

Лекция 4.4 Статистические методы регулирования технологических процессов при контроле по альтернативному признаку

Цель лекции – научиться применять статистические методы регулирования технологических процессов при контроле по альтернативному признаку

Задачи лекции:

- изучение и демонстрация порядка применения статистического регулирования при контроле по альтернативному признаку, в частности;
- рассмотрение контроля по числу дефектных единиц продукции (р-карта или рп-карта) на конкретном примере.
- рассмотрение контроля по числу дефектов/несоответствий (с-карта) на конкретном примере.
- определение параметров плана контроля (объем выборки n , браковочное число d , период отбора τ).
- научиться рассчитывать средний уровень дефектности (p или c).

При контроле по альтернативному признаку о разладке технологического процесса судят либо по числу единиц продукции, либо по числу дефектов.

Увеличение любого из этих значений сверх допустимых норм свидетельствует о разладке процесса.

Статистическое регулирование при контроле по альтернативному признаку осуществляется в соответствии с планом контроля. Планом контроля определяются параметры: объем выборки n , браковочное число d , период отбора выборок τ . План контроля принимается с учетом результатов предварительного исследования состояния техпроцесса: чем лучше состояние процесса, тем меньше средний уровень дефектности продукции и тем реже происходит его разладка.

Средний уровень дефектности P оценивают по результатам сплошного или выборочного контроля. На контроль рекомендуется принимать не менее десяти партий. При сплошном контроле получают наиболее точную оценку среднего уровня дефектности, при выборочном контроле получают менее точную оценку, но выигрывают в трудоемкости контроля. Объем выборочного контроля должен составлять не менее 0,1 от объема сплошного контроля. Оценка среднего уровня дефектности (доли дефектной продукции) по всем партиям выборки определяется по формуле:

$$\bar{P} = \frac{\sum p_n}{kn}, \quad (4.4.1)$$

где k – число проконтролированных партий,

\bar{p} – доля дефектных единиц продукции или дефектов, обнаруженных в партии,

n – число проконтролированных единиц продукции в партии.

При систематическом проведении контроля продукции необходимо знать на основе опыта примерный уровень дефектности продукции.

Рассмотрим на конкретном примере порядок статистического регулирования процесса при контроле числа дефектов p в n . Допустим, что в цехе листовой штамповки решено перевести операцию штамповки планки опоры барабана комбайна на статистическое регулирование для обеспечения стабильного качества продукции. Основным контролируемым параметром является масса планки опоры после штамповки. В зависимости от результатов контроля планка признается либо годной, если ее масса соответствует установленным требованиям, либо дефектной, если нет такого соответствия.

Предлагаемая задача решается в несколько этапов.

1-й этап. Проведем предварительное исследование состояния данного техпроцесса. Для этого необходимо получить оценку среднего уровня дефектности \bar{p} . Чем меньше будет значение \bar{p} , тем лучше технологический процесс и выше качество изготавливаемых деталей. Для получения оценки \bar{p} необходимо иметь достаточно большой объем информации. Учитывая, что планки изготавливаются партиями по 1500 штук, определим объем выборки для контроля по Приложению 1. Из трех уровней контроля принимаем третий, так как первые два рассчитаны на усеченные объемы выборок, связанные с большой трудоемкостью контрольных операций. Тогда код объема выборки соответствует индексу «К». По Приложению 1 по установленному коду «К» выбираем объем выборки в одной серии равной 125 изделиям. В таблице 4.4.1 приведены результаты выборочного контроля планок после штамповки в 25 сериях по 125 планок в каждой.

Таблица 4.4.1

№ серии	Объем выборки, n	Число дефектных изделий, $\bar{p} n$
1	125	4
2	125	2
3	125	0
4	125	5
5	125	3
6	125	2
7	125	4
8	125	3
9	125	2
10	125	6
11	125	1
12	125	4
13	125	1
14	125	0

15	125	2
16	125	3
17	125	1
18	125	6
19	125	1
20	125	3
21	125	3
22	125	2
23	125	0
24	125	7
25	125	3
Итого	3125	68

Определим среднюю долю дефектных изделий p по всем 25 сериям по формуле (4.4.1):

$$\bar{p} = \frac{68}{25 \cdot 125} = 0,0218 \text{ (или } 2,18\%).$$

Если такой процент брака считается приемлемым, то его значение используется в качестве исходного при выборе приемочного уровня дефектности продукции. В Приложении 2 выбираем ближайшее к 2,18% значение допустимого уровня дефектности (AQL) равное 2,5.

Вычислим среднее число дефектных изделий в серии, соответствующее положению центральной линии (CL) p -карты:

$$CL = \bar{p} n = 0,0218 \cdot 125 = 2,72.$$

Найдем верхние (UCL) и нижние (LCL) контрольные границы рассеяния числа дефектных изделий по формулам:

$$UCL = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})},$$

$$LCL = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}.$$

Вычислим значения контрольных границ по вышеприведенным формулам:

$$UCL = 2,72 + 3\sqrt{2,72 \cdot (1 - 0,0272)} = 7,62.$$

Нижнюю границу рассеяния можно и не рассчитывать, так как нас интересует только превышение доли дефектных изделий, а не снижение.

Учитывая, что значение p в точке 24 выходит за пределы верхней границы, можно принять, что это отклонение вызвано не общими причинами

технологической системы, а специальными (внешними), и отбросить это значение в окончательном расчете p n. Тогда

$$\bar{p} = \frac{61}{24 \cdot 125} = 0,0203 \text{ (или } 2,03\%).$$

Пересчитаем значение верхней контрольной границы.

$$UCL = 2,03 + 3\sqrt{2,03 \cdot (1 - 0,02)} = 6,06.$$

2-й этап. Построим контрольную p n-карту с учетом вычисленных значений \bar{p} n и UCL (рисунок 4.4.1).

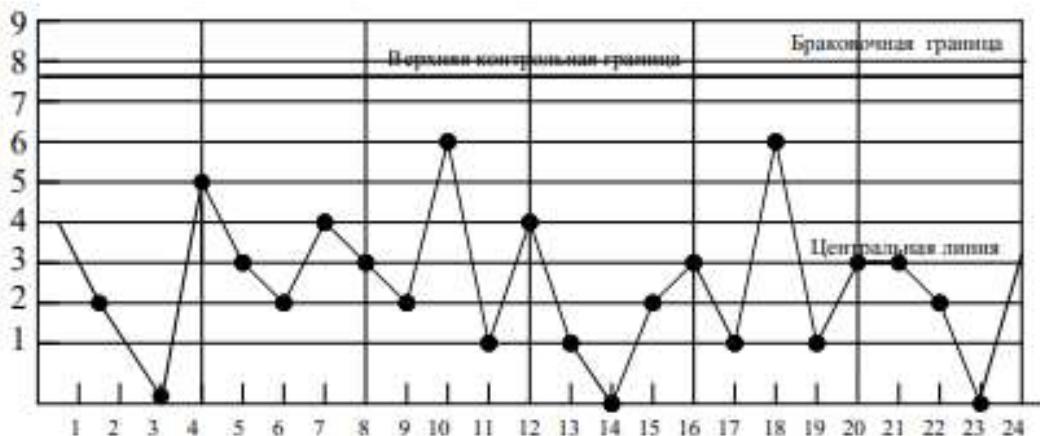


Рисунок 4.4.1 - p n – карта

Выбираем план контроля. Поскольку известны объем выборки и приемочный уровень контроля (AQL), то из Приложения П2 находим значение браковочного числа $d = 8$. Наносим на график p n-карты величину браковочного числа.

Анализ p n-карты, показывает, что среднее число дефектов в серии в основном располагается у центральной линии в пределах контрольных границ.

Одновременно наблюдается приближение к верхней контрольной границе точек 10 и 18. Учитывая достаточно тесное расположение значений \bar{p} n относительно центральной линии, можно утверждать, что состояние процесса в целом контролируемое, а технологическая система процесса штамповки планок в основном устойчива к возмущениям. Одновременно учитывая, что верхняя граница рассеяния \bar{p} n ниже значения браковочного числа $d = 8$, то можно сделать вывод, что выбранный план контроля приемлем, и корректировка процесса не требуется.

Рассмотрим еще один пример контроля по альтернативному признаку – по числу несоответствий в выборке (c-карта). c-карта применяется в следующих ситуациях:

- когда несоответствия разбросаны по непрерывному потоку продукта. При этом может быть выражена средняя доля несоответствий

(например, число вмятин на корпусе или число трещин на 100 квадратных метров),

- когда несоответствия, появляющиеся из-за многих потенциальных источников, могут быть обнаружены в одной контролируемой единице (например, контроль на станции техобслуживания, где каждый автомобиль имеет один или несколько дефектов).

Соберем информацию об объекте контроля. Допустим, что в результате ежедневного контроля 100 корпусов изделия в течение 25 рабочих смен обнаружено следующее число несоответствий (таблица 4.4.2).

Таблица 4.4.2

№ серии	Объем выборки, шт	Число несоответствий, с	№ серии	Объем выборки	Число несоответствий, с
1	100	7	14	100	3
2	100	15	15	100	7
3	100	11	16	100	2
4	100	8	17	100	3
5	100	17	18	100	3
6	100	11	19	100	6
7	100	5	20	100	2
8	100	11	21	100	7
9	100	13	22	100	7
10	100	7	23	100	4
11	100	10	24	100	5
12	100	12	25	100	8
13	100	4	Итого		189

Определим среднее число несоответствий для процесса (\bar{C}):

$$\bar{C} = \frac{\sum c_i}{k} = 189 / 25 = 7,56$$

где k – число серий.

Определим средний процент брака:

$$\bar{C} = \frac{\bar{C}}{m} = 7,56 / 100 = 0,0756 \text{ (или } 7,6\%)$$

Если такой процент несоответствий считается приемлемым, то его значение используется в качестве исходного при выборе приемлемого уровня дефектности продукции. В Приложении П2 выбираем ближайшее к 7,56% значение допустимого уровня дефектности (AQL) равное 6,5%.

Вычислим контрольные границы процесса.

$$\text{ВГР} = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 7,56 + 3\sqrt{7,56} = 15,8.$$

Нижнюю границу рассеяния можно не рассчитывать, так как нас интересует только превышение числа несоответствий в выборке.

Построим контрольную с-карту по данным таблицы 4.4.2 и величине верхней границы.

Выбираем план контроля. Поскольку известны объем выборки (100) и приемочное число ($AQL = 6,5\%$), то из приложения 2 находим значение браковочного числа несоответствий $d = 15$. Наносим на график с-карты величину браковочного числа.

Проанализируем с-карту (рисунок 4.3.2) на наличие несоответствий.

Точка 5 выходит за верхнюю контрольную границу, что свидетельствует о нестабильности (неуправляемости) процесса. Поскольку эта точка единственная из 25 пяти серий, можно допустить, что выход точки за границы повлияли особые причины вариабельности, а не общие.

Это надо исследовать и если это так, то необходимо удалить серию 5 и рассчитать среднее значение несоответствий выборки \bar{c} заново.

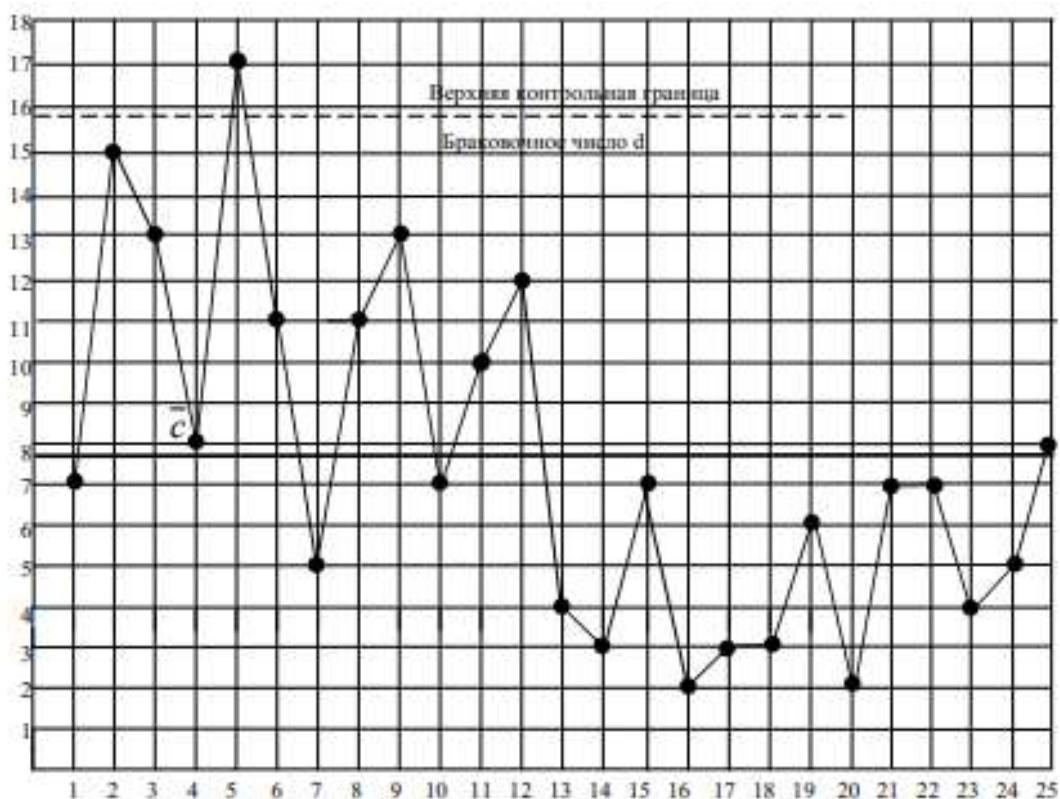


Рисунок 4.4.2. с-карта (числа несоответствий из выборки)

Следует отметить, что имеются и другие несоответствия процесса.

Так более 7 точек (13–24 точки) находятся на одной стороне от среднего.

Учитывая изложенное можно считать, что процесс нестабилен.

Воспроизводимость процесса равна c^- . Учитывая качественный учет несоответствий, принимаем индекс воспроизводимости равный 8.

Приложение 1

Объем выборки	I	II	III
26-50	C	C	D
51-90	C	C	E
91-150	D	D	F
151-280	E	T	G
281-500	E	F	H
501-1200	F	G	J
1201-3200	G	H	K
3201-10000	G	J	L
10001-35000	H	K	M

Приложение 2

Код п**	n	Приёмочный уровень дефектности A Q L*													
		0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100
Браковочное число d															
C	5					↓	1	1	↓	2	3	4	6	8	11
D	8					↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11
E	13				↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15
F	20				↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	22
G	32	↓	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑	
H	50	1	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑		
J	80	↑	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑			
K	125	↓	2	3	4	6	8	11	15	22	↑				
L	200	2	3	4	6	8	11	15	22	↑					
M	315	3	4	6	8	11	15	22	↑						

* Приёмочный уровень дефектности, превышающий значение 10, используется только для статистического регулирования с помощью контрольной карты числа дефектов (С-карты), и только в этом случае A Q L измеряется числом дефектов на 100 единиц продукции.

**Объём выборки (n).

Примечание: ↓ – используют первое значение d под стрелкой и соответственно ему выбирают объём выборки;

↑ – используют первое значение d над стрелкой и соответственно ему выбирают значение n.

Контрольные вопросы по лекции 4.4

- В чем заключается принципиальное отличие контроля по альтернативному признаку от контроля по количественному признаку, и по каким показателям судят о разладке технологического процесса при использовании альтернативного признака?

2. Какие три ключевых параметра определяются планом контроля, и как на их выбор влияет предварительное исследование состояния технологического процесса?

3. Объясните различия между сплошным и выборочным контролем при оценке среднего уровня дефектности P (дели дефектной продукции). В каком случае получают более точную оценку, а в каком выигрывают в трудоемкости?

4. Сформулируйте основные этапы статистического регулирования процесса при контроле числа дефектов (рп-карта) на примере, рассмотренном в лекции.

5. Объясните экономический смысл показателя pn (среднее число дефектных изделий в серии). Что свидетельствует о более высоком качестве изготавливаемых деталей?

6. Как рассчитываются верхняя (UCL) и нижняя (LCL) контрольные границы рассеяния числа дефектных изделий для рп-карты, и в каких случаях нижняя граница может не рассчитываться?

7. В ходе анализа рп-карты значение в точке 24 вышло за пределы верхней границы. Какое решение было принято в лекции относительно этого значения, и чем оно обосновывается?

8. Какие выводы о состоянии процесса штамповки планок были сделаны на основе анализа рп-карты в лекции? Какие факторы указали на то, что выбранный план контроля является приемлемым?

9. В каких двух типовых ситуациях применяется \$c\$-карта (контроль по числу несоответствий), и чем эти ситуации характеризуются?

10. Какое решение необходимо принять, если при анализе с-карты одна точка (например, точка 5) выходит за верхнюю контрольную границу, и какие дополнительные признаки нестабильности процесса могут быть обнаружены на с-карте?