



Тема 5. Статистические методы оценки качества бизнес- процессов организации (SPC бизнес-процессов) и их анализ.

Лекция по дисциплине
«Регулирование процессов
менеджмента качества»

к.э.н., доц. Болотников С.В.

Формализация операций в бизнес-

процессах

Объект регламентации качества – операции бизнес-процессов, их входной и выходной процессы.

Предмет регламентации – эффективность (качество) этих процессов.

Операция - это упорядоченная совокупность

взаимосвязанных действий, направленных на достижение



Формализация операций в бизнес-процессах

$$O = \langle R_1, R_2, F, Q, T \rangle,$$

Формальное
(математическое
) описание
операции:



где:

R_1 - ресурсы, затрачиваемые в процессе выполнения операции;

$F \subset R_1 \times R_2$ - операция;

— отношение, задаваемое на множестве $R_1 \times R_2$;

R_2 ;

Q - условие проведения операции;

T - время, затрачиваемое на выполнение операции.

Формализация операций в бизнес-процессах

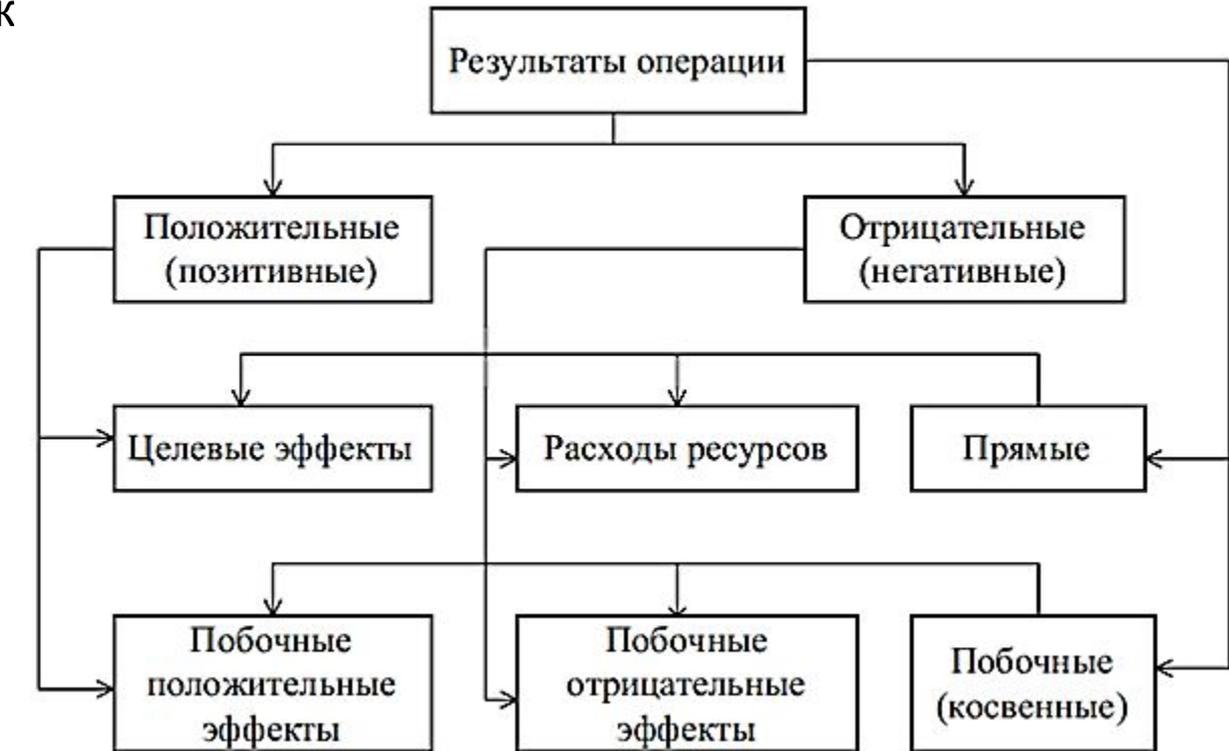
Характеристики операции:

А) Это процесс преобразования ресурсов в результаты при достижении цели.

Б) Целевой эффект - ж

В) Прочие результаты подразделяют на:

- побочные положительные;
- отрицательные эффекты;
- расходы ресурсов.



Эффективность операции - характеризует способность операции преобразовывать расходуемые ресурсы в выходные эффекты, является свойством, характеризующим качество операции.

Инструмент оценки качества: статистический метод *SPC (statistical process control)*

SPC бизнес-процессов организации

SPC (*statistical process control*) метод мониторинга бизнес-процесса с использованием статистических инструментов с целью управления качеством непосредственно в процессе производства.

1

ISO 9001 установлено, что организация должна:

2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000

4

5

SPC бизнес-процессов организации

SPC (*statistical process control*) метод мониторинга бизнес-процесса с использованием статистических инструментов с целью управления качеством продукции непосредственно в процессе производства.

•Цели SPC

- Получение статистически управляемого состояния процесса (выявить особые причины изменчивости и добиться их устранения);
- Поддерживание статистически управляемого состояния процесса (вести мониторинг показателей работы процесса);
- Улучшение возможности процесса (стремиться лучше понимать обычные причины изменчивости и реагировать на их колебания);
- Снижение количества отходов и вероятности попадания бракованной продукции заказчику;
- Сокращение времени производственного цикла.

Основные инструменты SPC бизнес-процессов

SPC использует 7 основных приемов фиксации качества бизнес-процессов:

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

К.Исикава.

- **Контрольный листок** – инструмент для сбора данных и их автоматического упорядочения для облегчения дальнейшего использования собранной информации; **4**
- **Стратификация (расслоение)** – инструмент, позволяющий произвести селекцию данных в соответствии с различными факторами.
- **Гистограмма** – инструмент, позволяющий зрительно оценить распределение статистических данных, сгруппированных по частоте попадания данных в определенный (заранее заданный) интервал. **5**
- **Анализ Парето** - инструмент, позволяющий объективно представить и выявить основные факторы, влияющие на исследуемую проблему и распределить усилия для ее решения.
- **Причинно – следственная диаграмма Исикавы** – инструмент, который позволяет выявить наиболее существенные факторы (причины), влияющие на конечный результат (следствие); **6**
- **Диаграмма разброса** – инструмент, позволяющий определить вид и тесноту связи двух рассматриваемых параметров процесса;
- **Контрольная карта** – позволяет отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него (с помощью обратной связи), предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований **7**

Основные инструменты SPC: контрольный листок

Все статистические методы базируются на достоверной информации. Применение каждого должно начинаться со сбора необходимых данных.

1. Контрольный листок – бланк, на котором заранее прописаны контролируемые параметры, с тем, чтобы можно было легко и точно записать данные измерений.

В любом контрольном листке должны быть:

- его название;
- измеряемый параметр;
- название и номер операции;
- участок (подразделение);
- оператор (ответственный);
- режимы работы;

и другие данные для анализа путей повышения качества процесса

- **Назначение контрольного листа**
 - Контроль и регулирование производственного процесса;
 - Анализ отклонений от установленных требований;
 - Облегчение процесса сбора данных;
 - Автоматическое упорядочивание данных для дальнейшего использования.

Основные инструменты SPC: контрольный листок

Пример контрольного листа для процесса:

Задача: выявить изменения в длительности конкретной операции бизнес-процесса.

Длительность операции (X): **35,40 + 0,05 мин.**

В

- **В графе 1** указаны: возможные значения измеряемой величины X_i .
- **В графе 2:** отклонения от номинала ΔX_i .
- **В графе 3:** отметки о результатах измерений (наблюдений).

Для удобства подсчета результатов эта графа может быть разделена на интервалы.

Измер. знач. X_i	Откл. от ном. ΔX_i	Результаты измерения																				Час-тога m_i	Относ. частота $m_i/\sum m_i$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	2	3																				4	5
	-7																					0	0
	-6																					0	0
35,35	-5	█																				1	0,014
	-4	██																				3	0,043
	-3	███																				3	0,043
	-2	████																				4	0,057
	-1	█████																				8	0,114
35,40	0	██████																				12	0,171
	1	███████																				15	0,214
	2	████████																				9	0,128
	3	███████																				6	0,086
	4	███████																				4	0,057
35,45	5	███████																				2	0,028
	6	███████																				2	0,028
	7	███████																				1	0,014
		Сумма $\sum m_i$																				70	1,000



Для получения информации: длительность операции фиксировалась в течение 20 дней

Основные инструменты SPC: контрольный листок

Длительность операции (X): **35,40 + 0,05 мин.**

Измер. знач. X_i	Откл. от ном. ΔX_i	Результаты измерения																				Частота m_i	Относ. частота $m_i/\sum m_i$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	2	3																			4	5	
	-7																					0	0
	-6																					0	0
35,35	-5	█																				1	0,014
	-4	██	█																			3	0,043
	-3	███	██	█																		3	0,043
	-2	████	███	██	█																	4	0,057
	-1	█████	████	███	██	█	█	█	█	█												8	0,114
35,40	0	██████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	12	0,171
	1	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	15	0,214
	2	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	9	0,128
	3	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	6	0,086
	4	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	4	0,057
35,45	5	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	2	0,028
	6	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	2	0,028
	7	███████	█████	████	███	██	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	1	0,014
											Сумма $\sum m_i$										70	1,000	

- **Графа 5:** при необходимости вносятся результаты расчета относительной частоты появления данного значения размера - $m_i/\sum m_i$.
- **Графу 6:** вносятся результаты подсчета числа появлений каждого значения размеров - частота каждого значения за период наблюдений m_i .

Для оценки контрольных листов используется частотный метод. Частота (мода) – определяет объем проявления какого то признака в процессе. Концентрация ресурсов при регламентации процессов происходит на элементах процесса, набравших максимальные частотные значения.

Особенность: процессе построения автоматически происходит построение столбчатой диаграммы - **гистограммы**, показывающей распределение частот тех или иных значений измеряемой величины.

$$f^*(x_i) = \frac{m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}$$

Технология определения частоты проявления проблемы:

1. Подсчитывается сумма появлений каждого данного значения по строкам, результат m_i заносятся в графу 4;
2. Подсчитывается общая сумма всех значений m_i
3. Относительная частота каждого значения определяется как отношение числа в графе 4 к сумме этих чисел:

Сумма относительных частот для всех X_i должна быть равна 1.

Основные инструменты SPC: контрольный листок

Анализ

таблицы:

- отклонения (-7) и (-6) – не встречались ни разу
- (-5) и (+7) – один раз, (+5) и (+6) – по два раза.
- **Номинальный** размер (длительность) появился 12 раз, отклонение (+1) – 15 раз.
- **Относительная** частота появления первого и второго значений (отклонений –6 и –5) равна 0.

Сумма чисел в этой графе - 70, равно общему числу рассмотренных операций в день

Расчет

частот:

$$f^*(-5) = 1/70 = 0,014$$

$$f^*(-4) = 0,043$$

$$f^*(-3) = 0,067$$

Измер. знач. X_i	Откл. от ном. ΔX_i	Результаты измерения																				Час-тога m_i	Относ. частота $m_i/\sum m_i$
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	2	3																		4	5		
	-7																					0	0
	-6																					0	0
35,35	-5																					1	0,014
	-4																					3	0,043
	-3																					3	0,043
	-2																					4	0,057
	-1																					8	0,114
35,40	0																					12	0,171
	1																					15	0,214
	2																					9	0,128
	3																					6	0,086
	4																					4	0,057
35,45	5																					2	0,028
	6																					2	0,028
	7																					1	0,014
Сумма $\sum m_i$												70	1,000										

Вывод: анализ частоты показывает, что чаще наблюдается превышение длине операции, чем ее сокращение.

Основные инструменты SPC: контрольный листок

Контрольный лист может использоваться для причинного и проблемного анализов:

Условия возникновения ошибок		Команда №1	Команда №2	Команда №3	Команда №4	Всего виды ошибок					
						+	о	+	о		
Пн	до обеда	++	+	+		4	0	10	3		
	после обеда	+	+++	++	о+о	6	3				
Вт	до обеда	+о		+++	оо	2	5	5	5		
	после обеда	++	+			3	0				
Ср	до обеда			++		2	0	7	4		
	после обеда	+++о	+++		оо	5	4				
Чт	до обеда	о+	+	о		2	2	6	2		
	после обеда	++		++		4	0				
Пт	до обеда			о	ооо	0	4	5	13		
	после обеда	+оо	ооо	+++о+	ооо	5	9				
Всего +	до обеда	4	13	2	7	4	12	0	1	10	33
	после обеда	9		5		8		1		23	
Всего о	до обеда	2	5	0	5	4	5	5	12	11	27
	после обеда	3		5		1		7		16	

Пример фиксации выявленных ошибок процесса:

В таблице:

+ ошибка, связанная с действием персонала

о ошибка, связанная с техникой

Параметры контрольного листа:

1 – команды (всего 4 команды - №№1-4);

2 - дни недели;

3 – время дня (до или после обеда).

Вывод: хуже всех команды 1 и 3; больше ошибок совершается после обеда; ошибки персонала и техники примерно равны; наиболее проблемный день – пятница.

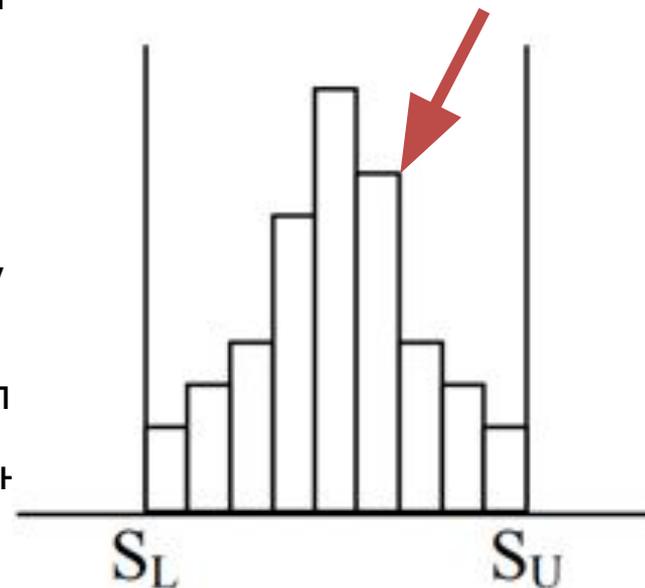
Основные инструменты SPC: контрольные карты

2. Контрольные карты – инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него, предупреждая его отклонения от предъявляемых к процессу требований.

Статистическое управление процессами (SPC) использует методы статистики, чтобы подсказать оператору, когда надо подстраивать процесс, а когда лучше его не трогать.

Исследование процесса с помощью контрольных карт способ извлечения данных из процесса, позволяющий нам сказать, соответствуют ли вариации процесса стабильному распределению;

- трансформировать это распределение в нормальную форму
- оценить его среднее значение и стандартное отклонение;
- контрольные пределы устанавливаются так, чтобы для стабильного распределения превышение их нормы составляло только 0,26%.
- Любые изделия, произведенные за границами этих контрольных пределов, указывают, что распределение изменилось.



Основные инструменты SPC: контрольные карты

Последовательность построения контрольной карты

1. Собираются предварительные данные измерений характеристик процессов (в пределах 100).

2. Данные делятся на 4 – 5 групп, равных по количеству, в результате в каждой группе получается по 20 – 25 данных.

№ группы	Измеренные значения				
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	53	54	54	54	56
2	55	54	54	53	53
3	55	53	53	53	54
4	56	53	54	54	54
5	55	54	54	54	54
6	54	54	55	53	53
7	55	54	54	54	54
8	56	54	55	54	54

Для регистрации и систематизации предварительных данных используют специальные бланки контрольных листов

Основные инструменты SPC: контрольные карты

Последовательность построения контрольной карты

№ группы	Измеренные значения					\bar{X}	R
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		
1	53	54	54	54	56	54,2	3
2	55	54	54	53	53	53,8	2
3	55	53	53	53	54	53,6	2
4	56	53	54	54	54	54,2	3
5	55	54	54	54	54	54,2	1
6	54	54	55	53	53	53,8	2
7	55	54	54	54	54	54,2	1
8	56	54	55	54	54	54,6	2

3. Для каждой группы рассчитывается среднее значение \bar{X} и размах R.

4. На бланке контрольных карт по горизонтальной оси откладывают значения X и R, а по вертикальной оси – номера групп.

5. Находятся средние значения $\bar{\bar{X}}$ и \bar{R} для X и R каждой группы.

Эти средние значения определяют среднюю линию контрольного диапазона.

Основные инструменты SPC: контрольные карты

Последовательность построения контрольной карты типа X-R.

6. Формируются контрольные границы: для X-карты и R-карты.

Количество выборок	A_2	D_3	D_4
2	1,88	-	3,267
3	1,023	-	2,575
4	0,729	-	2,282
5	0,577	-	2,115
6	0,483	-	2,004
7	0,419	0,076	1,924
8	0,373	0,136	1,864
9	0,337	0,184	1,816
10	0,308	0,023	1,777

Формулы расчета контрольных границ для среднего значения \bar{X} и размаха R

□ Для \bar{X} -карты:

- верхняя контрольная граница ВКГ = $\bar{X} + A_2 \bar{R}$;
- нижняя контрольная граница НКГ = $\bar{X} - A_2 \bar{R}$;

□ Для R -карты:

- верхняя контрольная граница ВКГ = $D_4 \bar{R}$;
- нижняя контрольная граница НКГ = $D_3 \bar{R}$.

2. При выходе значения за контрольные границы считается, что в действии неслучайная причина, которая способна вывести процесс из статистического управляемого состояния и привести к появлению брака.

Основные инструменты SPC: контрольные карты

Пример построения контрольной карты типа

Имеется организация, занимающаяся оформлением документов. Срок оформления – длительный (до 50 дней).

Проблема: организация получила много жалоб клиентов на слишком большую длительность оформления.

Задача: определить – является ли это системной проблемой или результат случайностей.

Таблица результатов сбора статистики

Неделя	Продолжительность (дни)					\bar{X}	R
1	36	33	43	51	33	39,2	18
2	31	50	33	54	37	41	23
3	43	41	46	26	37	38,6	20
4	41	40	36	56	29	40,4	27
5	34	26	33	42	28	32,6	16
6	59	33	47	51	65	51	32
7	31	41	52	38	40	40,4	21
8	40	40	38	65	51	46,8	27
9	25	47	50	61	56	47,8	36
10	37	48	46	61	49	48,2	24

Для решения проблемы: были собраны данные для проверки продолжительности цикла оформления документов на основании пяти обращений в каждую неделю

Размер выборки для анализа: 5 обращений в каждую неделю ($n = 5$).

Показатель X – продолжительность подготовки документа.

Основные инструменты SPC: контрольные карты

Пример построения контрольной карты типа

X-R. 1. Расчет коэффициентов контрольных

Количество выборок	A_2	D_3	D_4
2	1,88	-	3,267
3	1,023	-	2,575
4	0,729	-	2,282
5	0,577	-	2,115

Для объёма выборки $n = 5$ значения A_2 , D_3 , D_4 составляют: 0,577; 0 и 2,115

2. Расчет параметров контрольных границ X-

□ Для \bar{X} -карты:

- верхняя контрольная граница ВКГ = $\bar{X} + A_2 \bar{R}$;
- нижняя контрольная граница НКГ = $\bar{X} - A_2 \bar{R}$;

Среднее значение X и R по всем неделям

составит:
 $\bar{X} = 42,6$, $\bar{R} = 24,4$

Верхняя контрольная граница

составит: $42,6 + 0,577 * 24,4 = 56,68$

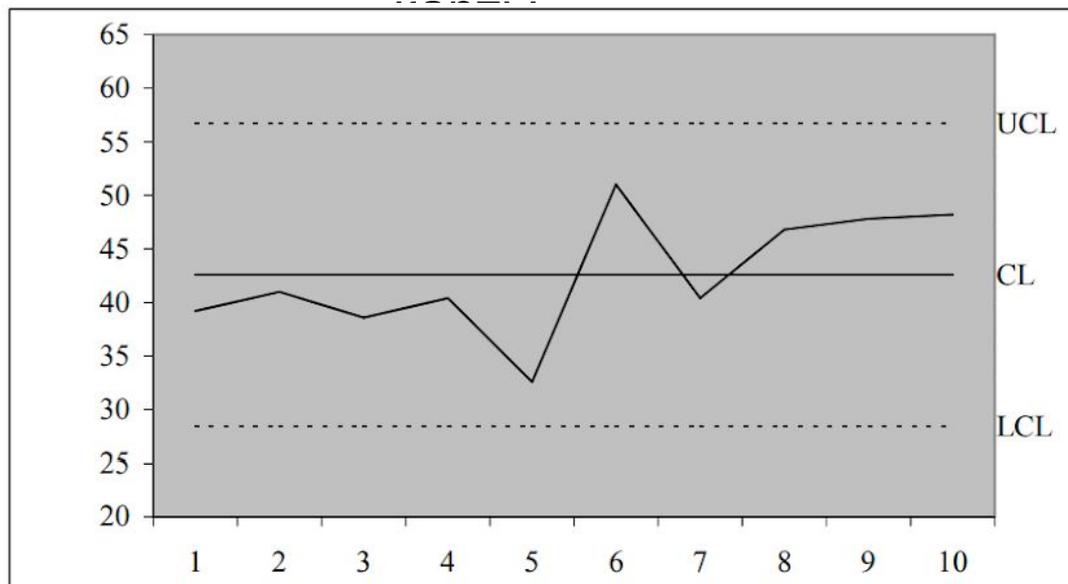
Нижняя контрольная граница

составит: $42,6 - 0,577 * 24,4 = 28,52$

\bar{X}	R
39,2	18
41	23
38,6	20
40,4	27
32,6	16
51	32
40,4	21
46,8	27
47,8	36
48,2	24

Основные инструменты SPC: контрольные карты

Пример построения контрольной карты типа X-R. 2.1. Формирование контрольной X-



ВКГ (UCL) = 56,68
НКГ (LCL) = 28,52

Вывод: колебания параметра X (продолжительность подготовки) не выходят за пределы контрольных границ.

2. Расчет параметров контрольных границ R-

Среднее значение X и R по всем неделям

составит:
 $\bar{X} = 42,6$, $\bar{R} = 24,4$

Верхняя контрольная граница

составит: $51,6$

Нижняя контрольная граница

составит: 0

□ Для R-карты:

- верхняя контрольная граница ВКГ = $D_4 \bar{R}$;
- нижняя контрольная граница НКГ = $D_3 \bar{R}$.

Основные инструменты SPC: контрольные карты

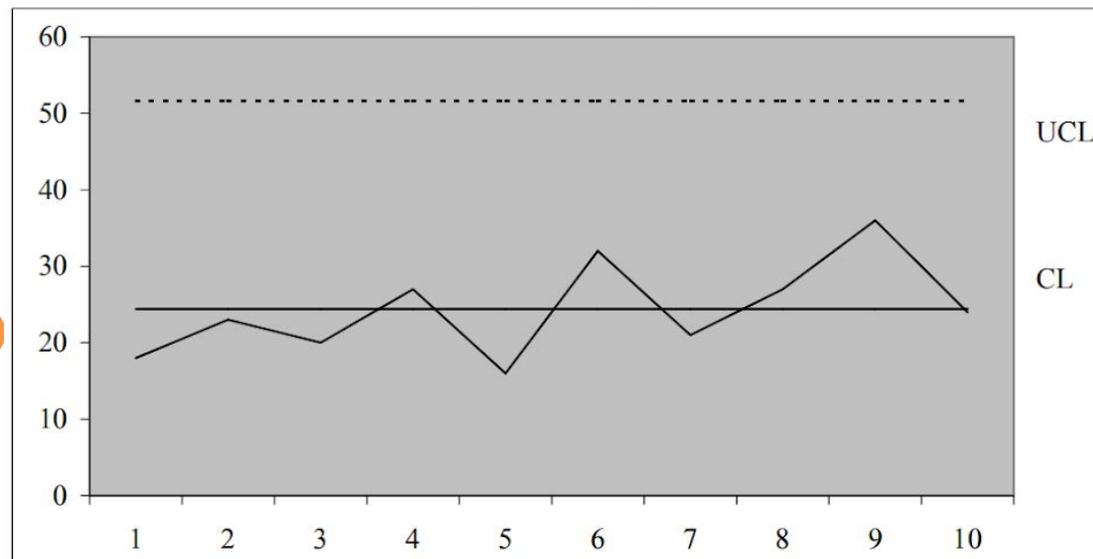
Пример построения контрольной карты типа

X-R. 2.1. Формирование контрольной R-

ВКГ (UCL) = 52,0

НКГ (LCL) = 0

Вывод: колебания параметра R (размах между предельными значениями) не выходят за пределы контрольных границ.



Общие выводы:

1. Ни среднее, ни диапазон не потеряли статистической управляемости, системной (неслучайной) причины проблемы не обнаружено.
2. Сотрудники не могли предпринять системных действий для исправления ситуации (проблемы были каждый раз новые).
3. Руководство должно проанализировать применяемые методы работы с целью упорядочения процесса и применения в работе учреждения методов, используемых в поточном производстве.

Анализ индексов воспроизводимости качества

Основа определения уровня качества: понимание требований потребителя, относительно результатов выходного процесса.

Соответствие требованиям: формирует обеспечение качества бизнес-процессов.

1.Метод регламентация качества процессов на основе картированной информации:

- На основе требований потребителя к качеству выпускаемой продукции, устанавливаются нормативные уровни годной продукции на каждом процессе.
- Выбирается комплексный показатель, который в условных единицах позволял бы оценивать качество процесса в зависимости от величины его рассеяния и смещения
- оценка должна базироваться на измерении нескольких независимых показателей, характеризующих текущие настройки процесса.

Ср – показатель качества результатов бизнес-процесса.

Уровень качества \bar{C}_p зависит от того, насколько велика доля изделий, для которых признак X находится в поле допуска (НКГ; ВКГ)

Анализ индексов воспроизводимости качества

Доля качественных изделий в общем объеме продукции за период

$$C_p = \frac{ВКГ - НКГ}{6\sigma}$$

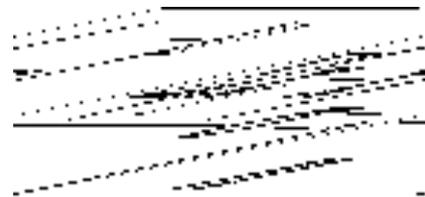
Где:

ВКГ, НКГ – верхние и нижние контрольные границы допуска.

σ - среднее квадратическое отклонение.

Чем больше значение коэффициента C_p , тем больше заданный допуск по сравнению с естественным рассеянием процесса, то есть протяженностью 6σ интервала (НКГ; ВКГ),

Среднее квадратическое отклонение



На основе доли качественных изделий рассчитывается интегральный показатель качества процесса C_{pk} :

$$C_{pk} = (1 - K)C_p$$

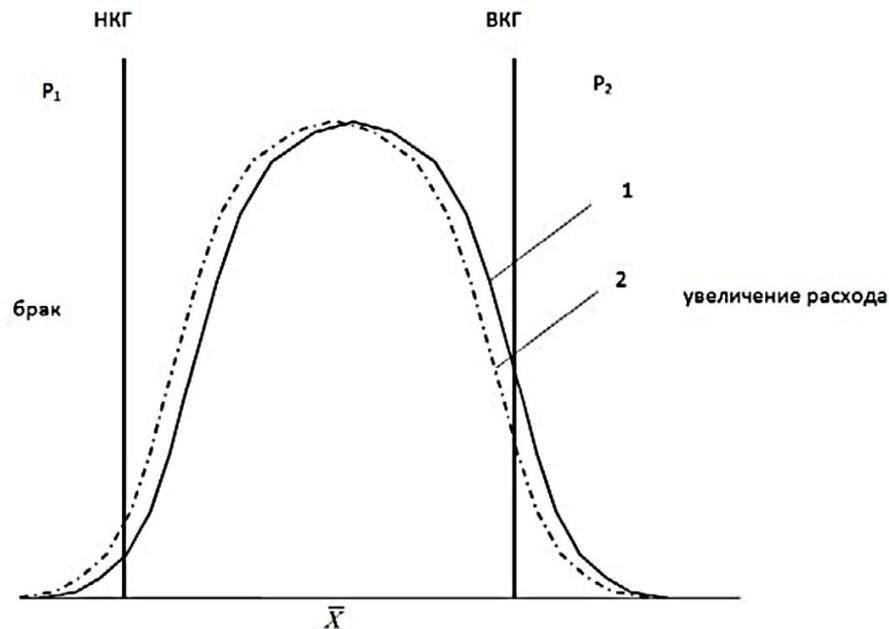
Где:

$$K = \frac{\left| \frac{ВКГ + НКГ}{2} - \bar{X} \right|}{\frac{(ВКГ - НКГ)}{2}}$$

Анализ индексов воспроизводимости качества

2. Метод оценки уровня качества процессов, учитывающий экономические риски (связанные с выходом параметров изделий за границы поля допуска)

Суть метода: расчет показателя, в котором будут заложены объем продукции, вероятность появления несоответствий, уровень возможных экономических потерь от них.



Экономический показатель качества процесса $Q_{эк}$:

$$Q_{эк} = P_1 \mathcal{E}_1 + P_2 \mathcal{E}_2$$

Где:

P_1 – вероятность выхода продукции за НКГ;

P_2 – вероятность выхода продукции за ВКГ;

\mathcal{E}_1 – экономические потери, связанные с выходом продукции за НКГ;

\mathcal{E}_2 – экономические потери, связанные с

Анализ индексов воспроизводимости качества

2. Метод оценки уровня качества процессов, учитывающий экономические риски (связанные с выходом параметров изделий за границы поля допуска) и расчет вероятности экономических потерь РЭ

$$P_1 \mathcal{E}_1 = \sum p_i \mathcal{E}_i$$

Где:

p_i – вероятность появления заранее предполагаемого перерасхода ресурсов;

\mathcal{E}_i – экономические потери, связанные с данным конкретным уровнем перерасхода ресурсов (рассчитанные на единицу продукции / услуг).

Расчет вероятности экономических потерь РЭ с учетом объема выходного процесса

$$Q_{\text{ЭК}} = V(\sum p_i \mathcal{E}_i + P_2 \mathcal{E}_2)$$

V - объем выпускаемой продукции.

Вариант А.

За 10 месячный период при в организации было 120 случаев обработки и реализации документов.

Из них:

в 48 случаях было затрачено 27 тыс. р. (**вероятность: $48 / 120 = 0,4$**);

в 36 случаях затрачено 20 тыс. р. (**вероятность $36 / 120 = 0,3$**);

в 36 случаях затрачено 30 тыс. р. (**вероятность $36 / 120 = 0,3$**)

Среднее ожидаемое значение:

$27 \times 0,4 + 20 \times 0,3 + 30 \times 0,3 = 26$ тыс.р.

Использование средних величин в статистической оценке качества

Для СРС используются средние величины, позволяющие выявлять отклонения показатель в процессе.

Средние статистические величины - обобщающие показатели, которые характеризуют типичный уровень варьирующегося признака в расчете на единицу совокупности.

средняя арифметическая простая и взвешенная

средняя гармоническая

средняя хронологическая

средняя геометрическая

$$X = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{\sum x_i f_i}{f_i}$$

1. **Расчет** средней арифметической:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{\sum x}{n}$$

где:

x – значение показателя;
n – количество вариантов.

2. **Расчет** средней арифметической взвешенной (применяется, если варианты повторяются некоторое число раз по нескольким группам).

где:

x – числовое значение показателей.

f – значение частоты (как часто встречается в числовой ряду).

Пример расчета средних величин: найти среднюю взвешенную заработную плату работников организации за месяц.

Зарплата одного рабочего тыс.руб; X	Число рабочих F
32	20
33	35
34	14
40	6
Итого:	75

Средняя заработная плата рассчитывается путем деления общей суммы заработной платы на общее число работников:

$$\begin{aligned} \bar{x} &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i f_i}{\sum_{i=1}^n f_i} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_n f_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n} = \frac{32 \cdot 20 + 33 \cdot 35 + 34 \cdot 14 + 40 \cdot 6}{20 + 35 + 14 + 6} = \\ &= \frac{640 + 1155 + 476 + 240}{75} = \frac{2511}{75} = 33,48 \end{aligned}$$

Средний уровень ряда. Средний абсолютный прирост.

Для статистического анализа процесса в динамике рассчитываются показатели: средний уровень ряда, средний абсолютный прирост.

3. Средний уровень моментного ряда \bar{Y} – характеризует типическую величину абсолютных уровень. Формула расчета:

$$\bar{Y} = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_n}{n}$$

Где: y_1, y_2, y_n – фактический размер каждого уровня ряда.

n – общее число уровней.

Наименование	1999	2000	2001	2002	2003
Объем промышленной продукции	3150	4763	5881	6801	8498

На примере таблицы:

$$\bar{Y} = (3150 + 4763 + 5881 + 6801 + 8498) / 5 = 29093 / 5 = 5818,6$$

Средний уровень ряда. Средний абсолютный прирост.

4.Средний абсолютный прирост – обобщающая характеристика индивидуальных абсолютных приростов ряда динамики.

Метод расчета: сумму цепных приростов $\sum \Delta Y$ делится на число приростов n .

Пример расчета в таблице:

$$\Delta Y = \frac{\sum Y}{n}$$

Где: $\sum \Delta Y$ – сумма цепных приростов ($Y_i - Y_{i-1}$).
 n – число приростов.

$$\begin{aligned} \Delta Y &= (4763-3150) + (5881- 4763) + (6801 - 5881) + (8498 - 6801) / 4 = \\ &= (1613 + 1118 + 920 + 1697) / 4 = 5348 / 4 = 1377 \end{aligned}$$

Средний уровень для интервального ряда

5. Средний уровень для интервального ряда

Рассчитывается в зависимости от объема информации о ряде. Если известны данные об изменении уровня ряда внутри временного промежутка - средний уровень определяется как средняя арифметическая взвешенная:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i t_i}{\sum t_i},$$

Где:

y_i — уровень моментного динамического ряда;

t_i — период, в течение которого уровень y_i остался неизменным.

Пример расчета среднего уровня интервального ряда

Остаток средств на расчетном счете предприятия (y_i):

на 1.01 составил 100 тыс. руб.,

10.01 поступило 250 тыс. руб.,

15.01 списано со счета 15 тыс. руб.,

руб.,

18.01 снято со счета 180 тыс. руб.,

25.01 поступило 420 тыс. руб.

Других изменений до конца месяца не было.

Задача: Рассчитать средний остаток средств на расчетном счете за месяц месяца

Формирование аналитической таблицы:

Расчет
таблицы:

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i t_i}{\sum t_i},$$

$y = 8765/31 = 282,7$ тыс. руб.
на 01 месяц.

Календарный период	Остаток средств y_i , тыс. руб.	Период t_i , дней	$y_i t_i$
1.01—9.01	100	9	900
10.01—14.01	350	5	1750
15.01—17.01	335	3	1005
18.01—24.01	155	7	1085
25.01—31.01	575	7	4025
Итого		31	8765

Пример расчета среднего уровня интервального ряда

Если нет информации об изменении уровня ряда внутри временного промежутка, то средний уровень определяется как средняя арифметическая взвешенная из парных смежных средних:

$$\bar{y} = \frac{\sum \tilde{y}_i t_i}{\sum t_i},$$

Где:

t_i — период сохранения среднего значения y_i ;

\tilde{y}_i — смежные парные средние –
рассчитываются как средняя арифметическая простая
из двух рядом стоящих уровней:

Пример расчета среднего уровня интервального ряда

Товарные запасы в магазине составили (тыс. руб.):

на 1.01 — 600;

на 1.04 — 750;

на 1.08 — 500;

на 1.11 — 620;

на 1.01 следующего года — 800.

Задача: Рассчитать среднегодовой товарный запас в магазине.

Формирование аналитической таблицы:

Даты учета	y_i , тыс. руб.	\tilde{y}_i , тыс. руб.	t_i , месяц	$\tilde{y}_i t_i$
1.01	600	675 625 560 710		
1.04	750		3	2025
1.08	500		4	2500
1.11	620		3	1680
1.01	800		2	1420
Итого			12	7625

Расчет среднего арифметического смежного по уровням \tilde{Y}_i :

\tilde{Y}_1 (1.01 по 1.04) = $(600 + 750) / 2 = 675$ тыс.руб.

\tilde{Y}_2 (1.04 по 1.08) = $(750 + 600) / 2 = 625$ тыс.руб.

$\tilde{Y}_3 = 560$ тыс.руб.

$\tilde{Y}_4 = 710$ тыс.руб.

Расчет значения за период $\tilde{Y}_i t_i$:

$675 * 3 = 2025$

$625 * 4 = 2500$

$560 * 3 = 1680$

$710 * 2 = 1420$

Расчет среднегодового остатат

$$\bar{y} = \frac{\sum \tilde{y}_i t_i}{\sum t_i}$$

$\bar{y} = 7625 / 12 = 635$ тыс. руб.

Спасибо за внимание!