

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ ВХОДНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ В СРЕДЕ MATLAB

В. В. Маркелов, А. И. Власов, Д. Е. Зотьева

Введение

Этой статьей мы открываем цикл работ, посвященных реализации инструментов и методик контроля качества изделий электронной техники в среде MathLab.

На этапе производства Статистический Контроль Производства (Statistical Process Control – SPC) является важнейшим инструментом [1–5], позволяющим выявить источники изменчивости процесса и отслеживать его таким образом, чтобы предотвращать появление новых источников ухудшения процесса. Процесс производства начинается с входного контроля качества материалов и комплектующих изделий. Внедрение статистических методов контроля на этапе входного контроля на производстве позволяет снизить затраты на все последующие контрольные мероприятия и обеспечить следующие улучшения на этапе производства [6, 7]:

- повышение качества закупаемого сырья и комплектующих изделий;
- экономия сырья и рабочей силы;
- повышение качества производимой продукции;
- снижение количества брака;
- снижение затрат на проведение контроля;
- улучшение взаимосвязи между производством и потребителем.

Требования к поставщику и поставляемым комплектующим изделиям необходимо устанавливать еще на этапе планирования производства. Эти требования можно сформулировать только на основании проанализированных данных, полученных ранее на этапе входного контроля.

Для анализа данных, полученных в результате входного контроля, необходимы соответствующие методы и инструменты статистического анализа. Желательно, чтобы эти методы были просты в использовании и легко воспринимались любым сотрудником, независимо от уровня его образования [7, 8]. В Японии в начале 60-х гг. из множества статистических методов были выбраны семь наиболее эффективных и доступных статистических методов: расслоение данных, гистограмма, диаграмма Парето, причинно-следственная диаграмма, диаграмма разброса, контрольная карта и контрольный лист. Они получили название «Семь инструментов контроля качества». Эти методы можно рассматривать как отдельные инструменты и как систему методов [7].

Использование любого из видов контроля зависит в первую очередь от условий проведения контроля, стоящих задач и себестоимости проведения контроля для конкретных моделей производственных процессов [9–17]. Статистический контроль по альтернативному признаку является наиболее общим. Далее в статье будет рассматриваться реализация процедур входного статистического контроля качества по альтернативному признаку электронной аппаратуры в среде MathLab.

1. Методика входного статистического контроля качества электронной аппаратуры по альтернативному признаку в среде MathLab

Основной характеристикой партии изделий при контроле по альтернативному признаку является **генеральная доля дефектных изделий** $q = \frac{D}{N}$, где D – число дефектных изделий в партии объемом N изделий [2–5]. Первым шагом анализа в среде MathLab является задание исходных данных (рис. 1).

```
>> N=1000;
>> D=27;
>> q=D/N

q =

0.0270
```

Рис. 1. Задание исходных данных для анализа в среде Matlab

При осуществлении статистического контроля генеральная доля q не известна и следует оценить ее по результатам контроля случайной выборки объемом n изделий, из которых m дефектных (рис. 2).

```
>> n=200;
>> m=7;
>> qq=m/n

qq =

0.0350
```

Рис. 2. Оценка генеральной доли q

План статистического контроля – система правил, указывающих методы отбора изделий для проверки, и условия, при которых партию следует принять, забраковать или продолжить контроль [7].

При использовании методов выборочного контроля решение о качестве всей партии принимается по данным выборочных наблюдений. В этой связи всегда существует риск, что в случайной выборке окажется большое число дефектных изделий, тогда как во всей партии их доля допустима. В этом случае годная партия будет ошибочно забракована и совершена так называемая **ошибка первого рода**. С другой стороны, при сильной засоренности партии дефектными изделиями в выборке может оказаться небольшое число дефектов, и партия низкого качества будет ошибочно принята. В этом случае имеет место **ошибка второго рода** [3–5].

Задача выборочного приемочного контроля фактически сводится к статистической проверке гипотезы о том, что доля дефектных изделий q в партии равна допустимой величине q_0 , т.е. $H_0: q = q_0$.

Задача правильного выбора плана статистического контроля состоит в том, чтобы сделать ошибки первого и второго рода маловероятными.

Основным вероятностным показателем плана статистического контроля является оперативная характеристика.

2. Построение оперативной характеристики

Оперативной характеристикой плана называется функция $P(q)$, равная вероятности принять партию продукции с долей дефектных изделий $q = \frac{D}{N}$, где D – число дефектных изделий в партии из N изделий [3–5]. Очевидно, что для каждого плана будет своя оперативная характеристика. Пусть из экономических или каких-либо других соображений установлено, что если $q < q_0$, то качество партии считается хорошим и партию следует принять. При $q \geq q_0$ партию следует забраковать. В идеальном случае оперативной характеристикой будет линия постоянного уровня, которая приводится на рис. 3.

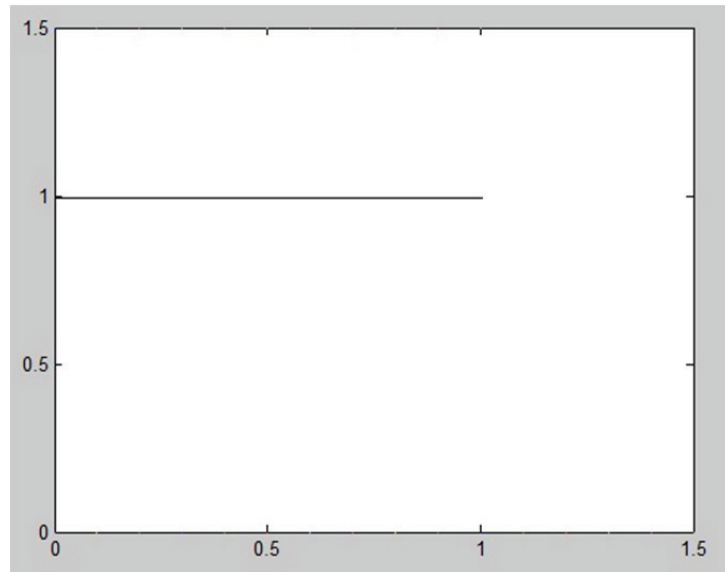


Рис. 3. Идеальная оперативная характеристика

Идеальная оперативная характеристика может соответствовать только плану сплошного контроля при условии, что во время контроля дефект не может быть пропущен.

Для планов выборочного контроля оперативная характеристика имеет вид плавной кривой (рис. 4). Причем $P(q) = 1$ при $q = 0$, т.е. партия, у которой все изделия годные, не может быть забракована, и $P(q) = 0$ при $q = 1$, т.е. партия, у которой все изделия дефектные, не может быть принята.

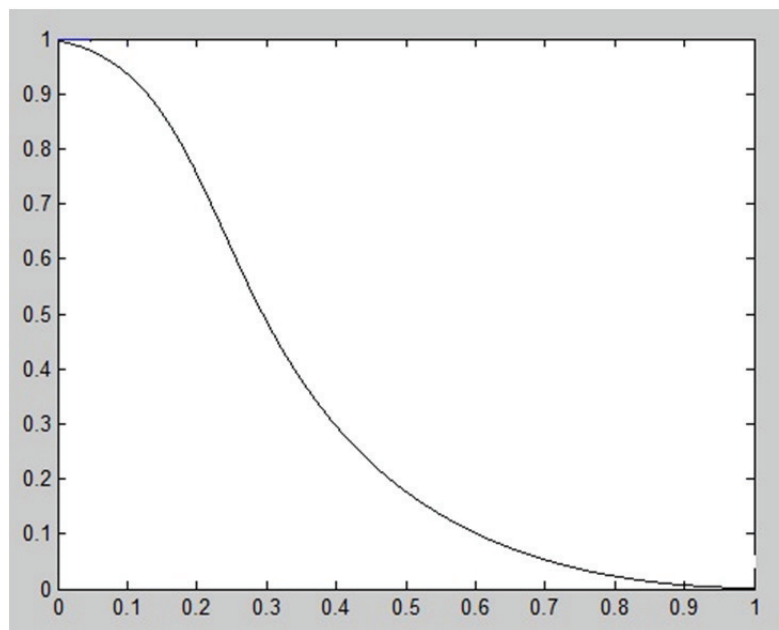


Рис. 4. Оперативная характеристика плана выборочного контроля

Обычно при выборочном контроле партии разделяют на **хорошие** и **плохие** с помощью двух чисел q_0 и q_m ($q_0 < q_m$), где q_0 – приемочный, а q_m – браковочный уровни дефектности.

Приемочным уровнем дефектности q_0 будем называть предельно допустимое значение доли дефектных изделий в партии, изготовленной при нормальном ходе производства.

Браковочный уровень дефектности q_m определяет границу для отнесения партии продукции к браку. Партии считаются хорошими при $q \leq q_0$ и плохими при $q \geq q_m$. При $q_0 < q < q_m$ качество партии считается еще допустимым.

Значения q_0 и q_m должны отвечать определенным требованиям поставщика и потребителя (технической документации) к качеству продукции. Обычно к плану контроля предъявляются следующие требования:

$$\begin{aligned} P(q) &\geq 1 - \alpha \text{ при } q \leq q_0; \\ P(q) &\leq \beta \text{ при } q \geq q_m. \end{aligned} \quad (2)$$

Вероятность α забраковать партию с приемлемым уровнем дефектности $q = q_0$ называют **риском поставщика** или вероятностью ошибки первого рода, а вероятность β принять партию с браковочным уровнем дефектности $q = q_m$ – **риском потребителя** или вероятностью ошибки второго рода. Таким образом, требования к плану выборочного контроля могут сводиться к тому, чтобы риски поставщика и потребителя не превышали α и β [6–17].

В стандартах по статистическому контролю используются только некоторые значения α , β , например 0,01; 0,05; 0,1. Если имеется план контроля, который гарантирует $\alpha = 0,01$ и $\beta = 0,05$ при значениях доли дефектных изделий $q_0 = 0,005$ и $q_m = 0,0$, то для этого в среднем из каждых 100 партий, имеющих засоренность не выше 0,5 %, будет забраковано не больше одной, а из 100 партий, содержащих более 2 % дефектных изделий, в среднем будет принято не более пяти партий.

На практике часто q_0 берут немного большим доли дефектных изделий, которая имеет место при нормальном ходе производства, чем и гарантируют прием почти всех партий, изготовленных при налаженном технологическом процессе. Значения β и q_m выбираются с учетом требований потребителя [5].

При использовании планов выборочного контроля по результатам проверки выборки обычно принимают одно из следующих решений:

- 1) принять не проконтролированную (оставшуюся) часть партии без дальнейшего контроля;
- 2) отвергнуть оставшуюся часть партии, не осуществляя контроль;
- 3) провести сплошной контроль оставшейся части партии.

Заключение

Различают следующие виды статистического контроля партии продукции по альтернативному признаку:

- одноступенчатый контроль – статистический контроль, характеризующийся тем, что решение относительно приемки партии продукции принимают по результатам контроля только одной выборки;
- двухступенчатый контроль – статистический контроль, характеризующийся тем, что решение относительно приемки партии продукции принимают по результатам контроля не более двух выборок, причем необходимость отбора второй выборки зависит от результатов контроля первой выборки;
- многоступенчатый контроль – статистический контроль, характеризующийся тем, что решение относительно приемки партии продукции принимают по результатам контроля нескольких выборок, максимальное число которых установлено заранее, причем необходимость отбора последующей выборки зависит от результатов контроля предыдущих выборок;
- последовательный контроль – статистический контроль, характеризующийся тем, что решение относительно приемки партии продукции принимают по результатам контроля нескольких выборок, максимальное число которых не установлено заранее, причем необходимость выборки зависит от результатов контроля предыдущих выборок.

Вопросы автоматизации анализа в среде MathLab по каждому из приведенных выше видов статистического контроля будут рассмотрены в отдельных статьях цикла.

Практическая ценность работы состоит в том, что проведенный анализ систем статистического контроля и предложенный инструментарий в среде MathLab позволят сделать правильный выбор необходимых методов в зависимости от решаемых задач на предприятии и необходимого набора функций требуемой системы.

Разработанная автоматизированная система анализа результатов входного контроля может быть использована на малых и средних предприятиях в качестве инструмента для визуализации результатов входного контроля и в качестве инструмента для принятия управленческих решений на основе полученных данных. Также разработанная система может быть использована в качестве прототипа для более сложной системы контроля и управления качеством.

Список литературы

1. Конструкторско-технологическое проектирование электронных средств / под общ. ред. В. А. Шахнова. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 568 с.
2. Хэнсен, Б. Л. Контроль качества. Теория и применение : пер. с англ. / Б. Л. Хэнсен. – М. : Прогресс, 1968. – 357 с.
3. Статистические методы контроля качества продукции : пер. с англ. / Л. Ноулер [и др.]. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 96 с.
4. Управление качеством электронных средств : учеб. для вузов / О. П. Глудкин [и др.]. – М. : Высшая школа, 1999. – 414 с.
5. Глудкин, О. П. Всеобщее управление качеством : учеб. для вузов / О. П. Глудкин. – М. : Радио и связь, 1999. – 352 с.
6. Маркелов, В. В. Системный анализ процесса управления качеством изделий электронной техники / В. В. Маркелов, А. И. Власов, Э. Н. Камышная // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 1 (5). – С. 35–43
7. Маркелов, В. В. Управление и контроль качества изделий электронной техники. Семь основных инструментов системного анализа при управлении качеством изделий электронной техники / В. В. Маркелов, А. И. Власов, Д. Е. Зотьева // Датчики и системы. – 2014. – № 8. – С. 55–67.
8. Власов, А. И. Визуальные модели управления качеством на предприятиях электроники / А. И. Власов, А. М. Иванов // Наука и образование : электронное научно-техническое издание. – 2011. – № 11. – С. 34.
9. Современные методы и средства обеспечения качества в условиях комплексной автоматизации / В. Г. Дудко, К. Д. Верейнов, А. И. Власов, А. Г. Тимошкин // Вопросы Радиоэлектроники. Сер. АСУПР. – 1996. – № 2. – С. 54–72.
10. Еланцев, А. В. Автоматизированный контроль и испытания электронной аппаратуры / А. В. Еланцев, В. В. Маркелов. – М. : Изд-во МГТУ, 1990. – 51 с.
11. Власов, А. И. Системный анализ технологических процессов производства сложных технических систем с использованием визуальных моделей / А. И. Власов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2013. – № 10, ч. 2. – С. 17–26.
12. Власов, А. И. Методы генерационного визуального синтеза технических решений в области микронаносистем / А. И. Власов, Л. В. Журавлева, Г. Г. Тимофеев // Научное обозрение. – 2013. – № 1. – С. 107–111.
13. Власов, А. И. Пространственная модель оценки эволюции методов визуального проектирования сложных систем / А. И. Власов // Датчики и системы. – 2013. – № 9. – С. 10–28.
14. Адамова, А. А. Методологические основы обеспечения технологичности электронных средств / А. А. Адамова, А. П. Адамов, Г. Х. Ирзаев. – СПб. : Политехника, 2008.
15. Адамова, А. А. Моделирование бизнес-процесса корпорации на примере электронных средств / А. А. Адамова, А. В. Черняев // Проектирование и технология электронных средств. – 2002. – № 5. – С. 45–49.
16. Адамова, А. А. К проблеме автоматизированной количественной оценки технологичности современных электронных средств / А. А. Адамова, А. П. Адамов, Г. Х. Ирзаев // Проектирование и технология электронных средств. – 2006. – № 4. – С. 57–61.
17. Адамова, А. А. К решению задач моделирования типовых радиоэлектронных и электронных средств / А. А. Адамова // Проектирование и технология электронных средств. – 2009. – № 4. – С. 37–42.

УДК: 681.321

Маркелов, В. В.

Автоматизация методов входного статистического контроля при управлении качеством изделий электронной техники в среде MathLab / В. В. Маркелов, А. И. Власов, Д. Е. Зотьева // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 3 (7). – С. 38–43.

Маркелов Виктор Васильевич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра проектирования и технологии производства
радиоэлектронной аппаратуры,
Московский государственный
технический университет им. Н. Э. Баумана
(105005, Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1)
8-(499)-263-62-26
E-mail: info@iu4.bmstu.ru

Markelov Viktor Vasil'evich

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of engineering and manufacturing
technology of radio-electronic equipment,
Moscow state technical university
named after N. A. Bauman
(105005, page 1, 5, 2-ya Baumanskaya street,
Moscow, Russia)

Власов Андрей Игоревич

кандидат технических наук, доцент,
кафедра проектирования и технологии производства
радиоэлектронной аппаратуры,
Московский государственный
технический университет им. Н. Э. Баумана
(105005, Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1)
8-(499)-263-62-26
E-mail: vlasov@iu4.ru

Зотьева Дарья Евгеньевна

студент,
кафедра проектирования и технологии производства
радиоэлектронной аппаратуры,
Московский государственный
технический университет им. Н. Э. Баумана,
(105005, Россия, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1)
8-(499)-263-65-53
E-mail: maxaonk@ya.ru

Аннотация. Проанализированы возможности автоматизации методов входного статистического контроля при управлении качеством изделий электронной техники в среде MathLab. Данная работа посвящена исследованию методов статистического контроля по альтернативному признаку. Исследованы одноступенчатый, двухступенчатый, многоступенчатый и последовательные контроли. Представлены инструменты в среде MathLab для обработки результатов статистического контроля. Рассмотрены гистограмма, диаграмма Парето и контрольные карты по качественному признаку.

Ключевые слова: входной контроль, управление качеством, электронная аппаратура, MathLab.

Vlasov Andrey Igorevich

candidate of technical sciences, associate professor,
sub-department of engineering and manufacturing
technology of radio-electronic equipment,
Moscow state technical university
named after N. A. Bauman
(105005, page 1, 5, 2-ya Baumanskaya street,
Moscow, Russia)

Zot'eva Dar'ya Evgen'evna

student,
sub-department of engineering and manufacturing
technology of radio-electronic equipment,
Moscow state technical university
named after N. A. Bauman,
(105005, page 1, 5, 2-ya Baumanskaya street,
Moscow, Russia)

Abstract. The paper analyzes the possibility of automating the input methods of statistical control in the management of quality electronic products in the environment MathLab. This paper investigates the methods of statistical control by attributes. Studied single-stage, two-stage, multi-stage and sequential control. Tools presented in MathLab environment for processing the results of statistical control. We consider the histogram, Pareto diagrams and checklists by attributes.

Key words: input control, quality management, electronic equipment, MathLab.