

ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

УДК 681.321

АВТОМАТИЗАЦИЯ МНОГОСТУПЕНЧАТОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА В СРЕДЕ MATLAB

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

Введение

Контроль качества изделий электронной техники является неотъемлемой процедурой жизненного цикла [1]. В работе [2] были рассмотрены особенности применения пакета MATLAB для анализа качества изделий электронной техники, даны рекомендации по формированию исходных данных анализа и их обработке.

В общем случае различают следующие виды статистического контроля партии продукции по альтернативному признаку [3–6]:

- 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 MATLAB методов многоступенчатого контроля рассмотрены в данной статье.

1. Методика автоматизации многоступенчатого контроля в среде MATLAB

Многоступенчатый контроль является логическим продолжением двухступенчатого [3–5]. Первоначально берется выборка объемом n_1 и определяется число дефектных изделий m_1 . Если $m_1 \leq c_1$, то партия принимается. Если $c_1 < m_1 < d_1$ ($d_1 > c_1 + 1$), то партия бракуется. Если $c_1 < m_1 < d_1$, то принимается решение о взятии второй выборки объемом n_2 . Пусть среди $n_1 + n_2$

изделий имеется m_2 дефектных. Тогда если $m_2 < c_2$, где c_2 – второе приемочное число, то партия принимается; если $m_2 \geq d_2$ ($d_2 > c_2 + 1$), то партия бракуется. При $c_2 < m_2 < d_2$ принимается решение о взятии третьей выборки (рис. 1).

```
n=[30 50 90 120 135 160 195 210 220 260];
m=[7 10 18 23 26 31 36 40 41 45];
for i=1:9
    if m(i)<=c(i)
        disp('партия принимается');
        break;
    else
        if m(i)>=d(i)
            disp('партия бракуется');
            break;
        end;
    end;
    if i==9
        if m(10)<c(10)
            disp('партия принимается');
        else
            disp('партия бракуется');
        end;
    end;
    партия принимается
>>
```

Рис. 1. Листинг алгоритма многоступенчатого контроля в MATLAB

В дальнейшем контроль производится по аналогичной схеме, за исключением последнего k -го шага. На k -м шаге, если среди $\sum_{i=1}^k n_j$ проконтролированных изделий выборки оказалось m_k дефектных и $m_k \leq c_k$, то партия принимается; если же $m_k > c_k$, то партия бракуется. В многоступенчатых планах число шагов k заранее задается. Обычно принимается, что $n_1 = n_2 = \dots n_k$.

2. Факторы, учитываемые при формировании плана контроля

Проанализируем факторы, которые должны приниматься во внимание при выборе плана контроля [7–11].

Практическая осуществимость плана отбора. Самыми простыми для осуществления являются планы одноступенчатого контроля, а наиболее сложными – планы многоступенчатого контроля. Для выполнения последних требуется более квалифицированный персонал, и, кроме того, проверка полученных результатов является при этих планах более сложной.

Информация о качестве партии. При определении среднего качества за длительный период времени информация о качестве партии лучше всего обеспечивается планами одноступенчатого контроля, так как этими планами предусматриваются большие объемы выборок. Это связано с тем, что при исчислении и учете показателей среднего качества партий учитываются результаты только первой выборки.

Доступность извлечения выборки. В тех случаях, когда извлечение дополнительных выборок затруднено из-за перемещения партии или по каким-либо другим причинам, самым удобным методом может оказаться однократная выборка.

Колебания объема выборок. При применении планов двухступенчатого и многоступенчатого контроля должна быть обеспечена возможность извлечения выборок, отличающихся по сво-

ему объему. Если такая возможность отсутствует, то в таких случаях может применяться только однократная выборка.

Влияние величины предельных допустимых отклонений от приемлемого уровня качества. Значительные по своей величине предельные допустимые отклонения от приемлемого уровня качества снижают экономичность применения многоступенчатого контроля. Кривые, изображенные на рис. 2, дают представление о среднем объеме выборок для трех типов планов контроля при приемлемом уровне качества, равном приблизительно 1,5. Графики двукратной и многократной выборки показывают, что среднее число контролируемых изделий достигает максимума при предельном допустимом отклонении качества от приемлемого уровня.

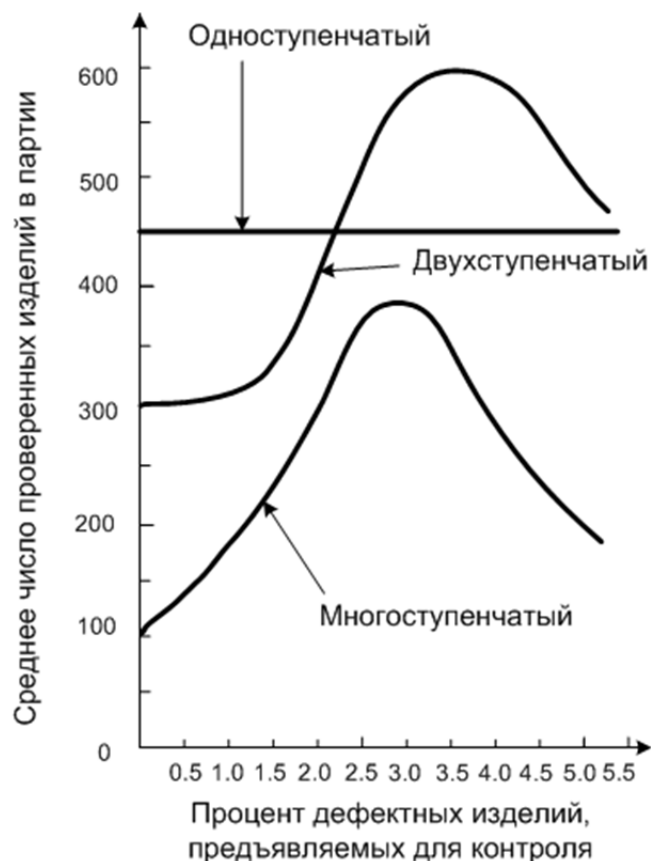


Рис. 2. Сравнение средних чисел проверяемых изделий при одноступенчатом, двухступенчатом и многоступенчатом выборочном контроле

Планы с приемочным числом, равным нулю. Такие планы контроля не допускают ни двукратной, ни многократной выборки; поэтому всегда предусматривают только однократную выборку.

Значения приемлемого уровня качества выше 15. В этом случае применяются только планы одноступенчатого контроля.

Стоимость проверки одного изделия. При высокой стоимости контроля экономия от применения двукратной или многократной выборки может быть настолько высокой, что применение однократной выборки окажется совершенно нецелесообразным. И наоборот, при низкой стоимости контроля экономия, достигаемая при уменьшении объема выборок, может оказаться недостаточной даже для компенсации затрат, связанных с усложнением проведения контроля.

Факторы психологического характера. На первый взгляд может показаться, что планы двухступенчатого и многоступенчатого контроля увеличивают шансы поставщика, который как будто бы получает право на «вторую попытку». На самом же деле кривые оперативных характеристик во всех случаях остаются практически одинаковыми [11, 12]. Это означает, что степень застрахованности поставщика от угрозы отклонения партии не зависит от типа контроля.

3. Анализ результатов многоступенчатого контроля

Планы контроля, основанные на многократной выборке, требуют наименьшего среднего объема выборки. Экономия на объеме выборки, получаемая при двукратной и многократной выборке, оказывается наибольшей в тех случаях, когда контролю подвергаются партии очень высокого или очень низкого качества.

В ходе выполнения многоступенчатого контроля решение принимается по результатам последовательного контроля нескольких заранее установленных выборок продукции. Необходимость отбора каждой последующей выборки принимается по результатам контроля предыдущей.

Такой план контроля наиболее целесообразно применять при ограниченном времени на отбор выборок. Многоступенчатый контроль приводит к увеличению стоимости испытания и предъявляет высокие требования к рабочим [13, 14].

Заключение

Вопросы автоматизации анализа в среде MATLAB по последовательному контролю будут рассмотрены в следующих работах.

Практическая ценность предложенных инструментов состоит в том, что они позволяют 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. Так же разработанная система может быть использована в качестве прототипа для более сложной системы контроля и управления качеством.

Список литературы

1. Маркелов, В. В. Управление качеством электронных средств : учеб. пособие / В. В. Маркелов, А. С. Кабаева. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – 272 с. – (Библиотека «КЭВС» : в 25 кн.; кн. 2).
2. Маркелов, В. В. Автоматизация методов входного статистического контроля при управлении качеством изделий электронной техники в среде MATLAB / В. В. Маркелов, А. И. Власов, Д. Е. Зотьева // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – № 3. – С. 38–44.
3. Хэнсен, Б. Л. Контроль качества. Теория и применение : пер. с англ. / Б. Л. Хэнсен. – М. : Прогресс, 1968. – 269 с.
4. Статистические методы контроля качества продукции : пер. с англ. / Л. Ноулер и др. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 96 с.
5. Управление качеством электронных средств : учеб. для вузов / О. П. Глудкин и др. – М. : Высшая школа, 1999. – 414 с.
6. Глудкин, О. П. Всеобщее управление качеством : учеб. для вузов / О. П. Глудкин. – М. : Радио и связь, 1999. – 454 с.
7. 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. – С. 35–43.
8. 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.
9. Власов, А. И. Визуальные модели управления качеством на предприятиях электроники / А. И. Власов, А. М. Иванов // Наука и образование. – 2011. – № 11. – С. 34.
10. 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.
11. Еланцев, А. В. Автоматизированный контроль и испытания электронной аппаратуры / А. В. Еланцев, В. В. Маркелов. – М. : Изд-во МГТУ, 1990. – 51 с.
12. 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.
13. Адамова, А. А. Методологические основы обеспечения технологичности электронных средств / А. А. Адамова, А. П. Адамов, Г. Х. Ирзаев. – СПб. : Политехника, 2008. – 264 с.
14. Гриднев, В. Н. Проектирование коммутационных структур электронных средств : учеб. пособие / В. Н. Гриднев, Г. Н. Гриднева. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2014. – Кн. 7. – 344 с.

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

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

студентка,
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 MATLAB. Данная работа посвящена исследованию методов статистического контроля по альтернативному признаку. Исследованы методы многоступенчатого контроля. Представлены инструменты в среде MATLAB для обработки результатов статистического контроля.

Ключевые слова: многоступенчатый контроль, управление качеством, электронная аппаратура, MATLAB.

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)

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 to automate the input of statistical control in the management of quality electronic products in the environment MATLAB. This paper investigates the methods of statistical control by attributes. Investigated methods of multistage control. Presents the tools in MATLAB for processing the results of statistical control.

Key words: multi-stage control, quality management, electronic equipment, MATLAB.

УДК 681.321

Маркелов, В. В.

Автоматизация многоступенчатого контроля качества в среде MATLAB / В. В. Маркелов, А. И. Власов, Д. Е. Зотьева // Надежность и качество сложных систем. – 2015. – № 1 (9). – С. 58–62.