземане на решения и извършване на корекции.

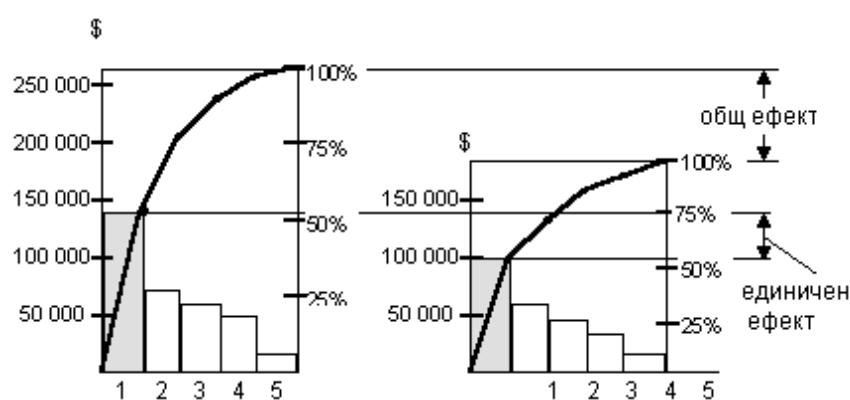
**Диаграма на Парето** (Pareto Chart or Diagram) – бар-диаграма на най-значимите проблеми, причиняващи половината от проблемите. След построяването ѝ се пристъпва към причинно-следствен анализ. Парето анализът е метод за класифициране на

продукти, събития или дейности според тяхната относителна важност и се причислява към анализите: „правило 20/80” и „ABC”. Височината на баровете в диаграмата представя честота или разходи (време или пари). Баровете се подреждат така че най-високият да е отляво, а най-ниският най-накрая отдясно. По този начин графиката визуално показва кои ситуации са най-значими (Фиг.13). Парето анализ се използва когато:

- Се анализират данни за честотата на поява на проблеми или причини за неизправности в един процес;
- има много проблеми или причини и трябва да се фокусираме към най-значимите;
- се анализират определени причини посредством преглед на техните специфични компоненти;
- с други трябва да комуникирате вашите данни.

Диаграмата на разсейване се използва, когато:

- се разполага с цифрове числени данни

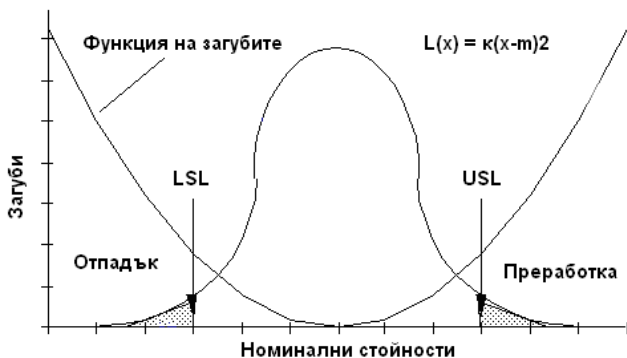


Фиг.13. Диаграма на Парето

- зависимата променлива има многочислени стойности за всяка стойност на независимата променлива
- се прави опит да се определи дали двете променливи са свързани, както и когато се търсят коренни причини на проблемите
- следствие на мозъчна атака и причинно-следствена диаграма, за обективно определяне дали една отделна причина и съответния резултат са свързани
- се установява дали два резултата, които се появяват се дължат на една и съща причина
- се търси автокорелация преди да се конструира контролна карта.

### Функция на загубите на Тагучи

Методът на Тагучи позволява да се подредят по рангове приоритетите в програмата за управление на качеството и количествено да се оцени подобряването на качеството. Японският учен Г. Тагучи през 1960г. изказва мисълта, че качеството не може повече да се разглежда като мярка за съответствие с изискванията на проектната/конструкторската документация. Спазването на качеството по отношение на толерансните граници е недостатъчно. Необходимо е постоянен стремеж за постигане на номинални стойности, към намаляване на разсейването дори вътре в границите, установени от проекта. Тагучи твърди, че удовлетворяването на изискванията на допуските не е достатъчен критерий, за да се съди за качеството. В края на краищата загубите от обслужването на продукта след неговото получаване от



Фиг. 14. . Функция на загубите на Тагучи  
 $L(x) = k(x-m)^2$

потребителите се оказва минимално, т.е. минимизират се преправянията, настройките и разходите по гарантиране на обслужването. Управление на качеството, свързано само с достигане на съответствие с изискванията за допуските води до специфични проблеми. Трябва обаче да се отбележи, че този подход е позволявал да се произведат продукти които са били достатъчно качествени в своята епоха. Очевидно е необходим качествено друг подход, който не изисква

изкуствено определяне на годно и негодно, добро и лошо, дефектно и бездефектно. Такъв подход предполага, че съществува най добро значение и че всяко отклонение от тази номинална стойност ще предизвика някакъв вид загуби или сложности в съответствието. Функцията на загубите на Тагучи  $L(x) = k(x-m)^2$  (където  $x$  е измерваната стойност на показателя на качеството,  $m$  е номиналната му стойност,  $L(x)$  – функцията на загубите на Тагучи в точке  $x$ , а  $k$  - коефициент мащаба) е предназначена за това. Графически тя се представя обикновено във формата показана на фиг..

Тагучи предполага, че всеки процес има целева (target) стойност и продукта се измества настрани от нея и обществото претърпява загуби. Тази загуба може да



доведе до закъснение, изхабяване на суровина, производствени отпадъци, брак, или преработка. Загубата не е линейна. Теоретически Тагучи представя пропорционална на квадрата на разстоянието от целевата стойност.

Параболичната крива описва цената на обществото поради това че продукта се мести извън целевата стойност (центъра между LSL и USL)

Стойностите на показателя на качеството се нанасят на хоризонталната ос, а вертикалната ос показва «загубите» или «Вредата» или «значимостта» отнасяща се за стойностите на показателя. Тези загуби се приемат равни на нула, когато характеристиката на качеството достига номинална стойност.

*Стратификацията (разслояването)* е метод, който се използва в комбинация с другите средства за анализ на данни. Когато данните са събрани от разнообразни източници или категории, може да стане невъзможно да се разбере тяхното значение. Методът разделя данните така че да може да се види тенденцията/значението им. Разслояване на данните се прилага:

- преди натрупване на данните – събирането на стратифицирани данни трябва да се планира;
- когато данните постъпват от различни източници или условия, като: дни, материали, оборудване, популационни групи, извършени промени, хора;
- когато анализът на данните изисква отделяне на различните източници или условия

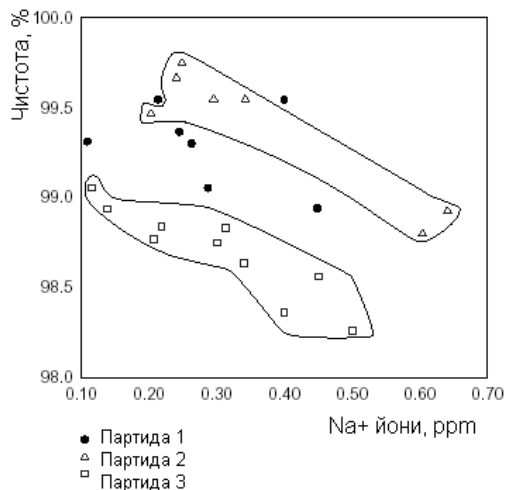
Процедурата по разслояване включва следните стъпки:

1. Преди да се съберат данните се взема под внимание коя информация за източниците на данни могаже да влияе на резултата. Започва се събиране на данни, така че да се събере най-пълната информация

2. Когато от събраните данни се построяват диаграми на разсейване, контролни карти, хистограми или др. се използва различно маркиране (знак или цвят) за различаване на данните от различни източници. Така разграничените групи

(комплекти) данни се наричат „стратифицирани”

3. Поотделно се анализират групите разслоени данни. Например, диаграмата на разсейване от фиг.15. съдържа данни стратифицирани в три групи, тъй като са от три източника (съответно маркирани със знаците: ●, □, и Δ). Ако данните не са разслоени диаграмата няма да показва наличие на зависимост. Диаграма със стратифицирани данни дори и без изчисления показва съществуването на зависимост за втория и третия източник (окрадените области на фиг.15). Такава зависимост обаче не съществува за данните от източник 1, което



**Фиг.15.** Диаграма на разсейване при стратифицирани данни

означава, че нещо е различно при него.

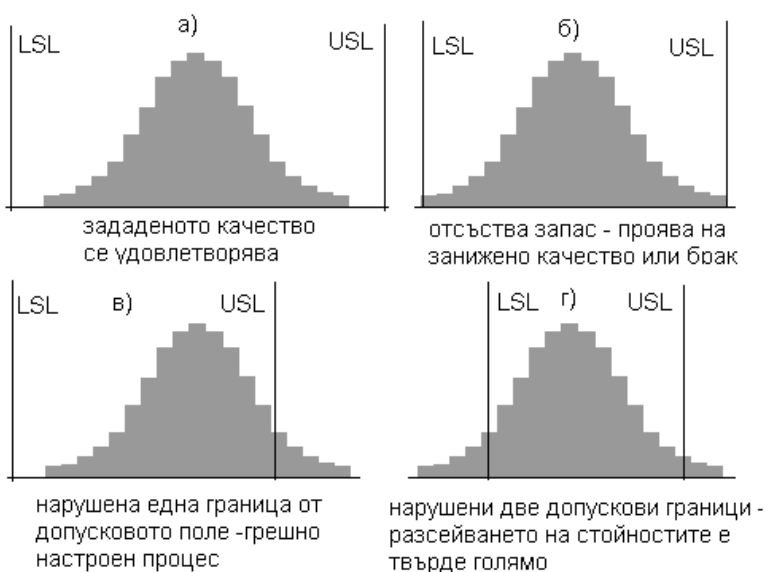
На практика се произвеждат голям брой изделия с огромен брой части и материали. Качеството на всички тези изделия и части не може да бъде еднакво и винаги има известно различие. *Хистограмата* е графика, която показва различията на данните или честотните им

разпределения. От тази графика може да се анализират характеристиките на данните и причините за различията им. Хистограмата е стъпаловидна графика (бар диаграма), показваща статистическото

разпределение в равни интервали на някои показатели на качеството, например дефекти. Тя се използва:

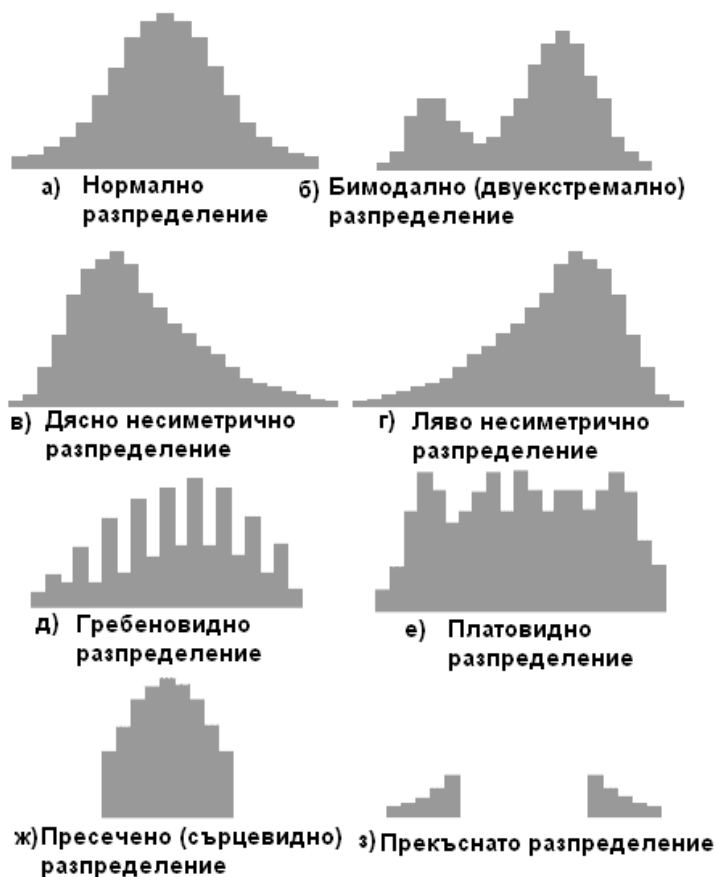
- при анализ за стратификация, за да се създадат хипотези за възникването на дефектите.
- когато данните са численни
- когато се иска да се види формата на разпределението на данните, за да се определи дали са нормално разпределени
- когато се анализира дали процесът удовлетворява изискванията на потребителя
- когато трябва да се определи дали продукцията на процеса се изменя през различни периоди от време
- когато се изследва дали продукцията на два или повече процеса се различава
- когато трябва да се обмени бързо и лесно информацията за разпределението на данните

Преди да се анализира формата на хистограмите, трябва да сме сигурни, че процесът е протичал нормално през периодът на изследване. Ако на хистограмите се нанесат спецификационните граници на изменение на контролирания параметър са възможни случаите илюстрирани на фиг.16 При интерпретация на хистограмите от значение е тяхната форма. Тук също са възможни няколко случая, които са илюстрирани на фиг.17. При нормалното (симетрично) разпределение, максимумът е в средата. За да се докаже, че разпределението е нормално трябва да се извърши статистическа преценка. Асиметричните (дясно или ляво несиметрично) разпределения са характерни за технологични процеси, за които стойностите на случайния показател са ограничени от спецификацията или по чисто физически съображения. Платовидно (мултимодално) разпределение се получава, когато върху



**Фиг.16.** Разположение на хистограмата спрямо допусковите граници

стойностите на показателя оказват влияние голям брой случайни фактори, между които няма доминиращи. Гребеновидното разпределение прилича на нормалното,



Фиг.17 Типични форми на хистограми

освен че се получават за определени барове по-високи краища. Обикновено това се причинява от неправилно конструиране на хистограмата, с данни съсредоточени в някои от групите.

Двусиметрично (бимодално) разпределение се получава при смесване на два комплекта данни за изследвания показател, които са получени от два източника или при две различни условия. За получаване на информация относно разпределението за всяко едно по отделно се извършва стратификация. Сърцевидното разпределение прилича на нормалното, с отсечени краища. Прекъснатото разпределение обикновено свидетелствува за смесване на един основен комплект данни с малка извадка от

друг. То може да се дължи на краткотрайни изменения в условията на технологичния процес, на появата на грешки в измерванията или анализите и т.н.

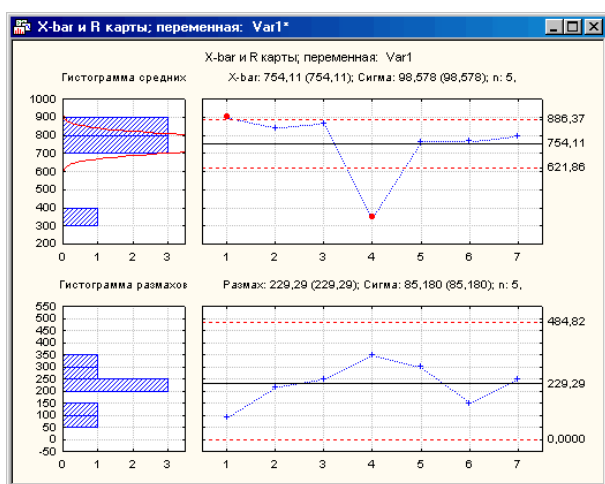
*Контролни карти* отразяват динамиката на процеса и са средство за описване състоянието на статистически контрол и оценка на степента на достигането му. Контролната карта е графика използвана за текущ контрол на изменчивостта на технологичните процеси. Данните се нанасят на графиката в последователността на тяхното получаване. Една контролна карта винаги има централна линия за средната стойност и горна (UCL) и долна (LCL) контролни линии. Тези линии се определят от исторически данни. Чрез сравняване на тези линии с текущите данни може да се направи заключение за съвместимостта на вариацията на процеса.

Могат да се използват различни видове контролни карти (КК) в зависимост от вида на данните – променливи (непрекъснати) и атрибутивни (качествени):

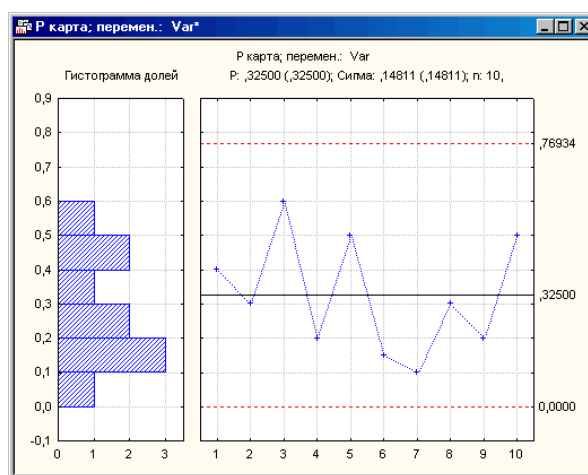
1. Контролни карти за непрекъснати променливи
  - X- и R-карта (за средни стойности и за размах)
  - X- и s-карта (за средна стойност и отклонение/дисперсия)
  - Карта на отделни наблюдения (X –карта, X-R-карта, IX-MR-карта, Xm R-карта, карта за пълзящ размах)
  - Карти на пълзящи средна стойност и размах (MA–MR –карта)

- Целеви карти (карти на разлики, отклонения и номинални стойности)
  - CUSUM (карта на кумулативна сума)
  - EWMA (карта на експоненциално претеглена пълзяща средна стойност)
  - Многомерна карта (наричана  $T^2$  карта на Хотелинг (Hotelling  $T^2$ ))
2. Контролни карти за алтернативен признак
- P-карта (карта на пропорция)
  - пр-карта
  - с-карта (карта на брой)
  - u-карта
3. Карти за двата вида данни
- Кратки карти (стабилизирани или Z-карти)
  - Групови карти (карти на много характеристики)

Контролните карти за променливи данни се използват комбинирано. Горната карта показва обхвата или центрирането на разпределението на данните от процеса.



**Фиг.3 а.** X-R-контролна карта за променливи данни (лошо управляем процес; първа и четвърта извадка са извън контрол)



**Фиг.3 б.** p-контролна карта за атрибутивни данни (статистически управляем процес; броят бракувани изделия във всяка извадка е в допустимите граници)

Долната карта следи, обхвата или широчината (размаха) на разпределението. Контролните карти за атрибутивни данни се използват единично. На фиг.3а и б са показани контролни карти получени с помощта на софтуерния пакет STATISTICA. Централната линия (CL) на X-картата ще съответства на стойността на следения параметър, използван в качеството на стандарт, като в същото време централната линия на R-картата ще съответства на приемливия (т.е. намиращия се в границите на плановата спецификация) размах на контролирания параметър в извадките. Така последната контролна карта (КК) ще представлява карта на изменчивостта на процеса (колкото по-голяма е изменчивостта, толкова по-голям е диапазона на отклонение от на стандарта). КК се използват най-ефективно при взаимна обвързаност с причинно-следствените диаграми и хистограмите.

Контролни карти се използват когато се:

- контролира текущ процес за намиране и коригиране на проблеми, веднага след тяхното появяване
- прогнозира очаквания обхват на резултата от процеса
- определя дали един процес е стабилен (под статистически контрол)
- анализира модела на вариация на процеса поради специални причини (не рутинни събития) или общи причини (създавани от самия процес)
- установява дали проектът за подобряване на качеството трябва да се насочи към превантивни специфични проблеми или трябва да се извършат основни изменения на процеса

Основната процедура при използването на контролните карти включва:

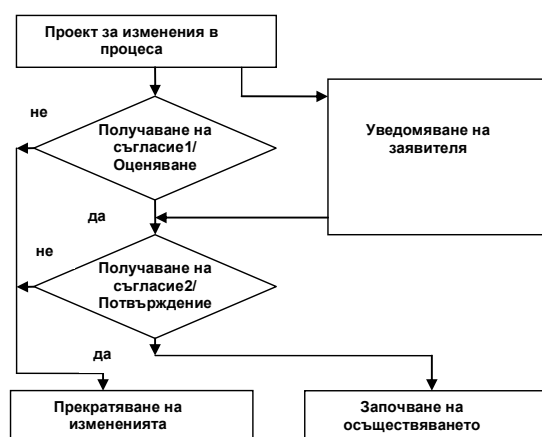
1. Избор на подходяща за характера на събираемите данни контролна карта
2. Определяне на подходящ период от време за събиране и изчертаване на данните
3. Събиране на данни, конструиране на контролната карта и анализ на данните
4. Търсене на сигнал за индикация на неконтролируем процес. Когато такъв се появи, той се маркира и се изследва причината. Документира се по какъв начин е изследван, какво е научено, каква е причината и как той е коригиран.

## 6. Инструменти за анализ на процеси

Тези методи се използват, когато трябва да се изследва работата на един процес или част от процеса. Към тях спадат:

- Схема на протичане на процеса – дава представа за отделните стъпки на процеса в последователен порядък, за материали и поддръжка, влизачи или произтичащи от процеса (входове и изходи), за решения, които трябва да се вземат, хора, които участват, времето на всяка стъпка/такт и/или измервания на процеса;
- Анализ на видовете неизправности и отказите – стъпков подход за откриване на всички възможни неизправности (откази) в проекта, елиминирани или редуцирани на неизправностите, като се започва от тези с най-висок приоритет;
- Предотврътяване на грешки – използват се автоматични средства или методи, които правят невъзможна появата на грешки и откриват грешките незабавно след появата им.

Диаграмата на протичане на процеса (Flow Chart) показва в последователен ред отделните стъпки в технологичния процес. Елементите, които могат да се включват в диаграмата са: поредица от дейности, материали или обслужване при започване и свършване на процеса (входове и изходи), решения, които могат да бъдат взети, хора които участват, времето за извършване на отделните стъпки и/или измервания на процеса. Диаграмата се съставя за различни



Фиг. 18 Диаграма на процес на проектиране и изменения

процеси: производствен, административен, сервизен, планиращ. Тя може да се адаптира за различни цели.

- диаграма на процес се използват за:
- да се разбере как се изпълнява процеса
- да се изучи процес, който ще се подобрява
- да се съобщи на другите как се изпълнява процеса
- по добра комуникация между хората, участващи в процеса
- планиране на проект

Основната процедура по съставянето на диаграмата включва следните стъпки:

1. Дефинира се процесът, за който се построява диаграмата, дискутира се за да се очертаят неговите граници (къде и кога започва и свършва). Избира се нивото на детайлите, които ще се включват в диаграмата.

2. Извършва се мозъчна атака за дейностите, които ще се осъществяват в последователен ред.

3. Когато се включат всички дейности в правилна последователност, се построяват стрелки, за да покажат посоката на протичане на процеса.

4. Извършва се преглед на диаграмата от всички останали, участващи в процеса (работници, контролори, доставчици, потребители) за да се потвърди коректността.

Пример на диаграма от високо ниво е показана на фиг. 18..

Символите, които се използват за съставяне на детайлна диаграма са същите които се използват за алгоритми.

---