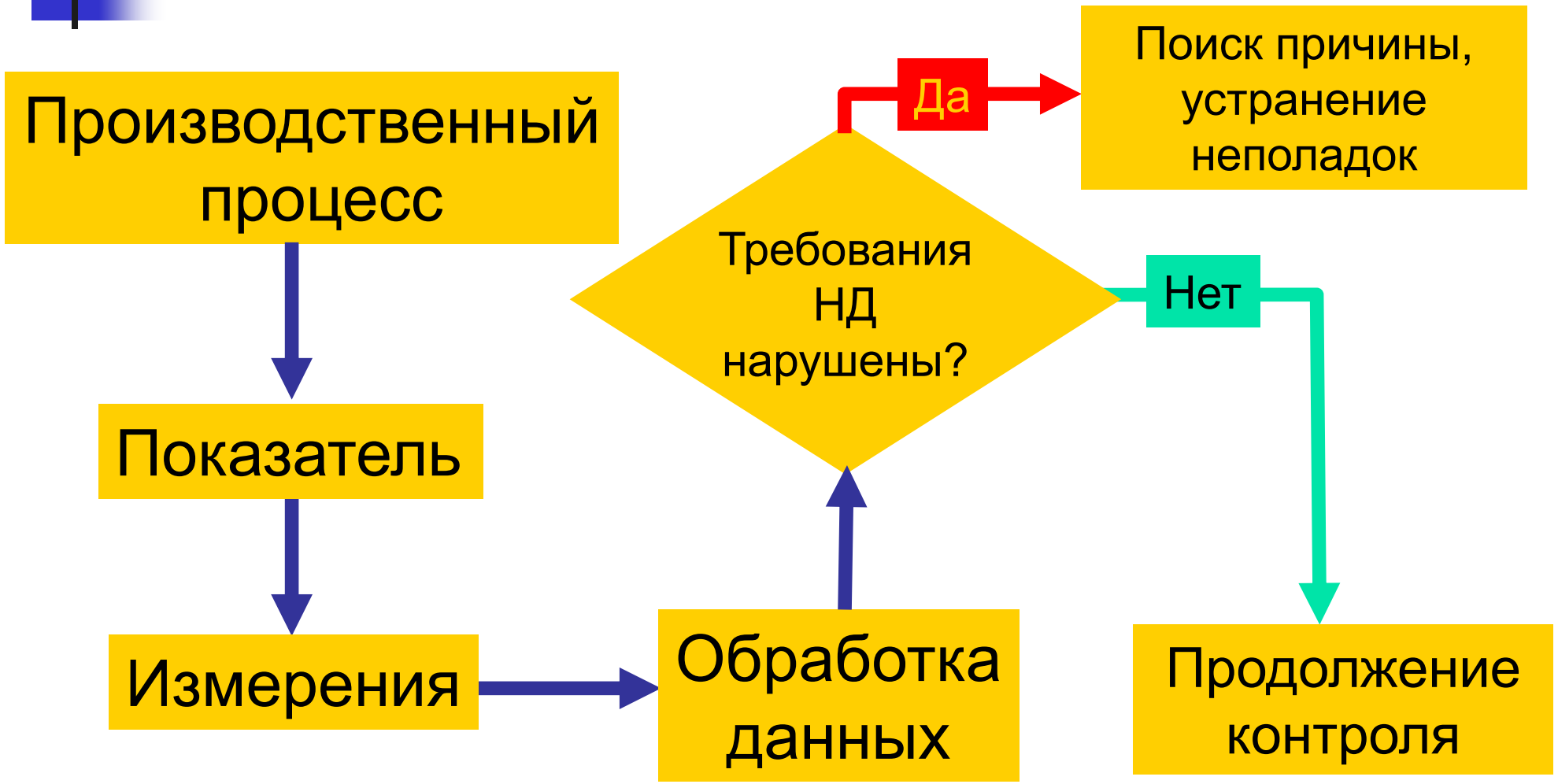
3 Стандартизация, сертификация и управление качеством в процессах ОМД

ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

© Румянцев М.И., профессор., канд. техн. наук, Магнитогорск, 2006-2013

под адаптивной редакцией доцента Левандовского С.А. © 2016
каф. ТОМ, МГТУ им. Г.И. Носова

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА



СТАТИСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ (МОНИТОРИНГ) КАЧЕСТВА

Осуществляется в процессе производства

Отбор выборки образцов контролируемой продукции

↓

Построение диаграмм изменчивости (*контрольных карт*)

↓

Оценивание значений на соотвествие требованиям

Нарушение устойчивого состояния означает, что процесс вышел из-под контроля. Предпринимаются действия для выявления и устранения причины«разладки» процесса.

ЦЕЛЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

Основная цель использования контрольных карт –
отделить случайные отклонения, связанные с **обычными** причинами, от отклонений, вызванных действием **особых причин**

Впервые контрольные карты были предложены Шухартом (Shewhart, Bell Telephone Laboratories) в 1924 году

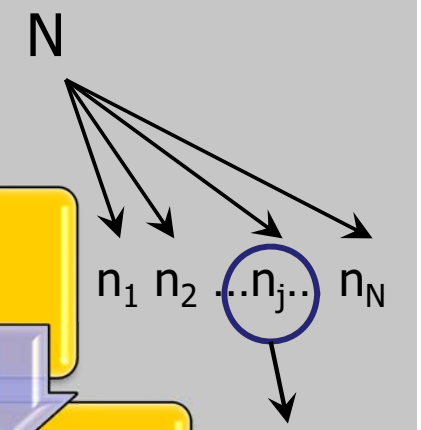
ПРИЧИНЫ НАБЛЮДАЕМЫХ ОТКЛОНЕНИЙ

- **Обычные причины** - естественные возмущения, такие как вибрации, колебания питающих напряжений, температуры, влажности и т.п.
- **Особые причины** - возмущения, проявляющиеся при нарушении условий нормальной организации и нормального осуществления процесса (сдвиг шкалы измерительного прибора, разладка или поломка технологического оборудования, несоответствие сырья или комплектующих техническим условиям)

ОБЩИЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ И АНАЛИЗУ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

Проводятся последовательные измерения значений контролируемого показателя.

Измерения группируются в выборки, состоящие из нескольких измерений.



Для каждой выборки рассчитывается некоторая числовая характеристика, анализ которой позволяет оценить соответствие процесса устойчивому состоянию.

UCL
CL
LCL

Устанавливаются контрольные границы для анализируемой числовой характеристики

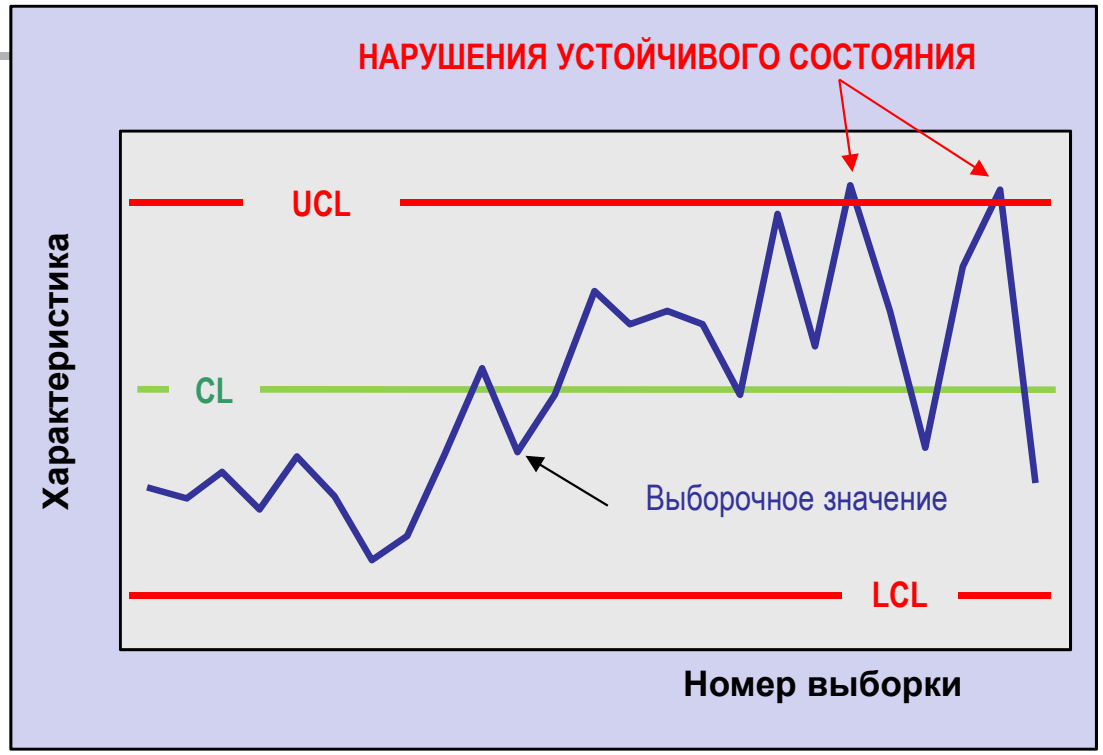
? Если числовая характеристика выходит за контрольные границы, то делается вывод о потере качества на соответствующей выборке. ?

СРЕДНЯЯ ЛИНИЯ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

UCL (upper control limit) - верхняя Контрольная граница

CL (center line) – средняя линия

LCL (lower control limit) – нижняя контрольная граница



Средняя линия и границы регулирования отображают закономерности вариации контролируемой характеристики при нормальном осуществлении процесса, т. е. при отсутствии особых причин. Ордината средней линии соответствует статистической оценке положения, а контрольные границы – наибольшему и наименьшему пределам объективно присущего ей интервала варьирования

РАСЧЕТ ПОЛОЖЕНИЯ СРЕДНЕЙ ЛИНИИ И ГРАНИЦ РЕГУЛИРОВАНИЯ

характеристика положения контролируемого параметра

$$CL = \hat{\chi}$$

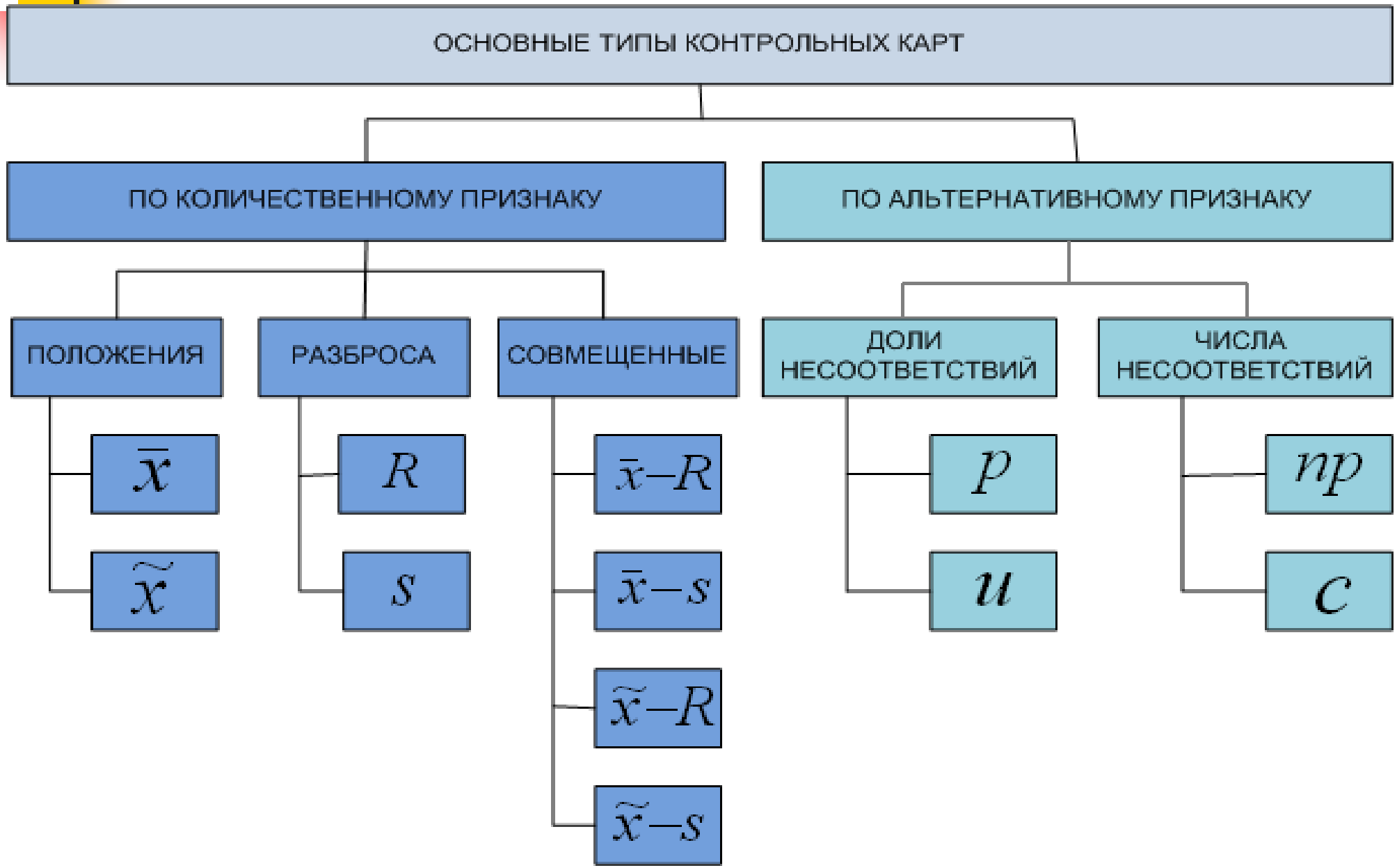
$$UCL_{\hat{\chi}} = \hat{\chi} + \xi_U s_{\chi}$$

$$LCL_{\hat{\chi}} = \hat{\chi} - \xi_L s_{\chi}$$

стандартное отклонение характеристики положения контролируемого параметра

коэффициенты, значения которых зависят от доверительной вероятности и особенностей распределения контролируемой характеристики

КЛАССИФИКАЦИЯ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ



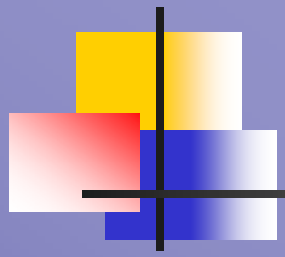
СРАВНЕНИЕ ДОСТОИНСТВ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПРИЗНАКА

- Отображают состоянии производства с учетом всех аспектов качества анализируемой продукции
- Иногда позволяют обойтись без применения дорогих точных приборов и длительных измерительных процедур.
- Более понятны менеджерам, которые не разбираются в особенностях статистических характеристик.

ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПРИЗНАКА

Являются наиболее чувствительными индикаторами ухудшения качества и предупреждают о возможных проблемах задолго до того, как в процессе производства резко возрастет доля бракованных изделий.



ПОСТРОЕНИЕ И АНАЛИЗ КАРТЫ **X-R**

СУЩНОСТЬ КАРТЫ **X-R**

Карты по количественному признаку могут отобразить изменчивость качества как по разбросу, так и по положению.

Поэтому контрольные карты по количественному признаку рекомендуется анализировать попарно: одна карта для разброса и другая — для положения.

Наиболее часто используется пара карт Xср и R. Xср — это среднее значение небольшой подгруппы (мера положения), R — это размах значений внутри каждой подгруппы (мера разброса).

ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ **X-R**

Отобрать выборку объемом n_j=4-5, произвести измерения и расчеты выборочных значений.

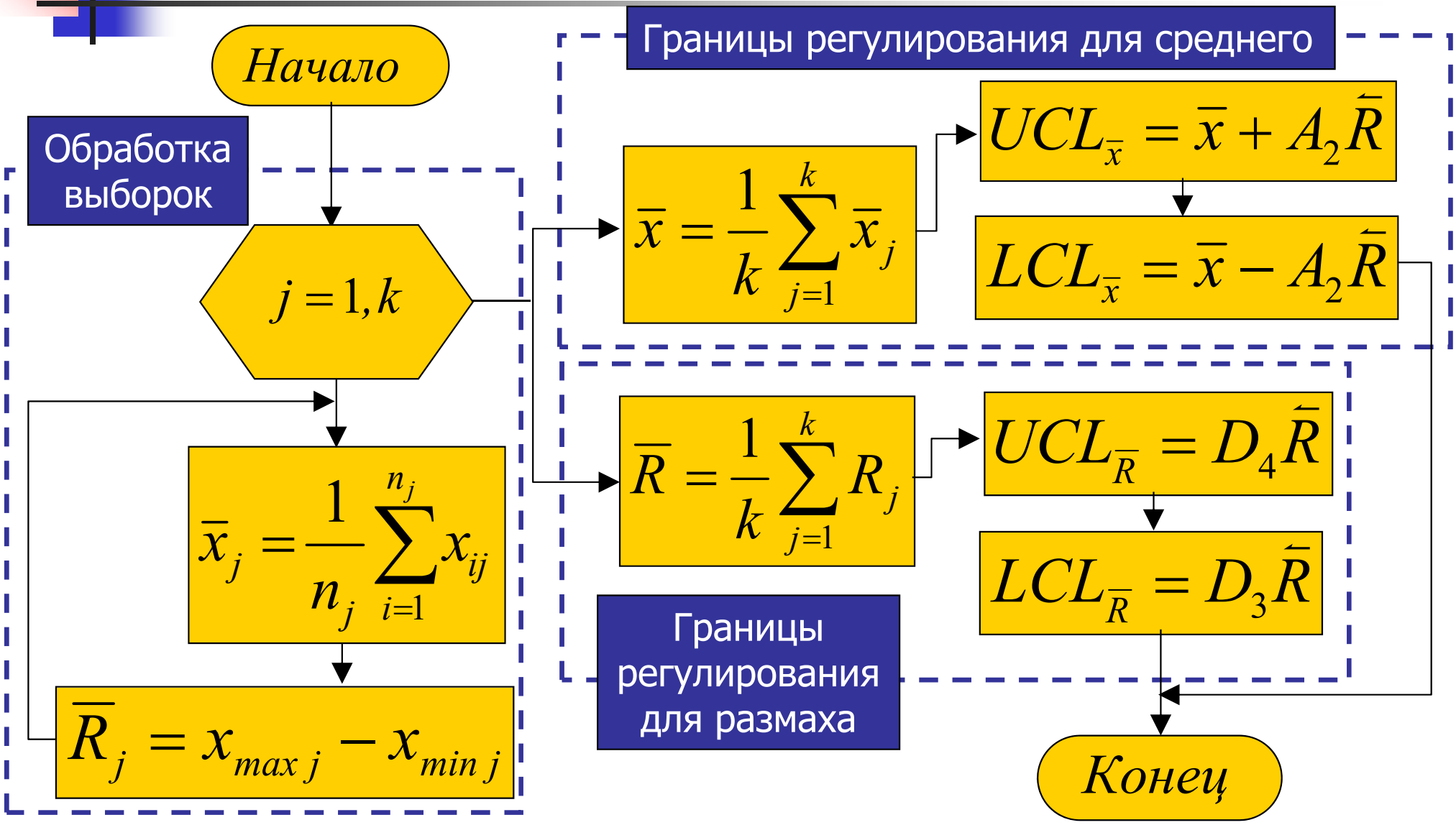
Довести число единичных выборок до k=20-25.

Вычислить общее среднее и средний размах.

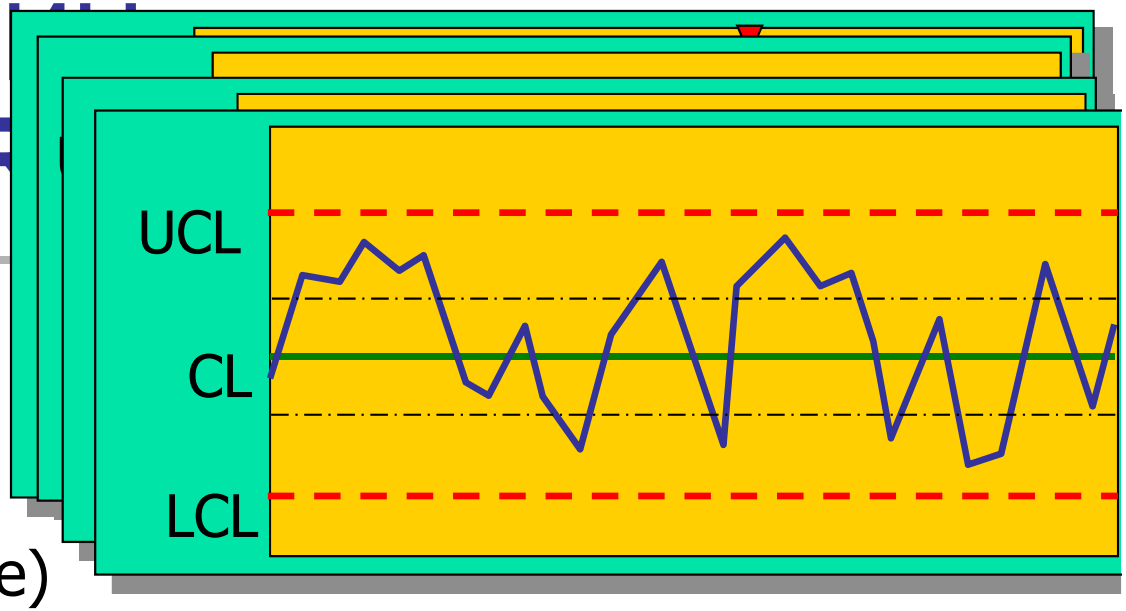
Рассчитать границы регулирования (UCL, LCL).

Нанести на карты среднюю линию (CL) и границы регулирования (UCL, LCL)

РАСЧЕТЫ КАРТЫ **X-R**

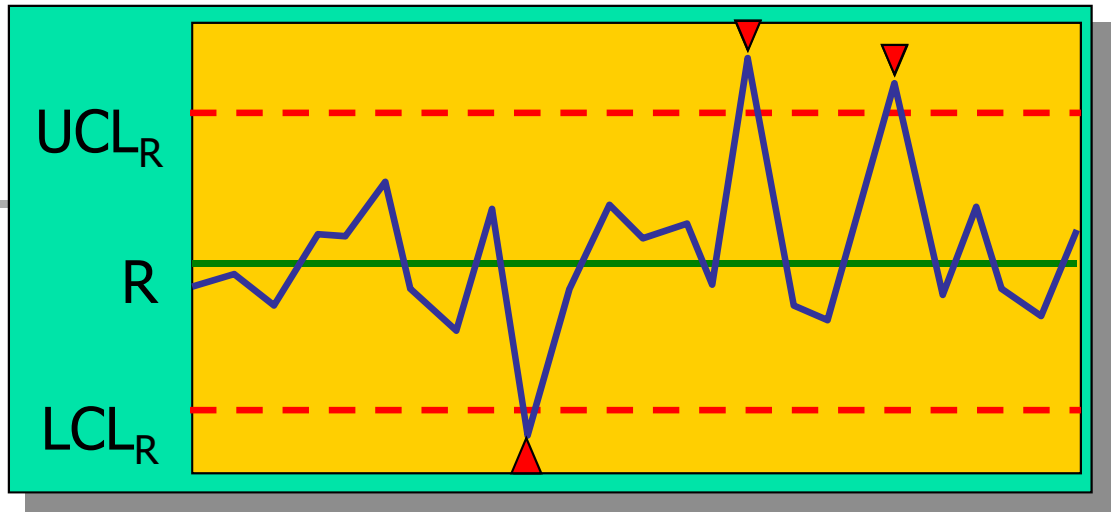


ПРИЗНАКИ ПРОЯВЛЕНИЯ ОСОБЫХ ПРИЧ
НА КАРТАХ **X-R**



- Точки выше UCL или ниже LCL.
- Длинная серия точек (7 и более) выше или ниже CL.
- Возрастающая или убывающая длинная серия точек (тренд).
- Иные проявления «неслучайности»:
  - существенно более 2/3 точек расположены в средней трети области между UCL и LCL (сосредоточены вблизи CL)
  - вблизи CL сосредоточены существенно менее 2/3 точек
  - очевидные тренды в пределах коротких серий
  - циклы трендов
  - повторяющиеся различия результатов в пределах отдельных выборок (например, первое всегда больше остальных)

ТОЧКИ ЗА КОНТРОЛЬНЫМИ ГРАНИЦАМИ НА **R**-КАРТЕ



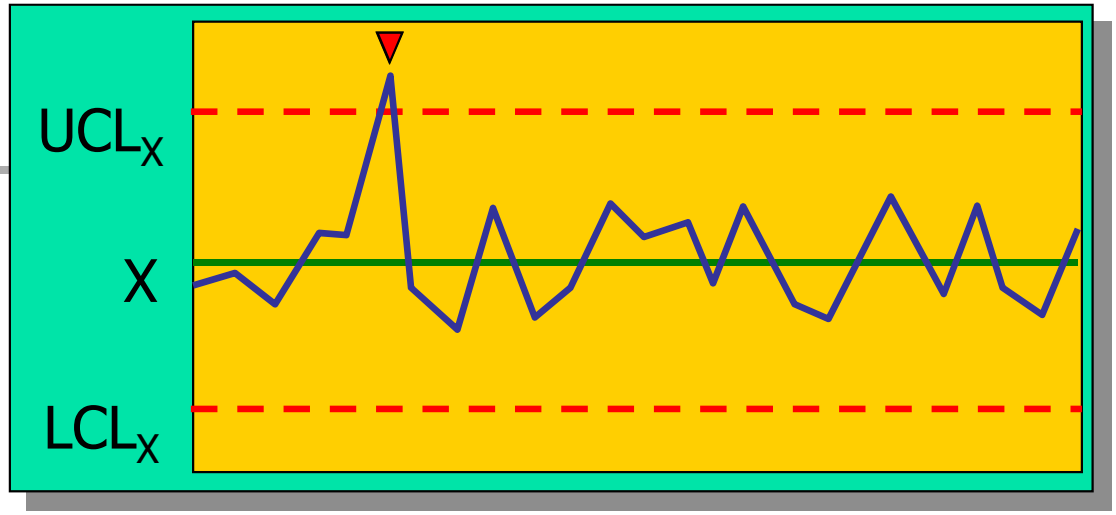
Точка выше UCL

- Неверно вычислены контрольные границы или нанесены точки;
- Разброс распределения увеличился (т.е. ухудшился) либо в одной точке, либо как часть тренда;
- Изменилась измерительная система (например, другой прибор или контролер);
- Измерительная система потеряла надлежащую разрешающую способность.

Точка ниже LCL

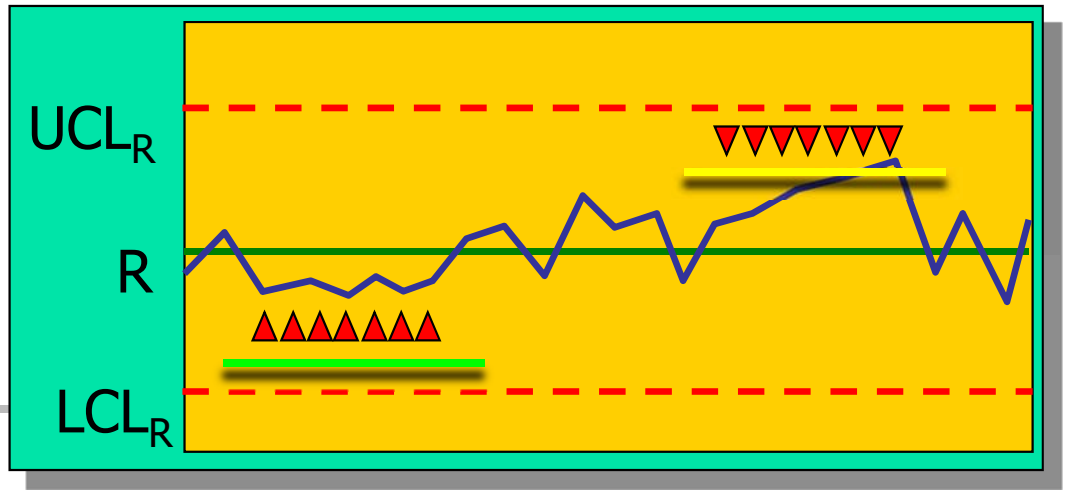
- Контрольная граница или нанесенная точка ошибочны;
- Разброс распределения уменьшился (т.е. стал лучше);
- Измерительная система изменилась (включая редактирование или искажение данных).

ТОЧКИ ЗА КОНТРОЛЬНЫМИ ГРАНИЦАМИ НА **X**-КАРТЕ



- Контрольная граница или нанесенные точки ошибочны.
- Центр вариации сместился относительно CL либо в этой точке (возможно, частный случай), либо как часть тренда.
- Изменилась измерительная система (например, другой прибор или контролер).

ДЛИННАЯ СЕРИЯ НА **R**-КАРТЕ



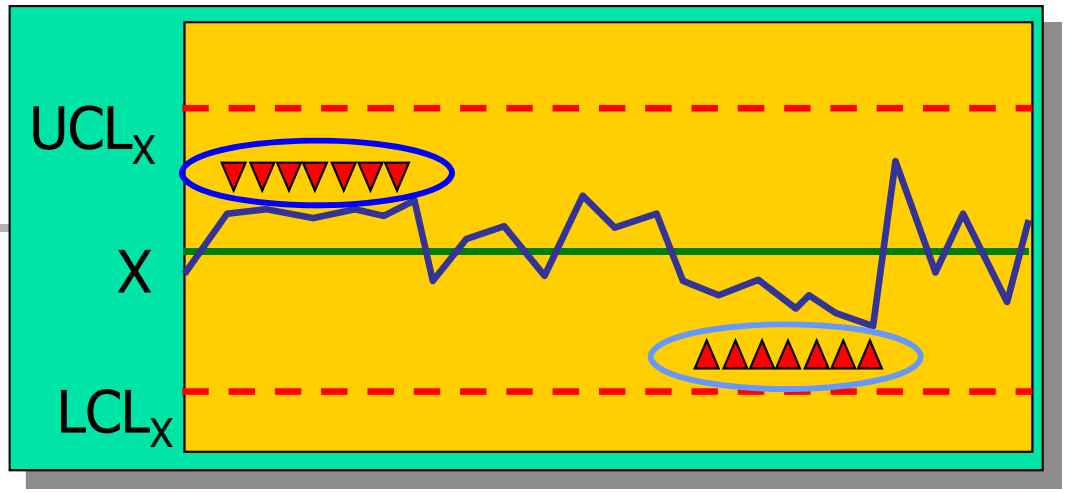
Серия размахов выше **R** или возрастающий тренд

- Произошло увеличение разброса (ухудшение настроенности) в связи с временным действием особых причин (неисправность оборудования, ухудшение стабильности свойств материала и т.д.).
- Произошло изменение в измерительной системе (например - новый прибор или новый контролер).

Серия размахов ниже **R** или убывающий тренд

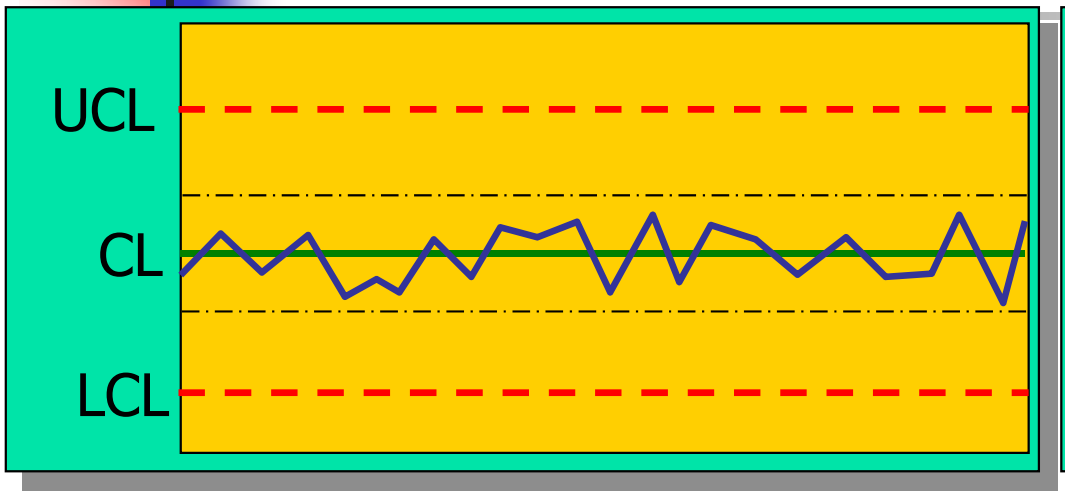
- Произошло уменьшение разброса (настроенность улучшилась), что является положительным результатом, например, выполненного ранее усовершенствования процессов.
- Произошло изменение в измерительной системе, которое может скрыть истинное изменение настроенности.

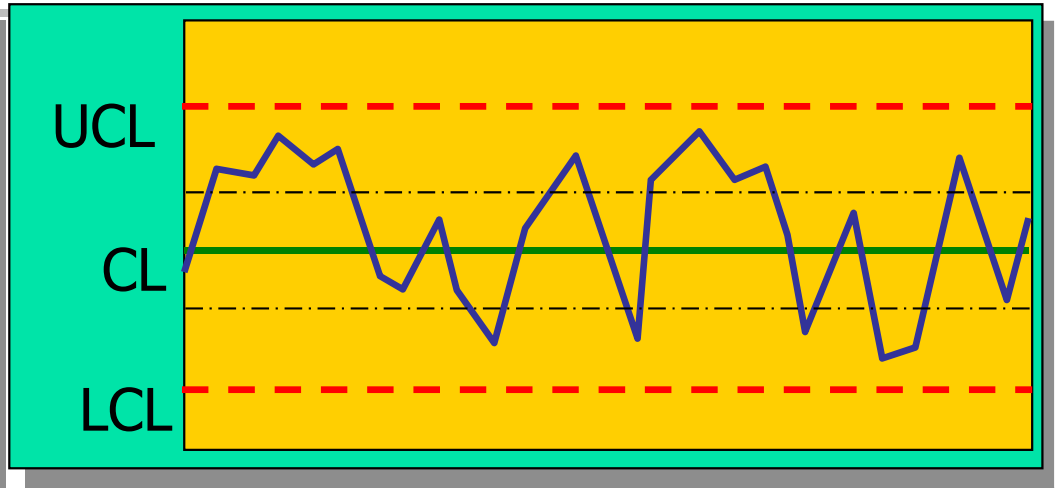
ДЛИННАЯ СЕРИЯ НА **X**-КАРТЕ



- Среднее процесса изменилось и может все еще изменяется;
- Произошли изменения в измерительной системе (дрейф, смещение настройки, ухудшение чувствительности и т.п.).

ТОЧКИ СЛИШКОМ БЛИЗКИ К СРЕДНЕМУ ИЛИ К ГРАНИЦАМ





- Контрольные границы или нанесенные точки ошибочны.

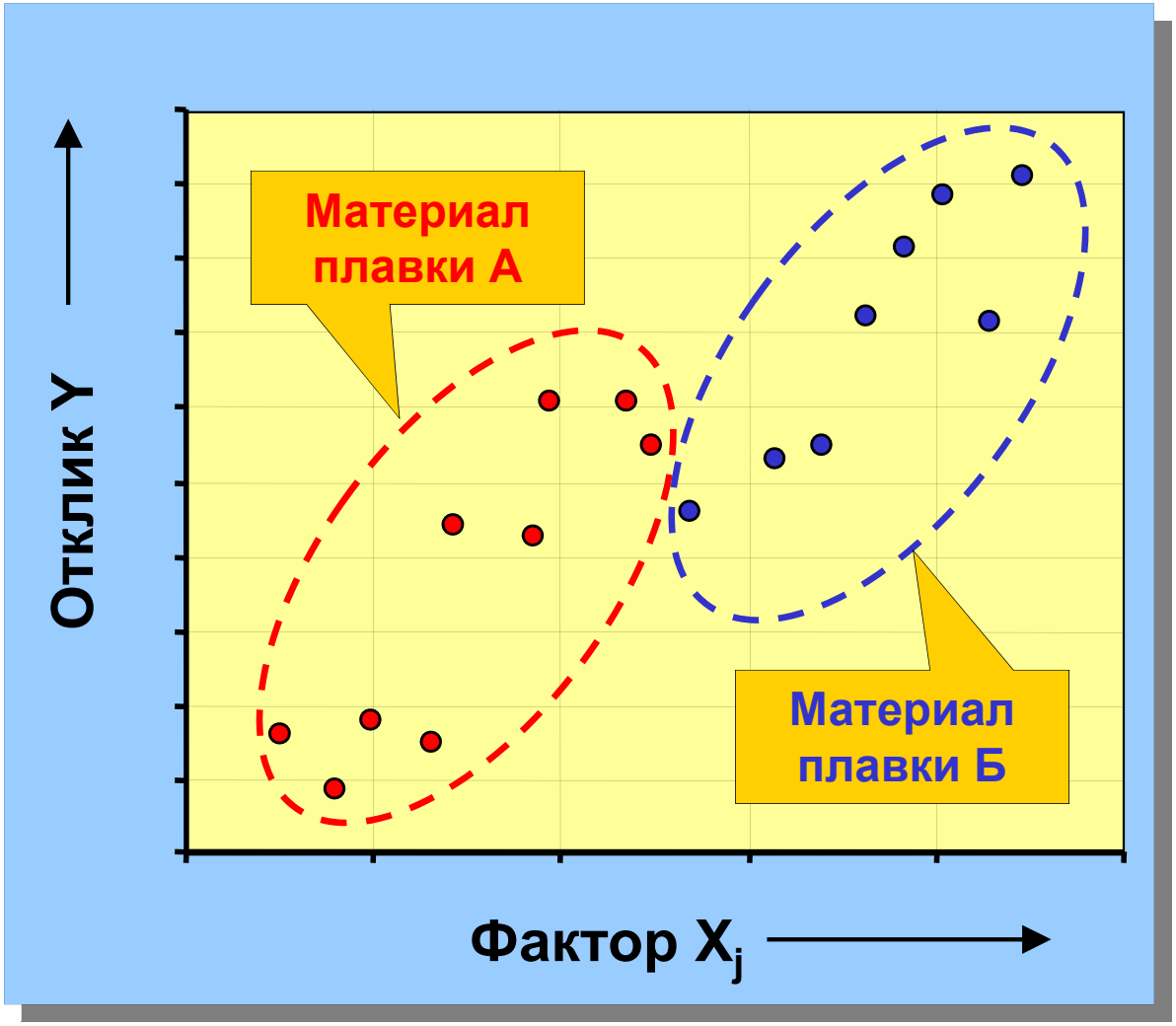
  Больше чем 2/3 точек лежат в центральной трети полосы между контрольными границами
- В каждой единичной выборке систематически смешиваются нестратифицированные данные.
- Данные были отредактированы

В центральной трети полосы между контрольными границами лежат меньше, чем 2/3 точек

- Контрольные границы или нанесенные точки ошибочны.
- В каждой единичной выборке систематически смешиваются нестратифицированные данные.

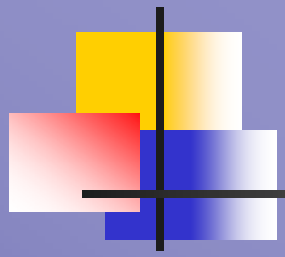
СТРАТИФИКАЦИЯ ДАННЫХ

Группировка (расслаивание) статистических данных в зависимости от условий их получения и обработка данных из каждой группы в отдельности



5M – МЕТОД СТРАТИФИКАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

- **Man** (человек, оператор)
- **Machine** (оборудование)
- **Material** (материал, сырье)
- **Method** (способ обработки)
- **Measurement** (способ измерения)



ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ

$\tilde{x} - R$

СУЩНОСТЬ КАРТЫ $\tilde{x} - R$

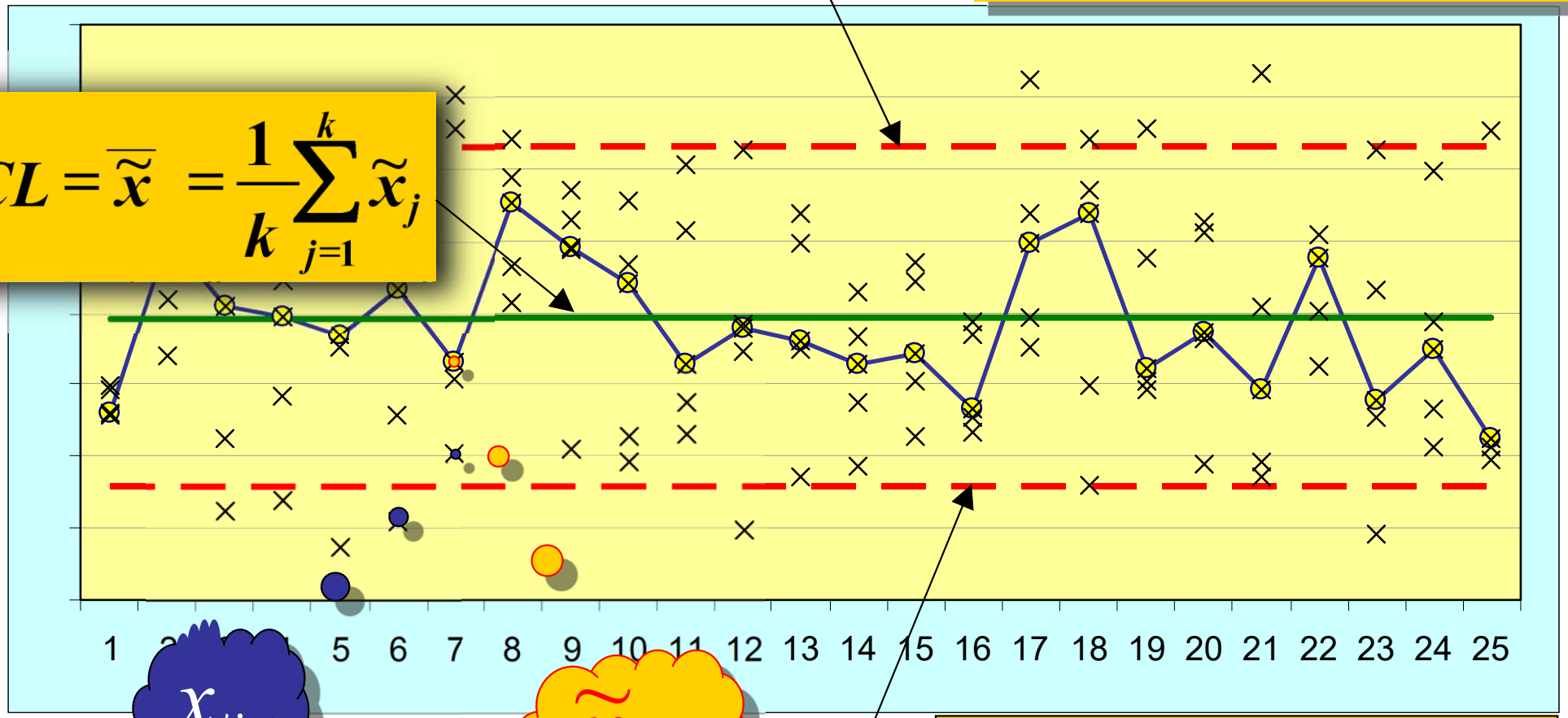
На карте $\tilde{x} - R$ в качестве характеристики центра рассеяния используется ***медиана***. Такая карта приводит к тем же результатам, что и карта X-R, но имеет следующие преимущества:

- Карты медиан легко применять, они не требуют много вычислений, что может расширить применение контрольных карт в цехах.
- Наряду с медианами на карты наносятся индивидуальные значения, карты медиан показывают разброс результатов процесса и дают текущую картину изменчивости процесса.
- Поскольку одна карта показывает как медиану, так и разброс, она может использоваться для сравнения результатов нескольких процессов или одного процесса на последовательных стадиях.

СРЕДНЕЕ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ КАРТЫ $\tilde{x}$

$$UCL = \overline{\tilde{x}} + m_3 A_2 \overline{R}$$

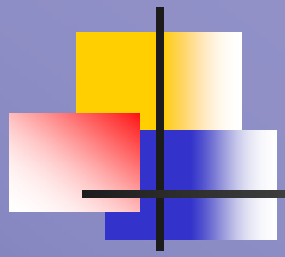
$$CL = \overline{\tilde{x}} = \frac{1}{k}\sum_{j=1}^{k} \tilde{x}_j$$



x_{ij}

$\tilde{x}_j$

$$LCL = \overline{\tilde{x}} - m_3 A_2 \overline{R}$$



ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ **X-S**

СУЩНОСТЬ КАРТЫ **X-S**

Карты X-S, как и карты X-R, всегда используются в паре.

R-карты применяются чаще, т.к. размах легко вычислить и он является достаточно эффективным показателем изменчивости при малых объемах выборки (n_j<9).

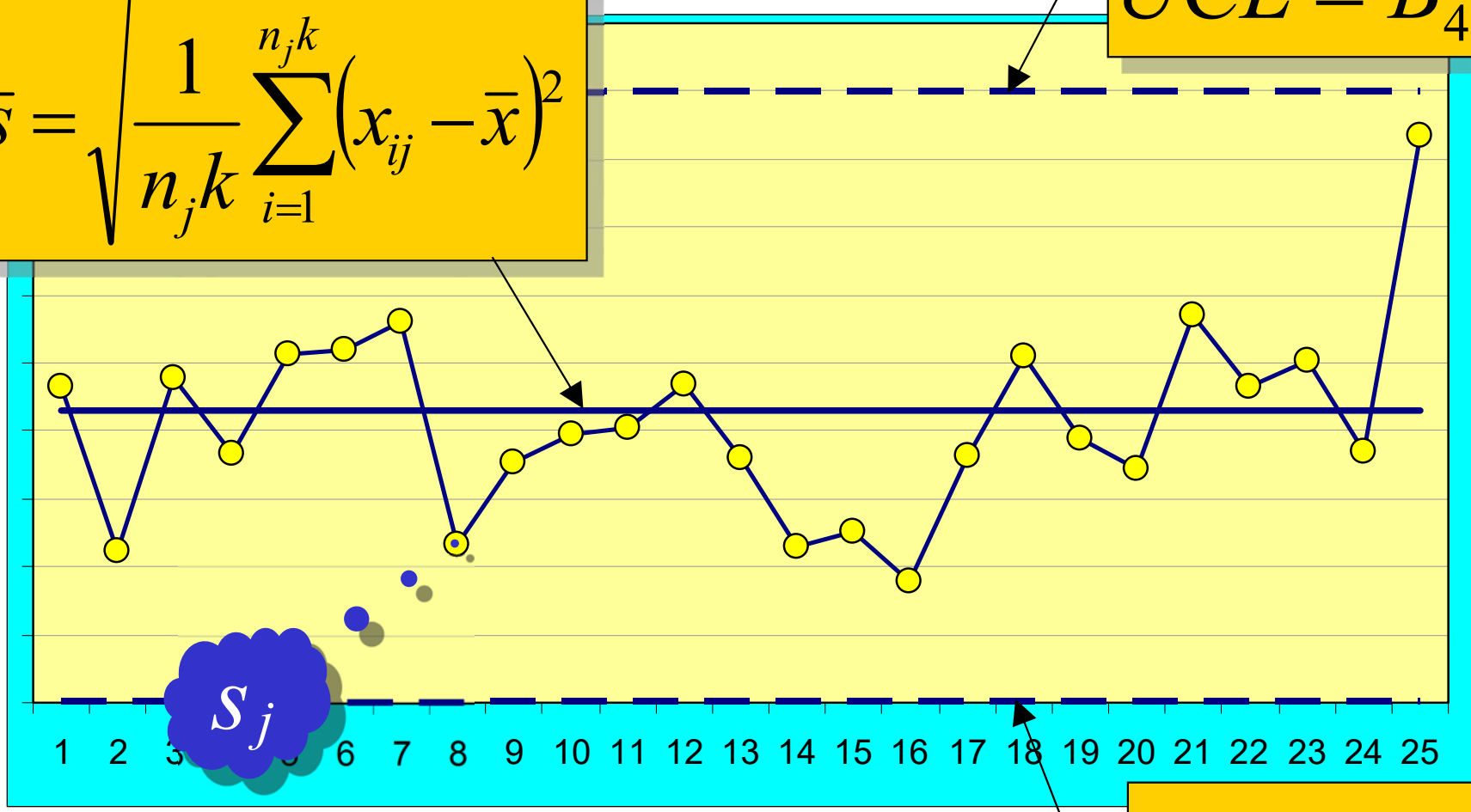
Стандартные отклонения выборки S — более эффективный показатель изменчивости, особенно при больших объемах выборки. Однако его более сложно вычислить, и он менее чувствителен при обнаружении таких особых причин изменчивости, которые проявляются только в одном значении выборки.

Обычно S-карты применяют вместо R-карт, когда используются выборки большого объема и желательно более эффективное измерение изменчивости.

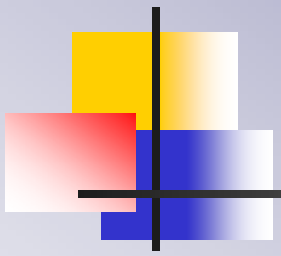
СРЕДНЕЕ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ **S-КАРТЫ**

$$CL = \bar{s} = \sqrt{\frac{1}{n_j k}\sum_{i=1}^{n_j k}\left(x_{ij} - \bar{x}\right)^2}$$

$$UCL = B_4\bar{s}$$



$$LCL = B_3\bar{s}$$



ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ **X-MR**

СУЩНОСТЬ КАРТЫ **X-MR**

Карта **X-MR** показывает изменчивость индивидуальных значений (x_i) и «скользящего размаха» (**MR** -moving range)

Индивидуальные значения представляют собой результаты единичных испытаний

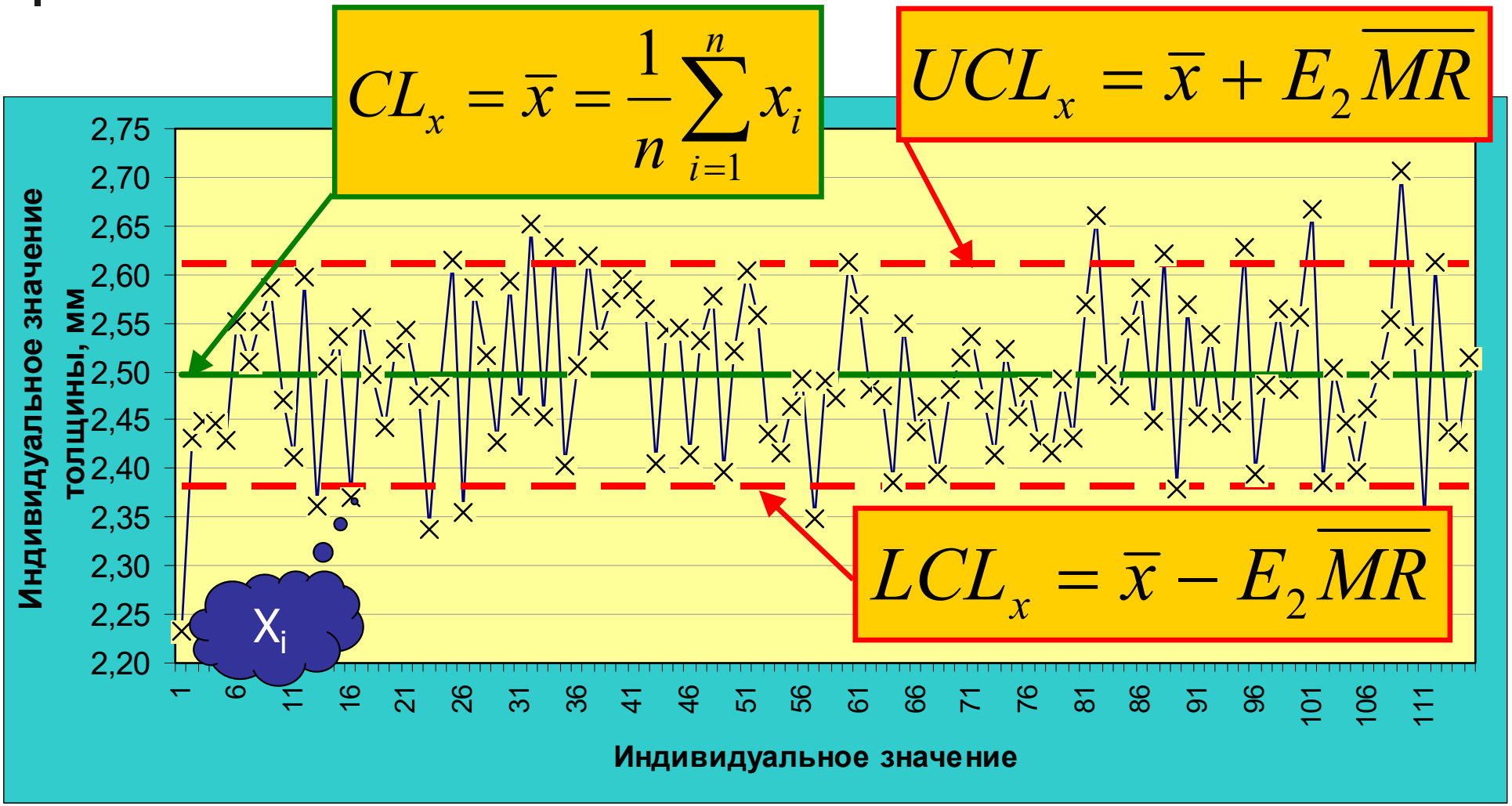
Скользящий размах представляет собой разность двух последовательно полученных индивидуальных значений:

$$\mathbf{MR} = |x_i - x_{i-1}|$$

НЕКОТОРЫЕ РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СЛУЧАИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТЫ **X-MR**

- измерения показателя качества являются дорогостоящими (например, могут быть произведены только разрушающим испытанием единицы продукции);
- результат процесса в любой момент времени относительно однороден (например, результат анализа химического раствора), что фактически дает размах, близкий к нулю;
- производство не является массовым (продукция тестируется поштучно);
- данные могут быть получены только по итогам определенного периода времени (по окончании смены, суток, месяца и т.д.).

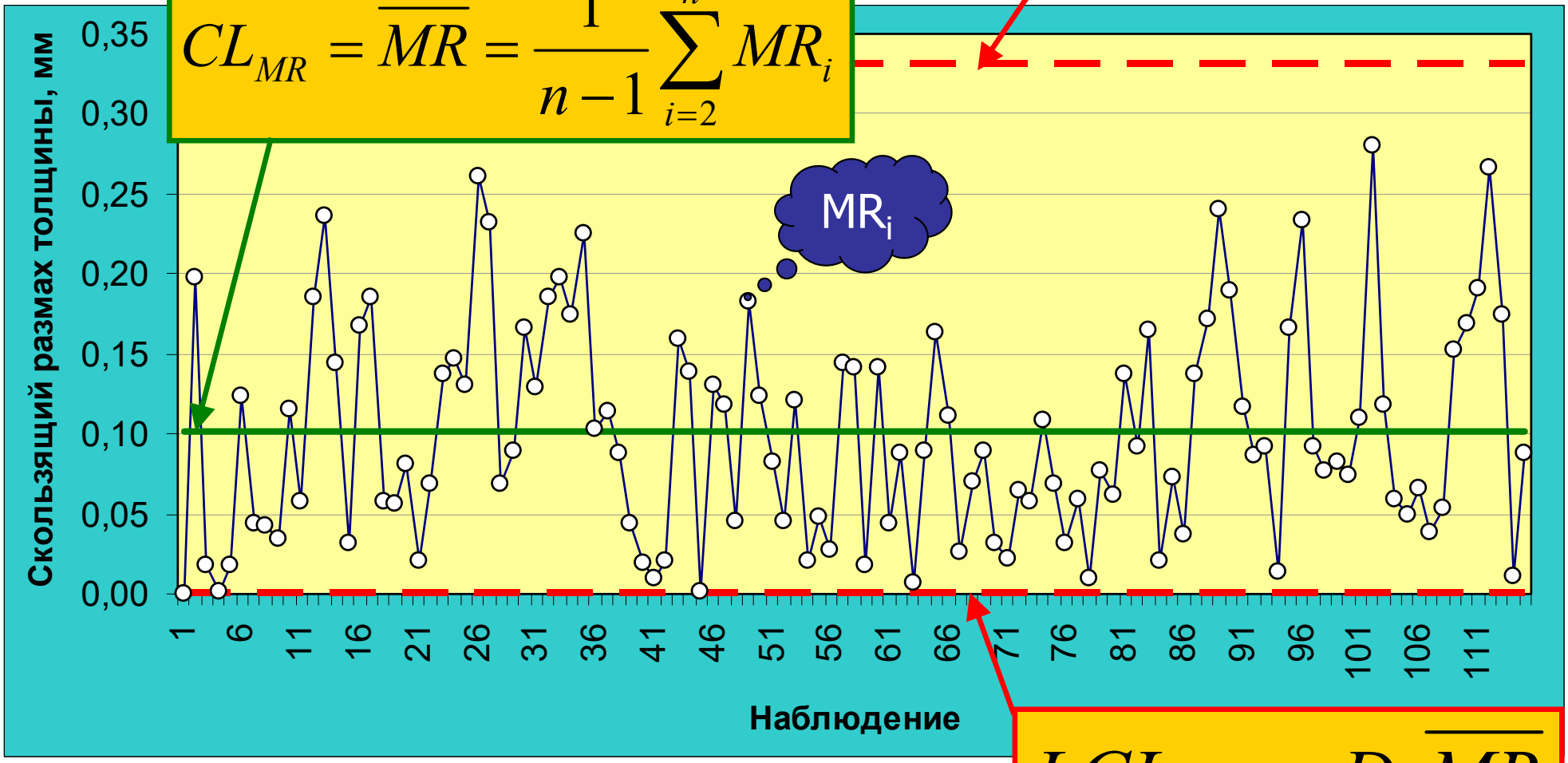
СРЕДНЯЯ ЛИНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ КАРТЫ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ



СРЕДНЯЯ ЛИНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ГРАНИЦЫ КАРТЫ СКОЛЬЗЯЩЕГО РАЗМАХА

$$UCL_{MR} = D_4 \overline{MR}$$

$$CL_{MR} = \overline{MR} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^{n} MR_i$$



$$LCL_{MR} = D_3 \overline{MR}$$

НЕДОСТАКИ КАРТ **X-MR**

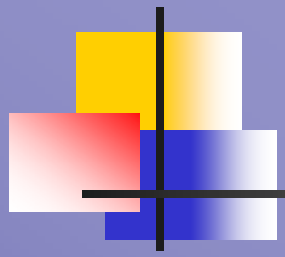
- карта индивидуальных значений менее чувствительна к изменениям процесса под действием особых причин;
- при несимметричном распределении интерпретация таких карт затруднительна. В этом случае правила, указанные выше для карт могут давать признаки особых причин даже если они отсутствуют;
- карта индивидуальных значений не воспроизводит повторяемость процесса от одной единицы продукции к другой единице. Если учет повторяемости имеет важное значение, рекомендуют использовать карты X-R при объеме выборок n=2-4, даже если выборки могут быть отобраны только через длительные промежутки времени

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА ГРАНИЦ РЕГУЛИРОВАНИЯ

ГОСТ Р 50779.42-99 Статистические методы. КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ ШУХАРТА.

n (m)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_4	3,27	2,57	2,28	2,11	2,00	1,92	1,86	1,82	1,78
D_3	*	*	*	*	*	0,08	0,14	0,18	0,22
A_2	1,88	1,02	0,73	0,58	0,48	0,42	0,37	0,34	0,31
m_3	1,000	1,160	1,092	1,198	1,135	1,214	1,160	1,223	1,177
B_3	*	*	*	*	0,03	0,12	0,19	0,24	0,28
B_4	3,27	2,57	2,27	2,09	1,97	1,88	1,82	1,76	1,72
E_2	1,18	1,19	0,80	0,69	0,55	0,51	0,43	0,41	0,36

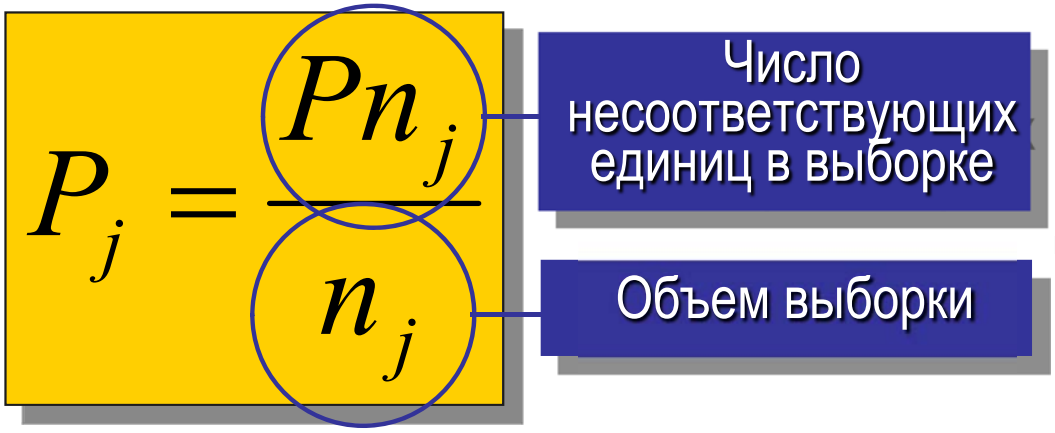
Для объемов выборки меньше 7 значения LCL_R и LCL_{MR} отрицательны. В таких случаях LCL_R и LCL_{MR} не строятся.



ПОСТРОЕНИЕ **P**-КАРТЫ

СУЩНОСТЬ **P**-КАРТЫ

Отображает изменчивость доли несоответствующей продукции



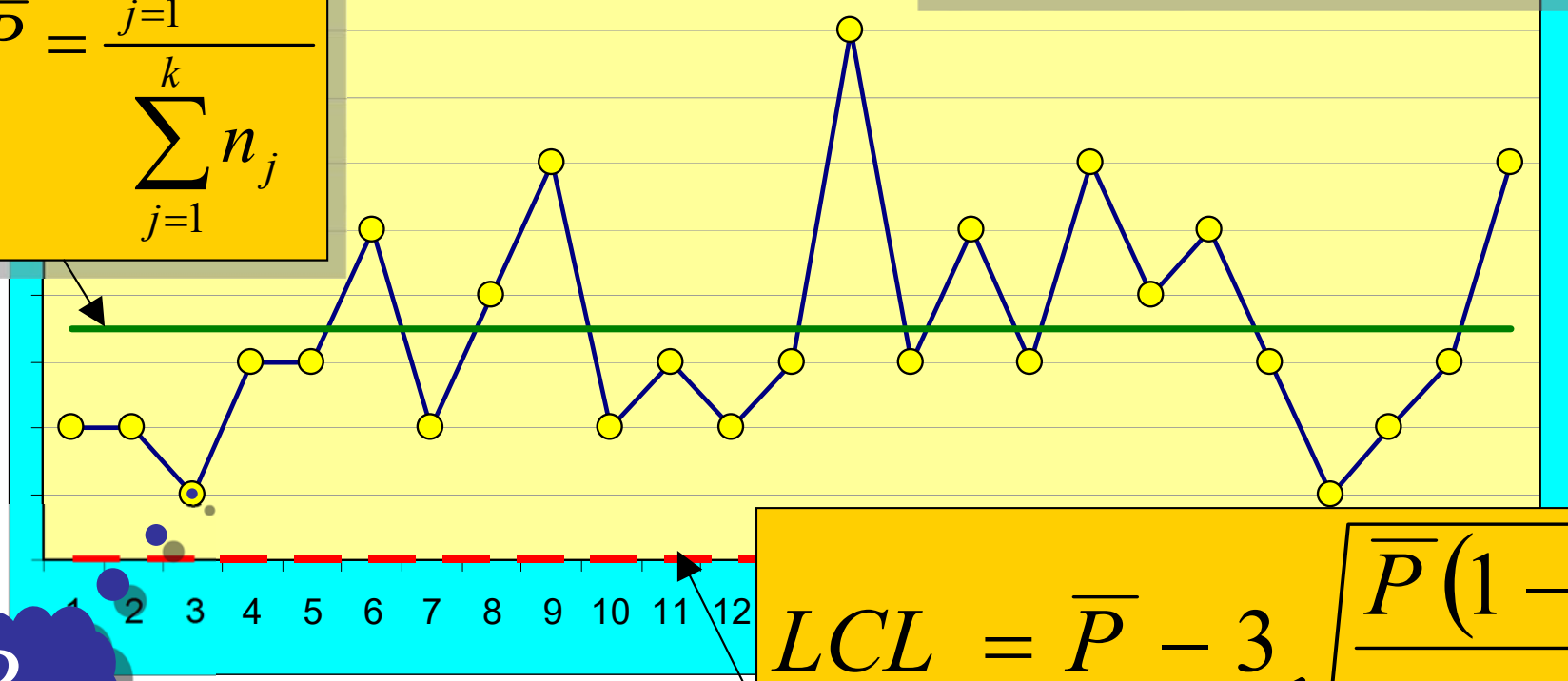
☑ Могут применяться выборки неодинакового объема (допустимо $n_j \neq Const$)

№ выборки	n_j,шт	Pn, шт.	P, %
1	100	2	2,00
2	200	2	1,00
3	100	1	1,00
4	100	3	3,00
5	100	3	3,00
6	100	5	5,00
7	100	2	2,00
8	100	4	4,00
9	100	6	6,00
10	100	2	2,00
11	100	3	3,00
12	100	2	2,00
13	100	3	3,00
14	400	8	2,00
15	100	3	3,00
16	100	5	5,00
17	100	3	3,00
18	100	6	6,00
19	100	4	4,00
20	1000	5	0,50
21	100	3	3,00
22	100	1	1,00
23	100	2	2,00
24	100	3	3,00
25	100	6	6,00

СРЕДНЕЕ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ **P**-КАРТЫ

$$CL = \overline{P} = \frac{\sum_{j=1}^{k} Pn_j}{\sum_{j=1}^{k} n_j}$$

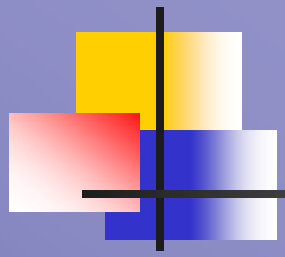
$$UCL = \overline{P} + 3\sqrt{\frac{\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}{n_j}}$$



P_j

$$LCL = \overline{P} - 3\sqrt{\frac{\overline{P}\left(1-\overline{P}\right)}{n_j}}$$

Если LCL<0,
принимается LCL=0



ПОСТРОЕНИЕ **Pn**-КАРТЫ

СУЩНОСТЬ **Pn**-КАРТЫ

Отображает изменчивость количества единиц несоответствующей продукции

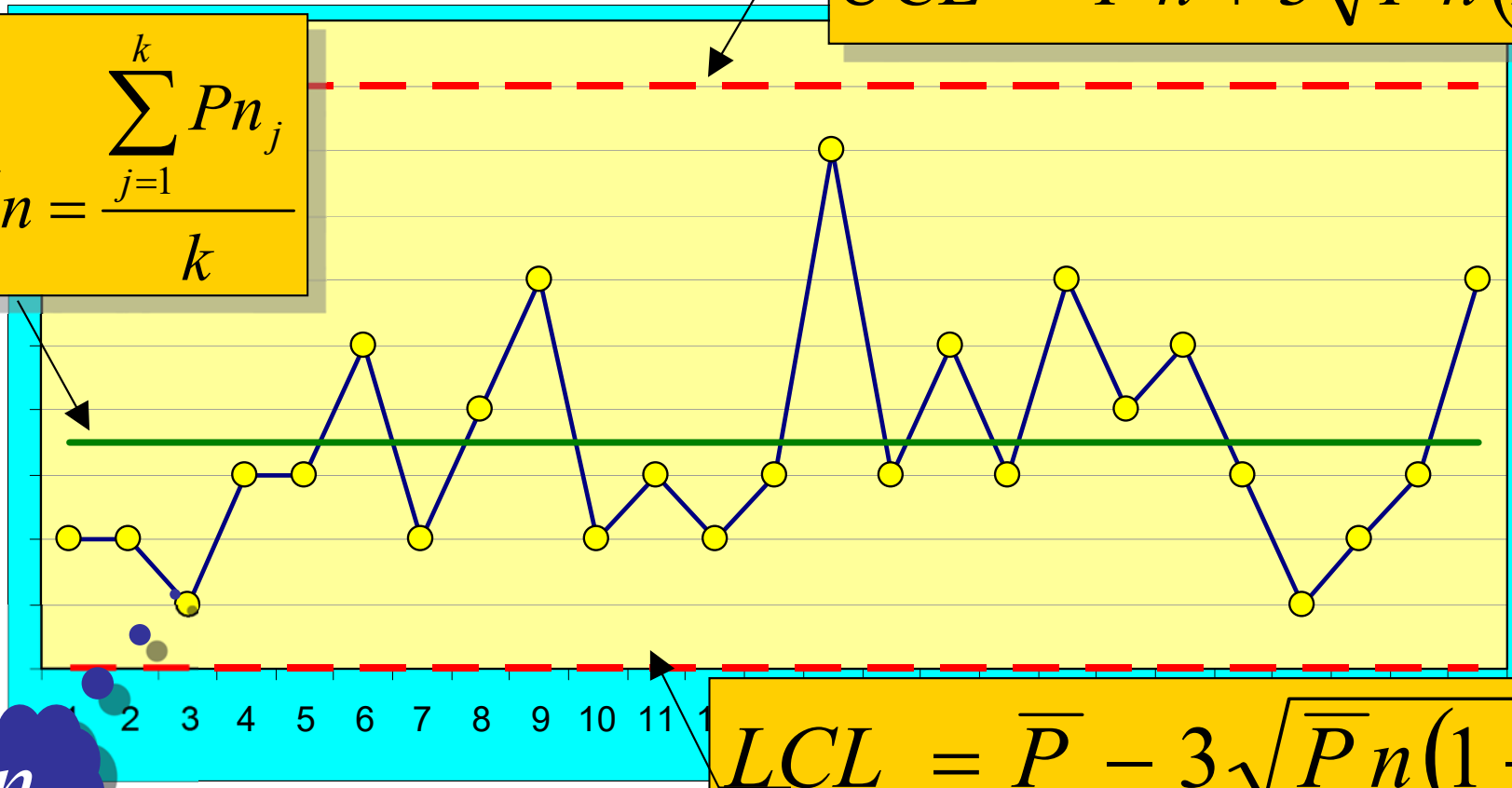
⚠ Должны применяться выборки одинакового объема ($n_j \neq Const$ не допустимо)

№ выборки	n_j,шт	Pn, шт.	P, %
1	100	2	2,00
2	100	2	2,00
3	100	1	1,00
4	100	3	3,00
5	100	3	3,00
6	100	5	5,00
7	100	2	2,00
8	100	4	4,00
9	100	6	6,00
10	100	2	2,00
11	100	3	3,00
12	100	2	2,00
13	100	3	3,00
14	100	8	8,00
15	100	3	3,00
16	100	5	5,00
17	100	3	3,00
18	100	6	6,00
19	100	4	4,00
20	100	5	5,00
21	100	3	3,00
22	100	1	1,00
23	100	2	2,00
24	100	3	3,00
25	100	6	6,00

СРЕДНЕЕ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ **Pn**-КАРТЫ

$$UCL = \overline{P}n + 3\sqrt{\overline{P}n\left(1-\overline{P}\right)}$$

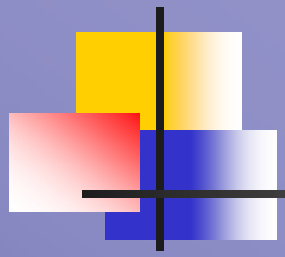
$$CL = \overline{P}n = \frac{\sum_{j=1}^{k} Pn_j}{k}$$



Pn_j

$$LCL = \overline{P} - 3\sqrt{\overline{P}n\left(1-\overline{P}\right)}$$

⚠ Если LCL<0, принимается LCL=0



ПОСТРОЕНИЕ **C**-КАРТЫ

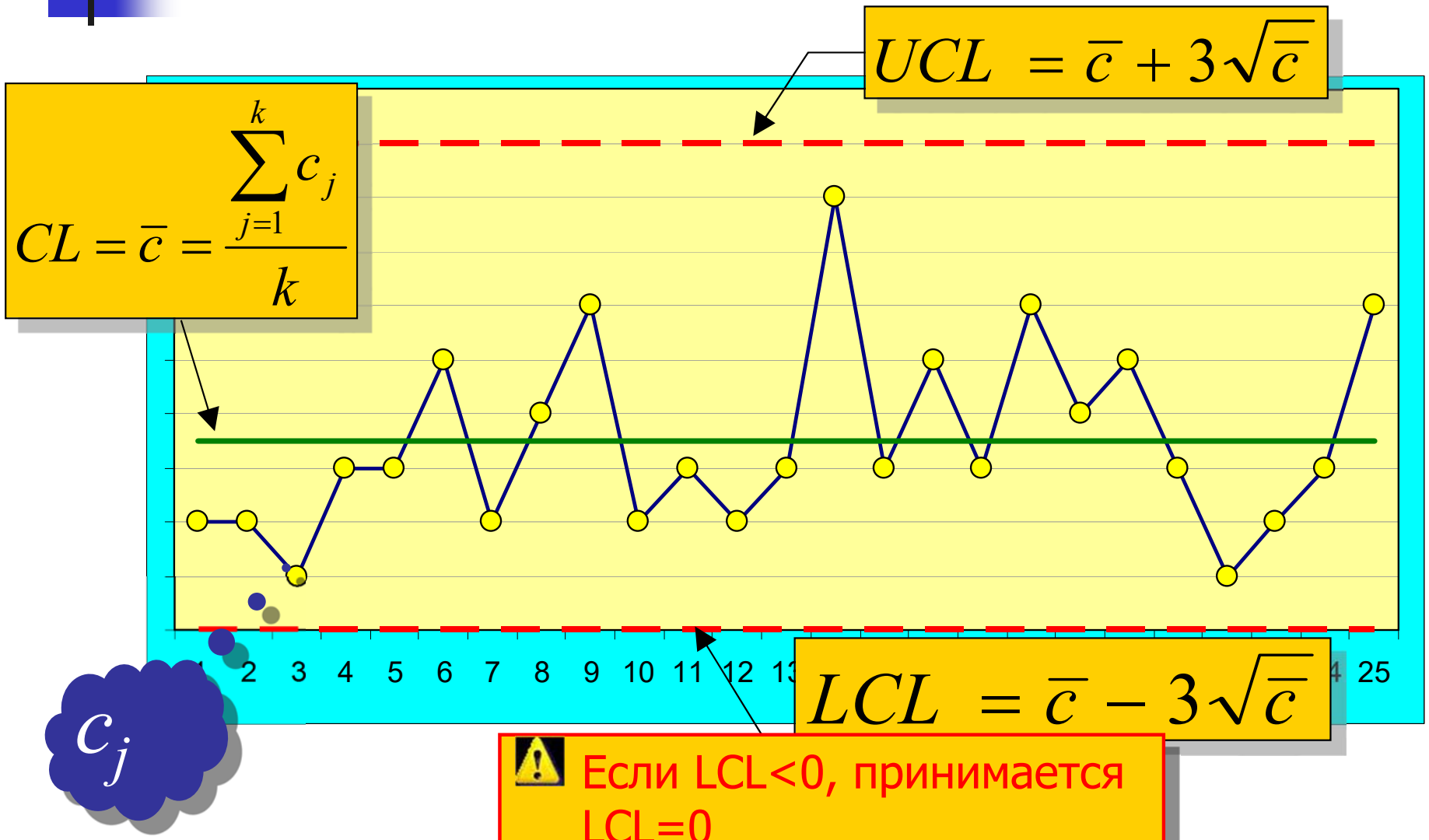
СУЩНОСТЬ **C**-КАРТЫ

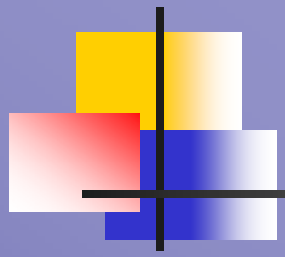
Отображает
изменчивость
числа дефектов
в партии продукции

⚠ Должны применяться выборки одинакового объема ($n_j \neq Const$ не допустимо)

№ выборки j	Объем выборки n_j	Число дефектов продукции Cj, шт	Число дефектов на единицу продукции Uj, %
1	100	3	3,0
2	100	4	4,0
3	100	3	3,0
4	100	2	2,0
5	100	4	4,0
6	100	7	7,0
7	100	5	5,0
8	100	6	6,0
9	100	6	6,0
10	100	4	4,0
11	100	7	7,0
12	100	9	9,0
13	100	3	3,0
14	100	2	2,0
15	100	5	5,0
16	100	3	3,0
17	100	6	6,0
18	100	6	6,0
19	100	3	3,0
20	100	4	4,0

СРЕДНЕЕ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ **C**-КАРТЫ





ПОСТРОЕНИЕ **U**-КАРТЫ

СУЩНОСТЬ U-КАРТЫ

Отображает изменчивость доли числа дефектов в партии продукции

$$u_j = \frac{c_j}{n_j}$$

c_j — Число дефектов по всем элементам выборки

n_j — Объем выборки

☑ Могут применяться выборки неодинакового объема (допустимо $n_j \neq Const$)

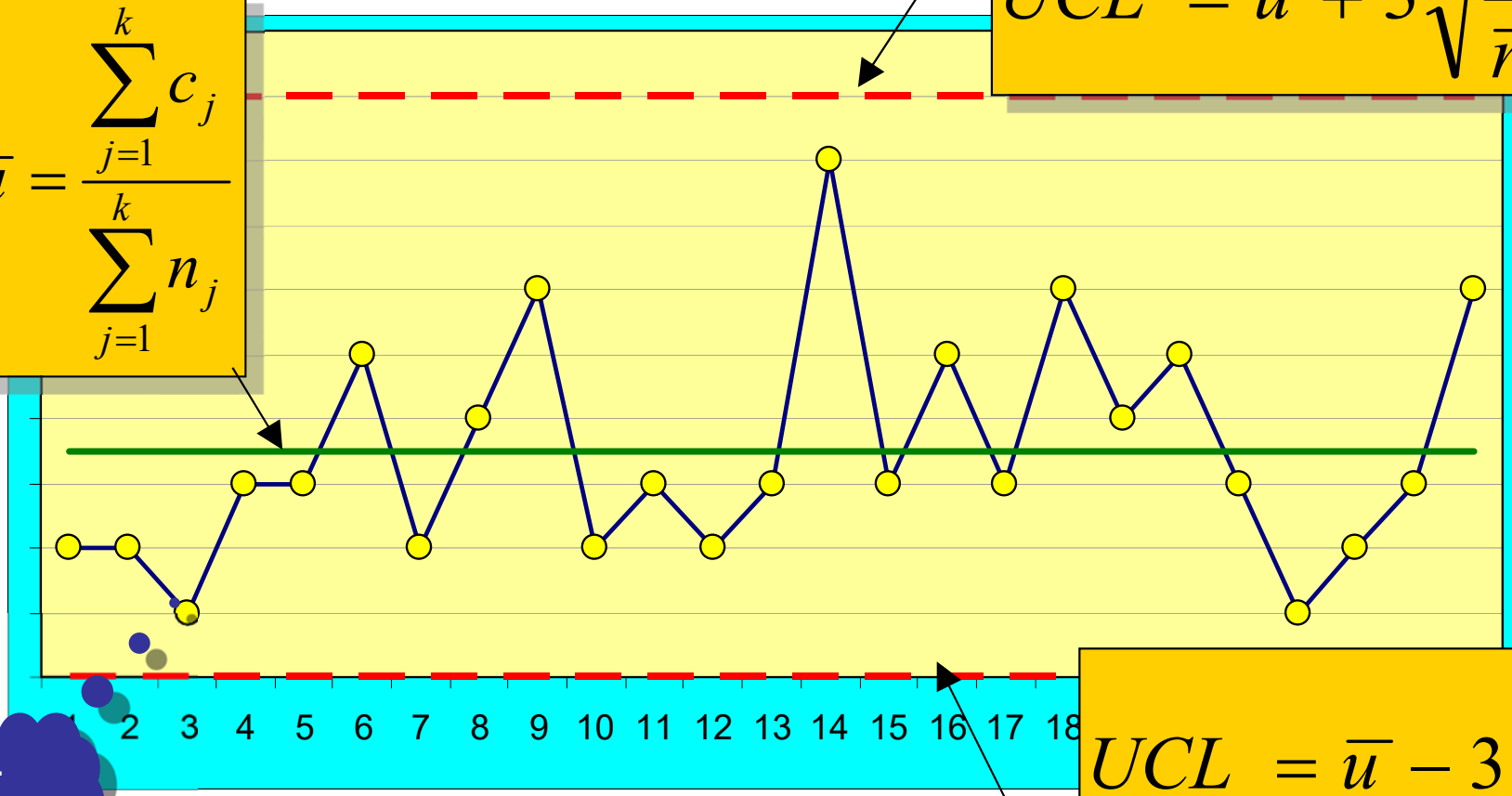
№ выборки j	Объем выборки n_j	Число дефектов продукции Cj, шт	Число дефектов на единицу продукции Uj, %
1	100	3	3,0
2	100	4	4,0
3	100	3	3,0
4	100	2	2,0
5	100	4	4,0
6	150	7	4,7
7	150	5	3,3
8	150	6	4,0
9	150	6	4,0
10	150	4	2,7
11	180	7	3,9
12	180	9	5,0
13	100	3	3,0
14	100	2	2,0
15	100	5	5,0
16	100	3	3,0
17	150	6	4,0
18	150	6	4,0
19	150	3	2,0
20	150	6	4,0

СРЕДНЕЕ И ГРАНИЦЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ **U**-КАРТЫ

$$\bar{n} = \frac{\sum_{j=1}^{k} n_j}{k}$$

$$UCL = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

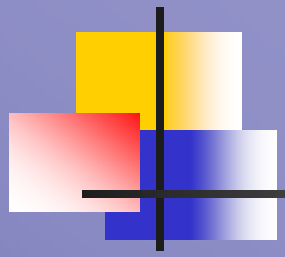
$$CL = \bar{u} = \frac{\sum_{j=1}^{k} c_j}{\sum_{j=1}^{k} n_j}$$



$$UCL = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

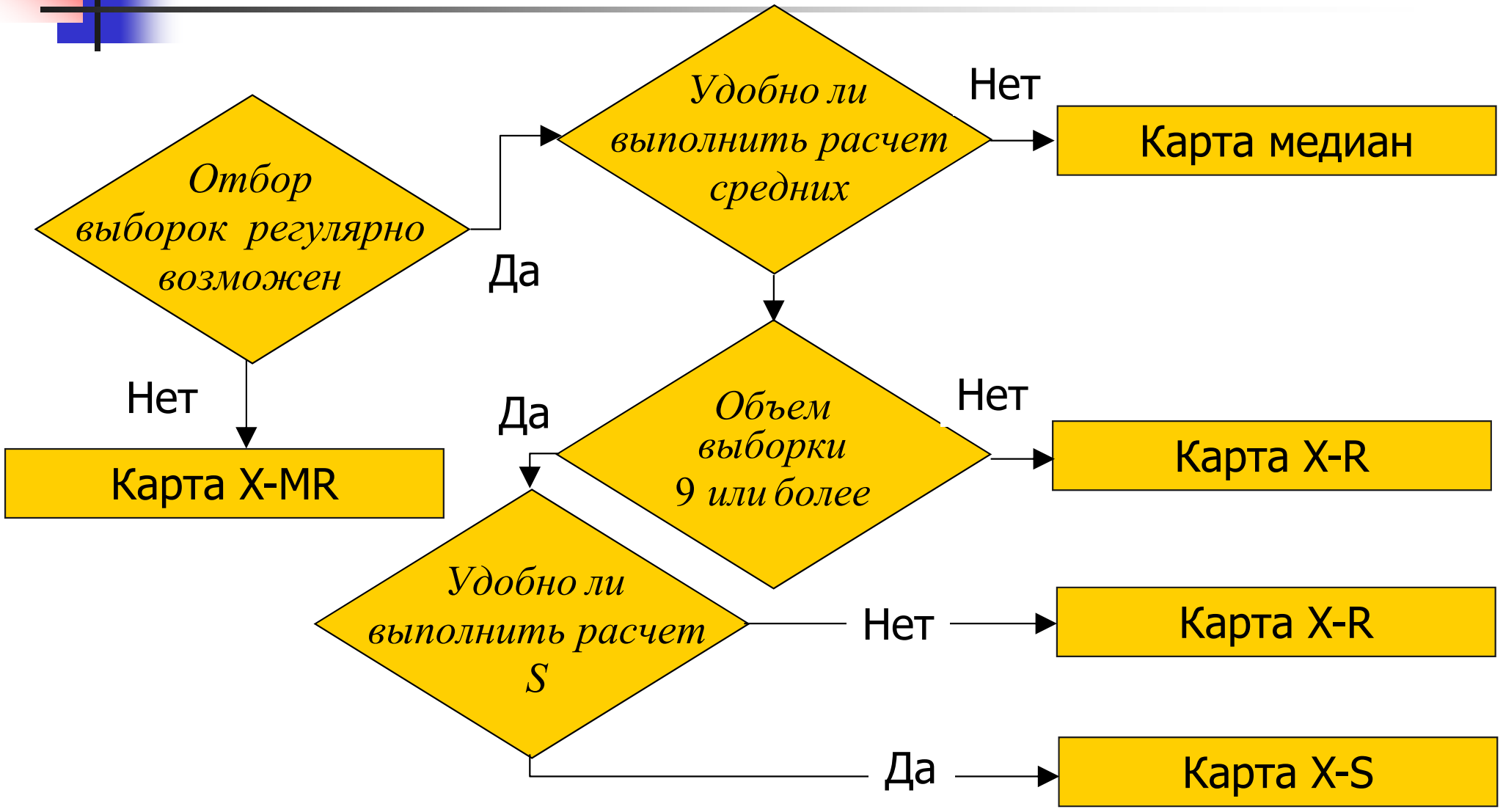
$\bar{u}$

Если LCL<0, принимается LCL=0

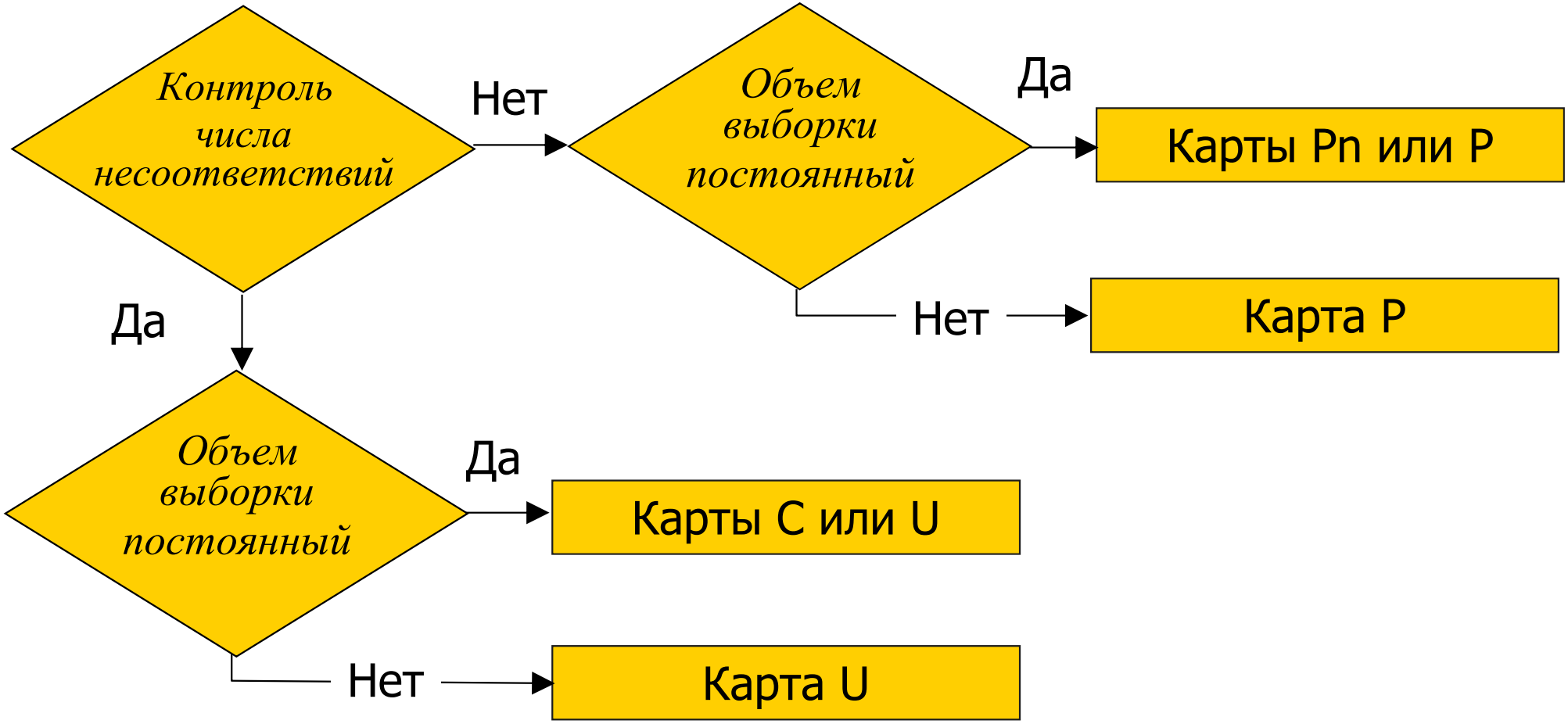


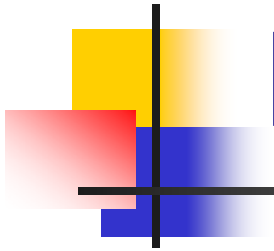
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ

ВЫБОР ТИПА КАРТЫ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ПРИЗНАКА



ВЫБОР ТИПА КАРТЫ ДЛЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ПРИЗНАКА



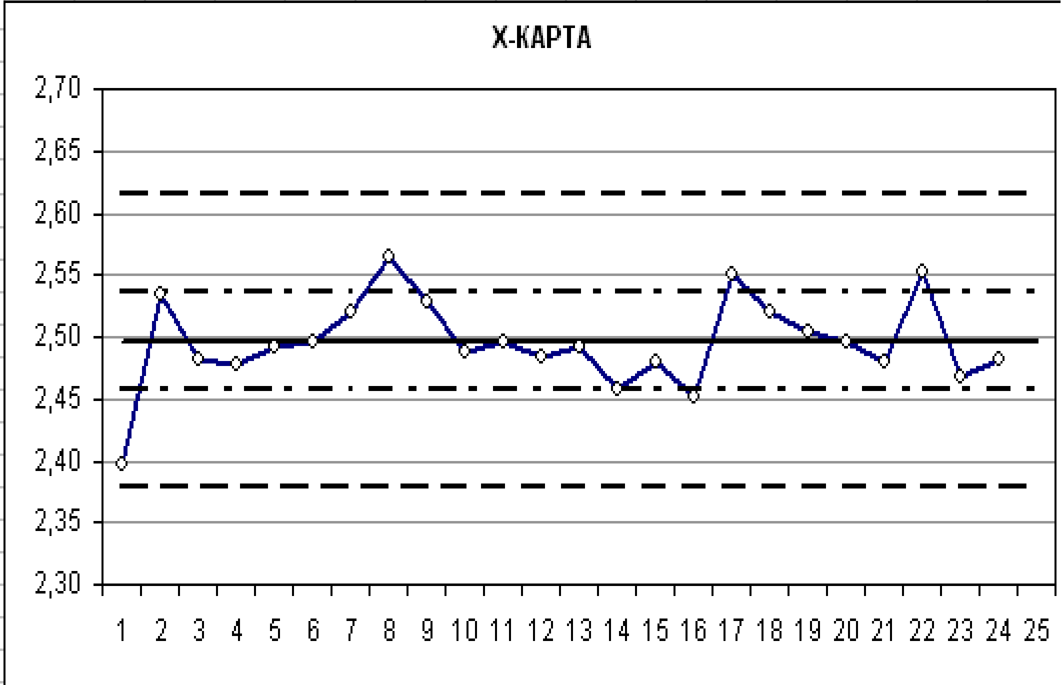


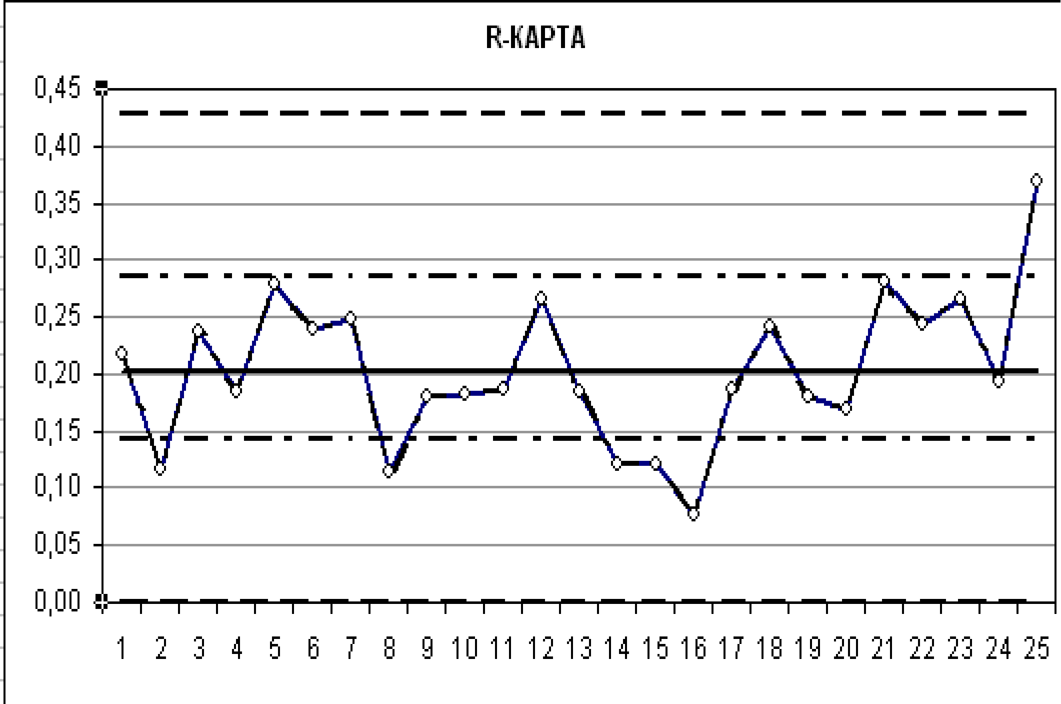
ПРИМЕР 1

ПОСТРОЕНИЕ **X-R** КАРТЫ В **MS EXCEL**

Контрольная карта X-R		№			
Цех	ЛПЦ-10	Частота контроля	1 в 2 часа		
Продукция	полоса г/к 2,5х1250	Объем выборок	5 шт		
Признак	Толщина	Период	01.03.06-05.03.06		
Спецификация	ГОСТ 19903	Кто контролировал	МГТУ		
Номинал	2,50 мм	Расчеты произвел	Румянцев		
LSL	2,32 мм				
USL	2,68 мм	Среднее	CL	2,50	0,20
		Верхняя граница	UCL	2,61	0,43
		Нижняя граница	LCL	2,38	0,00
			A3	0,58	-
			D3	-	0,00
			D4	-	2,11
		Граница 1/3 LCL		2,457	0,143
		Граница 2/3 LCL		2,536	0,286

Дата	Время	№ выборки	Наблюдения 1	2	3	4	5	Σ	Xj	Rj
01.03.2006	10	1	2,232	2,43	2,449	2,447	2,429	11,99	2,40	0,22
	12	2	2,552	2,509	2,552	2,586	2,47	12,67	2,53	0,12
	14	3	2,412	2,598	2,361	2,505	2,537	12,41	2,48	0,24
	16	4	2,369	2,555	2,498	2,442	2,523	12,39	2,48	0,19
	18	5	2,543	2,475	2,338	2,485	2,615	12,46	2,49	0,28
02.03.2006	10	6	2,354	2,587	2,517	2,428	2,594	12,48	2,50	0,24
	12	7	2,465	2,651	2,453	2,628	2,402	12,60	2,52	0,25
	14	8	2,506	2,62	2,532	2,576	2,594	12,83	2,57	0,11
	16	9	2,584	2,564	2,405	2,543	2,545	12,64	2,53	0,18
	18	10	2,414	2,532	2,578	2,396	2,52	12,44	2,49	0,18
03.03.2006	10	11	2,603	2,557	2,437	2,416	2,464	12,48	2,50	0,19
	12	12	2,492	2,349	2,49	2,472	2,613	12,42	2,48	0,26
	14	13	2,569	2,481	2,474	2,385	2,548	12,46	2,49	0,18
	16	14	2,437	2,463	2,394	2,482	2,514	12,29	2,46	0,12
	18	15	2,535	2,471	2,414	2,522	2,453	12,39	2,48	0,12
04.03.2006	10	16	2,485	2,426	2,416	2,493	2,432	12,25	2,45	0,08
	12	17	2,569	2,661	2,496	2,475	2,548	12,75	2,55	0,19
	14	18	2,585	2,448	2,62	2,38	2,569	12,60	2,52	0,24
	16	19	2,452	2,538	2,447	2,46	2,627	12,52	2,50	0,18
	18	20	2,394	2,486	2,563	2,481	2,556	12,48	2,50	0,17
05.03.2006	10	21	2,666	2,386	2,504	2,446	2,397	12,40	2,48	0,28
	12	22	2,463	2,501	2,554	2,706	2,537	12,76	2,55	0,24
	14	23	2,346	2,613	2,439	2,427	2,515	12,34	2,47	0,27
	16	24	2,475	2,598	2,433	2,493	2,406	12,40	2,48	0,19
	18	25	2,397	2,765	2,627	2,406	2,412	12,61	2,52	0,37





ЗАПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ЛИСТКА

РАСЧЕТ ОСОБЫХ ЛИНИЙ	
J8	=СРЗНАЧ(J19:J43)
K8	=СРЗНАЧ(K19:K43)
J9	=J8+J11*K8
K9	=K8*K13
J10	=J8-J11*K8
K10	=K8*K12
J14	=J$10+(J$9-J$10)/3
K14	=K$10+(K$9-K$10)/3
J15	=J$10+2*(J$9-J$10)/3
K15	=K$10+2*(K$9-K$10)/3

Контрольная карта X-R			№								
Цех		ЛПЦ-10			Частота контроля			1 в 2 часа			
Продукция		полоса г/к 2,5х1250			Объем выборок			5	шт		
Признак		Толщина			Период			01.03.06-05.03.06			
Спецификация		ГОСТ 19903			Кто контролировал			МГТУ			
Номинал		2,50	мм		Расчеты произвел			Румянцев			
	LSL	2,32	мм								
	USL	2,68	мм								

Расчет особых линий

Среднее	CL	2,50	0,20
Верхняя граница	UCL	2,61	0,43
Нижняя граница	LCL	2,38	0,00
	A3	0,58	-
	D3	-	0,00
	D4	-	2,11
Граница 1/3 LCL		2,457	0,143
Граница 2/3 LCL		2,536	0,286

Дата	Время	№ выборки	Наблюдения 1	2	3	4	5	Σ	Xj	Rj
	10	1	2,232	2,43	2,449	2,447	2,429	11,99	2,40	0,22
	12	2	2,469	2,555	2,486	2,442	2,523	12,39	2,48	0,12
	14	3	2,469	2,555	2,486	2,442	2,523	12,39	2,48	0,11
	16	4	2,369	2,555	2,486	2,442	2,523	12,39	2,48	0,19
	18	5	2,543	2,475	2,338	2,485	2,615	12,46	2,49	0,28
	10	6	2,354	2,587	2,517	2,428	2,594	12,48	2,50	0,24
	12	7	2,465	2,651	2,453	2,628	2,402	12,60	2,52	0,25
02.03.2006	14	8	2,506	2,62	2,532	2,576	2,594	12,83	2,57	0,11
						2,543	2,545	12,64	2,53	0,18
							2,52	12,44	2,49	0,18
						2,41	2,464	12,48	2,50	0,19
	12	12	2,492	2,349	2,49	2,472	2,613	12,42	2,48	0,26
03.03.2006	14	13	2,569	2,481	2,474	2,385	2,548	12,46	2,49	0,18
	16	14	2,437	2,463	2,394	2,482	2,514	12,29	2,46	0,12
	18	15	2,535	2,471	2,414	2,522	2,459	12,39	2,48	0,12
	10	16	2,485	2,426	2,416	2,493	2,432	12,25	2,45	0,08
						2,475	2,548	12,75	2,55	0,19
04						2,39	2,569	12,60	2,52	0,24
						2,46	2,627	12,52	2,50	0,18
	18	20	2,394	2,486	2,563	2,481	2,556	12,48	2,50	0,17
	10	21	2,666	2,386	2,504	2,446	2,397	12,40	2,48	0,28
	12	22	2,463	2,501	2,554	2,706	2,537	12,76	2,55	0,24
05.03.2006	14	23	2,346	2,613	2,439	2,427	2,515	12,34	2,47	0,27
	16	24	2,475	2,598	2,433	2,493	2,406	12,40	2,48	0,19
	18	25	2,397	2,765	2,627	2,406	2,412	12,61	2,52	0,37

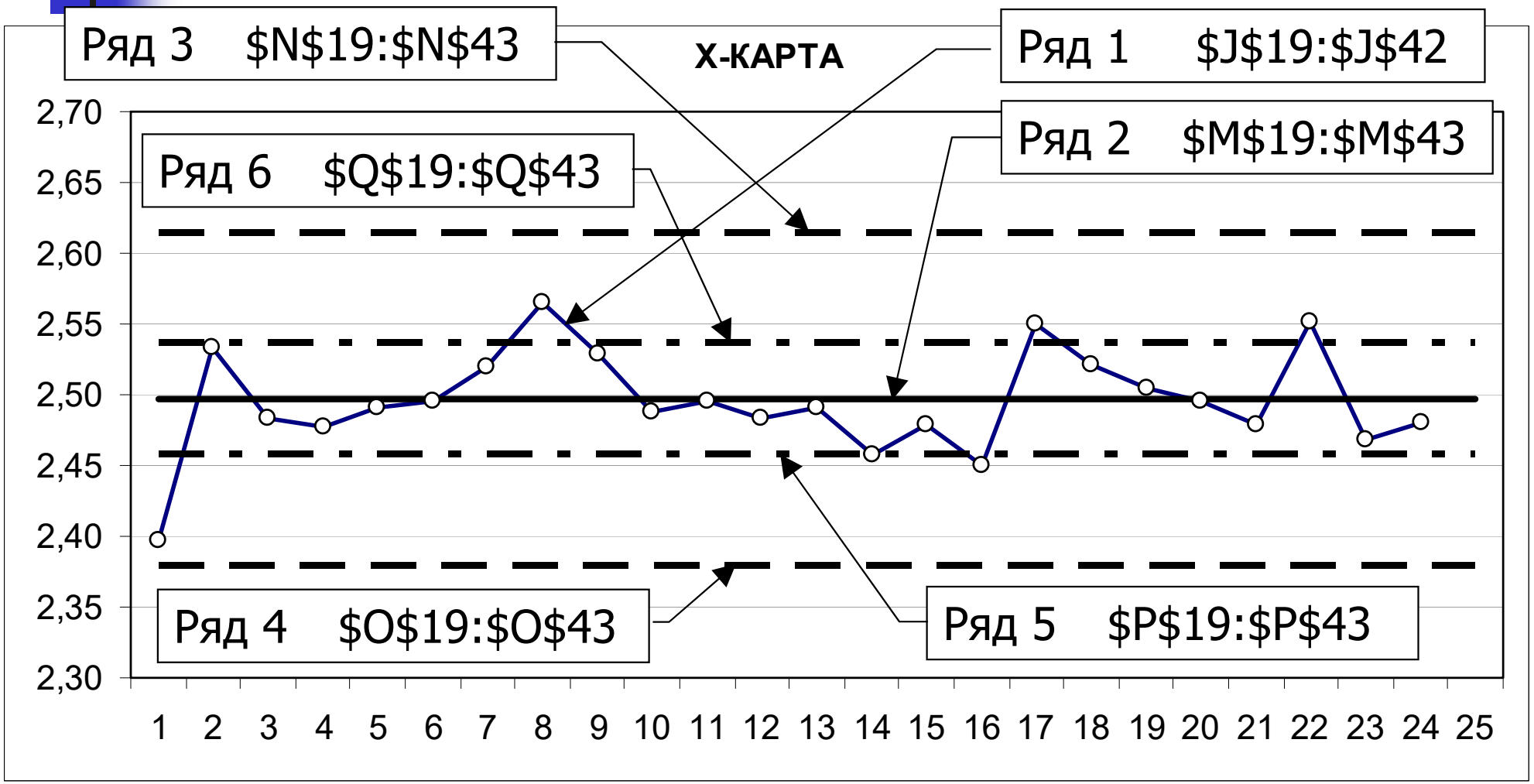
=МАКС(D35:H35)-МИН(D35:H35)

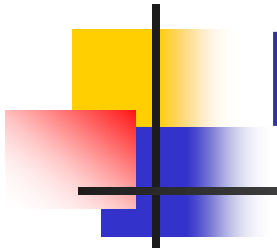
=СУММ(D33:H33)

=СРЗНАЧ(D34:H34)

X-КАРТА

Применяется диаграмма типа «График»

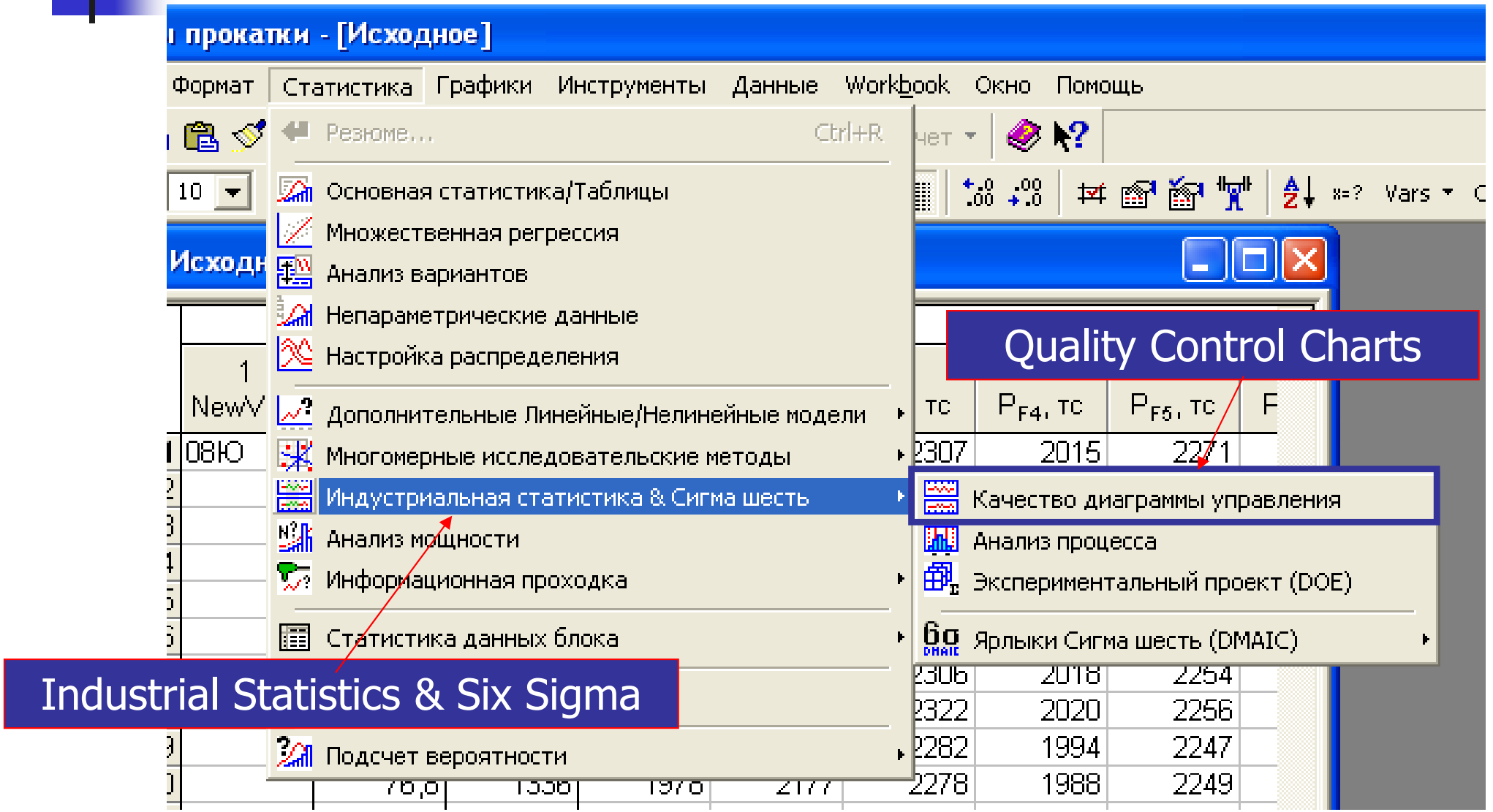




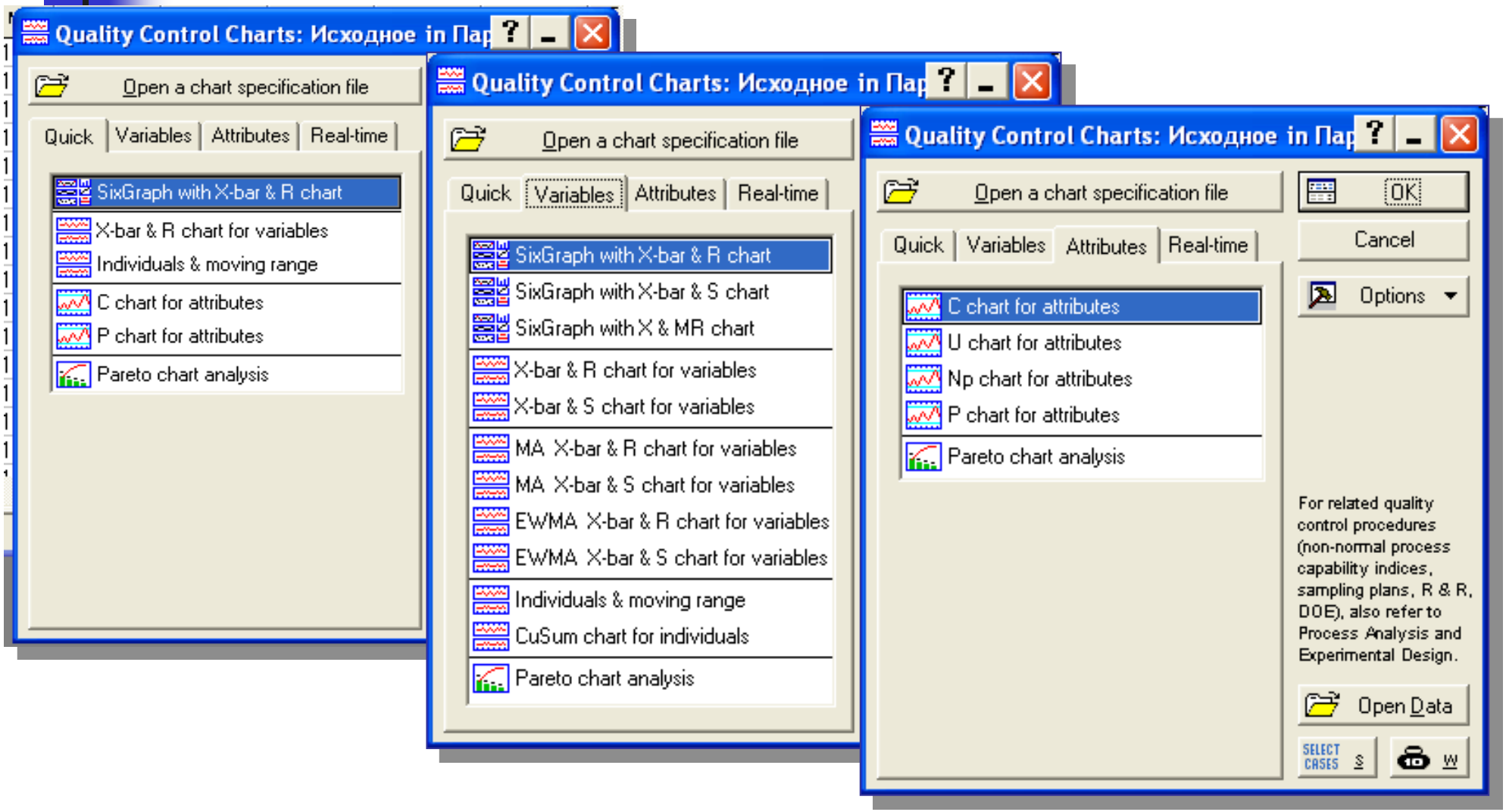
ПРИМЕР 2

ПОСТРОЕНИЕ **X-R** КАРТЫ В **STATISTICA®**

ВЫБОР МОДУЛЯ «КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ»



ЗАКЛАДКИ МОДУЛЯ «КОНТРОЛЬНЫЕ КАРТЫ»



ТИПЫ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ НА ЗАКЛАДКЕ «Quick»

6 совместных графиков с картами X-R

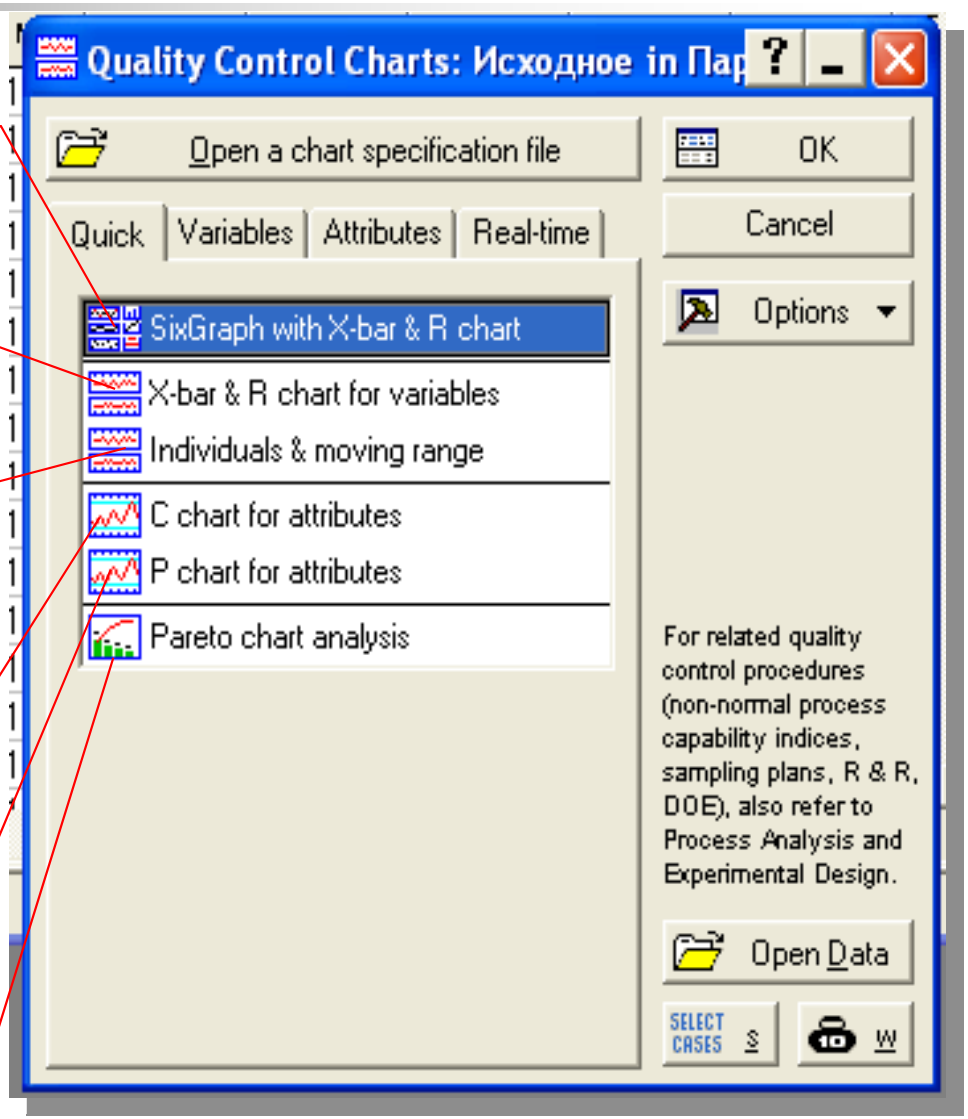
Карты X-R

Карты индивидуальных значений и скользящего размаха

С-карта

Р-карта

Карта (диаграмма) Парето



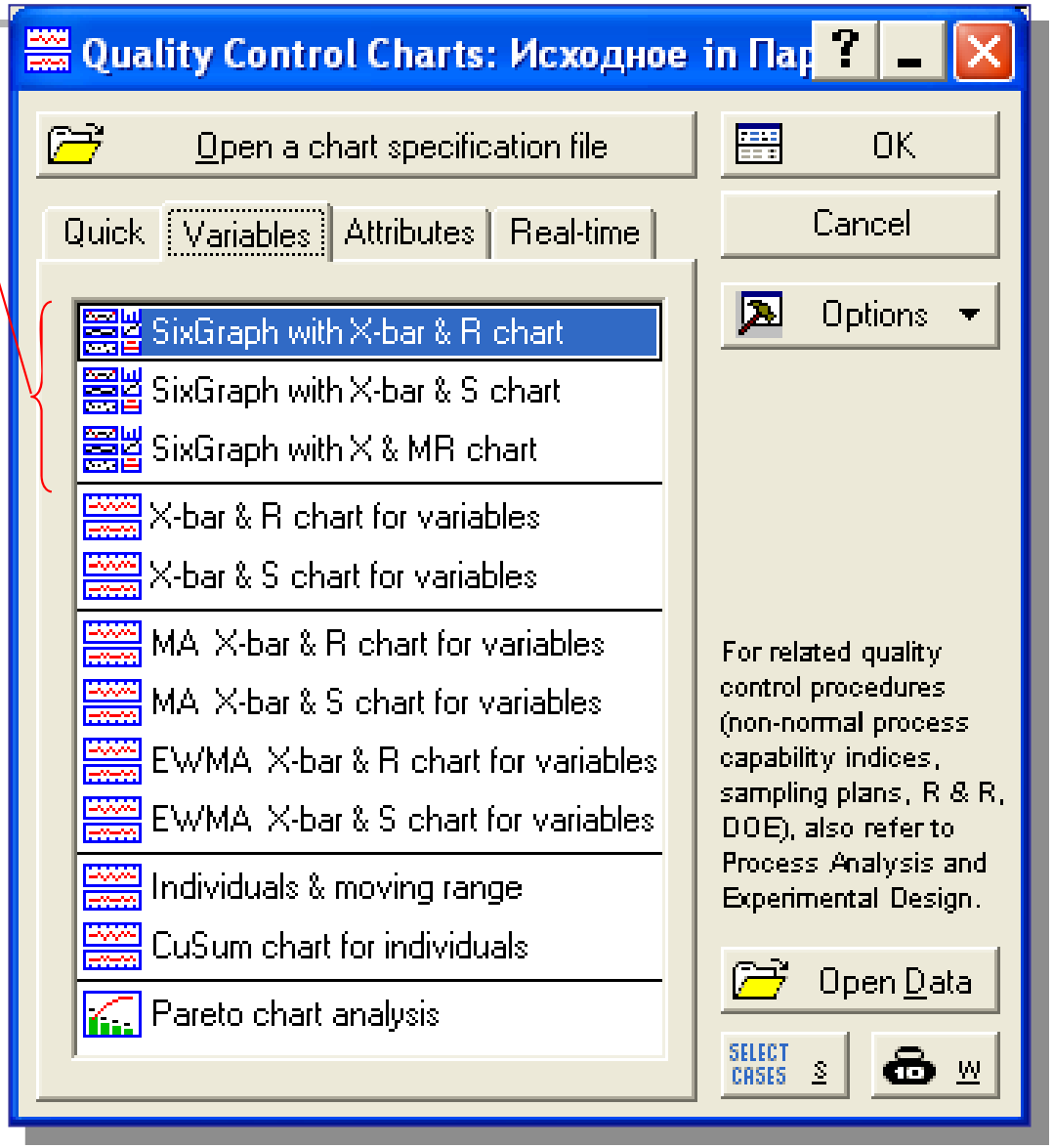
ТИПЫ КАРТ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРИЗНАКА

6 графиков с картами различных типов

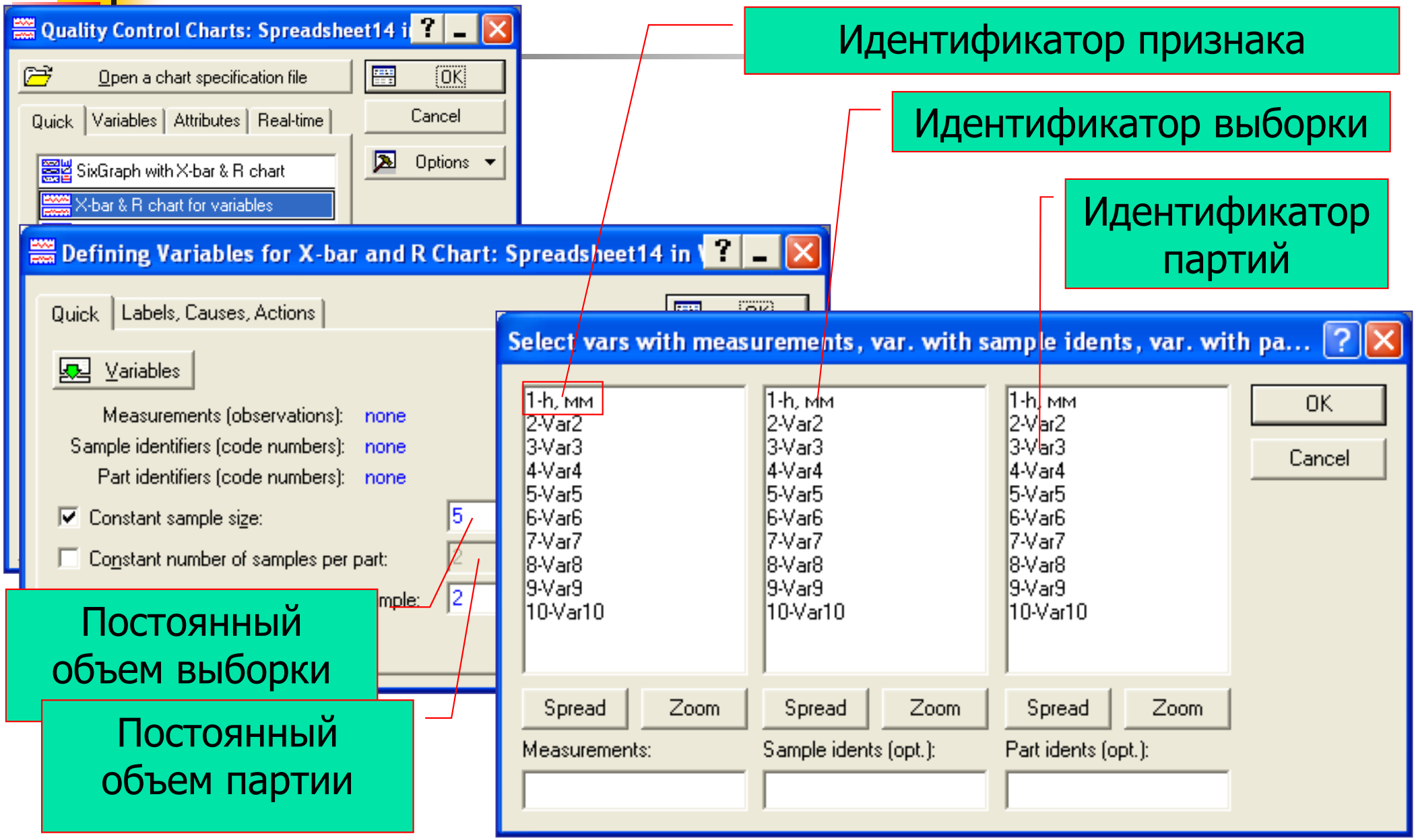
MA X – скользящее среднее

EWMA X – экспоненциально взвешенное среднее

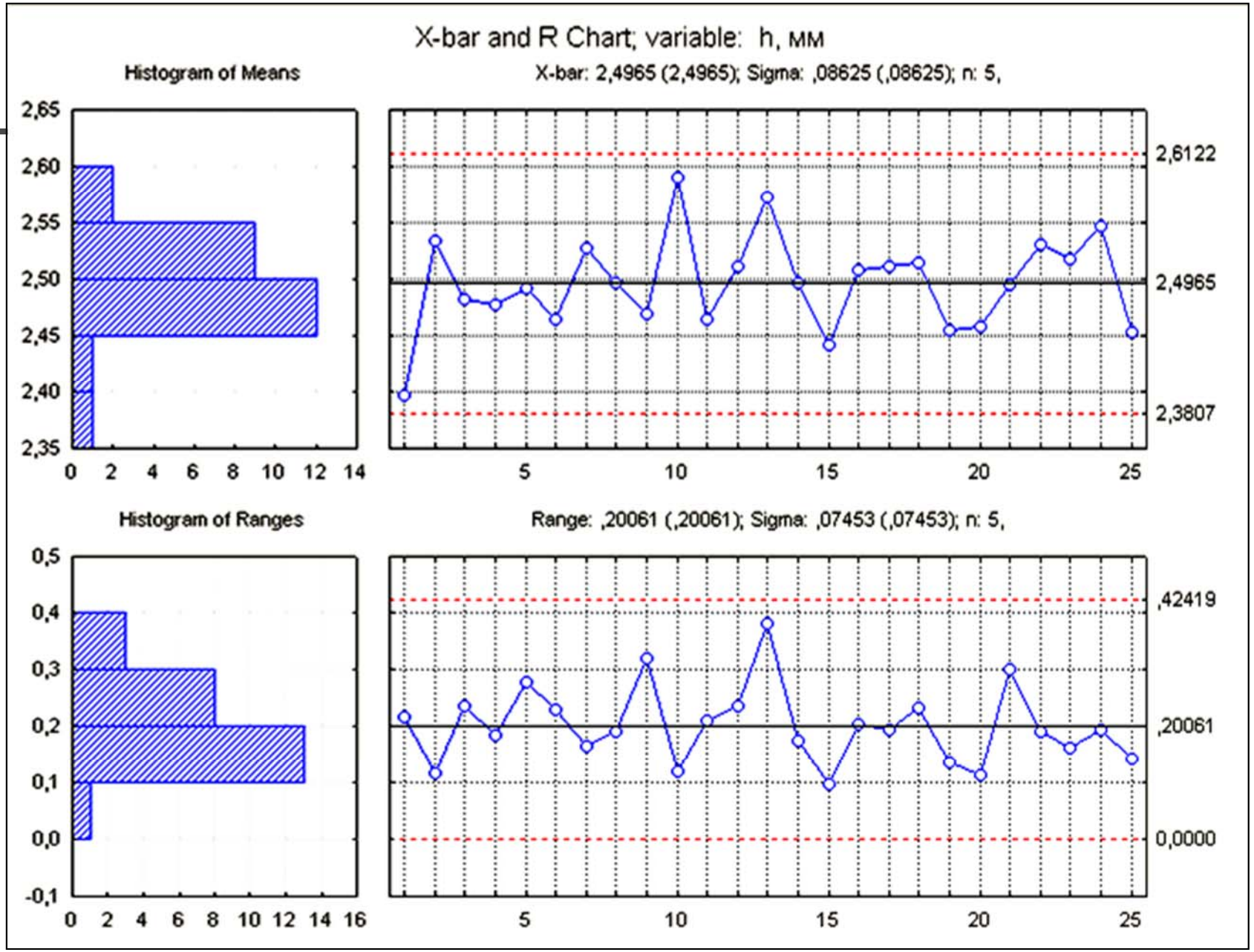
CuSum – накопленная сумма индивидуальных значений



ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КАРТЫ

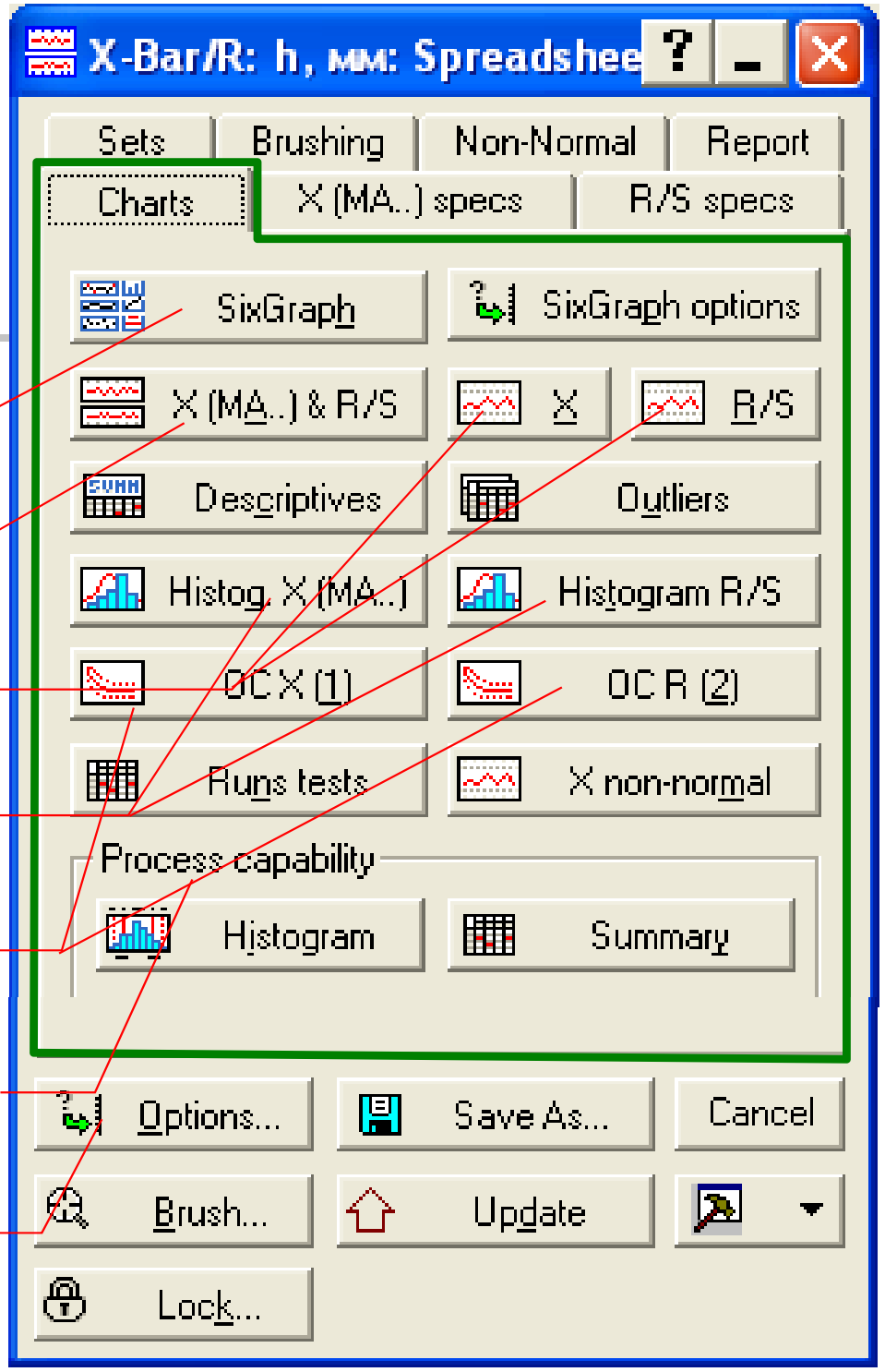


РЕЗУЛЬТАТ ПО УМОЛЧАНИЮ



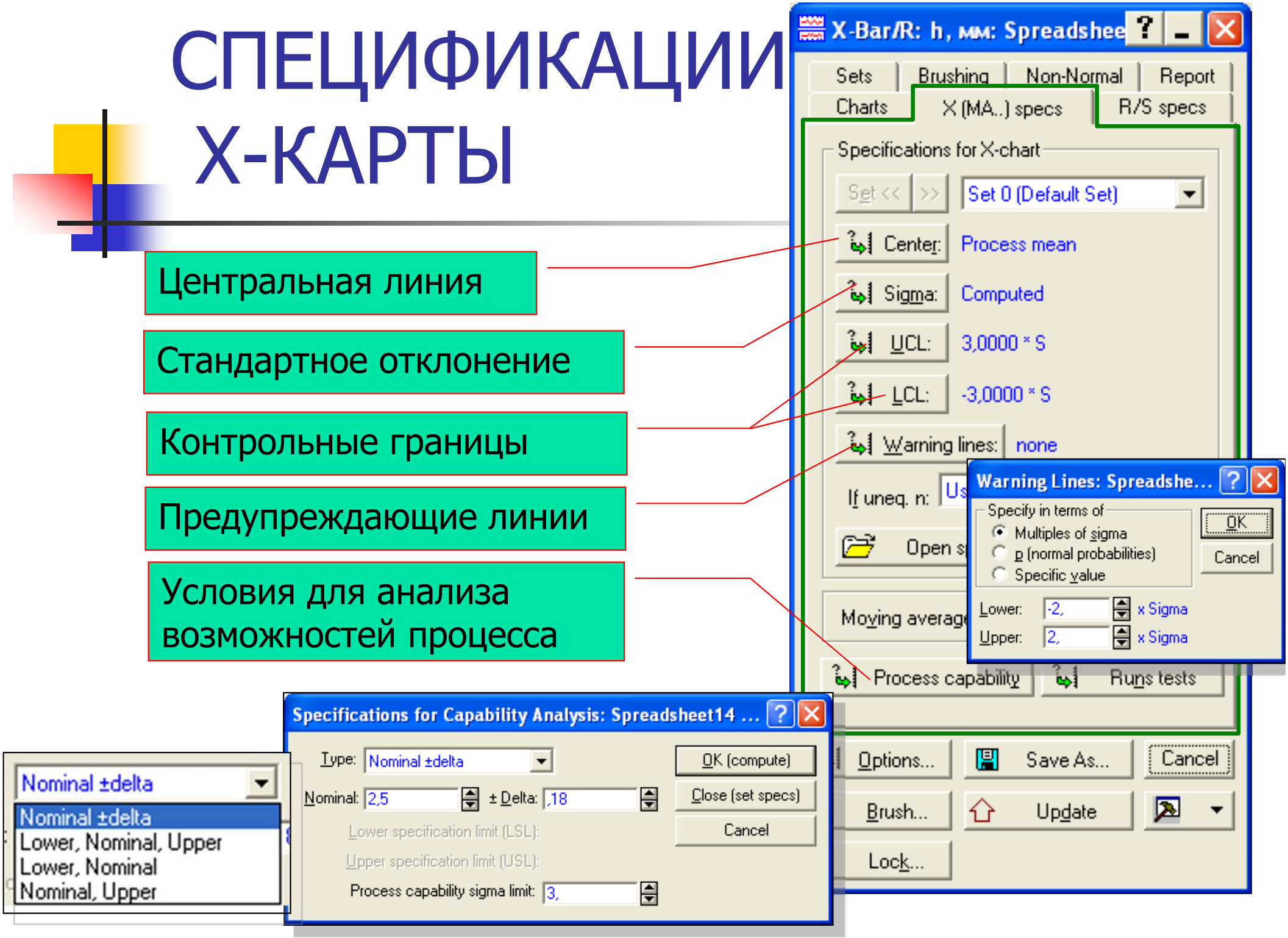
ВАРИАНТЫ РЕЗУЛЬТАТА

- 6 совместных графиков
- Совместное отображение карт
- Индивидуальные отображения карт
- Гистограммы средних и размахов
- Оперативные характеристики
- Показатели возможностей процесса
- Настройки для представления результатов



СПЕЦИФИКАЦИИ X-КАРТЫ

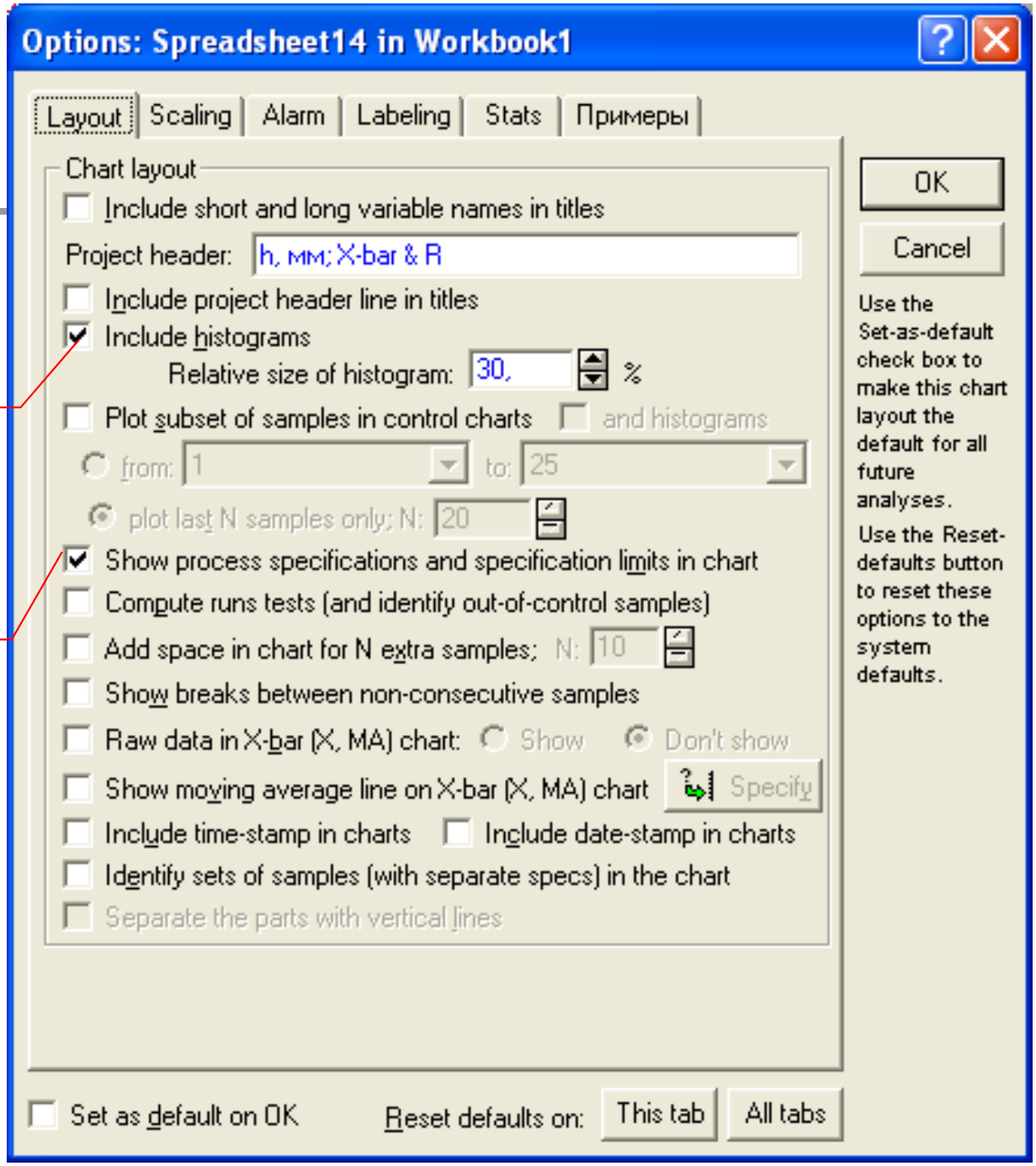
- Центральная линия
- Стандартное отклонение
- Контрольные границы
- Предупреждающие линии
- Условия для анализа возможностей процесса



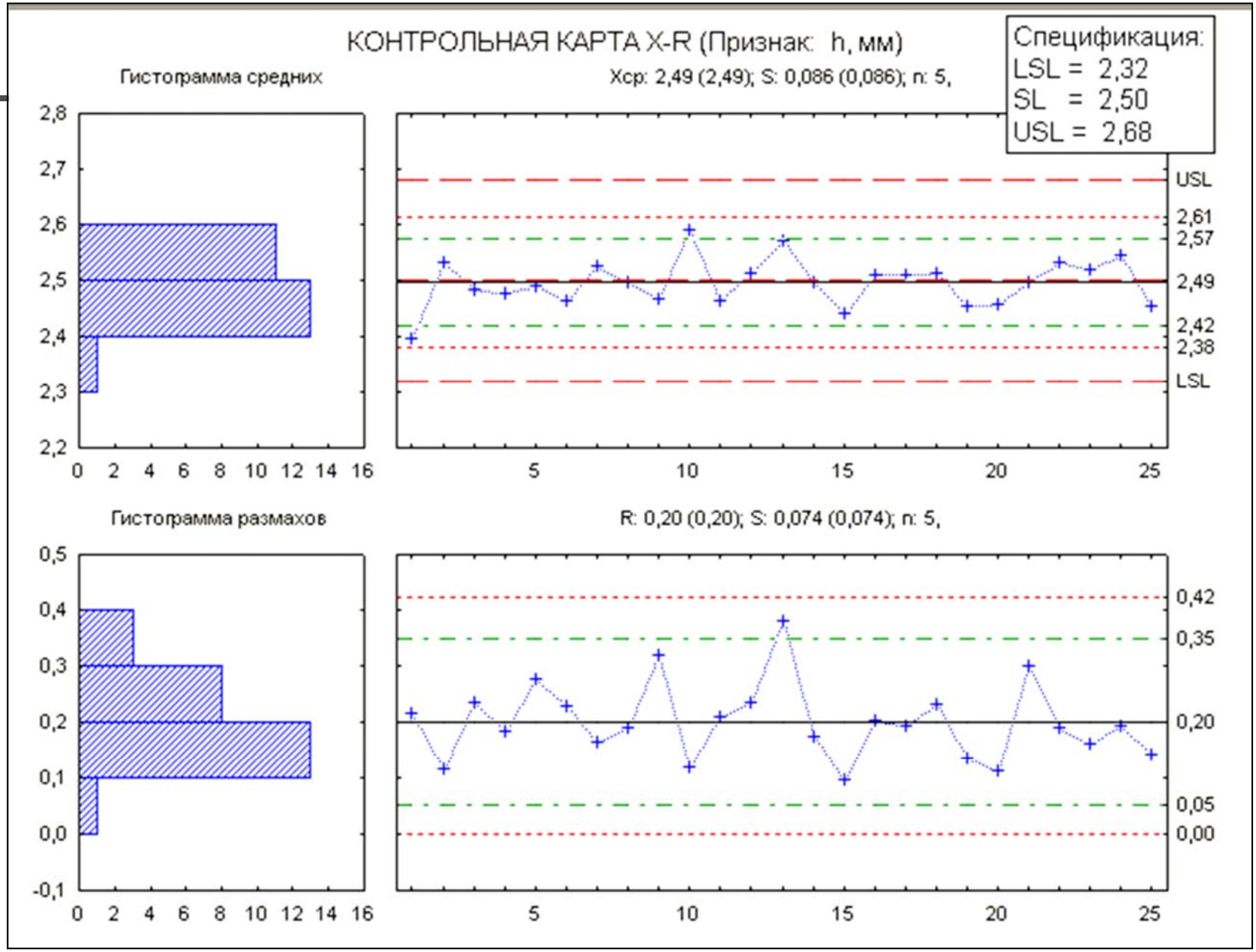
НАСТРОЙКА ДЛЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

Добавлять гистограммы

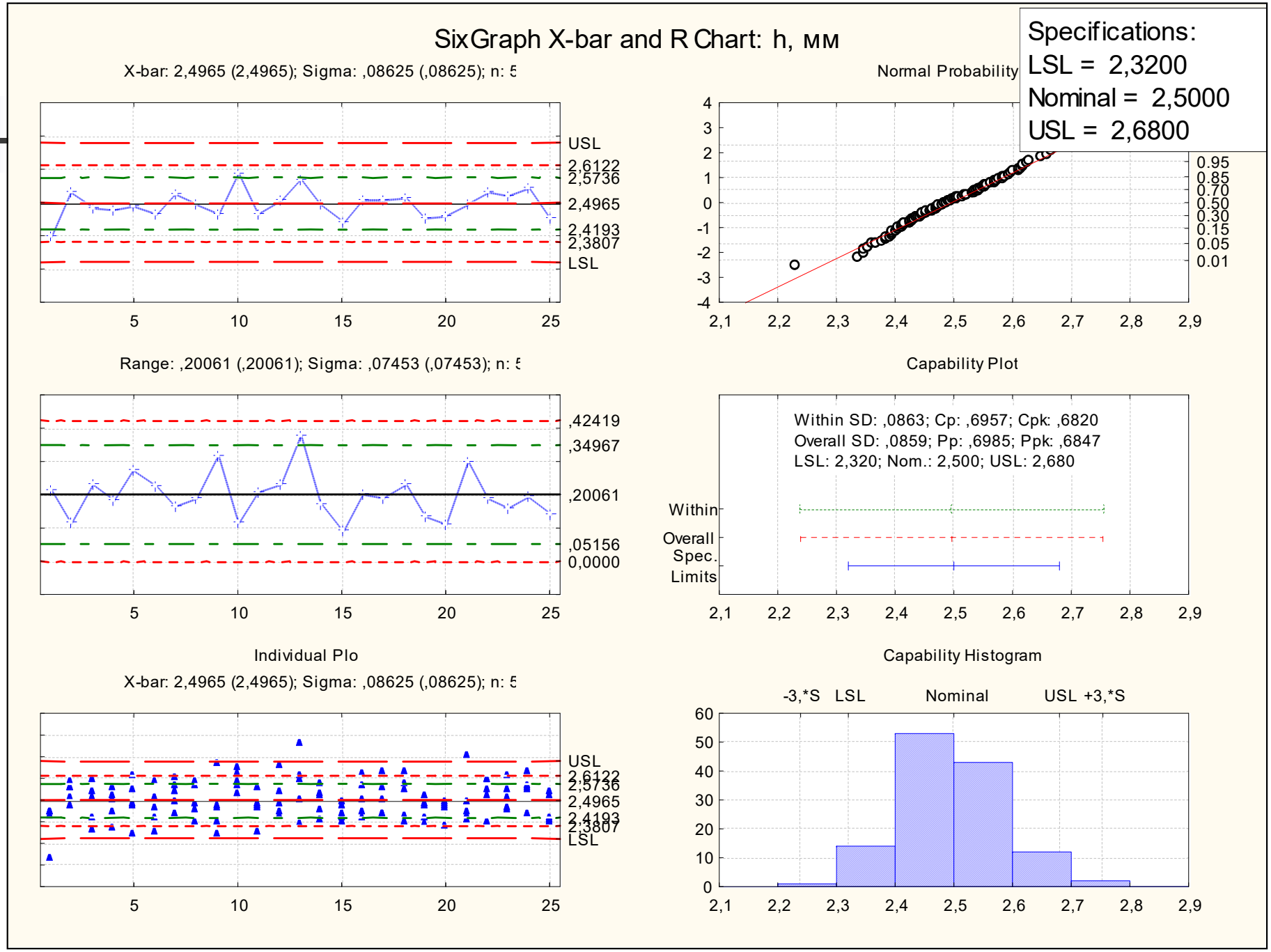
Показывать спецификацию и границы допуска



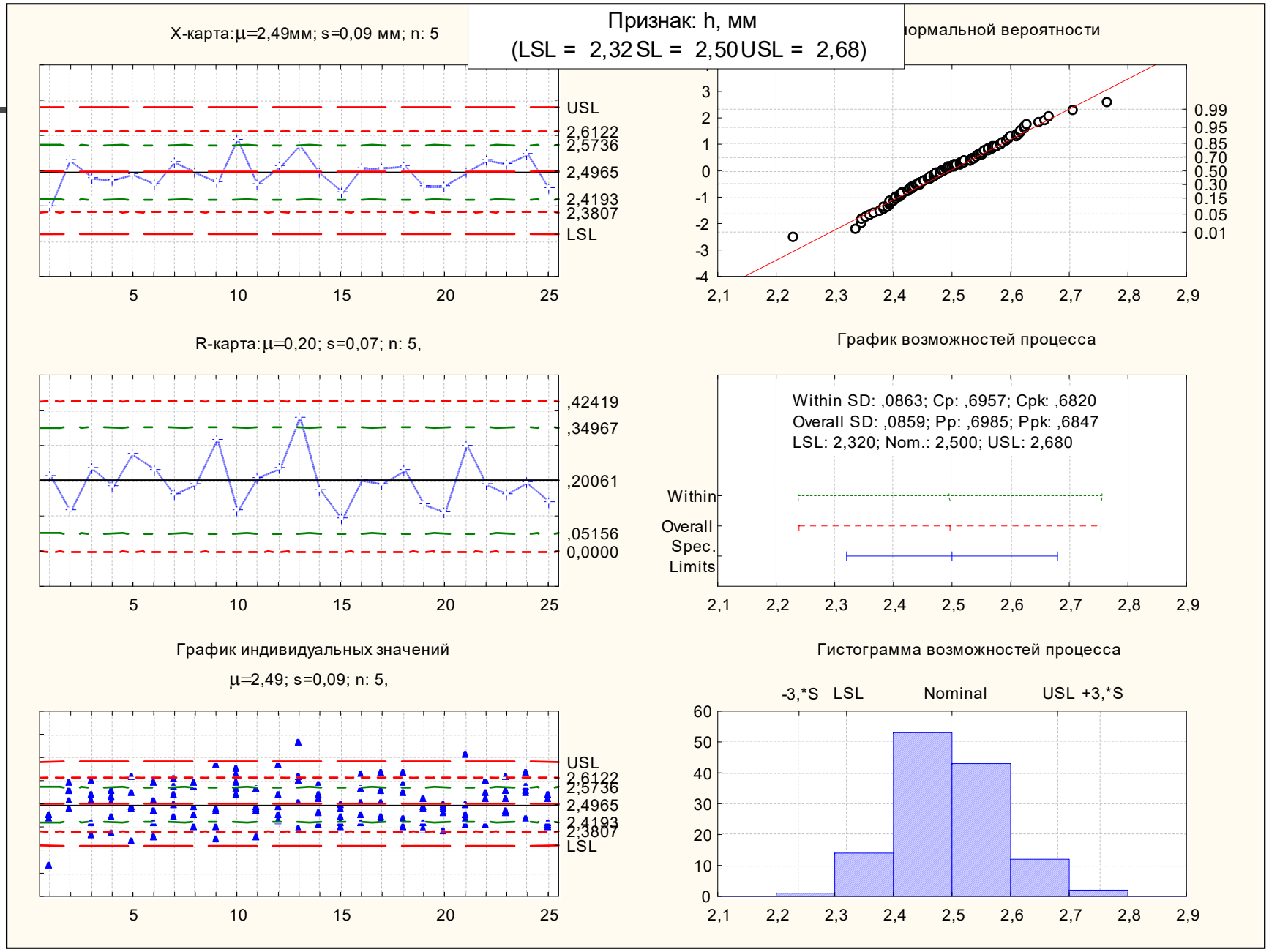
РЕЗУЛЬТАТ ПОСЛЕ НАСТРОЙКИ



6 СОВМЕСТНЫХ ГРАФИКОВ ДО РЕДАКТИРОВАНИЯ



6 СОВМЕСТНЫХ ГРАФИКОВ ПОСЛЕ РЕДАКТИРОВАНИЯ



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Статистическое управление процессами. SPC. Пер. с англ.-Н. Новгород: СМЦ «Приоритет», 2004. – 167 с.
2. ГОСТ Р 51814.3-2001. Методы статистического управления процессами.-М.: ИПК Издательство стандартов, 2001.-34 с.
3. М.И. Розно, Л.В. Шинко. Пора заняться техпроцессом. – Н. Новгород, 2005. – 47 с.
4. Л.Д. Девятченко. Контрольные карты. Введение в анализ качества: Учеб. пособие.-Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2006. -127 с.
5. Сакато Сиро. Практическое руководство по управлению качеством. Пер. с японского. – М.:Машиностроение, 1980. – 215 с.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

6. Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черемных Ю. Н. Математические методы в экономике. – М.: МГУ им. М. В. Ломоносова, издательство «ДИС», 1997. – 368 с.
7. Минько А.А. Статистический анализ в MS Excel. М., Изд. дом «Вильямс», 2004. 448 с.
8. ГОСТ Р 51814.1-2004 (ИСО/ТУ 16949:2002) Системы качества в автомобилестроении. Системы качества для предприятий-поставщиков автомобильной промышленности. Общие требования. -М: Издательство стандартов, 2004. -35с.
9. ГОСТ 15895-77. Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения.